

32989/14/08



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

RSL ~~RSF~~
628.357 ~~629/89~~
Pra ~~May~~
P-1 ~~2-1~~

2008 2008

TUGAS AKHIR - PL 1603

**PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK GORENG DALAM
PROSES BATCH MENGGUNAKAN METODE KOAGULASI-
FLOKULASI DAN ADSORBSI**

GALUH PRAMUDIPTO
NRP 3303 100 054

Dosen Pembimbing
Ir. M.Razif, MM.

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2008

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	6 - 8 - 2008
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	231152



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - PL 1603

**COOKING OIL WASTE TREATMENT IN BATCH
PROCESS USING COAGULATION-FLOCCULATION
AND ADSORPTION METHOD**

GALUH PRAMUDIPTO
NRP 3303 100 054

Supervisor
Ir. M Razif, MM.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty Of Civil Engineering And Planning
Institute Of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2008

**PENELITIAN PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK GORENG
DALAM PROSES BATCH MENGGUNAKAN METODE
KOAGULASI-FLOKULASI DAN ADSORBSI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

GALUH PRAMUDIPTO

NRP. 3303100054

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Ir. M Razif, MM.

NIP.130936830



**SURABAYA
JULI, 2008**

ABSTRAK



PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK GORENG DALAM PROSES BATCH MENGGUNAKAN METODA KOAGULASI-FLOKULASI ATAU ADSORBSI

Nama Mahasiswa : Galuh Pramudipto
NRP : 3303 100 054
Jurusan : Teknik Lingkungan-FTSP ITS
Dosen Pembimbing : Ir M Razif.MM

Dari hasil penelitian diketahui penambahan dosis kitosan berpengaruh pada removal minyak dengan besar removal 48.91% dengan konsentrasi 20 ml pada variasi limbah 70:30, 43.83 % dengan konsentrasi 40 ml pada variasi limbah 50:50 dan 34.85% dengan konsentrasi 40 ml pada variasi limbah 20:80. Pada proses adsorbsi, penambahan dosis berpengaruh terhadap removal minyak dengan besar prosentase 35.64 % dengan dosis 50 gr pada variasi limbah 70:30, 69.31% dengan dosis 50 gr pada variasi limbah 50:50, dan 52.88% dengan dosis 50 gr pada var limbah 20:80. pH optimum untuk proses koagulasi menggunakan kitosan terjadi pada pH 4 dengan % removal sebesar 70.79 % . pH optimum untuk proses koagulasi menggunakan karbon aktif terjadi pada pH 4 dengan % removal sebesar 71%. Model adsorbsi yang terjadi dalam penelitian ini adalah model adsorbsi isotherm Freundlich dengan persamaan $x/m = 0.69C^{-1.6179}$. Kombinasi proses koagulasi –flokulasi dan adsorbsi mampu meremoval minyak sebesar 74.72% pada variasi limbah 70:30, 85.17% pada variasi limbah 50:50 dan 77.03% pada variasi limbah 20:80

Kata kunci: kitosan, koagulan, adsorbsi, carbon aktif, minyak dan lemak.

COOKING OIL WASTE TREATMENT IN BATCH PROCESS USING COAGULATION-FLOCCULATION AND ADSORPTION METHOD

Name : Galuh Pramudipto
NRP : 3303 100 054
Major : Environmental Engineering-FTSP
ITS.
Supervisor : Ir M Razif.MM

From research result known by the addition of dose kitosan have an effect with oil removal is 48,91% with the concentration 20 ml at waste variation 70:30, 43,83 % oil removal with concentration 40 ml at waste variation 50:50 and 34.85 % oil removal with concentration 40 ml at waste variation 20:80. In adsorption process, dose addition have an effect in oil removal is 35,64% with the activated carbon dose 50 gr at waste variation 70:30, oil removal 69,31 % with the dose of activated carbon 50 gr at waste variation 50:50, and oil removal 52,88 % with dose of activated carbon 50 gr at waste variation 20:80. Optimum pH to process coagulation use the chitosan became of the pH 4 by percent oil removal equal to 70,79 %. Optimum pH to process the adsorption use the granular activated carbon became of pH 4 by percent removal equal to 70,29 %. Adsorption isotherm model that happened in this research is isotherm freudlich with the equation $x/m = 0,69 C^{-1,6179}$. Combination process coagulation-flocculation and adsorption able to removal oil of equal 74,72 % at variation of waste 70:30, 85,17 % oil removal at waste variation 50:50 and 77,03 % at waste variation 20:80.

Keyword: Chitosan, Coagulation-Flocculation, Adsorption, Activated carbon, Oil and Grease.

KATA PENGANTAR

[REDACTED]

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji syukur ke hadirat Allah SWT berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nyalah tugas akhir Penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam mengerjakan tugas ini, penyusun selalu mendapatkan dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan terselesaikannya tugas ini ini, maka penyusun ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ir M Razif selaku dosen pembimbing tugas akhir penelitian dengan judul "Pengolahan Limbah Minyak Goreng dalam proses Batch Menggunakan Metode Koagulasi-Flokulasi atau Adsorpsi" .
2. Orang tua dan adik-adiku yang telah memberikan dorongan moral dan spiritual serta dukungan materil hingga terlaksannya tugas penelitian ini.
3. Kepada sahabatku eko dan ferdyan yang sama-sama melalui tugas akhir ini dan kesediannya berbagi lab.
4. Kepada semua pihak yang telah membantu penyusun dalam penulisan atau penyusunan laporan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penyusun menerima saran dan kritik mengenai laporan ini, karena hal ini untuk menyempurnakan penyusunan tugas ini.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi siapapun yang membutuhkan.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Surabaya, Januari 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	vi
Daftar Tabel	vii
Daftar Lampiran	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum	5
2.2 Sifat dan Karakteristik Minyak	7
2.3 Koagulasi-Flokulasi	14
2.3.1. Kitosan sebagai koagulan	16
2.4 Proses adsorpsi	18
2.4.1 Jenis adsorpsi	16
2.4.2 Mekanisme adsorpsi	19
2.4.3 Faktor yang mempengaruhi adsorpsi	20
2.4.4 Sistem adsorpsi	22
2.4.5 Karbon aktif sebagai adsorben	28
2.4.5.1 Karbon aktif dalam bentuk granular	29
2.4.6 Penelitian terdahulu	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian	35
3.1.1. Umum	35
3.1.2. Tempat pelaksanaan penelitian	35

3.1.3 Kerangka penelitian	36
3.2. Pelaksanaan penelitian	39
3.2.1. Studi literatur	39
3.2.2 Peralatan dan bahan	39
3.2.3 Pembuatan larutan sampel	41
3.2.4 Analisa pendahuluan	41
3.2.5 Penelitian utama	42
3.2.6 Analisa akhir parameter	46
3.2.7 Penentuan dosis dan pH optimum	46
3.2.8 kombinasi koagulasi-flokulasi dan adsorpsi	46
3.2.9 Analisa data dan pembahasan	46

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh penambahan kitosan terhadap koagulasi ...	49
4.1.1 Dosis kitosan terhadap penurunan minyak	49
4.1.1.1 Proses koagulasi pada konsentrasi 70:30 ...	50
4.1.1.2 Proses koagulasi pada konsentrasi 50:50 ...	52
4.1.1.3 Proses koagulasi pada konsentrasi 20:80 ...	53
4.1.2. Dosis kitosan terhadap penurunan COD	56
4.1.2.1. Penurunan COD pada konsentrasi 70:30	57
4.1.2.2. Penurunan COD pada konsentrasi 50:50	58
4.1.2.3. Penurunan COD pada konsentrasi 20:80	59
4.1.3. Kitosan terhadap penurunan surfaktan	61
4.1.3.1. Penurunan surfaktan dalam konsentrasi limbah 70:30	62
4.1.3.2. Penurunan surfaktan dalam konsentrasi limbah 50:50	63
4.1.3.3. Penurunan surfaktan dalam konsentrasi limbah 20:80	65
4.2. Pengaruh penambahan karbon aktif terhadap proses adsorpsi	67
4.2.1. Pengaruh penambahan dosis karbon aktif terhadap penurunan kadar minyak	67
4.2.1.1. Penurunan kadar minyak pada konsentrasi 70:30	68

4.2.1.2. Penurunan kadar minyak pada konsentrasi 50:50	70
4.2.1.3. Penurunan kadar minyak pada konsentrasi 20:80	71
4.2.2. Pengaruh penambahan dosis karbon aktif terhadap penurunan COD	73
4.2.2.1. Penurunan COD pada konsentrasi limbah 70:30	74
4.2.2.2. Penurunan COD pada konsentrasi limbah 50:50	75
4.2.2.3. Penurunan COD pada konsentrasi limbah 20:80	77
4.2.3. Pengaruh penambahan dosis karbon aktif terhadap penurunan kadar surfaktan	78
4.2.3.1. Penurunan surfaktan pada konsentrasi limbah 70:30	79
4.2.3.2. Penurunan surfaktan pada konsentrasi limbah 50:50	81
4.2.3.2. Penurunan surfaktan pada konsentrasi limbah 20:80	82
4.3. Pengaruh pH terhadap proses koagulasi	84
4.4. Pengaruh pH terhadap proses adsorpsi	86
4.5. Proses adsorpsi isothermis	88
4.6. Kombinasi koagulasi-flokulasi dan adsorpsi	115

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	117
5.2 Saran	118

Daftar Pustaka

Lampiran

- Lampiran A Hasil analisa data dan Perhitungan
- Lampiran B Metode Analisa Laboratorium
- Lampiran C Foto Alat dan Proses percobaan
- Lampiran D Berita acara sidang

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ikatan trigliserida	10
Gambar 2.2	Molekul sabun.....	12
Gambar 2.3	Tetes minyak dalam sabun.....	14
Gambar 2.4	Jenis-jenis surfaktan	13
Gambar 2.5	Prinsip kerja surfaktan	13
Gambar 2.6	Struktur kimia kitosan.....	16
Gambar 2.7	Reaksi pengikatan minyak oleh kitosan	17
Gambar 2.8	Tahap koagulasi polielektrolit kitosan	18
Gambar 2.9	Proses adsorpsi.....	18
Gambar 3.1	Metodologi penelitian	38
Gambar 3.2.	Alur percobaan koagulasi.....	43
Gambar 3.3.	Alur percobaan adsorpsi.....	45
Gambar 4.1	Grafik removal minyak pada limbah 70:30	51
Gambar 4.2	Grafik removal minyak pada limbah 50:50	53
Gambar 4.3	Grafik removal minyak pada limbah 20:80	54
Gambar 4.4	Grafik removal minyak tiap variasi limbah	55
Gambar 4.5	Grafik removal COD pada limbah 70:30.....	58
Gambar 4.6	Grafik removal COD pada limbah 50:50.....	59
Gambar 4.7	Grafik removal COD pada limbah 20:80.....	60
Gambar 4.8	Grafik removal COD tiap variasi limbah.....	61
Gambar 4.9	Grafik removal surfaktan pada limbah 70:30.....	63
Gambar 4.10	Grafik removal surfaktan pada limbah 50:50.....	64
Gambar 4.11	Grafik removal surfaktan pada limbah 20:80.....	66
Gambar 4.12	Grafik removal surfaktan pada tiap variasi limbah	66
Gambar 4.13	Grafik removal minyak pada limbah 70:30	69
Gambar 4.14	Grafik removal minyak pada limbah 50:50	71
Gambar 4.15	Grafik removal minyak pada limbah 20:80	72
Gambar 4.16	Grafik removal minyak pada tiap variasi limbah	73
Gambar 4.17	Grafik removal COD pada limbah 70:30.....	75

Gambar 4.18	Grafik removal COD pada limbah 50:50	76
Gambar 4.19	Grafik removal COD pada limbah 20:80	77
Gambar 4.20	Grafik removal COD pada berbagai variasi limbah	78
Gambar 4.21	Grafik removal surfaktan pada limbah 70:30	80
Gambar 4.22	Grafik removal surfaktan pada limbah 50:50	81
Gambar 4.23	Grafik removal surfaktan pada limbah 20:80	80
Gambar 4.24	Grafik removal surfaktan pada berbagai limbah variasi limbah	83
Gambar 4.25	Pengaruh pH terhadap koagulasi	85
Gambar 4.26	Pengaruh pH terhadap adsorpsi	87
Gambar 4.27	Regresi linear Langmuir pada limbah 70:30 Pada pH 7	90
Gambar 4.28	Regresi linear Langmuir pada limbah 50:50 Pada pH 7	91
Gambar 4.29	Regresi linear Langmuir pada limbah 20:80 Pada pH 7	92
Gambar 4.30	Regresi linear Langmuir pada limbah 70:30 Pada pH 4	93
Gambar 4.31	Regresi linear Langmuir pada limbah 50:50 Pada pH 4	95
Gambar 4.32	Regresi linear Langmuir pada limbah 20:80 Pada pH 4	96
Gambar 4.33	Regresi linear Langmuir pada limbah 70:30 Pada pH 8	97
Gambar 4.34	Regresi linear Langmuir pada limbah 50:50 Pada pH 8	98
Gambar 4.35	Regresi linear Langmuir pada limbah 20:80 Pada pH 8	99
Gambar 4.36	Regresi linear Freudlich pada limbah 70:30 Pada pH 7	101
Gambar 4.37	Regresi linear Freudlich pada limbah 50:50 Pada pH 7	102
Gambar 4.38	Regresi linear Freudlich pada limbah 70:30 Pada pH 7	103

Gambar 4.39	Regresi linear Freudlich pada limbah 70:30	
	Pada pH 2.....	104
Gambar 4.40	Regresi linear Freudlich pada limbah 50:50	
	Pada pH 2.....	105
Gambar 4.41	Regresi linear Freudlich pada limbah 20:80	
	Pada pH 2.....	106
Gambar 4.42	Regresi linear Freudlich pada limbah 70:30	
	Pada pH 4.....	107
Gambar 4.43	Regresi linear Freudlich pada limbah 50:50	
	Pada pH 4.....	108
Gambar 4.44	Regresi linear Freudlich pada limbah 20:80	
	Pada pH 4.....	109
Gambar 4.45	Regresi linear Freudlich pada limbah 70:30	
	Pada pH 8.....	110
Gambar 4.46	Regresi linear Freudlich pada limbah 50:50	
	Pada pH 8.....	111
Gambar 4.47	Regresi linear Freudlich pada limbah 20:80	
	Pada pH 8.....	112

DAFTAR TABEL

GB

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik air limbah di indonesia	7
Tabel 4.1	Removal minyak dalam air limbah	49
Tabel 4.2	Hasil koagulasi pada limbah 70:30	51
Tabel 4.3	Hasil koagulasi pada limbah 50:50	52
Tabel 4.4	Hasil koagulasi pada limbah 20:80	54
Tabel 4.5	Removal COD dalam air limbah	56
Tabel 4.6	Penurunan COD pada limbah 70:30.....	57
Tabel 4.7	Penurunan COD pada limbah 50:50.....	58
Tabel 4.8	Penurunan COD pada limbah 20:80.....	59
Tabel 4.9	Hasil removal surfaktan	62
Tabel 4.10	Removal surfaktan pada limbah 70:30.....	62
Tabel 4.11	Removal surfaktan pada limbah 50:50.....	64
Tabel 4.12	Removal surfaktan pada limbah 20:80	65
Tabel 4.13	Besar removal minyak.....	68
Tabel 4.14	Removal minyak pada limbah 70:30	69
Tabel 4.15	Removal minyak pada limbah 50:50.....	70
Tabel 4.16	Removal minyak pada limbah 20:80.....	72
Tabel 4.17	Removal COD dalam berbagai variasi limbah.....	74
Tabel 4.18	Removal COD dalam air limbah 70:30.....	74
Tabel 4.19	Removal COD dalam air limbah 50:50.....	76
Tabel 4.20	Removal COD dalam air limbah 20:80.....	77
Tabel 4.21	Removal surfaktan dalam berbagai variasi limbah	79
Tabel 4.22	Penurunan surfaktan dalam air limbah 70:30.....	80
Tabel 4.23	Penurunan surfaktan pada limbah 50:50	81
Tabel 4.24	Penurunan surfaktan pada limbah 20:80	82
Tabel 4.25	Penurunan kadar minyak pada pH 4.....	84
Tabel 4.26	Penurunan minyak pada berbagai variasi pH.....	85
Tabel 4.27	Pengaruh pH terhadap penurunan minyak secara adsorpsi	87
Tabel 4.28	Persamaan Langmuir pada limbah 70:30	89
Tabel 4.29	Persamaan Langmuir pada limbah 50:50	91

Tabel 4.30	Persamaan Langmuir pada limbah 20:80	92
Tabel 4.31	Persamaan Langmuir pada limbah 70:30 (pH 4)	93
Tabel 4.32	Persamaan Langmuir pada limbah 50:50 (pH 4)	94
Tabel 4.33	Persamaan Langmuir pada limbah 20:80 (pH 4)	95
Tabel 4.34	Persamaan Langmuir pada limbah 70:30 (pH 8)	96
Tabel 4.35	Persamaan Langmuir pada limbah 50:50 (pH 8)	98
Tabel 4.36	Persamaan Langmuir pada limbah 20:80 (pH 8)	99
Tabel 4.37	Persamaan Freudlich pada limbah 70:30 (pH 7)	100
Tabel 4.38	Persamaan Freudlich pada limbah 50:50 (pH 7)	101
Tabel 4.39	Persamaan Freudlich pada limbah 20:80 (pH 7)	102
Tabel 4.40	Persamaan Freudlich pada limbah 70:30 (pH 2)	103
Tabel 4.41	Persamaan Freudlich pada limbah 50:50 (pH 2)	104
Tabel 4.42	Persamaan Freudlich pada limbah 20:80 (pH 2)	105
Tabel 4.43	Persamaan Freudlich pada limbah 70:30 (pH 4)	106
Tabel 4.44	Persamaan Freudlich pada limbah 50:50 (pH 4)	107
Tabel 4.45	Persamaan Freudlich pada limbah 20:80 (pH 4)	108
Tabel 4.46	Persamaan Freudlich pada limbah 70:30 (pH 8)	109
Tabel 4.47	Persamaan Freudlich pada limbah 50:50 (pH 8)	110

Tabel 4.48	Persamaan Freudlich pada limbah 20:80 (pH 8)...	111
Tabel 4.49	Nilai regresi model isotherm adsorpsi.....	113
Tabel 4.50	Konstatnta persamaan Freudlich	114
Tabel 4.51	Persamaan isotherm Freudlich	114
Tabel 4.52	Perbandingan nilai x/m pada variasi pH dan konsentrasi limbah	115
Tabel 4.53	Removal sistem kombinasi dalam penurunan limbah.....	116



BAB 1 PENDAHULUAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan penduduk Indonesia, pertumbuhan industri makanan juga ikut berkembang pesat, dari 22,7 juta jenis usaha yang ada di Indonesia hampir setengahnya, 13,4 juta didominasi oleh usaha restaurant dan hotel (www.bps.go.id). Usaha dari sector ini memberikan GNP pada Indonesia sebesar Rp 68,563 triliun. Dilain sisi positif dari perkembangan industri makanan terdapat efek negatif yaitu meningkatnya air buangan domestik dimana air limbah dari hotel/restaurant, mengandung beragam zat kimia, biologi, maupun partikel fisik seperti minyak, sabun, sisa tulang dan lainnya.

Pada umumnya limbah dari pengolahan makanan memiliki karakteristik kandungan minyak dan TSS yang tinggi, kandungan minyak dalam greywater restaurant berkisar antara 1000 mg/l – 2000 mg/l (Crites and Tchobanoglous, 1998) sedangkan kandungan minyak dalam greywater domestik berkisar 35 mg/l – 78 mg/l (Christova boal *et al*, 2002). Dikarenakan belum adanya pengolahan limbah terpadu sebagian besar limbah ini (grey water) langsung dibuang ke saluran air, jumlah buangan ini belum lagi ditambah air buangan domestik yang berasal dari rumah tangga.

Permasalahan tersebut di atas melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini untuk mengatasi permasalahan limbah yang ada, dimana pada penelitian ini menggunakan proses kimia koagulasi-flokulasi dan proses fisik yaitu adsorpsi untuk mengolah air limbah yang mengandung minyak. Koagulan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan dan adsorben yang digunakan adalah karbon aktif.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang ada, dapat disimpulkan adanya beberapa permasalahan, yaitu :

1. Apakah penambahan dosis kitosan berpengaruh terhadap proses koagulasi-flokulasi
2. Apakah penambahan dosis karbon aktif berpengaruh terhadap proses adsorpsi removal minyak.
3. Apakah pH berpengaruh terhadap proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan kitosan.
4. Apakah pH berpengaruh terhadap proses adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif.
5. Apakah model adsorpsi isothermis yang digunakan, Freudlich atau Langmuir
6. Apakah proses kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Adsorpsi mampu meremoval minyak dengan lebih baik

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dosis koagulan atau adsorban serta pH yang optimum dalam meremoval minyak dalam limbah dapur buatan serta mekanisme adsorpsi isotherm yang terjadi dalam pengolahan limbah minyak goreng

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini meliputi:

1. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP-ITS.
3. Sampel air limbah yang digunakan adalah air limbah dapur buatan.
4. Variasi yang digunakan antara lain:
 - a. Dosis adsorban/koagulan, antara lain:
 - o Dosis koagulan: 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml.

- Dosis adsorban: 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 30 g, 40 g, 50 g
- b. Konsentrasi limbah dapur buatan, antara lain:
 - 70:30 (70 % minyak : 30 % sabun)
 - 50:50 (50 % minyak : 50 % sabun)
 - 20:80 (20 % minyak:80 % sabun)
- c. pH
 - berkisar dari pH 2, 4 , 7 ,8

1.5 Manfaat

Penelitian ini dapat memberikan manfaat terhadap penyelesaian masalah pengolahan limbah minyak goreng dengan metoda koagulasi/adsorbsi dan diketahui berapa besar penurunan kadar minyak apabila menggunakan metode ini, serta diketahui kondisi ideal dari penerapan metode koagulasi dan adsorbsi.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Air limbah dari fasilitas komersil (restaurant, kantin) terdiri dari buangan dapur dan buangan kamar mandi yang berasal dari pembersihan makanan, penyiapan makanan, dan pencucian peralatan dapur yang memberikan kontribusi bermacam-macam bahan kimia, misalnya deterjen, sabun, lemak, minyak dan sebagainya. Kadar dan komponen penyusun air limbah domestik dari fasilitas komersil yang dihasilkan sangat tergantung dari kondisi sosial dan ekonomi penduduk perkotaan. Pada umumnya limbah dari proses pengolahan makanan memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Mengandung konsentrasi lemak, minyak, sabun, lilin dan grease yang lebih tinggi dibanding air buangan domestik.
- Mengandung nutrient biodegradable yang cukup tinggi seperti fosfor dan nitrogen yang diperlukan untuk pengolahan biologis.
- Mengandung materi protein yang bisa membentuk ammonia dalam konsentrasi tinggi.
- Mengandung logam berat seperti timah, seng, cadmium, perak atau zat sintetik organik non-biodegradable seperti pestisida, toluena, asam, benzena, PAHs, dioksin, furan, komponen halogen dan patogenik material.

Konsentrasi yang tinggi dari semua materi biodegradable ini dalam limbah cair dari proses operasi pengolahan makanan mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan akuatik. Seperti meningkatnya kandungan nutrisi yang menstimulasi

pertumbuhan alga dan tanaman air lainnya (blooms). Berkurangnya oksigen terlarut menyebabkan membusuknya limbah organik, rusaknya habitat yang disebabkan meningkatnya sedimen dan zat kimia beracun.

Pengolahan limbah dari restoran atau kantin biasanya menggunakan grease itceptor/grease filter dimana unit ini perlu dibersihkan secara periodik. Proses pembersihan ini biasanya dilakukan dengan penyemprotan larutan diatomite dan kaustik potash (45% KOH). Larutan ini disemprotkan melalui spray bertekanan tinggi dengan suhu tinggi (72 C). Air panas sisa pencucian yang mengandung larutan pembersih dan partikel minyak biasanya dimasukkan kedalam tangki penampung untuk didinginkan. Air limbah ini biasanya mengandung kandungan logam berat, partikel minyak dan pH yang tinggi sehingga tidak bisa langsung dibuang ke saluran air atau dibuang ke tanah. Bila limbah ini langsung dibuang ke badan air maka kandungan yang berada didalamnya bisa bersifat toxic bagi lingkungan akuatik, kandungan organik pada limbah ini apabila mulai terurai akan mengurangi oksigen terlarut dalam badan air. Sedangkan limbah ini apabila dibuang ke selokan terdapat kerugian yang disebabkan diantaranya penyumbatan selokan, pompa, screens, air difuser, clarifier feedwells, dan raleways. Menghalangi transfer oksigen di proses pengolahan biologis dan memperlambat proses biodegradasi (Green, 1979). Dan apabila dibuang ketanah dapat menyebabkan pencemaran air tanah. Untuk karakteristik dan parameter limbah dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 : Karakteristik air limbah di Indonesia

Parameter	Konsentrasi kuat (mg/l)	Konsentrasi medium(mg/l)	Konsentrasi lemah(mg/l)
TS	1200	750	350
TDS	850	500	250
TSS	350	220	100
BOD ₅	400	220	100
TOC	290	160	250
COD	1000	500	250
Total N	85	40	20
Total P	15	8	4
Cl ⁻	100	50	30
Alkalinitas	200	100	50
Lemak	150	100	50

Sumber : Djayadiningrat, 1992

2.2 Sifat dan karakteristik minyak

Lipida adalah bagian dari tanaman atau hewan yang istimewa karena kelarutannya. Lipida larut dalam eter serta pelarut non polar lain dan tidak larut dalam air. Sifat kelarutan ini membedakan lipida dari golongan senyawa alam penting seperti protein, karbohidrat dan asam nukleat yang pada umumnya tidak larut dalam pelarut organik non polar (Hart, 1990). Suatu lipida didefinisikan sebagai senyawa organik yang terdapat dalam alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non polar seperti suatu hidrokarbon atau dietil eter (Fessenden, 1986). Minyak dan lemak hanyalah sebagian dari golongan lipida. Minyak dan lemak tidak akan larut dalam air dan karena lebih ringan dari air, minyak dan lemak umumnya mengapung.

Perbedaan antara suatu lemak dan suatu minyak adalah pada temperatur kamar lemak berbentuk padat dan minyak adalah cairan, keduanya mempunyai struktur dasar yang sama (Hart,

1990). Dengan melihat strukturnya, perbedaan padatan trigliserida (lemak) dan cairan trigliserida (minyak) terlihat dari komposisinya. Minyak mengandung presentase asam tak jenuh yang lebih tinggi dibandingkan lemak. Misalnya, kebanyakan minyak sayur menghasilkan 80% asam tak jenuh setelah hidrolisis, sedangkan lemak hanya sedikit diatas 50% (Hart, 1990).

Komponen utama minyak dan lemak adalah molekul trigliserida. Trigliserida sederhana jarang terdapat di alam. Pada umumnya minyak atau lemak tidak terdiri dari 1 macam trigliserida melainkan campuran dari trigliserida. Molekul ini terdiri dari rantai utama gliserol yang berikatan dengan tiga molekul fatty acid, sehingga penguraian molekul lipida akan menghasilkan gliserol dan tiga fatty acid. Gliserol dan tiap fatty acid kemudian akan diuraikan menjadi komponen yang lebih kecil oleh enzim-enzim spesifik sampai tereduksi menjadi CO_2 dan H_2O . Asam lemak (fatty acid), bersama-sama dengan gliserol, merupakan penyusun utama minyak nabati atau lemak dan merupakan bahan baku untuk semua lipida pada makhluk hidup. Asam ini mudah dijumpai dalam minyak masak (goreng), margarin, atau lemak hewan dan menentukan nilai gizinya. Secara alami, asam lemak bisa berbentuk bebas (karena lemak yang terhidrolisis) maupun terikat sebagai gliserida.

Semua trigliserida bersifat hidrofobik (takut air) sehingga minyak dan lemak terapung dalam air. Fatty acid merupakan rantai panjang hidrokarbon (umumnya 16 atau 18 rantai karbon mengandung fatty acid) dengan gugus karboksil pada salah satu ujung rantai dan gugus metil pada ujung lainnya (Green, 2002). Fatty acid yang paling umum dalam minyak dan lemak adalah rantai panjang asam palmitik, stearik dan oleik.

Minyak dan lemak yang dapat dikonsumsi, secara kimiawi, merupakan campuran ester fatty acid dari trihidroksi alkohol, gliserol (Jacobs, 1958). Minyak dan lemak dari sumber yang

bermacam-macam berbeda satu sama lain karena mengandung campuran ester yang berbeda dengan jumlah yang bervariasi (Jacobs, 1958). Ester ini dapat berbentuk solid, cairan, volatile, jenuh atau campuran tak jenuh. Yang perlu dipahami, gliserida dari minyak dan lemak bukan ester sederhana dimana ketiga gugus hidroksi dari gliserol terkondensasi dengan radikal asam, tetapi lebih merupakan campuran gliserida dimana radikal asam yang berbeda berikatan dengan molekul yang sama (Jacobs, 1958).

Rantai hidrokarbon dengan satu atau lebih ikatan rangkap disebut tidak jenuh. Minyak yang sangat tidak jenuh lebih stabil dan terdegradasi lebih cepat daripada minyak tanpa atau dengan ikatan rangkap yang lebih sedikit. Dua proses degradasi untuk minyak adalah (Green, 2002):

1. Hidrolisa

Pada hidrolisa minyak, fatty acid dihidrolisa lepas dari trigliserida pada temperatur tinggi dengan adanya air, menghasilkan tiga fatty acid, monogliserida, digliserida dan gliserol. Produk penguraian ini akan mempercepat degradasi trigliserida yang tersisa karena menyebabkan emulsifikasi air dari makanan ke minyak yang lebih besar. Emulsifikasi yang tinggi dapat terjadi akibat kenaikan temperatur, adanya detergen dengan konsentrasi yang besar, ionisasi enzim dan pemecahan mekanis.

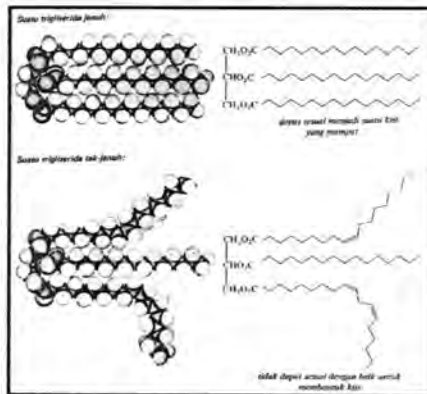
2. Oksidasi

Pada oksidasi minyak, atom-atom karbon yang berikatan rangkap dioksidasi, sehingga memutuskan rantai hidrokarbon dan formasi komponen volatile, termasuk aldehida, keton, alkohol, rantai pendek fatty acid dan komponen lain yang mungkin menghasilkan bau.

Pengolahan minyak dan lemak dapat dilakukan dengan penambahan pelarut, surfaktan, enzim, mikroorganisme, kaustik dan bahan kimia lainnya. Penambahan pelarut, surfaktan (dan

detergen lain) akan melarutkan lemak, tetapi ketika pelarut dan surfaktan terencerkan dengan sempurna, maka lemak akan kembali membeku (resolidifikasi). Kaustik dan bahan kimia lainnya dapat ditambahkan, tetapi bahan kimia yang keras akan merusak pipa dan secara signifikan menaikkan BOD.

Karboksilat yang diperoleh dari hidrolisa suatu lemak atau minyak, yang disebut asam lemak, umumnya mempunyai rantai hidrokarbon yang panjang dan tak bercabang. Lemak dan minyak seringkali diberi nama sebagai nama derivat asam-asam lemak ini. Misalnya, tristearat dari gliserol diberi nama tristearin, dan tripalmitat dari gliserol, disebut tripalmitin. Minyak dan lemak dapat juga diberi nama dengan cara yang biasa dipakai untuk penamaan suatu ester; sebagai contoh, gliseril tristearat dan gliseril tripalmitat. Kebanyakan lemak dan minyak yang terdapat dalam alam merupakan trigliserida campuran- artinya, ketiga bagian asam lemak dari gliserida itu tidaklah sama.



Gambar 2.1. Ikatan trigliserida
(Sumber : id.wikipedia.org)

Hampir semua asam lemak yang terdapat dalam alam mempunyai jumlah atom karbon yang genap karena asam ini dibiosintesis dari gugus asetil berkarbon-dua dalam asetil-

koenzime A. Rantai hidrokarbon dalam suatu asam lemak dapat bersifat jenuh atau dapat pula mengandung ikatan-ikatan rangkap. Asam lemak yang tersebar paling merata dalam alam, yaitu asam oleat, mengandung satu ikatan rangkap. Asam-asam lemak dengan lebih dari satu ikatan rangkap adalah tidak lazim, terutama dalam minyak nabati; minyak-minyak ini disebut poliunsaturat (polysaturates).

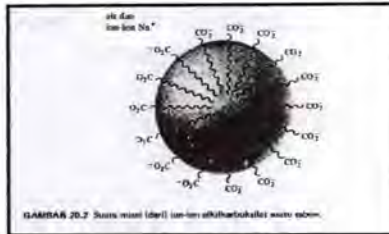
Asam lemak merupakan asam lemah, dan dalam air terdisosiasi sebagian. Umumnya berfase cair atau padat pada suhu ruang (27° Celsius). Semakin panjang rantai C penyusunnya, semakin mudah membeku dan juga semakin sukar larut. Asam lemak jenuh bersifat lebih stabil (tidak mudah bereaksi) daripada asam lemak tak jenuh. Ikatan ganda pada asam lemak tak jenuh mudah bereaksi dengan oksigen (mudah teroksidasi). Karena itu, dikenal istilah bilangan oksidasi bagi asam lemak.

Ketengikan (rancidity) terjadi karena asam lemak pada suhu ruang dirombak akibat hidrolisis atau oksidasi menjadi hidrokarbon, alkanal, atau keton, serta sedikit epoksi dan alkohol (alkanol). Bau yang kurang sedap muncul akibat campuran dari berbagai produk ini. Beberapa aturan penamaan dan simbol telah dibuat untuk menunjukkan karakteristik suatu asam lemak. Dalam industri pengolahan makanan sabun dan detergen digunakan dalam pencucian yang mengemulsi minyak hingga mudah larut dalam air. Sabun adalah garam logam alkali (biasanya garam natrium) dari asam-asam lemak. Sabun mengandung terutama garam C_{16} dan C_{18} , namun dapat juga mengandung beberapa karboksilat dengan bobot atom lebih rendah.

Suatu molekul sabun mengandung suatu rantai hidrokarbon panjang plus ujung ion, bagian hidrokarbon dari molekul itu bersifat hidrofobik dan larut dalam zat-zat non-polar, sedangkan ujung ion bersifat hidrofilik dan larut dalam air. Karena adanya

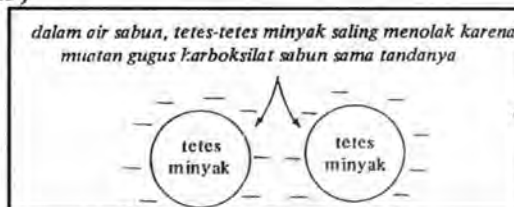


rantai hidrokarbon, sebuah molekul sabun secara keseluruhan tidaklah benar-benar larut. Namun sabun mudah tersuspensi dalam air karena membentuk misel (micelles), yakni segerombolan(50-150) molekul sabun yang rantai hidrokarbonnya mengelompok dengan ujung-ujung ionnya menghadap ke air (lihat Gambar 2.2)



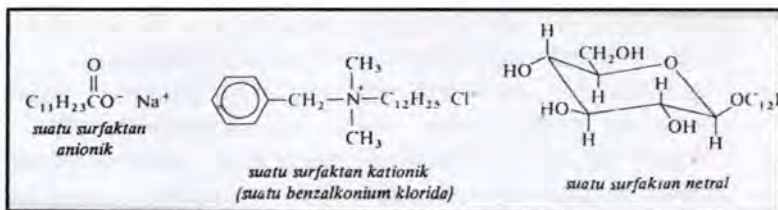
Gambar 2.2 .Molekul sabun
(Sumber: Fessenden, 1986)

Kegunaan sabun ialah kemampuannya mengemulsi kotoran berminyak sehingga dapat dibuang dengan pembilasan. Kemampuan ini disebabkan oleh dua sifat sabun. Pertama rantai hidrokarbon sebuah molekul sabun larut dalam zat non polar, seperti tetesan-tetesan minyak. Kedua, ujung anion molekul sabun, yang tertarik pada air, ditolak oleh ujung anion molekul-molekul sabun yang menyembul dari tetesan minyak lain, karena tolak-menolak antara tetes-tetes sabun-minyak, maka minyak itu tidak dapat saling bergabung, tetapi tetap tersuspensi. (lihat Gambar 2.3)



Gambar 2.3 Tetes minyak dalam sabun
(Sumber: Fessenden, 1986)

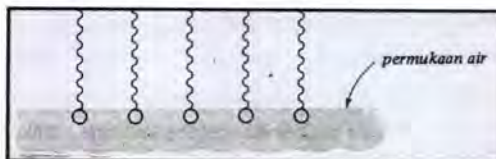
Sabun termasuk dalam kelas umum senyawa yang disebut surfaktant (dari kata surface active agents), yakni senyawa yang dapat menurunkan tegangan permukaan air. Molekul surfaktan apa saja mengandung suatu ujung hidrofobik (satu rantai hidrokarbon atau lebih) dan suatu ujung hidrofilik (biasanya, namun tidak harus ionik). Porsi hidrokarbon dari suatu molekul surfaktan harus mengandung 12 atom karbon atau lebih agar efektif. Surfaktan dapat dikelompokan sebagai anionik, kationik, atau netral, bergantung pada sifat dasar gugus hidrofiliknya. (lihat Gambar 2.4). Sabun dengan gugus karboksilatnya, adalah surfaktant anionik, benzaalkonium klorida (N-benzil amonium kuartener klorida) yang bersifat anionik.



Gambar 2.4. Jenis-jenis surfaktan

(Sumber: Fessenden, 1986)

Surfaktan menurunkan tegangan permukaan air dengan mematahkan ikatan-ikatan hidrogen pada permukaan. Mereka melakukan hal ini dengan menaruh kepala-kepala hidrofiliknya pada permukaan air dengan ekor-ekor hidrofobiknya terentang menjauhi permukaan air. (lihat Gambar 2.5)



Gambar 2.5 Prinsip kerja surfaktan

(Sumber: Fessenden, 1986)

2.3. Koagulasi-Flokulasi

Proses koagulasi merupakan proses pencampuran koagulan dalam air melalui pengadukan cepat dengan tujuan untuk mengurangi gaya tolak menolak antara partikel koloid. Untuk proses flokulasi adalah merupakan proses pembentukan flok-flok melalui pengadukan lambat setelah sebelumnya terjadi proses koagulasi, sehingga akan memudahkan dalam proses pengendapan.

Pada proses pengadukan untuk koagulasi flokulasi terjadi 2 proses yaitu koagulasi merupakan proses destabilisasi koloid dan partikel dalam air menggunakan bahan kimia (disebut koagulan) seperti alum, yang akhirnya menyebabkan pembentukan inti gumpalan (presipitasi). Minyak yang berada di permukaan air perlu di bentuk menjadi gumpalan untuk mempermudah proses pemisahan dan untuk memperbesar ukuran partikel, biasanya digunakan sejenis bahan kimia dengan sifat tertentu yang disebut flokulan. Penambahan flokulan ini akan menyebabkan partikel-partikel minyak dan koloid tersebut bertumbukan membentuk partikel besar yang berat dan dapat mengendap. Flokulan yang biasa digunakan adalah tawas (alum), bisa juga garam Fe (III) atau suatu polielektrolit organis. Penambahan flokulan disertai juga dengan pengadukan hingga flok-flok terbentuk. Flok-flok inilah yang akan mengumpulkan dan mengendapkan partikel-partikel kecil dan koloid hingga mengendap. Suatu limbah koloidal yang mengandung partikel-partikel kecil dapat dianggap stabil bila:

1. Partikel-partikel kecil ini terlalu ringan untuk mengendap dalam waktu yang pendek.
2. Partikel-partikel tersebut tidak dapat menyatu, bergabung dan menjadi partikel yang lebih besar dan berat, karena muatan listrik pada permukaan elektrostatik antara partikel satu dengan lainnya.

Dengan pembubuhan flokulen, maka stabilitas tersebut akan terganggu karena sebagian kecil flokulen tinggal terlarut dalam air, molekul-molekul ini dapat menempel pada permukaan koloid dan mengubah muatan elektrisnya karena sebagian molekul flokulen bermuatan positif dan koloid bermuatan negatif.

Proses flokulasi terdiri dari tiga langkah :

- Pelarutan reagen melalui pengadukan cepat bila perlu juga dibubuhkan bahan kimia sesaat untuk koreksi pH.
- Pengadukan lambat untuk membentuk flok-flok
- Pemisahan flok-flok dengan koloid yang terkurung dari larutan melalui sedimentasi

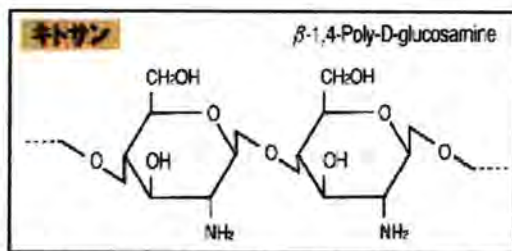
Koagulasi dan flokulasi biasanya dilakukan pada pengolahan air limbah karena tingkat kekeruhan dan suspended solidnya yang tinggi (Reynold, 1996). Jadi bila kadar COD nya tinggi maka kekeruhannya juga tinggi sehingga penurunan COD dapat dilakukan dengan menggunakan proses koagulasi-flokulasi. Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa % penyisihan kekeruhan oleh koagulasi-flokulasi bisa dicapai hingga 80 %. Menurut (Pari, 2002), dinyatakan bahwa koagulasi-flokulasi bisa menurunkan COD sekitar 40-70%.

Prinsip yang digunakan untuk mengolah limbah cair secara kimia adalah menambahkan bahan kimia (koagulan) yang dapat mengikat bahan pencemar yang dikandung air limbah, kemudian memisahkannya (mengendapkan atau mengapungkan). Pada umumnya bahan seperti aluminium sulfat (tawas), fero sulfat, poli amonium khlorida atau poli elektrolit organik dapat digunakan sebagai koagulan dan flokulen. Terdapat tiga tahapan penting yang diperlukan dalam proses koagulasi yaitu, tahap pembentukan inti endapan, tahap flokulasi, dan tahap pemisahan flok dengan cairan. Koagulasi dan flokulasi merupakan salah

satu proses yang umum dilakukan dalam pengolahan limbah cair.

2.3.1. Kitosan sebagai koagulan

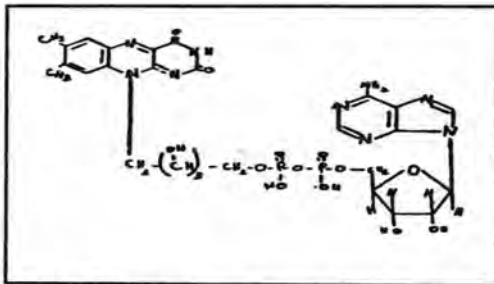
Kitosan merupakan kitin yang dihilangkan gugus asetilnya dengan menggunakan basa kuat. Kitosan memiliki lebih banyak kandungan nitrogen dari pada kitin. Gugus amina dan hidroksil menjadikan kitosan bersifat lebih aktif dan bersifat polikationik. Sifat tersebut dapat dimanfaatkan sebagai koagulan dalam pengolahan limbah cair. Prinsip dasar dalam mekanisme pengikatan antara kitosan dan zat pencemar yang terkandung dalam limbah cair adalah prinsip penukar ion. Dimana gugus amina khususnya nitrogen dalam kitosan akan bereaksi dan mengikat persenyawaan limbah cair. Kitosan yang tidak dapat larut dalam air akan menggumpalkan zat pencemar menjadi flok-flok yang akan bersatu dan dapat dipisahkan dari air limbah. Kitosan dapat bekerja sempurna jika dilarutkan dalam larutan asam. Mekanisme ini membantu dalam menetralkan pH air limbah sebelum dibuang ke lingkungan bebas.



Gambar 2.6 struktur kimia kitosan
(Sumber:www.BESTechnologies.com)

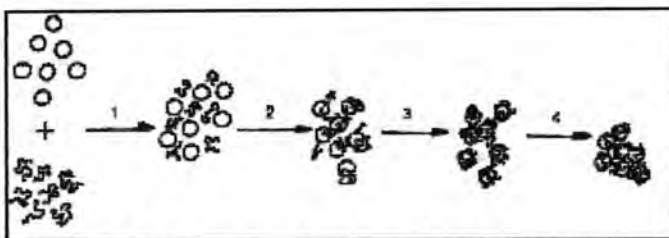
Kitosan yang disebut juga dengan β-1,4-2 amino-2-dioksi-D-glukosa merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, sedikit larut dalam HCl, HNO₃, dan H₃PO₄ dan tidak larut dalam H₂SO₄. Kitosan tidak beracun, mudah mengalami biodegradasi dan bersifat polikationik yang dapat mengikat lemak. Kitosan yang

memiliki gugus amina yaitu adanya unsur N bersifat sangat reaktif dan bersifat basa. Adanya gugus amina ini menjadikan kitosan bermuatan parsial positif kuat. Hal ini menyebabkan kitosan dapat larut dalam larutan asam sampai netral. Selain itu, muatan positif tersebut menyebabkan kitosan dapat menarik molekul-molekul yang bermuatan parsial negatif seperti pada minyak (lihat gambar 2.7), lemak, dan protein. Sifat inilah yang kemudian menjadikan kitosan banyak dimanfaatkan.



Gambar 2.7. Reaksi pengikatan minyak oleh kitosan
(Sumber: www.dalwoo_chitosan.com)

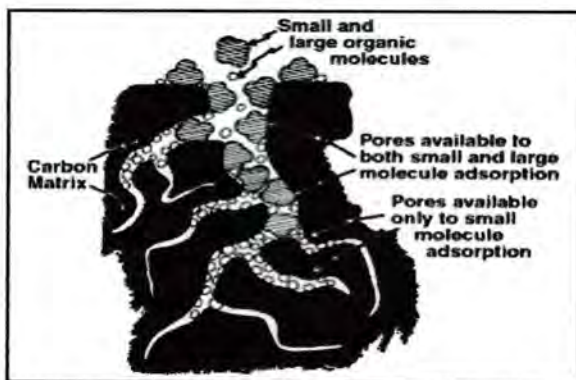
Polikationik merupakan bagian dari polimer khusus yang dapat terionisasi dan mempunyai kemampuan untuk membuat terjadinya suatu flokulasi dalam medium cair. Koagulasi yang disebabkan oleh polikationik meliputi empat tahap yaitu: 1) dispersi dari polielektrolit dalam suspensi, 2) adsorpsi antara permukaan solid-liquid, 3) kompresi atau pemeraman dari polielektrolit yang teradsorpsi dan 4) koalisi atau penyatuan dari masing-masing polielektrolit yang telah terlingkupi oleh partikel untuk membentuk flok-flok kecil dan berkembang menjadi flok yang lebih besar. (lihat gambar 2.8)



Gambar 2.8. Tahap-tahap koagulasi polielektrolit kitosan
(Sumber:Mardiah,2004)

2.4. Proses Adsorpsi

Menurut(Reynolds, 1982) adsorpsi adalah proses pengumpulan substansi terlarut (solubel) yang ada dalam larutan oleh permukaan benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dan penyerapnya. Untuk mengetahui proses adsorpsi lihat Gambar 2.9



Gambar 2.9. Proses adsorpsi (Sumber:www.conditionedwater.com)

2.4.1. Jenis Adsorpsi

Adapun macam-macam adsorpsi antara lain:

1. Adsorpsi Fisik

Pada umumnya melibatkan interaksi yang relatif lemah antara molekul adsorban dan partikel adsorbat yang tidak

melibatkan pembentukan ikatan kimia. Kebutuhan energi pada adsorpsi fisik sangat kecil bila dibandingkan dengan adsorpsi kimia (Abdelrassol, 1992). Gaya antar molekul adsorbant dan partikel adsorban yang saling terkait antara gaya Van Der Waals (Benfield, 1982).

2. Adsorpsi kimia

Adsorpsi ini bersifat spesifik dan terjadi berdasarkan ikatan kimia antara adsorban dengan zat yang teradsorpsi (adsorbat), sehingga dibandingkan dengan adsorpsi fisik. Kerja yang terjadi jauh lebih besar begitu juga dengan panas adsorpsi dibandingkan dengan adsorpsi fisik, selain itu adsorpsi kimia terjadi pada suhu yang tinggi.

3. Adsorpsi Pertukaran Ion (ion exchange)

Pertukaran ion lebih banyak melibatkan gaya elektrostatis, sehingga adsorpsi pertukaran ini merupakan proses dimana suatu media tidak mudah larut akan menghilangkan ion positif atau negatif dari suatu larutan elektrolit atau melepaskan ion-ion yang lain yang bermuatan sejenis dalam larutan tersebut dalam jumlah ekuivalen kimia.

2.4.2. Mekanisme Adsorpsi

Mekanisme adsorpsi kebanyakan terjadi pada permukaan dalam pori adsorban dan hanya sebagian kecil yang diadsorpsi oleh permukaan luar pori adsorban. Ada empat langkah dalam perpindahan molekul-molekul adsorbat sampai mencapai permukaan bagian dalam pori-pori adsorban, yaitu (Abdelrassol, 1992):

1. Bulk Transport

Langkah ini merupakan perpindahan zat terlarut dalam fase larutan menuju ke sekeliling dari partikel adsorban, biasanya semakin cepat dengan bertambah cepatnya kecepatan pengadukan.

2. Film transport

Langkah ini melibatkan difusi dari zat terlarut melalui suatu lapisan film yang menyebabkan timbulnya hambatan terhadap transfer massa pada permukaan partikel adsorban.

3. Intrapartikel transport

Melibatkan perpindahan adsorbat dari permukaan partikel adsorban menuju ke sisi-sisi bagian dalam partikel adsorban dengan cara difusi dalam cairan yang mengisi pori dan migrasi sepanjang permukaan pori (surface diffusion).

4. Adsorpsi zat terlarut pada sisi aktif

Merupakan Adsorpsi dari zat terlarut pada sisi-sisi dan biasanya merupakan proses yang berlangsung sangat cepat.

2.4.3. Faktor-faktor yang Adsorpsi

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses Adsorpsi sebagai berikut:

1. Luas Permukaan dari Adsorban (ukuran partikel)

Proses Adsorpsi terjadi di permukaan partikel, besarnya adsorpsi akan proposional terhadap luas permukaan yang ada (Abdelrassol, 1992). Ukuran Partikel karbon mempengaruhi kecepatan adsorpsi. Kecepatan Adsorpsi akan meningkat dengan ukuran partikel karbon mempengaruhi kecepatan adsorpsi. Kecepatan adsorpsi akan meningkat dengan ukuran partikel yang semakin kecil, oleh karena itu kecepatan Adsorpsi karbon bentuk bubuk lebih besar dari pada karbon berbentuk granular, sedangkan kapasitas Adsorpsi total tergantung dari luas permukaan total (Benefield, 1982).

2. Karakteristik Adsorban

Karakteristik fisik-kimia dari adsorban akan mempengaruhi kecepatan dan kapasitas adsorpsi. Salah satunya adalah ukuran pori. Apabila ukuran molekul adsorbat lebih kecil daripada ukuran pori partikel adsorban, maka akan lebih banyak jumlah adsorban yang dapat diserap.

3. Karakteristik Adsorbat

Ada beberapa adsorbat yang berpengaruh terhadap proses adsorpsi, yaitu kelarutan, ukuran molekul adsorbat, dan polaritas adsorbat. Pada umumnya larutan yang bersifat hidrofilik akan lebih sukar untuk diadsorb dibandingkan dengan larutan yang bersifat hidrofobik meskipun demikian ada unsur-unsur tertentu yang bersifat hidrofilik tetapi mudah diadsorb dibandingkan dengan yang bersifat hidrofobik.

4. pH

Secara umum adsorpsi polutan organik tertentu dalam air akan meningkat dengan menurunnya pH. Ini terjadi karena adanya netralisasi dari muatan-muatan negatif pada permukaan karbon dengan meningkatnya konsentrasi ion hidrogen, sehingga menyediakan permukaan permukaan aktif pada karbon lebih banyak.

5. Temperatur

Karena Adsorpsi merupakan proses kinetik, perubahan temperatur dapat merubah kecepatan adsorpsi (Abdelrassol, 1992). Kecepatan Adsorpsi akan meningkat dengan meningkatnya temperatur dan berkurang dengan turunnya temperatur (Benefield, 1992).

6. Konsentrasi Adsorbat

Ketergantungan konsentrasi terhadap kecepatan adsorpsi digunakan untuk menentukan kecepatan batas dalam reaksi.

7. Ukuran molekul Adsorbat

Jika kecepatan adsorpsi dipengaruhi oleh intrapartikel transport, semakin kecil ukuran molekul adsorbat, semakin cepat reaksi akan berlangsung (Abdelrassol, 1992).

8. Agitasi

Kecepatan adsorpsi dipengaruhi oleh difusi film dan difusi pori tergantung dari jumlah agitasi dalam sistem, jika jumlah agitasi yang dilakukan relatif kecil, maka tahapan

proses Adsorpsi hanya akan terjadi hingga tahap difusi film (Benefield, 1982).

9. Kompetisi dalam larutan campuran

Dalam proses pengolahan jarang sekali terdapat limbah dengan unsur tunggal untuk diadsorb. Air baku mengandung kandungan organik yang bervariasi yang akan diadsorb dengan kecepatan yang berbeda-beda dan sisi yang berbeda dari karbon. Situasi ini yang disebut dengan kompetisi dalam larutan (Abdelrassol, 1992).

2.4.4. Sistem adsorpsi

Adsorpsi merupakan salah satu proses yang penting dalam bidang teknik lingkungan dan banyak diaplikasikan dalam pengolahan air, pengolahan air limbah tingkat lanjut, pengolahan air limbah industri organik tertentu dan dalam pengendalian pencemaran udara. Adsorpsi adalah serangkaian proses yang terdiri atas reaksi-reaksi permukaan zat padat (disebut adsorben) dengan zat pencemar (disebut adsorbat), baik pada fase cair maupun gas. Karena adsorpsi adalah fenomena permukaan, maka kapasitas adsorpsi dari suatu adsorben merupakan fungsi luas permukaan spesifik (Sawyer *et al*, 1994). Adsorpsi fisik relatif tidak spesifik dan disebabkan oleh gaya van der Waals atau gaya tarik yang lemah antar molekul. Molekul yang teradsorpsi bebas bergerak di molekul antar zat terlarut dengan adsorben itu lebih besar daripada gaya tarik antara zat terlarut dengan pelarut, maka zat terlarut akan teradsorpsi di permukaan adsorber. Adsorpsi fisik ini biasanya berlangsung dapat balik. Adsorpsi kimiawi merupakan hasil dari gaya yang lebih besar dibandingkan dengan pembentukan senyawa kimia, secara normal bahan yang teradsorpsi membentuk lapisan di atas permukaan berupa molekul-molekul yang tidak bebas bergerak dari permukaan satu permukaan lainnya, jika permukaan tertutup oleh lapisan monomolekuler, kapasitas adsorben telah habis, Adsorpsi kimiawi jarang yang bersifat dapat balik.

Model adsorpsi adalah tiruan dari suatu kondisi nyata yang menekankan pada aspek-aspek yang dianggap penting dan mengabaikan aspek-aspek lainnya (Schwarzenbach *et al*, 1993). Pada proses adsorpsi telah banyak proses dikembangkan, tetapi pengembangan model-model itu tidak lepas dari model adsorpsi yang umum digunakan, yaitu model isoterm Langmuir dan Freundlich. Model adsorpsi Langmuir mendefinisikan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum terjadi akibat adanya lapisan tunggal (monolayer) adsorbat di permukaan adsorben. Ada empat asumsi dasar yang digunakan dalam model ini (Ruthven, 1984), yaitu:

1. molekul diadsorpsi oleh site (tempat terjadinya reaksi di permukaan adsorben) yang tetap.
2. Setiap site dapat "memegang" satu molekul adsorbat.
3. Semua site mempunyai energi yang sama
4. tidak ada interaksi antara molekul yang teradsorpsi dengan site sekitarnya.

Model adsorpsi Freundlich digunakan jika diasumsikan bahwa terdapat lebih dari satu lapisan permukaan (multi layer) dan site yang bersifat heterogen, yaitu adanya perbedaan energi pengikat pada tiap-tiap site. Isoterm Freundlich sering digunakan untuk menjelaskan reaksi kimia organik pada karbon aktif pada konsentrasi yang relatif tinggi didalam air limbah. Apabila nilai kelarutan suatu zat dalam cairan kecil maka semakin mudah potensi untuk dapat terikat atau menempel. Mekanisme terjadinya adsorpsi sebagai berikut:

- Pertukaran ion (untuk senyawa yang terionisasi)
- Ikatan hidrofobik (untuk zat organik yang tidak larut).

Studi adsorpsi menggunakan sistem batch dilakukan dalam sejumlah gelas erlenmeyer yang berisi larutan yang mengandung zat tertentu yang akan diadsorpsi pada konsentrasi dan volume tertentu. Pada tiap-tiap tabung dibubuhkan sejumlah adsorben

dengan berat yang bervariasi. Proses adsorpsi oleh karbon aktif dapat dilakukan dengan sistem batch atau continuous flow. Pada sistem batch, air limbah yang akan diolah dicampur dalam suatu tempat yang memadai sampai konsentrasi air limbah tersebut berkurang hingga mencapai suatu konsentrasi tertentu, dimana konsentrasi ini tidak akan berubah, yang merupakan konsentrasi kesetimbangan. Pada Keadaan ini karbon aktif tidak dapat melakukan adsorpsi lagi sehingga perlu dilakukan regenerasi atau reaktifasi bila digunakan lagi.

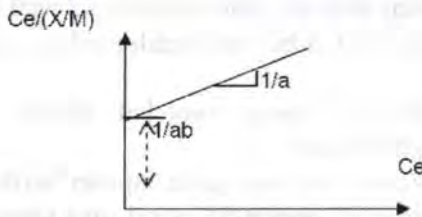
Sistem adsorpsi dengan continuous flow, paling baik dilakukan dengan fixed bed adsorption columns. Dengan sistem ini dimungkinkan untuk dilakukan pengolahan air atau air buangan baik domestik maupun industri dengan volume yang cukup besar. Fixed bed adsorption columns dapat dilakukan dengan satu atau beberapa kolom yang disusun secara seri dengan, aliran secara up flow (aliran keatas) atau down flow (aliran kebawah). Seperti telah diterangkan terdahulu bahwa pada sistem batch proses ini dilakukan pencampuran antara karbon dengan air atau air yang akan diolah, dengan sistem ini akan diketahui jumlah dan ukuran dari karbon yang diperlukan untuk mengolah air limbah tersebut. Sistem adsorpsi dengan batch ini dapat dipergunakan sebagai studi untuk menentukan efisiensi dari karbon yang akan digunakan untuk pengolahan yaitu dengan melakukan percobaan di laboratorium.

1. Isotherm Langmuir

Merupakan model yang pada awalnya untuk proses penyerapan gas pada permukaan zat padat. Asumsi-asumsi yang dapat dipakai pada model ini adalah:

- Proses adsorpsi hanya terjadi pada suatu lapisan molekul adsorbat
- Molekul adsorbat tidak bebas bergerak atau berpindah-pindah pada permukaan adsorban
- Energi proses adsorpsi untuk semua molekul adalah sama

- Energi proses adsorpsi untuk setiap lapisan yang terbentuk adalah sama untuk seluruh permukaan media.



Gambar 2.10 Isotherm Langmuir

Persamaan Isotherm Langmuir:

$$q = \frac{q_m \cdot K_a \cdot C}{1 + K_a \cdot C} \dots\dots\dots \text{persamaan 1}$$

$$\frac{C}{q} = \frac{1}{K_a \cdot q_m} + \frac{C}{q_m} \dots\dots\dots 1.2$$

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{q_m} + \left(\frac{1}{K_a \cdot q_m} \right) \cdot \frac{1}{C} \dots\dots\dots 1.3$$

$$\frac{C_e}{(x/m)} = \frac{1}{ab} + \frac{1}{a} \cdot C_e \dots\dots\dots 1.4$$

Dimana:

$q = x/m =$ Jumlah adsorbat yang diserap per unit berat adsorban (mg/mg)

$c =$ Konsentrasi adsorbat (mg/l)

$K_a =$ Konstanta yang berhubungan dengan entalpi proses adsorpsi

$q_m =$ Jumlah adsorbat yang diserap per unit berat adsorban untuk pembentukan monolayer (mg/mg).

2. Isotherm Brunar-Emmet-Teller (BET)

Merupakan pengembangan model Langmuir yang monolayer menjadi beberapa molekul layer. Model Isotherm dapat dikembangkan dengan asumsi-asumsi sebagai berikut:

- Molekul adsorbat tidak berpindah-pindah pada permukaan adsorban.
- Energi Adsorpsi semua molekul dalam lapisan yang terbentuk adalah tetap.
- Semua molekul yang ada pada lapisan berikutnya (setelah lapisan pertama) mempunyai energi yang sama.
- Lapisan terbentuk sempurna sebelum mulai terbentuk lapisan yang berikutnya.

Persamaan Isotherm BET:

$$q = \frac{q_m \cdot K_b \cdot C}{(C_s - C)[1 + (K_b - 1)(C/C_s)]} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.}$$

$$\frac{C}{(C_s - C)q} = \frac{1}{K_b \cdot q_m} + \left(\frac{K_b - 1}{K_b \cdot q_m} \right) \left(\frac{C}{C_s} \right) \dots\dots \text{Persamaan 2.1}$$

Dimana:

- q = x/m = Jumlah adsorbat yang diserap per unit berat adsorban (mg/mg)
- c = Konsentrasi adsorbat (mg/l)
- kB = Konstanta yang berhubungan dengan energi proses adsorpsi
- qm = Jumlah adsorbat yang diserap per unit berat adsorban untuk pembentukan monolayer (mg/mg).

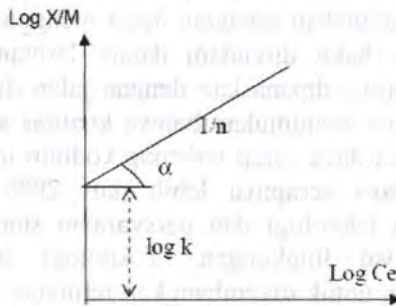
3. Isotherm Freundlich

Metode ini ditemukan oleh Freundlich pada tahun 1916 untuk menjelaskan proses adsorpsi solute dalam liquid pada

permukaan zat padat. Sesungguhnya isotherm ini merupakan pendekatan empiris, namun secara luas digunakan karena berguna sebagai alat deskripsi data.

Isotherm ini dikembangkan atas asumsi sebagai berikut:

- Energi yang terlibat dalam proses adsorpsi tidak selalu sama
- Tidak seluruh permukaan media terlibat dalam proses adsorpsi
- Energi pada permukaan media adalah heterogen



Gambar 2.11 Isotherm Freundlich

Persamaan isotherm Freundlich:

$$q = K_f \cdot C^n \dots\dots\dots 3$$

$$\log q = \log K_f \cdot C^n \dots\dots\dots 3.1$$

$$\log q = \log K_f + \log C^n \dots\dots 3.2$$

$$\log q = \log K_f + \frac{1}{n} \log C \dots\dots 3.3$$

Dengan:

q = x/m = Jumlah adsorbat yang diserap per unit berat adsorban (mg/mg)

- c = Konsentrasi adsorbat dalam larutan(mg/l)
kf dan n = Konstanta

2.4.5 Karbon aktif sebagai adsorben

Karbon aktif adalah bahan adsorban yang berasal dari banyak sumber seperti dari batu bara atau dari arang kayu atau tempurung kelapa yang diolah lebih lanjut pada suhu tinggi sehingga pori-porinya terbuka dan dapat digunakan sebagai bahan adsorban. Proses yang digunakan sebagai bahan adsorban. Proses yang digunakan sebagian besar menggunakan cara kimia dimana bahan baku direndam dalam larutan CaCl_2 , MgCl_2 , ZnCl_2 , selanjutnya dipanaskan dengan jalan dibakar pada suhu 500 C. Hasilnya menunjukkan bahwa kualitas arang aktif dalam hal ini besarnya daya serap terhadap yodium memenuhi standar SII karena daya serapnya lebih dari 20%. Sesuai dengan perkembangan teknologi dan persyaratan standar yang makin ketat serta isu lingkungan, Teknologi ini sudah tidak memungkinkan untuk dikembangkan terutama untuk pemakaian bahan pengaktif ZnCl_2 yang dapat mengeluarkan gas chlor pada saat aktifasi (Soejito, 1991). Pengolahan air limbah dengan menggunakan karbon aktif biasanya dipergunakan sebagai proses kelanjutan dari pengolahan secara biologis. Umumnya karbon aktif dapat menyisihkan zat yang tidak diinginkan sesuai dengan sifat dari zat tersebut. Untuk zat yang tidak diinginkan dengan sifat asam organik karbon aktif digunakan pada range pH asam, sedangkan untuk penurunan warna organik berada pada nilai pH antara 3-6 yang tergantung pula pada karakteristik dari karbon aktif yaitu dalam hal ini ini ukuran pori dan volume permukaan internal dari karbon aktif tersebut (Jonkowska, 1991). Karbon aktif komersial mampu menurunkan warna limbah pencelupan kain sebesar 99,71% pada pH optimum 4 dan lama agitasi 2 jam, sedangkan arang sekam dapat menyisihkan warna sebesar 93,88% dengan waktu pirolisis 2 jam, lama agitasi 2 jam dan pH 4. Disebutkan bahwa dosis optimum karbon aktif

komersial untuk adsorpsi biasanya sekitar 1,25 -2,5 g/l. Dalam pelaksanaannya, pemakaian karbon aktif ini dapat digunakan secara granular yang berdiameter 0,1 mm atau dapat digunakan sebagai bubuk yang berukuran 200 mesh.

2.4.5.1. Karbon aktif dalam bentuk granular (GAC).

Granular Activated Carbon (GAC) biasa digunakan di pengolahan air limbah untuk menyisihkan bahan organik. Kerugian dari teknologi ini adalah mahalnya GAC dan regenerasinya. GAC biasanya aus setelah 6-12 bulan jadi perlu direaktivasi lagi. Reaktivasi GAC dapat dilakukan secara kimia atau thermal. Salah satu cara reaktivasi adalah sebagai berikut:

1. Karbon aktif granular yang sudah aus di backwash dan disemprot dengan air.
2. Granular yang telah dicuci dibakar di furnace dengan suhu atmosfer yang terkontrol pada temperatur 500 C.
3. Karbon reaktivasi dicuci/dibilas dengan air secara hidrolis ditransport kembali ke kontaktor sebagai simpanan.
4. *Activated carbon* murni ditambahkan untuk menggantikan yang berkurang

Karbon aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf, yang sebagian besar terdiri atas karbon bebas serta memiliki "permukaan dalam" (*internal surface*) sehingga mempunyai kemampuan daya serap yang baik. Daya serap dari karbon aktif umumnya bergantung kepada jumlah senyawa karbon yang berkisar antara 85% sampai 95% karbon bebas. Karbon aktif dapat dibuat menggunakan dua proses yang berbeda dari materi sumber karbon seperti kayu, batu bara.

1. Reaktifasi fisik
 - Karbonasi: Material dengan kandungan karbon di pyrolisis di temperatur 600-900°C tanpa adanya udara (biasanya dalam kondisi atmosphere inert)

- Oksidasi : Bahan baku di oksidasi dalam kondisi atmosphere dengan suhu diatas 250°C , biasanya dengan temperature berkisar 600°C
- 2. Chemical activation: oksidasi diliputi dengan bahan kimia asam seperti phosporic acid, potasium hydroksida, oksidasi dilakukan pada suhu berkisar $450-900^{\circ}\text{C}$.

Sifat-sifat karakteristik karbon aktif:

1. Iodine number.

Ialah parameter dasar yang bisa digunakan untuk menentukan perfoma aktifitas level karbon aktif yang diukur dari kandungan micropore (0 to 20 Å, or up to 2 nm). Yang sebanding dengan luas permukaan karbon aktif yang berkisar antara $900\text{ m}^2/\text{g}$ and $1100\text{ m}^2/\text{g}$. Standar pengukuran untuk aplikasi fase cair.

2. Apparent density

Semakin padat karbon aktif semakin besar volume aktifitas yang secara umum menandakan kualitas adsorpsi yang semakin baik.

3. Hardness /abrasion number.

Mengukur kekuatan karbon aktif terhadap penggerusan. Indikator ini untuk menjaga keutuhan fisik dan kekuatan fraksional bila dilakukan backwashing.

4. Ash content

Menurunkan keseluruhan aktifitas karbon aktif, bisa mengurangi keefektifan adsorpsi

2.4.6. Penelitian Terdahulu

Proses adsorpsi merupakan salah satu cara pengolahan air yang mengandung bahan organik, yang pada umumnya menggunakan karbon aktif sebagai bahan penyerap (adsorben), Kulit biji mete dapat digunakan untuk menghasilkan arang aktif yang berkualitas baik, karena terdiri dari tiga lapisan kulit yaitu lapisan endokarp, mesokarp dan epikarp yang memiliki kandungan lemak dan protein yang tinggi. Bahan pengaktif

(aktivator) yang digunakan yaitu H_3PO_4 , $ZnCl_2$ dan $NaOH$. Pada proses karbonasi dilakukan variasi suhu pemanasan. Karbon aktif yang dihasilkan diuji kemampuannya untuk mengadsorpsi limbah phenol dengan menggunakan persamaan Isotherm Langmuir, Isotherm Freundlich dan Isotherm BET. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penurunan phenol terbesar didapatkan oleh karbon aktif dengan aktivator $ZnCl_2$ dengan suhu pemanasan $600^\circ C$ selama 1 jam yaitu sebesar 96,9% sampai 98,5% dengan konsentrasi awal phenol 300 mg/l (Razif, 2005)

Kitosan adalah senyawa biopolimer yang mempunyai kemampuan yang sangat luas dalam bidang industri dan telah banyak digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah industri dan pengolahan air. Kitosan merupakan senyawa turunan dari kitin yang dapat diperoleh dari proses ekstraksi dari limbah udang yang telah melalui proses cold storage. Kitosan merupakan "kationik polielektrolit" yang mempunyai kemampuan yang cukup tinggi sebagai koagulan dan ion exchanger. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kitosan sebagai koagulan dalam menurunkan kandungan organik dan kekeruhan yang terkandung dalam limbah MSG (Monosodium Glutamat) PT Miwon Indonesia. Dari hasil penelitian didapatkan efektifitas penurunan kandungan organik dan kekeruhan tertinggi dicapai pada pH 3 dengan konsentrasi adalah 2 mg/l. Prosentase penurunan kandungan organik adalah sekitar 61% dan penurunan kekeruhan sebesar 61,9%. Partikel flok yang dihasilkan mempunyai waktu pengendapan yang relatif sangat singkat (<1jam)(Slamet, 2005)

Kitosan merupakan kitin yang dihilangkan gugus asetilnya dengan menggunakan basa kuat. Kitosan memiliki lebih banyak kandungan nitrogen dari pada kitin. Gugus amina dan hidroksil menjadikan kitosan bersifat lebih aktif dan bersifat polikationik. Sifat tersebut dapat dimanfaatkan sebagai koagulan dalam pengolahan limbah cair industri tekstil. Zat warna industri tekstil

pada umumnya menggunakan zat anorganik ataupun mineral alam. Zat warna anorganik berasal dari persenyawaan logam berat seperti aluminium, besi, tembaga dan lainnya. Zat warna ini bersifat racun dan berbahaya. Prinsip dasar dalam mekanisme pengikatan antara kitosan dan logam berat yang terkandung dalam limbah cair industri tekstil adalah prinsip penukar ion. Dimana gugus amina khususnya nitrogen dalam kitosan akan bereaksi dan mengikat logam dari persenyawaan limbah cair. Kitosan yang tidak dapat larut dalam air akan menggumpalkan logam menjadi flok-flok yang akan bersatu dan dapat dipisahkan dari air limbah. Kitosan dapat bekerja sempurna jika dilarutkan dalam larutan asam. Mekanisme ini membantu dalam menetralkan pH air limbah sebelum dibuang ke lingkungan bebas (Widodo, 2006)

Jurnal ini berisi laporan mengenai kemampuan koagulan alum, polialuminium klorida dan kitosan dalam menurunkan kekeruhan Efluen Industri Minyak Sawit (EIMS). Kitosan didapat lebih mampu sebagai koagulan dalam menurunkan kekeruhan dibanding koagulan konvensional, selain itu kitosan tidak tergantung pada pH. Dari hasil penelitian didapatkan efektifitas tertinggi penurunan kekeruhan dicapai pada pH 4,8 dan konsentrasi 2000 mg/l (Zakaria, 2002)

Surabaya dengan penduduk sebanyak 3,5 juta jiwa memerlukan air bersih dengan debit 10 m³/detik. Sebagaimana besar dari kebutuhan air sebanyak itu harus dicukupi dari Kali Surabaya sebagai bahan baku. Padahal kali tersebut telah tercemar deterjen. Akibatnya air bersih yang dihasilkan juga tercemar deterjen (melampaui NAB 0.05 mg/l deterjen sebagai LAS), sehingga tidak memenuhi syarat sebagai air minum. Disisi lain ternyata biji kelor mampu menyerap deterjen dalam air. Parameter yang berpengaruh adalah konsentrasi awal deterjen, konsentrasi biji kelor, ukuran biji kelor, serta waktu penyerapan. Penyerapan tersebut ternyata mengikuti model adsorpsi isothermis Freundlich (Muharto, 2004)

Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium dengan proses batch dan kontinyu. Pada penelitian dari proses batch diperoleh nilai dosis breksi batu apung optimum yaitu 0,2 gr/l dan pH optimum yaitu 6,5. Sedangkan td optimum terjadi pada 45 menit waktu pengendapan. Removal kekeruhan yang diperoleh pada kondisi yang optimum dapat mencapai 90% (Karnaningroem, 2001)

Di Kabupaten Pati kulit buah kapuk randu kering diproses menjadi produk Soda Q dengan cara pembakaran dan ekstraksi. Soda Q yang dihasilkan mengandung senyawa K_2CO_3 (50,78%). Di sisi lain konsumsi minyak goreng Indonesia juga cukup tinggi dan cenderung naik terutama di industri (500.000 ton/tahun). Setelah dipakai berulang kali kualitas minyak goreng akan menurun (bilangan asam dan peroksidanya meningkat) sehingga minyak goreng tidak layak dipakai lagi dan menjadi limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan variabel yang berpengaruh dan kondisi operasi optimum proses saponifikasi minyak goreng bekas dengan soda Q. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengatasi limbah minyak goreng bekas dan dapat mendongkrak pangsa pasar soda Q. Percobaan dirancang dengan metode factorial design 2 level dan 3 variabel. Variabel yang dipilih sebagai variabel bebas adalah suhu (40–80 °C), rasio minyak goreng bekas : soda Q (2:1–1:4) dan waktu operasi (1–3 jam), sedangkan variabel lainnya merupakan variabel tetap seperti konsentrasi larutan soda Q (1:4) dan kecepatan pengadukan 570 rpm. Respon yang diamati adalah berat sabun yang dihasilkan. Dari perhitungan factorial design, variabel yang paling berpengaruh adalah suhu. Kondisi optimum dicapai pada suhu 74°C, rasio minyak goreng bekas:soda Q 1:4 dan waktu operasi 3 jam, yield sebesar 62,5 gram (Faleh, 2003)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

GB

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

3.1.1 Umum

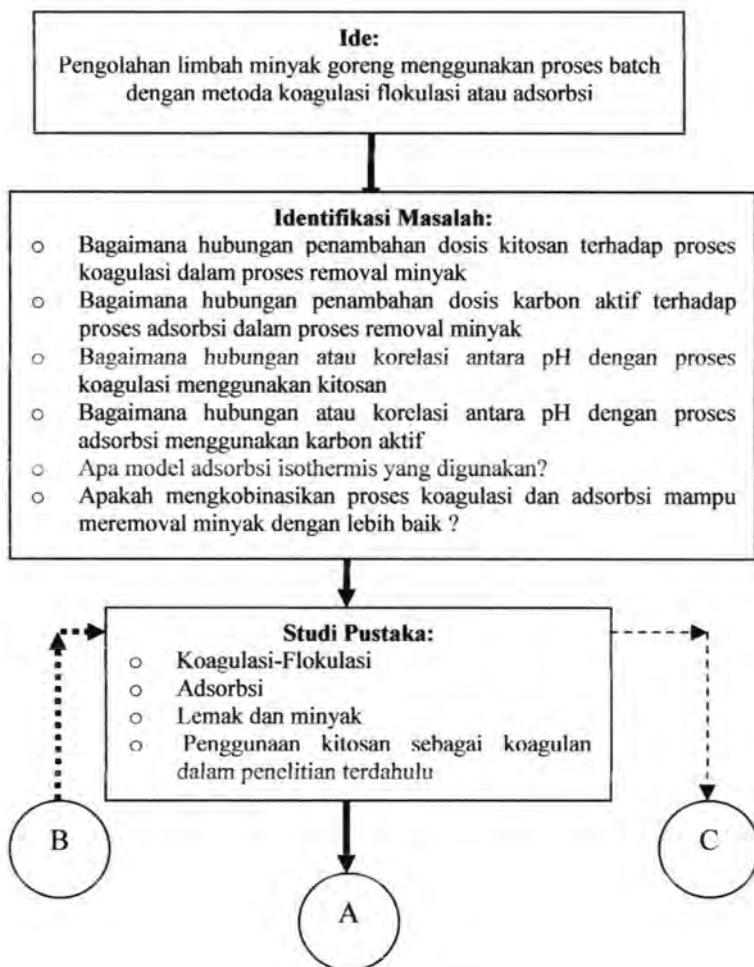
Metodologi penelitian merupakan acuan dalam melaksanakan penelitian, yang disusun berdasarkan pada pemikiran akan adanya permasalahan dalam ide mencapai tujuan penelitian. Dengan mengikuti langkah-langkah metodologi penelitian, diharapkan penelitian akan berjalan lebih sistematis, terarah, dan mengurangi terjadinya kesalahan dalam pelaksanaan penelitian. Pada penelitian ini dilakukan penurunan kadar minyak dalam air limbah kantin dengan proses kimia koagulasi-flokulasi dan proses fisik yaitu adsorpsi dimana dalam penelitian ini akan digunakan kitosan sebagai koagulan dan penggunaan Karbon aktif sebagai adsorban terhadap penurunan beban organik (COD), kandungan surfaktan dan kandungan minyak terkandung dalam air limbah. Hasil dari penelitian ini akan diketahui besarnya efektifitas proses koagulasi-flokulasi dan adsorpsi untuk menurunkan kandungan minyak, kandungan surfaktan dan COD.

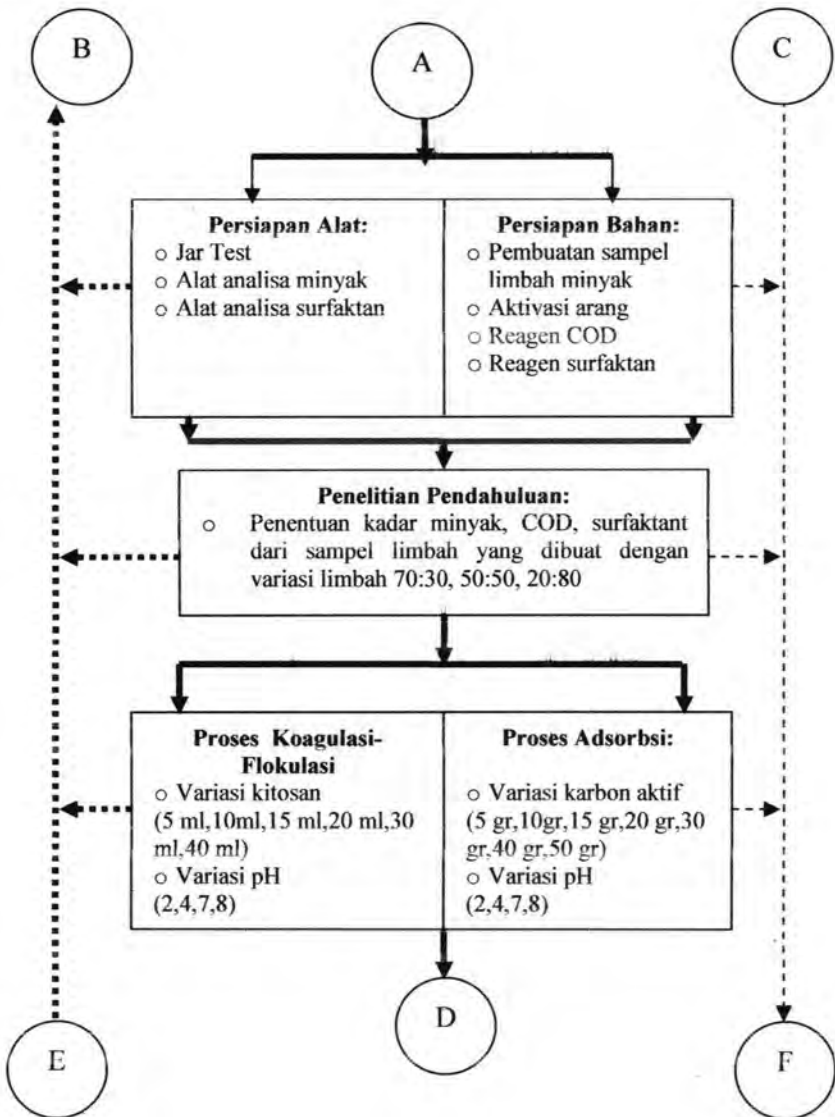
3.1.2 Tempat Pelaksanaan Penelitian

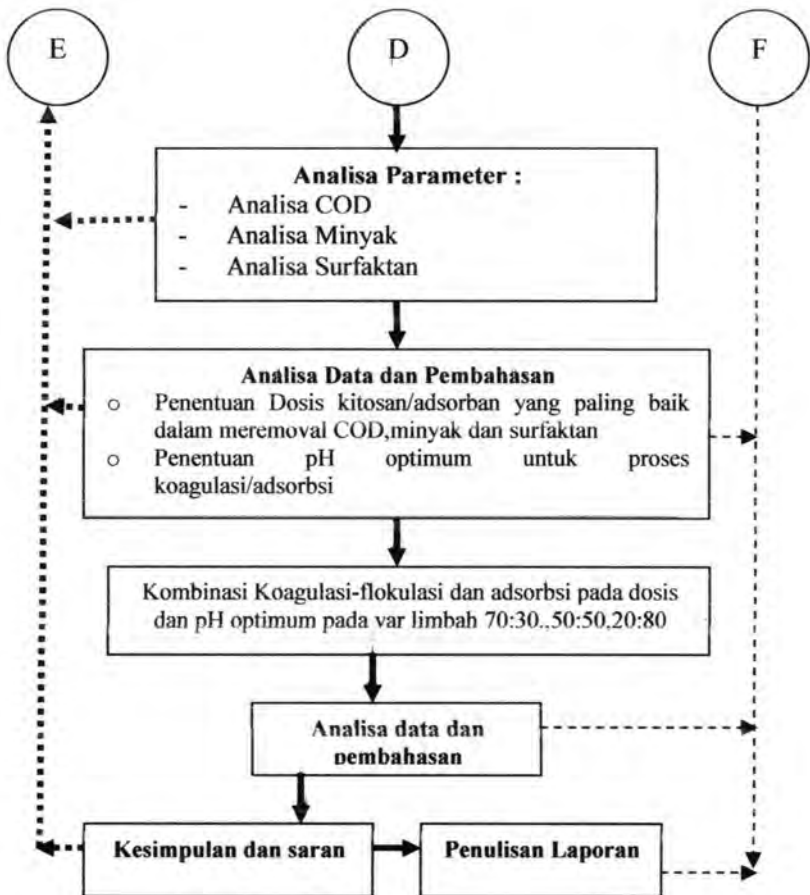
Tempat pelaksanaan penelitian ini adalah Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS Surabaya.

3.1.3 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan gambaran umum mengenai tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dalam penelitian. Kerangka penelitian tentang “Penelitian Pengolahan Limbah Minyak Goreng Menggunakan Proses Batch dengan Metode Koagulasi-Flokulasi dan Adsorpsi” dilihat pada Gambar 3.1.







Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

3.2. Pelaksanaan Penelitian

3.2.1. Studi literatur

Penggunaan studi literatur dalam penelitian ini berhubungan dengan studi sifat dan karakteristik minyak, proses koagulasi-flokulasi, proses adsorbsi, sifat dan karakteristik chitosan, sifat dan karakter karbon aktif. Sumber studi literatur yang dipakai berasal dari buku, jurnal, dan laporan penelitian sebelumnya.

3.2.2. Peralatan dan bahan

Persiapan peralatan:

*Peralatan analisa koagulasi-flokulasi

- Alat jar test dengan 6 beker glass volume 1 L
- Beker glass 50 ml atau 100 ml 6 buah
- Pipet 5 ml;10 ml;25ml
- pH meter

*Bahan percobaan Koagulasi-Flokulasi

- larutan koagulan (Chitosan) dengan spesifikasi sebagai berikut:

Kemasan cair 15 liter, konsentrasi 3% (30 gram dalam 1 liter larutan)

Kadar air (%) : < 5 %

Kadar abu (%) : < 0,5%

Kelarutan dalam 1% asam cuka : 99%

Degree of deacetylation : > 80 %

pH : 7-8

Total morobial count : < 10⁴ CFU/gr

- Acetic Acid 2 %

- Aquades

*Peralatan analisa adsorbsi

- Bekerglass 6 buah
- Jar test

*Bahan percobaan adsorpsi

Adsorban (karbon aktif) dengan spesifikasi sebagai berikut

Iodine Number (mg/g)	: 900-1100
MB Number (ml/g)	: 85-100
Kelembapan (%)	: 3 (max)
Kadar abu (%)	: 5 (max)
Fixed Carbon (%)	: 85 (min)
pH	: 8-10
Bentuk	: Granular
Ukuran (mesh)	: 12x40

*Peralatan analisa COD/Zat organik metode refluks

- Elenmeyer COD 2 buah
- Alat refluks dan pemanasnya
- Pipet 10 ml, 5ml
- Beker glass 50 ml 1 buah

*Reagen Analisa COD

- Larutan kalium dikromat $K_2Cr_2O_7$
- Kristal Perak sulfat (Ag_2SO_4) dicampur asam sulfat (H_2SO_4)
- Kristal merkuri sulfat (Hg_2SO_4)
- Larutan standar Ferro Amonium sulfat 0,05 N
- Larutan indikator fenatrolin ferro sulfat (feroin)

* Peralatan analisa ekstrasi minyak isoxhlet

- Corong pemisah 2 liter
- Labu destilasi
- Kondensor
- kertas saring whatman no 40

*reagen Analisa minyak

- HCL
- Freon
- Na_2SO_4
- Petroleum benzene

- * Reagen analisa surfaktan
- Larutan Standar LAS
- Larutan Indikator Fenolftalin.
- Larutan NaOH 1 N
- Larutan H₂SO₄ 1N
- Larutan Regen Metilen Blue
- Larutan Pencuci



3.2.3. Pembuatan larutan sampel

Minyak yang digunakan untuk sampel berasal dari sisa penggorengan dengan perlakuan yang sama. Pada penelitian ini sampel dibuat dengan variasi antara 70:30, 50: 50 dan 20 : 80, sehingga dalam pembuatan sampel dengan variasi 70:30 (70 % minyak : 30 % sabun) terdiri dari 10 ml larutan terdiri dari 7 ml minyak dan 3 ml sabun yang dilarutkan dalam 1000 ml aquades. Penggunaan sabun pada sampel untuk destabilisasi emulsi minyak-air seperti pada air bunga dapur.

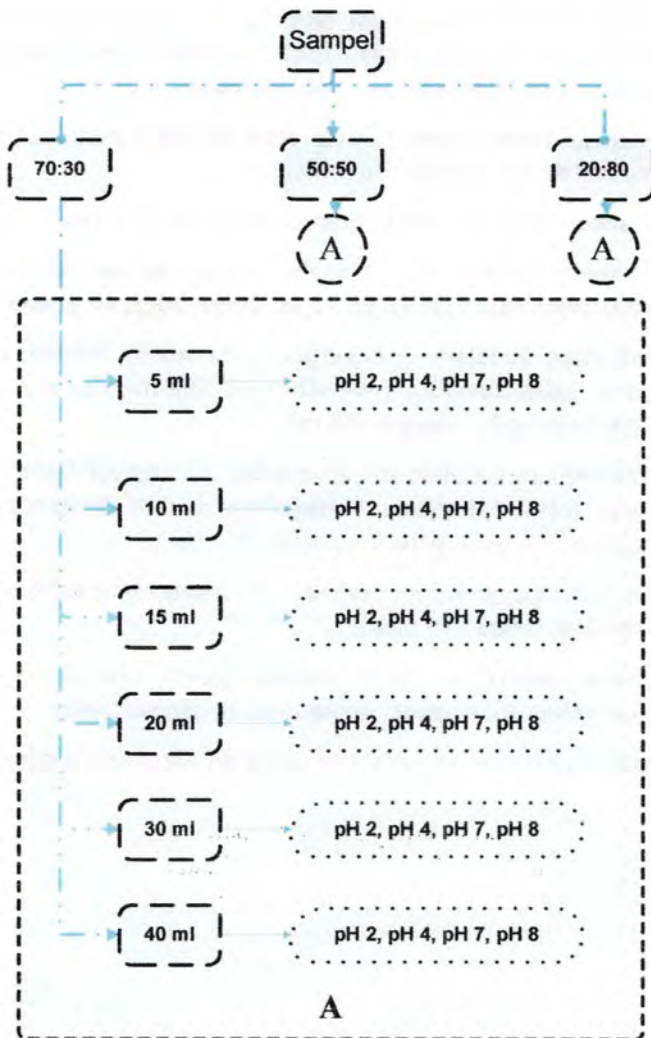
3.2.4. Analisa pendahuluan

Analisa pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kandungan kimia awal sebelum proses koagulasi-flokulasi dan adsorpsi sehingga dapat diketahui nilai awal konsentrasinya yang digunakan untuk menghitung selisih sebelum dan sesudah analisa jar test, parameter yang diukur adalah kandungan minyak, COD, dan kandungan surfaktan. Dikarenakan variasi dalam penelitian ini adalah variasi konsentrasi maka akan didapatkan nilai awal yang berbeda dari tiap limbah, limbah dengan konsentrasi 70:30 memiliki kandungan minyak yang lebih tinggi dibanding limbah dengan konsentrasi 50:50 atau 20: 80, namun tidak menutup kemungkinan terdapat selisih nilai pada sampel dengan variasi konsentrasi limbah yang sama, dikarenakan diperlukannya ketelitian dalam analisa minyak, COD dan surfaktan.

3.2.5. Penelitian utama

1. Koagulasi dengan proses batch

Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan dosis optimum koagulan yang terbaik dalam mereduksi komponen-komponen koloid dan partikel tersuspensi pada limbah minyak goreng. Koagulan yang digunakan adalah kitosan. Setiap gelas diisi 250 ml sampel yang diencerkan hingga 500 ml dengan aquades. Kemudian dimasukan kitosan dengan variasi dosis berkisar 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml, larutan koagulan di atasnya. Pengaturan pH dilakukan dengan penambahan HCL 1 N dan NaOH 1 N untuk mencapai nilai pH yang diinginkan sebagai variasi penentuan kondisi optimum untuk terjadinya koagulasi dengan kisaran pH yang digunakan antara 2, 4,7, 8 . Pengadukan dilakukan pada kecepatan 100 rpm selama 1 jam, 30 rpm selama 13 menit dan 20 rpm selama 20 menit. Penentuan besarnya kecepatan pengadukan didasarkan penelitian sebelumnya, dimana pada kecepatan antara 50-100 rpm, kemampuan uptake kitosan akan bertambah sesuai dengan pertambahan kecepatan. Sedangkan pada kecepatan antara 100-200 kecepatan uptake kitosan relatif konstan (kecepatan alat jar test tidak berpengaruh). Flok yang terbentuk dibiarkan mengendap sebelum dianalisa COD, MBAS, minyak pada masa pengendapan 1 jam. Untuk alur percobaan koagulasi pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2



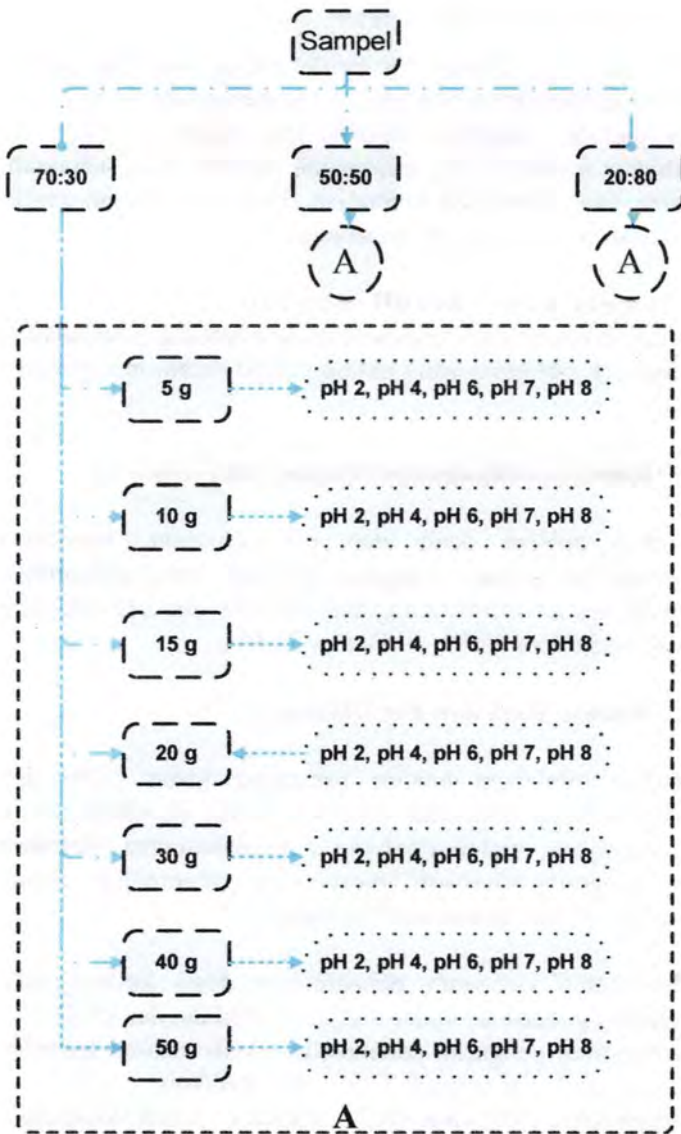
Gambar 3.2. Alur percobaan koagulasi

2. Adsorpsi dalam proses batch

Mekanisme alur percobaan adsorpsi sama dengan alur pada percobaan koagulasi diatas. Untuk langkah-langkah percobaan adsorpsi itu sendiri adalah sebagai berikut:

- 1.Siapkan larutan sampel yang telah diukur kandungan minyak surfaktan dan kandungan minyaknya.
- 2.Siapkan bekglas atau erlenmeyer sebanyak 6 buah.
- 3.Timbang karbon aktif granular sesuai dengan variasi dosis adsorban yaitu 5 gr, 10 gr, 15 gr, 20 gr, 30gr, 40 gr dan 50 gr.
- 4.Masukan kedalam 7 bekglas , masukan larutan sampel yang sudah dianalisa awal sebanyak 300 ml, dan diencerkan dengan aquades hingga 600 ml.
- 5.Tambahkan kedalam masin-masing erlenmeyer karbon aktif yang telah ditimbang, Selanjutnya diaduk dengan jar test selama 20 menit pada kecepatan 50 rpm
- 6.Setelah pengadukan selesai hentikan pengadukan dan diamkan selama 30 menit.
- 7.Ambil supernatan pada masing-masing erlenmeyer, ukur penurunan zat organik, kadar minyak dan surfaktan.

Untuk alur percobaan adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.3 Alur percobaan adsorpsi

3.2.6. Analisis Akhir Parameter

Analisis akhir air limbah ini untuk mengetahui kandungan akhir nilai parameter limbah yang telah mengalami pengolahan dengan metode koagulasi-flokulasi dan adsorpsi. Parameter yang diukur adalah COD, kandungan minyak, dan surfaktan. Dari data yang diperoleh kemudian dimasukkan dalam grafik removal dari masing-masing parameter.

3.2.7. Penentuan dosis dan pH optimum

Penentuan berdasar dari hasil analisa data tentang penambahan dosis dan pH optimum yang paling efektif dalam menurunkan minyak.

3.2.8. Kombinasi Koagulasi-flokulasi dan Adsorpsi

Dari hasil analisa dosis dan pH optimum, kemudian dikombinasikan proses koagulasi kitosan yang dilanjutkan dengan proses adsorpsi menggunakan dosis dan pH optimum pada variasi limbah 70:30, 50:50 dan 20:80

3.2.9. Analisa Data dan Pembahasan

Setelah dilakukan analisa parameter kadar COD dan minyak diperoleh data-data yang kemudian disajikan dalam bentuk data yang mudah dipahami. Pengolahan data dilakukan dengan program microsoft excel untuk ditampilkan dalam bentuk tabulasi dan grafik sehingga dapat:

1. Mengetahui pengaruh penambahan dosis karbon aktif terhadap penurunan kadar minyak, surfaktan dan COD.
2. Mengetahui pengaruh penambahan dosis kitosan terhadap penurunan kadar minyak, COD, dan surfaktan.
3. Mengetahui efektivitas dari kombinasi proses koagulasi-flokulasi dan adsorpsi dalam meremoval minyak.

4. Mengetahui pengaruh pH terhadap proses adsorpsi atau koagulasi dan penentuan pH optimum untuk proses removal minyak.
5. Mengetahui mekanisme proses adsorpsi yang terjadi dengan menggunakan model isotherm Freundlich dan isotherm Langmuir.

BAB 4
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN



BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh penambahan dosis kitosan terhadap proses koagulasi.

4.1.1. Pengaruh dosis kitosan terhadap Penurunan kadar minyak

Untuk menentukan pengaruh penambahan dosis kitosan terhadap proses koagulasi maka konsentrasi limbah akan divariasikan dengan beberapa dosis kitosan. Pada konsentrasi limbah 70:30, analisa awal sampel kandungan minyak didapat sebesar 920 mg/l, untuk variasi limbah 50:50 didapat kandungan minyak sebesar 120 mg/l dan untuk variasi limbah 20:80 didapat kandungan minyak dalam sampel sebesar 76.75 mg/l. Pada variasi limbah didapatkan nilai awal parameter yang bervariasi, dikarenakan komposisi sampel buatan yang berbeda konsentrasi, dan dipengaruhi juga oleh minyak goreng bekas dan sabun yang digunakan sebagai sampel. Sehingga dalam penelitian ini yang dibandingkan adalah removal (%) berdasar pada variasi dosis dan variasi pH dalam variasi limbah yang sama. Sehingga didapatkan removal terbesar minyak dalam dosis dan pH optimum. Hasil removal (%) kadar minyak dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Removal (%) minyak

Dosis	70-30	50-50	20-80
5	2,17	25,00	8,79
10	26,09	33,33	15,88
15	20,65	33,33	21,82
20	48,91	41,67	32,96
30	32,39	41,67	34,85
40	41,85	43,83	34,85

Dimana Removal (%) minyak dihitung dengan rumus:

$$\% R = \frac{Co - Ce}{Co} \times 100\%$$

Keterangan : Co = konsentrasi awal minyak (mg/l)

Ce = Konsentrasi akhir minyak (mg/l)

Mekanisme kitosan sebagai koagulan dalam menurunkan kadar minyak dan kandungan organik yang ada pada limbah adalah sebagai berikut:

Gugus amino (NH_2^+) pada kitosan mempunyai muatan positif, dimana nantinya akan mengikat partikel limbah yang bermuatan negatif menjadi senyawa yang lebih stabil yang akhirnya akan membentuk partikel flokulen yang besar sehingga dapat mengendap. Koloid yang bermuatan negatif pada limbah akan berikatan dengan gugus amino (NH_2^+) yang bermuatan positif, dengan minyak yang memiliki muatan negatif (OH^-). Dari ikatan antara partikel koloid dan koagulan tersebut akan menjadi suatu senyawa yang kompleks dan stabil sehingga membentuk ukuran yang lebih besar yang kemudian terendapkan dengan lebih baik.

4.1.1.1. Proses koagulasi minyak pada konsentrasi 70 : 30

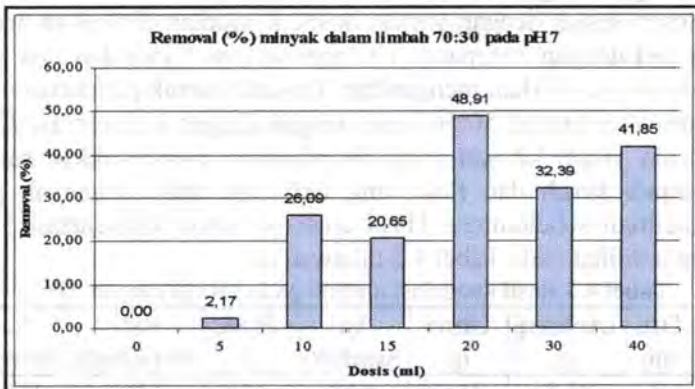
Pada proses ini disediakan 7 beker glass yang berisi 250 ml larutan sampel dengan konsentrasi 70 : 30 dimana dari analisa awal diketahui kandungan minyak sebesar 920 mg/l. Kemudian masing-masing beker glass ditambahkan dengan 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml, 30 ml, dan 40 ml kitosan cair dengan konsentrasi 30 %. Setelah itu dilakukan pengadukan menggunakan jar test pada kecepatan 100 rpm (1 jam), 30 rpm (13 menit) dan 20 rpm (20 menit), dan dibiarkan mengendap selama 1 jam. Secara visual flok yang terbentuk dan yang mengendap berwarna putih, sedangkan larutan di atasnya berwarna kuning bening dan semakin pekat dengan penambahan dosis kitosan. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan vacum filter untuk memisahkan filtrat dari residunya. Dari filtrat tersebut akan

diambil 10 ml untuk dianalisa kandungan minyaknya. Hasil analisa dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Hasil koagulasi minyak pada konsentrasi limbah 70 : 30

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	108,30	109,22	10,00	0,92	920,00	0,00
5	105,41	106,31	10,00	0,90	900,00	2,17
10	106,47	107,15	10,00	0,68	680,00	26,09
15	108,39	109,12	10,00	0,73	730,00	20,65
20	105,65	106,12	10,00	0,47	470,00	48,91
30	108,56	109,18	10,00	0,62	622,00	32,39
40	105,36	105,90	10,00	0,53	535,00	41,85

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis kitosan dengan Removal (%) minyak sebagai mana dapat dilihat pada Gambar 4.1:



Gambar 4.1. Grafik removal (%) minyak pada konsentrasi limbah 70:30

Dari grafik dapat dilihat dosis yang mampu meremoval minyak paling tinggi pada dosis 20 ml penambahan kitosan, removal (%) minyak paling tinggi didapat pada variasi limbah 70 : 30 sebesar

48.9 %. Dari penelitian terdahulu didapat kesimpulan bahwa, penambahan dari dosis kitosan berpengaruh pada removal minyak, semakin banyak kitosan yang ditambahkan semakin tinggi removal minyak, namun dari data diatas ada kemungkinan pemberian dosis yang lebih dari dosis optimum tersebut tidak mengalami penurunan lagi tetapi malah terjadi kenaikan. Karena kelebihan dari koagulan tersebut akan terlarut dalam air sampel, molekul-molekul ini akan menempel pada permukaan koloid dan mengubah muatan listriknya. Ketidak beraturannya data juga bisa disebabkan pada saat ekstraksi minyak dari sampel, ada minyak yang masih menempel pada corong pemisah dan proses pembilasan menggunakan khlorofomyang kurang sempurna.

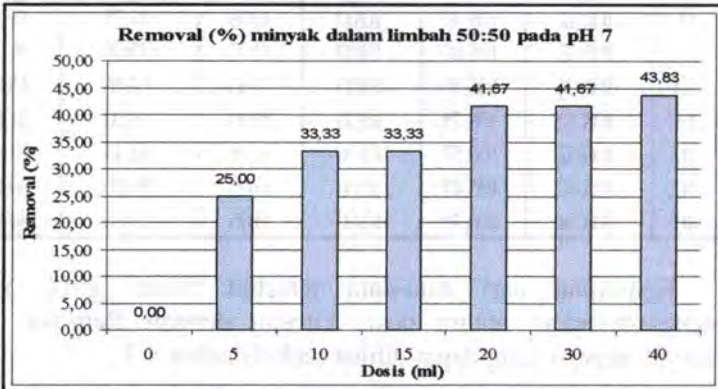
4.1.1.2. Proses koagulasi minyak pada variasi limbah 50 : 50

Limbah buatan dengan konsentrasi minyak 120 mg/l dan kondisi awal pH 7 dimasukkan kedalam 6 beker glass 1000 ml masing-masing sebanyak 300 ml. Kemudian ditambahkan kitosan sesuai dengan variasi dosis, kemudian dilakukan analisa jar test dengan kecepatan 100 rpm selama 1 jam dan flok yang terbentuk dibiarkan mengendap. Prosedur untuk penelitian untuk konsentrai limbah 50:50 sama dengan dengan konsentrasi 70:30. Secara visual kitosan yang ditambahkan menyebabkan sampel menjadi keruh dan flok yang terbentuk tidak sebanyak pada penelitian sebelumnya. Hasil analisisi untuk konsentrasi 50:50 dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3 Hasil koagulasi minyak pada variasi limbah 50:50

Dosis (ml)	Labukosong (g)	Labuisi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak(mg/l)	% Removal
0	106,50	106,62	10,00	0,12	120,00	0,00
5	106,47	106,56	10,00	0,09	90,00	25,00
10	108,84	108,92	10,00	0,08	80,00	33,33
15	106,82	106,90	10,00	0,08	80,00	33,33
20	108,48	108,55	10,00	0,07	70,00	41,67
30	106,49	106,56	10,00	0,07	70,00	41,67
40	105,42	105,49	10,00	0,07	67,40	43,83

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis kitosan dengan removal (%) minyak seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.2:



Gambar 4.2. Grafik removal (%) minyak pada konsentrasi limbah 50:50

Dari Gambar 4.2 diatas dapat dilihat bahwa dosis optimum pembubuhan kitosan terdapat pada konsentrasi 40 ml dengan Removal (%) sebesar 43,8 %. Dari data diatas dapat diketahui besarnya removal minyak berhubungan dengan banyaknya dosis kitosan yang dibubuhkan.

4.1.1.3. Proses koagulasi minyak pada variasi limbah 20:80

Prosedur penelitian untuk konsentrasi 20:80 sama dengan dua prosedur percobaan diatas. Hasil analisa untuk konsentrasi 20:80 dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.4 Hasil koagulasi minyak pada variasi limbah 20: 80

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	108,32	108,40	10,00	0,08	76,75	0,00
5	105,53	105,60	10,00	0,07	70,00	8,79
10	106,64	106,70	10,00	0,06	64,56	15,88
15	108,72	108,78	10,00	0,06	60,00	21,82
20	106,52	106,57	10,00	0,05	51,45	32,96
30	105,42	105,47	10,00	0,05	50,00	34,85
40	108,34	108,39	10,00	0,05	50,00	34,85

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis kitosan dengan Removal (%) minyak seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.3:

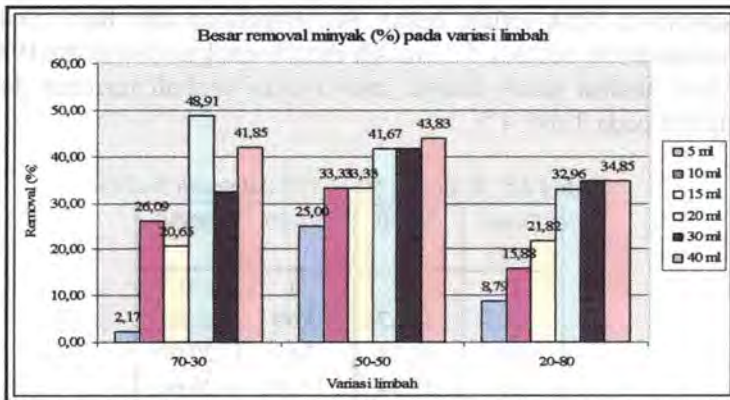
**Gambar 4.3.** Grafik Removal (%) minyak pada konsentrasi limbah 20:80

Dari Gambar 4.3 diatas dapat dilihat bahwa dosis optimum pembubuhan kitosan terdapat pada konsentrasi 40 ml dengan removal (%) sebesar 34.85 %. Pada dosis 30 ml besarnya

removal (%) sama dengan dosis 40 ml dikarenakan dari pembulatan angka dibelakang koma.

Tingginya konsentrasi sabun dalam variasi limbah 20:80 membuat kitosan tidak efektif dalam proses koagulasi, kitosan memiliki muatan positif sama dengan muatan pada sabun. Sehingga proses tarik menarik muatan parsial positif dari kitosan terhadap muatan negatif minyak terganggu oleh sabun.

Dari hasil data persen removal diatas kemudian dimasukan kedalam grafik untuk mengetahui persen removal pada masing-masing variasi limbah. Sehingga dapat diketahui batas kemampuan kitosan untuk meremoval minyak dalam air limbah dan pengaruh adanya surfaktan dalam air limbah. Untuk removal pada tiap variasi dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Removal (%) minyak pada tiap variasi limbah

Dari grafik diatas dapat diketahui, bahwa surfaktan mempengaruhi proses koagulasi minyak dilihat dari penurunan (%) removal pada limbah dengan kadar surfaktan tertinggi yaitu konsentrasi 20: 80 (20% minyak : 80 % sabun), dimana pada konsentrasi limbah ini kitosan hanya mampu meremoval minyak sebesar 34.85%. Dari data diatas diketahui juga bahwa belum didapatkannya dosis optimum, ini bisa terlihat dari pola grafik

yang terus meningkat seiring dengan penambahan koagulan kitosan.

4.1.2. Pengaruh dosis kitosan terhadap penurunan COD dalam air limbah.

Untuk menentukan pengaruh penambahan dosis kitosan terhadap proses koagulasi maka konsentrasi limbah akan divariasikan dengan beberapa dosis kitosan. Pada konsentrasi limbah 70:30, analisa awal sampel, nilai COD didapat sebesar 6522 mg/l, untuk variasi limbah 50:50 nilai COD didapat sebesar 6190 mg/l dan untuk variasi limbah 20:80 didapat kandungan minyak dalam sampel sebesar 6818 mg/l. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitatif hasil analisa, sehingga parameter awal tidak ada yang sama namun diharapkan selisihnya tidak terlalu besar. Penyimpangan dari hasil analisa laboratorium sebesar 5 % masih diperkenankan (Sumestri, 1984). Hasil analisa untuk ketiga jenis variasi limbah tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Removal (%) COD dalam air limbah

Dosis (ml)	70-30	50-50	20-80
0	0	0	0
5	46,67	7,69	6,66
10	53,34	7,69	20,00
15	53,34	15,38	26,66
20	60,00	23,07	26,66
30	66,67	23,07	33,33
40	66,67	30,76	46,67

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air, oleh karena itu semakin banyak flok yang terbentuk dan yang mengendap dari proses koagulasi akan

mengurangi zat pencemar dalam air limbah yang berakibat turunnya nilai COD.

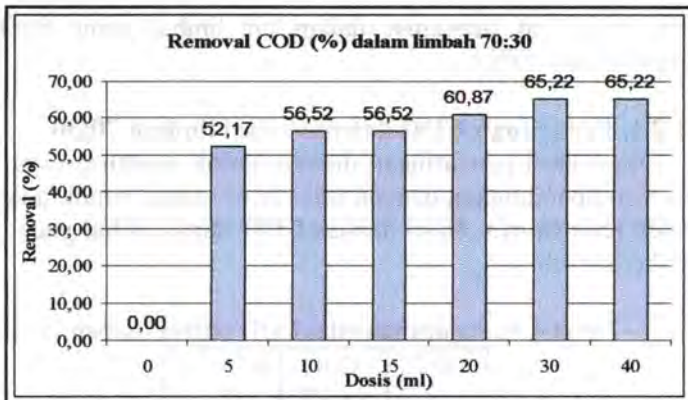
4.1.2.1. Penurunan COD dalam variasi limbah 70:30

Filtrat hasil penyaringan diambil untuk dianalisa nilai COD nya dan dibandingkan dengan nilai awal sampel untuk diketahui persen removalnya. Hasil analisa COD dapat dilihat pada Tabel 4.6. berikut ini:

Tabel 4.6. Penurunan nilai COD dalam limbah 70:30

Dosis (ml)	COD (mg/l)	Removal (%)
0	6522	0,00
5	3478	46,67
10	3043	53,34
15	3043	53,34
20	2609	60,00
30	2174	66,67
40	2174	66,67

Penambahan dosis kitosan berpengaruh pada penurunan COD dengan semakin banyak koagulan yang diberikan, nilai COD semakin turun. Dari data diatas penurunan terbesar terjadi pada dosis 40 ml dengan besar removal 66,67 %. Kecilnya selisih Removal (%) pada konsentrasi 30 ml dan 40 ml menyebabkan pembulatan dua angka dibelakang koma sehingga didapatkan removal (%). Untuk hasil analisa selengkapnya dapat dilihat pada lampiran A. Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis kitosan dengan removal minyak seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5. Grafik removal (%) COD pada konsentrasi limbah 70:30

4.1.2.2. Penurunan COD dalam variasi limbah 50:50

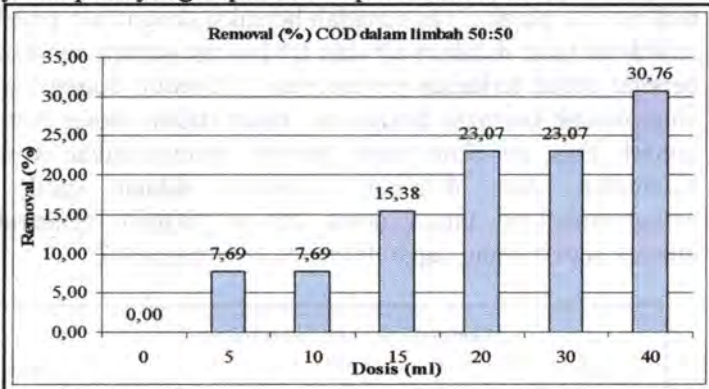
Prosedur penelitian sama dengan variasi limbah 70:30. Hasil analisis untuk variasi limbah 50:50 dapat dilihat pada Tabel 4.7. dibawah ini:

Tabel 4.7 Removal (%) COD dalam variasi limbah 50:50

Dosis (ml)	COD (mg/l)	Removal (%)
0	6190	0,00
5	5714	7,69
10	5714	7,69
15	5238	15,38
20	4762	23,07
30	4762	23,07
40	4286	30,76

Penurunan nilai COD pada variasi limbah 50:50 tidak sebesar pada variasi limbah 70:30, hal ini dikarenakan kemampuan kitosan dalam menggumpalkan minyak cenderung menurun dengan meningkatnya konsentrasi surfaktan dalam air limbah. Dari hasil analisa penambahan koagulan berpengaruh pada removal COD, dimana removal terbesar pada dosis 40 ml dengan

besar removal 30.76 %. Kemudian dari dat tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis kitosan dengan Removal (%) minyak seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.6:



Gambar 4.6. Grafik removal (%) COD dalam variasi limbah 50:50

Dari gambar diatas dapat dilihat penambahan dosis kitosan berpengaruh terhadap penurunan nilai COD, dimana removal terbesar pada dosis 40 ml dengan besar removal 30.76%.

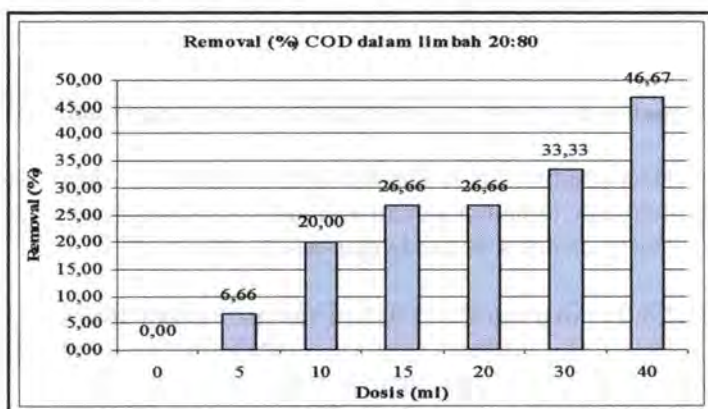
4.1.2.3. Penurunan COD dalam variasi limbah 20:80.

Prosedur penelitian variasi limbah 20:80 sama dengan prosedur penelitian sebelumnya. Hasil analisa untuk konsentrasi limbah 20:80 dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4.8 Removal COD dalam variasi limbah 20:80

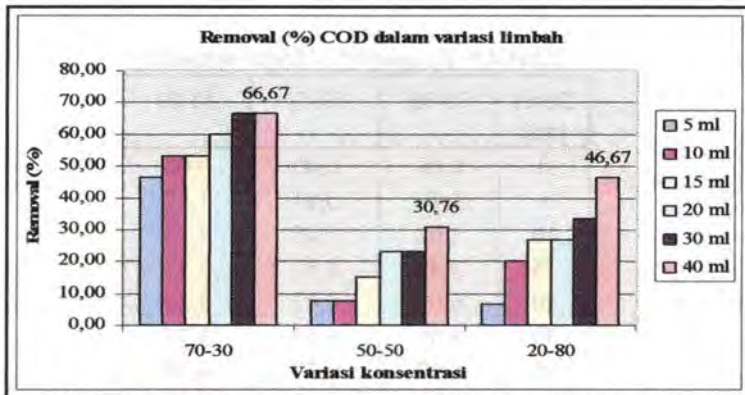
Dosis (ml)	COD (mg/l)	Removal (%)
0	6818	0,00
5	6364	6,66
10	5455	20,00
15	5000	26,66
20	5000	26,66
30	4545	33,33
40	3636	46,67

Pada variasi limbah ini konsentrasi surfaktan (sabun) jauh lebih tinggi daripada minyak. Sabun yang merupakan partikel hidrophilik, partikel yang mudah bereaksi dengan air, partikel ini terhidrasi kuat didalam air dan terdispersi secara spontan serta bersifat stabil terhadap penambahan elektrolit. Karena sifatnya yang mudah bereaksi dengan air, maka dalam proses koagulasi, koloid jenis ini akan lebih banyak membutuhkan koagulan. Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis kitosan dengan removal (%) minyak seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.7:



Gambar 4.7. Grafik removal (%) COD dalam variasi limbah 20:80

Dari Gambar diatas dapat dilihat penambahan dosis kitosan berpengaruh terhadap penurunan nilai COD, dimana removal terbesar pada dosis 40 ml dengan besar removal 46.67%. Hasil analisa penurunan COD dalam berbagai variasi limbah kemudian dimasukkan kedalam grafik untuk mengetahui besar penurunan COD antar variasi limbah. Untuk mengetahui removal (%) dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Removal (%) COD dalam variasi limbah

Dari Gambar 4.8 dapat diketahui removal COD terbesar terjadi pada variasi limbah 70:30 sedangkan pada konsentrasi limbah lainnya hanya mampu meremoval sebesar 31-47 %. Hal ini dapat disimpulkan bahwa surfaktan yang tidak ikut menjadi flok dan tidak mengendap menyebabkan nilai COD relatif tetap.

4.1.3. Pengaruh penambahan dosis kitosan terhadap penurunan kadar surfaktan

Penurunan surfaktan dalam air limbah tidak terjadi secara signifikan, hal ini mungkin disebabkan sabun yang digunakan sebagai pelarut minyak mengandung jenis surfaktan kationik yang bermuatan positif, sama dengan muatan pada kitosan. Pada pembuatan sampel dengan variasi 70 : 30 analisa awal nilai surfaktan sebesar 0.463 mg/l, sedangkan pada limbah dengan variasi 50:50 nilai surfaktan didapat sebesar 0.474 mg/l, sedangkan untuk limbah dengan variasi 20:80 nilai surfaktan yang didapat sebesar 0.502 mg/l. Data hasil analisa kadar surfaktan dari tiap konsentrasi tidak berbeda secara signifikan sehingga data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitatif hasil analisa. Hasil analisa penurunan surfaktan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Removal(%) kadar surfaktan

Dosis (ml)	70-30	50-50	20-80
0	0,00	0,00	0,00
5	1,16	0,91	1,37
10	2,02	3,45	2,17
15	3,47	4,57	2,97
20	6,07	5,42	3,50
30	8,09	6,55	3,77
40	8,67	9,37	6,70

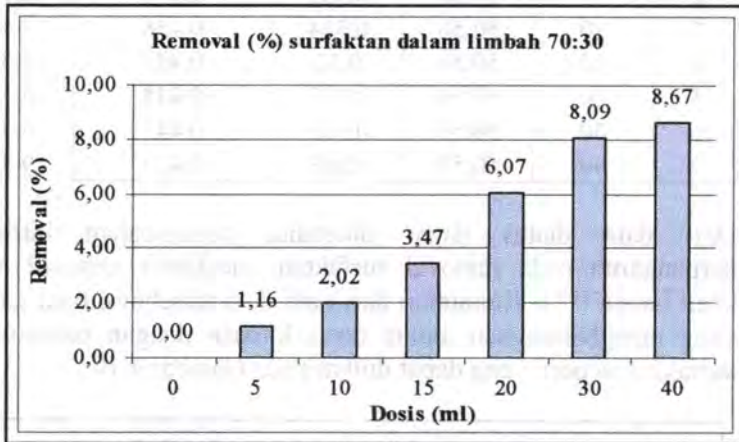
4.1.3.1. Penurunan kadar surfaktan dalam variasi limbah 70:30.

Pada penelitian ini filtrat hasil proses koagulasi diambil sebanyak 50 ml untuk dianalisa kadar surfaktan, pemeriksaan surfaktan didasarkan kepada reaksi dengan metilen blue yang akan terbentuk garam yang berwarna biru. Hasil analisa dibaca dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 650λ. Hasil bacaan dari spektro dimasukkan pada rumus regresi linear hasil pembuatan kurva kalibrasi MBAS seperti yang dapat dilihat pada lampiran B, dimana pada penelitian ini diperoleh nilai $R^2 = 0.9906$ dan persamaan regresinya $y = 0.7477x - 0.0182$. Hasil analisa kandungan surfaktan dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Removal (%) surfaktan dalam variasi limbah 70:30

No	Dosis (ml)	Variasi Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1	0	70:30	0,328	0,463	0,00
2	5	70:30	0,324	0,458	1,16
3	10	70:30	0,321	0,454	2,02
4	15	70:30	0,316	0,447	3,47
5	20	70:30	0,307	0,435	6,07
6	30	70:30	0,3	0,426	8,09
7	40	70:30	0,298	0,423	8,67

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis kitosan dengan penurunan surfaktan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Grafik removal (%) surfaktan dalam limbah 70:30

Dari Gambar 4.9 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan kitosan 40 ml dengan persen removal sebesar 8.67 %.

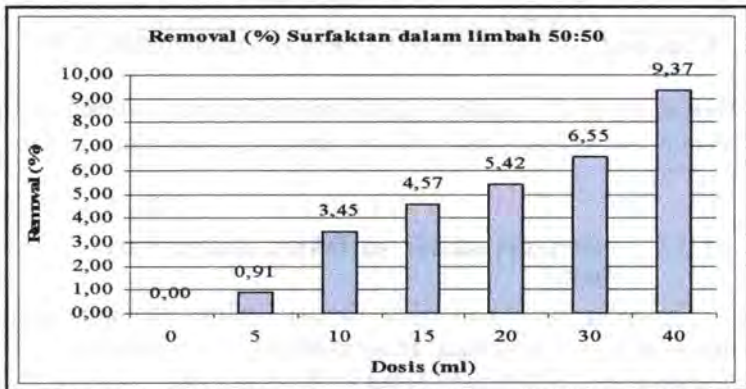
4.1.3.2. Penurunan kadar surfaktan dalam variasi limbah 50:50

Prosedur penelitian pada variasi limbah ini sama dengan prosedur penelitian diatas. Hasil analisa untuk variasi konsentrasi limbah dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini:

Tabel 4.11. removal (%) surfaktan dalam variasi limbah 50:50

No	Dosis (ml)	Variasi Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1	0	50:50	0,336	0,474	0,00
2	5	50:50	0,333	0,470	0,91
3	10	50:50	0,324	0,458	3,45
4	15	50:50	0,32	0,452	4,57
5	20	50:50	0,317	0,448	5,42
6	30	50:50	0,313	0,443	6,55
7	40	50:50	0,303	0,430	9,37

Dari data diatas dapat diketahui penambahan kitosan berpengaruh pada removal surfaktan, meskipun removal nya kecil hanya 9 %. Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis kitosan dengan penurunan surfaktan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.10.

**Gambar 4.10.** Grafik removal (%) surfaktan variasi limbah 50:50

Dari Gambar 4.10 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan kitosan 40 ml dengan persen removal sebesar 9.37 %.

4.1.3.2. Penurunan kadar surfaktan dalam variasi limbah 20:80.

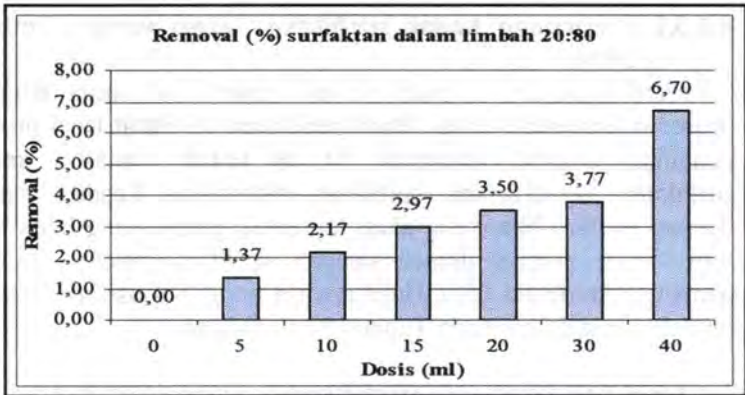
Prosedur penelitian pada variasi limbah ini sama dengan prosedur penelitian diatas. Pada penelitian ini filtrat hasil proses koagulasi diambil sebanyak 50 ml untuk dianalisa kadar surfaktan, pemeriksaan surfaktan didasarkan kepada reaksi dengan metilen blue yang akan terbentuk garam yang berwarna biru. Hasil analisa dibaca dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 650λ Hasil analisa untuk variasi konsentrasi limbah dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini:

Tabel 4.12. Removal (%) surfaktan dalam variasi limbah 20:80

No	Dosis (ml)	Variasi Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1	0	20:80	0,357	0,502	0,00
2	5	20:80	0,352	0,495	1,37
3	10	20:80	0,349	0,491	2,17
4	15	20:80	0,346	0,487	2,97
5	20	20:80	0,344	0,484	3,50
6	30	20:80	0,343	0,483	3,77
7	40	20:80	0,332	0,468	6,70

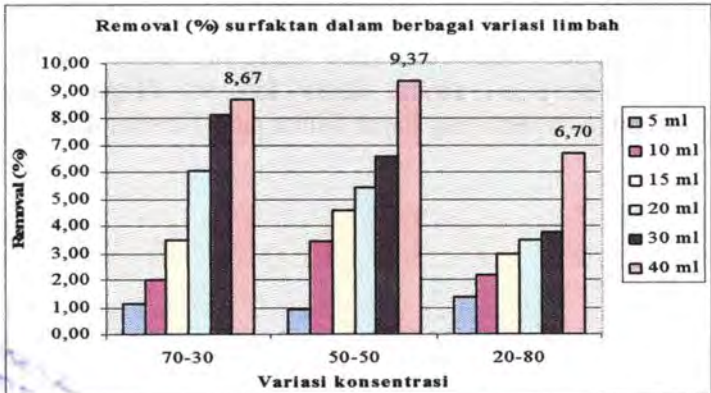
Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis kitosan dengan penurunan surfaktan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.11.





Gambar 4.11. Grafik removal (%) surfaktan dalam limbah 20:80

Dari Gambar 4.11 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan kitosan 40 ml dengan persen removal sebesar 6,7 %. Dari data hasil keseluruhan analisa diatas kemudian dibuat grafik Removal (%) surfaktan dalam berbagai variasi konsentrasi limbah. Untuk Removal (%) dapat dilihat dalam Gambar 4.12



Gambar 4.12 Removal (%) surfaktan dalam berbagai variasi limbah

Dari data diatas diketahui removal (%) terbesar terjadi pada variasi limbah 50:50 dimana pada variasi limbah ini, terjadi removal sebesar 9.37 %. Namun secara keseluruhan Removal (%) yang terjadi cukup kecil, hanya berkisar 0.89-9.37%.

4.2. Pengaruh penambahan karbon aktif terhadap proses Adsorpsi.

4.2.1. Pengaruh penambahan dosis karbon aktif terhadap penurunan kadar minyak.

Sifat adsorbat yang berpengaruh terhadap proses Adsorpsi diantaranya kelarutan, ukuran molekul adsorbat, dan polaritas adsorbat. Pada umumnya larutan yang bersifat hidrofilik akan lebih sukar untuk diadsorb dibanding dengan larutan yang bersifat hidrofobik. kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing- masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari sturktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan. Analisa awal sampel kandungan minyak didapat sebesar 920 mg/l, untuk variasi limbah 50:50 didapat kandungan minyak sebesar 514 mg/l dan untuk variasi limbah 20:80 didapat kandungan minyak dalam sampel sebesar 180 mg/l. Hasil % penurunan minyak menggunakan proses Adsorpsi dapat dilihat dalam Tabel 4.13

Tabel 4.13. Removal (%) minyak dalam berbagai variasi limbah

Dosis (g)	70:30	50:50	20:80
0	0,00	0,00	0,00
5	2,97	16,50	15,91
10	24,75	37,13	17,05
15	27,23	39,10	38,41
20	29,70	54,81	45,34
30	32,18	58,74	51,14
40	35,15	68,57	52,27
50	35,64	69,31	52,88

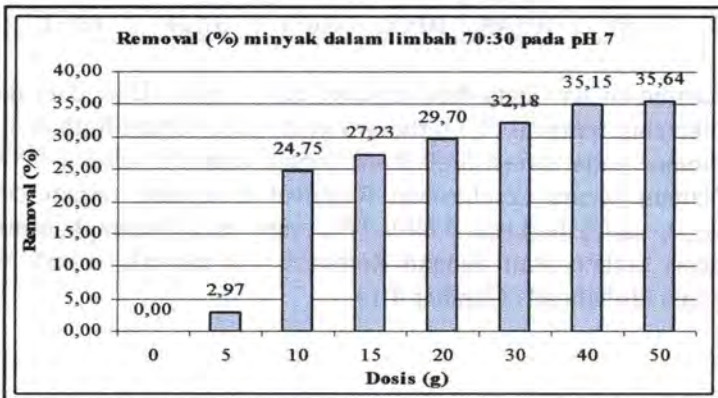
4.2.1.1. Penurunan kadar minyak dalam variasi limbah 70:30

Pada penelitian berikut disediakan 6 beker gelas yang diisi dengan 300 ml sampel, kemudian diencerkan dengan 300 ml aquades. Dimasukan karbon aktif dengan dosis berbeda, 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 30 g, 40 g, 50 g. Kemudian diaduk menggunakan flokulator dengan kecepatan 100 rpm selama 1 menit dan pengadukan lambat dengan kecepatan 50 rpm selama 20 menit. Ambil super natan yang telah disaring untuk dianalisa kandungan minyak, COD dan surfaktan. Pada proses Adsorpsi, karakteristik adsorbat memegang peranan penting, minyak yang merupakan koloid hidropobik akan mudah diserap oleh karbon aktif, namun minyak memiliki ikatan rangkap sehingga diperlukan pemecahan rantai karbon agar minyak dapat diadsorb dengan baik. Selain itu viskositas yang tinggi dapat menyumbat pori dari adsorban sehingga menghambat proses Adsorpsi. Untuk hasil analisa penurunan minyak menggunakan metoda Adsorpsi, dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Removal (%) minyak dalam variasi limbah 70:30

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/l)	Removal (%)
0	106,53	106,73	0,202	202	0,00
5	108,38	108,58	0,196	196	2,97
10	105,44	105,59	0,152	152	24,75
15	106,55	106,70	0,147	147	27,23
20	108,40	108,54	0,142	142	29,70
30	105,44	105,58	0,137	137	32,18
40	106,45	106,58	0,131	131	35,15
50	108,50	108,63	0,130	130	35,64

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis karbon aktif dengan Removal (%) minyak, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.13.

**Gambar 4.13.** Grafik removal (%) minyak dalam variasi limbah 70:30

Dari Gambar 4.13 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan karbon aktif sebesar 50 g dengan persen removal sebesar 35.64 %.

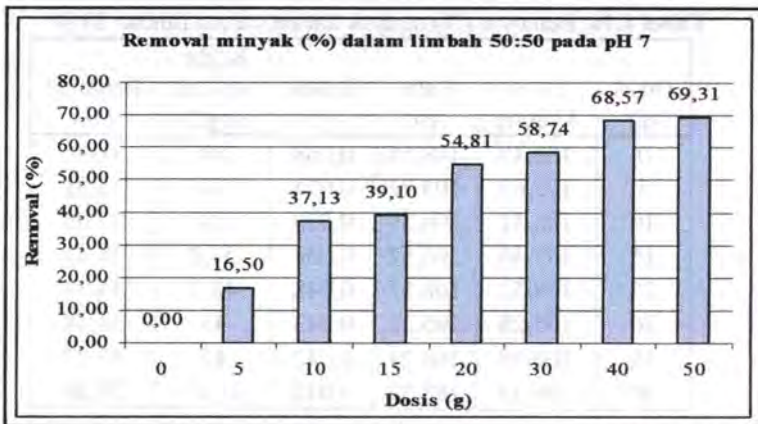
4.2.1.2. Penurunan kadar minyak dalam variasi limbah 50:50

Prosedur penelitian untuk variasi limbah 50:50 sama dengan penelitian diatas. Hasil analisa untuk variasi limbah 50:50 dapat dilihat pada Tabel 4.15. berikut ini:

Tabel 4.15. Removal (%) minyak dalam variasi limbah 50:50

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	106,52	106,62	0,102	101,8	0,00
5	108,38	108,47	0,085	85	16,50
10	105,44	105,50	0,064	64	37,13
15	106,53	106,59	0,062	62	39,10
20	108,36	108,41	0,046	46	54,81
30	108,37	108,41	0,042	42	58,74
40	106,55	106,58	0,032	32	68,57
50	105,49	105,52	0,031	31,24	69,31

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik. Dari data diatas diketahui removal (%) terbesar terjadi pada variasi limbah 50:50 dimana pada variasi limbah ini, terjadi removal sebesar 9.37 %. Namun secara keseluruhan Removal (%) yang terjadi cukup kecil, hanya berkisar 0.89-9.37%. yang menghubungkan antara dosis karbon aktif dengan Removal (%) minyak, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.14



Gambar 4.14. Grafik removal (%) minyak dalam variasi limbah 50:50

Dari Gambar 4.14 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan karbon aktif sebesar 50 g dengan persen removal sebesar 69.31 %.

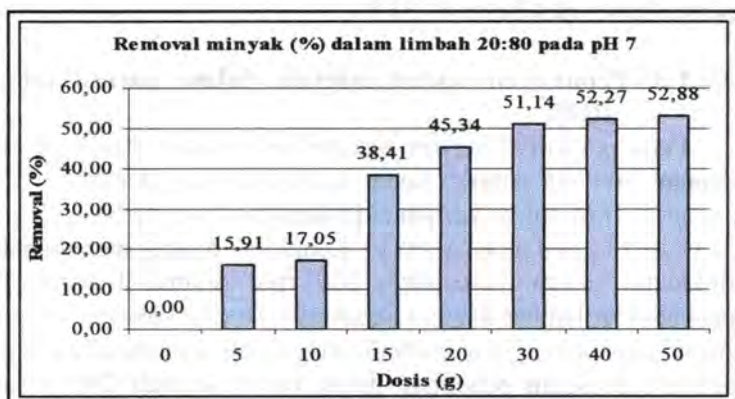
4.2.1.3. Penurunan kadar minyak dalam variasi limbah 20:80.

Pada penelitian berikut disediakan 6 beker gelas yang diisi dengan 300 ml sampel, kemudian diencerkan dengan 300 ml aquades. Dimasukan karbon aktif dengan dosis berbeda, 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 30 g, 40 g, 50 g. Kemudian diaduk menggunakan flokulator dengan kecepatan 100 rpm selama 1 menit dan pengadukan lambat dengan kecepatan 50 rpm selama 20 menit. Ambil supernatan yang telah disaring untuk dianalisa kandungan minyak, Prosedur penelitian untuk variasi limbah 20:80 sama dengan penelitian diatas. Hasil analisa untuk variasi limbah 20:80 dapat dilihat pada Tabel 4.16. berikut ini:

Tabel 4.16. Removal (%) minyak dalam variasi limbah 20:80

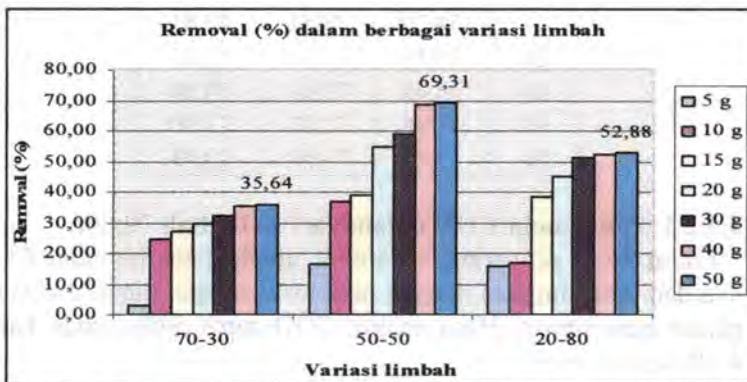
Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/l)	Removal (%)
0	108,49	108,58	0,088	88	0,00
5	105,65	105,72	0,074	74	15,91
10	106,32	106,39	0,073	73	17,05
15	105,46	105,52	0,054	54,2	38,41
20	108,52	108,57	0,048	48,1	45,34
30	105,28	105,32	0,043	43	51,14
40	106,19	106,24	0,042	42	52,27
50	108,53	108,57	0,041	41,47	52,88

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis karbon aktif dengan Removal (%) minyak, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.15.

**Gambar 4.15.** Grafik removal (%) minyak dalam variasi limbah 20:80

Dari Gambar 4.15 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan karbon aktif sebesar 50 gam dengan persen removal sebesar 52,9 %.

Dari data persen removal diatas kemudian dibuat grafik yang menunjukkan kemampuan removal minyak oleh karbon aktif dalam berbagai variasi limbah. Untuk mengetahui removal (%) minyak dalam berbagai variasi limbah lihat Gambar 4.16. Dari Gambar 4.16 dapat diketahui Removal (%) minyak terbesar terjadi pada variasi limbah 50:50 dengan persen removal sebesar 69.31%. Sedangkan pada variasi limbah 20:80 kemampuan adsorpsi minyak menurun menjadi hanya berkisar 15%-52%.



Gambar 4.16. Removal (%) minyak pada variasi 70:30, 50:50, 20:80

4.2.2. Pengaruh penambahan dosis karbon aktif terhadap penurunan COD.

Penurunan nilai COD berbanding lurus dengan removal terhadap minyak atau surfaktan, semakin banyak zat yang mampu diadsorpsi semakin kecil kandungan zat organik dalam air limbah, yang menyebabkan penurunan nilai COD. Untuk menentukan pengaruh penambahan dosis karbon aktif terhadap proses adsorpsi maka konsentrasi limbah akan divariasikan dengan beberapa dosis karbon aktif. Pada konsentrasi limbah 70:30, analisa awal sampel, nilai COD didapat sebesar 6818 mg/l, untuk variasi limbah 50:50 nilai COD didapat sebesar 6364 mg/l dan untuk variasi limbah 20:80 didapat kandungan COD

dalam sampel sebesar 6190 mg/l. Hasil analisa Removal (%) COD dapat dilihat dalam Tabel 4.17.

Tabel 4.17. Removal (%) COD dalam dlm berbagai variasi limbah

Dosis (g)	70-30	50-50	20-80
0	0,00	0,00	0,00
5	4,35	18,02	1,66
10	17,39	24,85	22,74
15	34,79	38,51	43,81
20	39,13	65,84	50,83
30	43,48	72,67	64,88
40	43,48	72,67	71,90
50	52,18	79,50	78,93

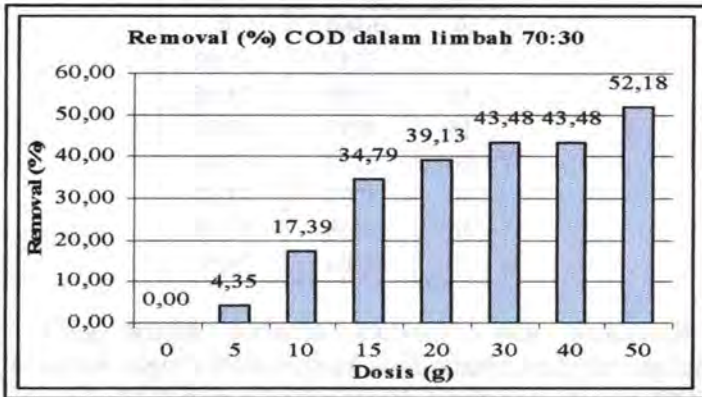
4.2.2.1. Penurunan COD dalam variasi limbah 70:30.

Filtrat hasil penyaringan diambil untuk dianalisa nilai COD nya dan dibandingkan dengan nilai awal sampel untuk diketahui persen penurunannya. Hasil analisa COD dapat dilihat pada Tabel 4.18. berikut ini:

Tabel 4.18. Removal (%) COD dalam variasi limbah 70:30

Dosis (g)	COD (mg/l)	Removal (%)
0	6818	0,00
5	6087	10,72
10	4783	29,85
15	3043	55,36
20	2609	61,74
30	2174	68,12
40	2174	68,12
50	1304	80,87

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis karbon aktif dengan removal (%) COD, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17. Grafik removal (%) COD variasi limbah 70:30

Dari Gambar 4.16 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan karbon aktif sebesar 50 gam dengan persen removal sebesar 52.183 %.

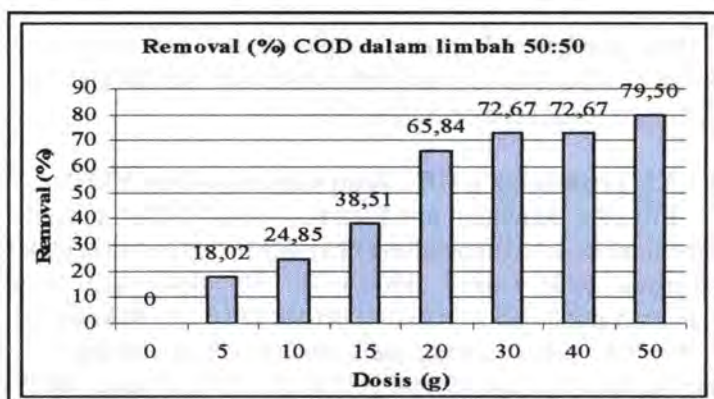
4.2.2.2. Penurunan COD dalam variasi limbah 50:50.

Prosedur penelitian untuk variasi limbah 50:50 sama dengan penelitian diatas. Dimana secara visual flok yang terbentuk tidak sebanyak pada variasi limbah 70: 30, flok yang terbentuk berwarna putih dan supernatan berwarna bening kekuningan dan bertambah pekat seiring penambahan dosis kitosan . Hasil analisa untuk variasi limbah 50:50 dapat dilihat pada Tabel 4.19. berikut ini:

Tabel 4.19. Removal (%) COD dalam dalam variasi limbah 50:50

Dosis (g)	COD (mg/l)	Removal (%)
0	6364	0
5	5217	18,02
10	4783	24,85
15	3913	38,51
20	2174	65,84
30	1739	72,67
40	1739	72,67
50	1304	79,50

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis karbon aktif dengan Removal (%) COD, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.18.

**Gambar 4.18.** Grafik removal (%) COD dalam variasi limbah 50:50

Dari Gambar 4.18 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan karbon aktif sebesar 50 g dengan persen removal sebesar 79.50 %.

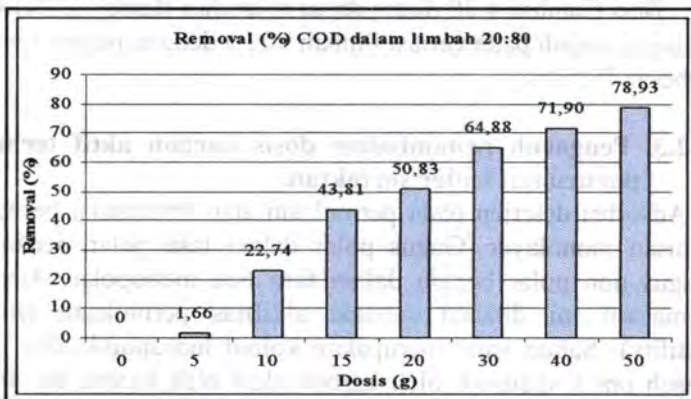
4.2.2.3. Penurunan COD dalam variasi limbah 20:80.

Prosedur penelitian untuk variasi limbah 20:80 sama dengan penelitian diatas. Hasil analisa untuk variasi limbah 20:80 dapat dilihat pada Tabel 4.20. berikut ini:

Tabel 4.20. Removal (%) COD dalam variasi limbah 20:80

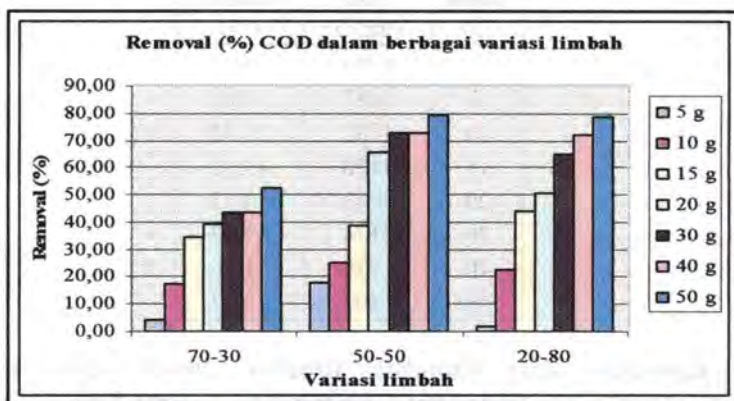
Dosis (g)	COD (mg/l)	Removal (%)
0	6190	0
5	6087	1,66
10	4783	22,74
15	3478	43,81
20	3043	50,83
30	2174	64,88
40	1739	71,90
50	1304	78,93

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis karbon aktif dengan Removal (%) COD, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19. Grafik removal (%) COD dalam variasi limbah 20:80

Dari Gambar 4.19 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan karbon aktif sebesar 50 g dengan persen removal sebesar 78.93%. Dari seluruh data analisa penurunan COD kemudian dibuat grafik untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi limbah terhadap penurunan COD. Untuk mengetahui Removal (%) COD dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Removal (%) COD terhadap berbagai variasi limbah

Dari Gambar 4.20 diatas dapat diketahui Removal (%) COD terbesar terjadi pada variasi limbah 50:50 dengan persen removal sebesar 79.50%.

4.2.3. Pengaruh penambahan dosis karbon aktif terhadap penurunan kadar surfaktan.

Adsorpsi deterjen pada permukaan atau antarmuka berbentuk lapisan monolayer. Gugus polar dalam fasa polar, sedangkan gugus non polar berada dalam fasa non monopolar. Adsorpsi semacam ini dikenal sebagai aktifitas permukaan (surface activity). Sabun yang merupakan koloid hidrophilik akan lebih susah untuk diadsorb oleh karbon aktif oleh karena itu limbah dengan kadar surfaktan tinggi, penurunannya tidak terlalu

signifikan. Hasil removal (%) surfaktan dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut ini:

Tabel 4.21. Removal (%) surfaktan dalam berbagai variasi limbah

Dosis (g)	70-30	50-50	20-80
0	0,00	0,00	0,00
5	4,50	3,77	0,66
10	23,97	16,42	5,42
15	25,42	22,07	6,83
20	26,57	22,35	7,40
30	31,20	23,48	10,22
40	36,68	25,17	11,06
50	37,84	26,30	20,09

4.2.3.1. Penurunan kadar surfaktan dalam variasi limbah 70:30.

Pada penelitian ini filtrat hasil proses Adsorpsi diambil sebanyak 50 ml untuk dianalisa kadar surfaktan, pemeriksaan surfaktan didasarkan kepada reaksi dengan metilen blue yang akan terbentuk garam yang berwarna biru. Hasil analisa dibaca dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 650λ. Hasil bacaan dari spektro dimasukkan pada rumus regresi linear hasil pembuatan kurva kalibrasi MBAS, dimana pada penelitian ini diperoleh nilai $R^2 = 0.9906$ dan persamaan regresinya $y = 0.7477x - 0.0182$. Hasil analisa kandungan surfaktan dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22. Removal (%) surfaktan dalam variasi limbah 70:30

No	Dosis (g)	Var Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1	0	70:30	0,3	0,426	0,00
2	5	70:30	0,286	0,407	4,50
3	10	70:30	0,245	0,352	23,97
4	15	70:30	0,24	0,345	25,42
5	20	70:30	0,236	0,340	26,57
6	30	70:30	0,22	0,319	31,20
7	40	70:30	0,201	0,293	36,68
8	50	70:30	0,197	0,29	37,84

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis karbon aktif dengan Removal (%) surfaktan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.21

**Gambar 4.21.** Removal (%) surfaktan dalam variasi limbah 70:30

Dari Gambar 4.21 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan karbon aktif sebesar 50g dengan persen removal sebesar 37.84 %.

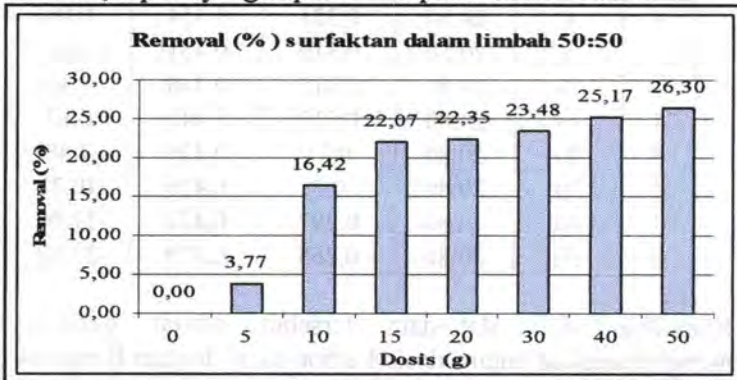
4.2.3.2. Penurunan kadar surfaktan dalam variasi limbah 50:50.

Prosedur penelitian untuk variasi limbah 50:50 sama dengan penelitian diatas. Hasil analisa untuk variasi limbah 50:50 dapat dilihat pada Tabel 4.23. berikut ini:

Tabel 4.23. Removal (%) Surfaktan dalam variasi limbah 50:50

No	Dosis (g)	Variasi Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1	0	50-50	0,296	0,420	0,00
2	5	50-50	0,284	0,404	3,77
3	10	50-50	0,278	0,396	16,42
4	15	50-50	0,258	0,369	22,07
5	20	50-50	0,257	0,368	22,35
6	30	50-50	0,253	0,363	23,48
7	40	50-50	0,247	0,355	25,17
8	50	50-50	0,243	0,35	26,30

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis karbon aktif dengan. Removal (%) surfaktan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.22



Gambar 4.22. Grafik removal (%) surfaktan dalam variasi 50:50

Dari Gambar 4.22 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan karbon aktif sebesar 50 g dengan persen removal sebesar 26.30 %.

4.2.3.3. Penurunan kadar surfaktan dalam variasi limbah 20:80.

Pada penelitian ini filtrat hasil proses Adsorpsi diambil sebanyak 50 ml untuk dianalisa kadar surfaktan, pemeriksaan surfaktan didasarkan kepada reaksi dengan metilen blue yang akan terbentuk garam yang berwarna biru. Hasil analisa dibaca dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 650λ. Hasil bacaan dari spektro dimasukan pada rumus regresi linear hasil pembuatan kurva kalibrasi MBAS, dimana pada penelitian ini diperoleh nilai $R^2 = 0.9906$ dan persamaan regresinya $y = 0.7477x - 0.0182$. Hasil analisa untuk variasi limbah 20:80 dapat dilihat pada Tabel 4.24. berikut ini:

Tabel 4.24. Removal (%) surfaktan dalam variasi limbah 20:80

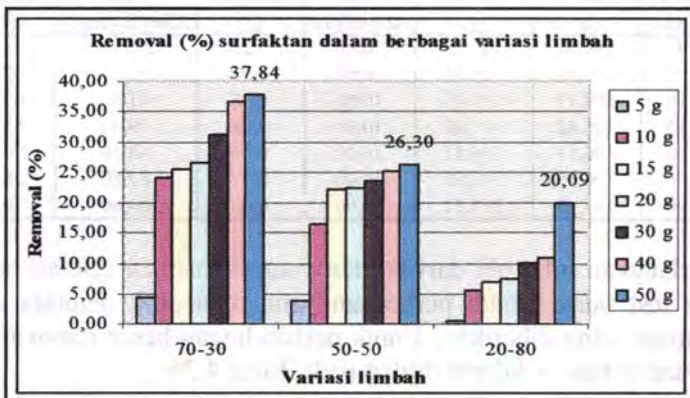
No	Dosis (g)	Var Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1	0	20:80	0,321	0,454	0,00
2	5	20:80	0,319	0,451	0,66
3	10	20:80	0,317	0,448	5,42
4	15	20:80	0,312	0,442	6,83
5	20	20:80	0,31	0,439	7,40
6	30	20:80	0,3	0,426	10,22
7	40	20:80	0,297	0,422	11,06
8	50	20:80	0,265	0,379	20,09

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara dosis karbon aktif dengan Removal (%) surfaktan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.23



Gambar 4.23. Removal (%) surfaktan dalam variasi 20:80

Dari Gambar 4.23 diatas dapat dilihat penurunan terbesar didapat pada penambahan karbon aktif sebesar 50 g dengan persen removal sebesar 20.09 %. Dari hasil analisa Removal (%) surfaktan keseluruhan, kemudian dibuat grafik untuk mengetahui Removal (%) terhadap variasi limbah. Untuk Removal (%) surfaktan keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Removal (%) surfaktan dalam berbagai variasi limbah

Dari Gambar 4.24 diatas diketahui Removal (%) surfaktan terbesar terjadi pada variasi limbah 70:30 dengan persen removal sebesar 37.84%

4.3. Pengaruh pH terhadap proses koagulasi kitosan.

Pengaruh pH terhadap proses koagulasi dilakukan dengan cara memvariasikan beberapa nilai pH dengan hasil penelitian sebelumnya yang mampu menghasilkan removal minyak paling besar. Pada penelitian pengaruh penambahan dosis, dengan jumlah dosis yang sama maka konsentrasi yang mampu menurunkan kandungan minyak paling baik adalah pada saat variasi limbah 70:30, oleh karena itu untuk mengetahui pengaruh pH maka konsentrasi limbah 70:30 dengan dosis kitosan sebesar divariasikan dengan beberapa nilai pH . pada penelitian ini nilai pH yang digunakan adalah 2,4,7,8. Pengontrolan nilai pH digunakan NaOH 0,1 N dan HCL 0.1 N. Dari hasil analisa, didapatkan removal minyak terbesar terjadi pada pH 4 dengan dosis 20 ml dan variasi limbah 70: 30.

Tabel 4.25. Removal (%) kadar minyak pada pH 4

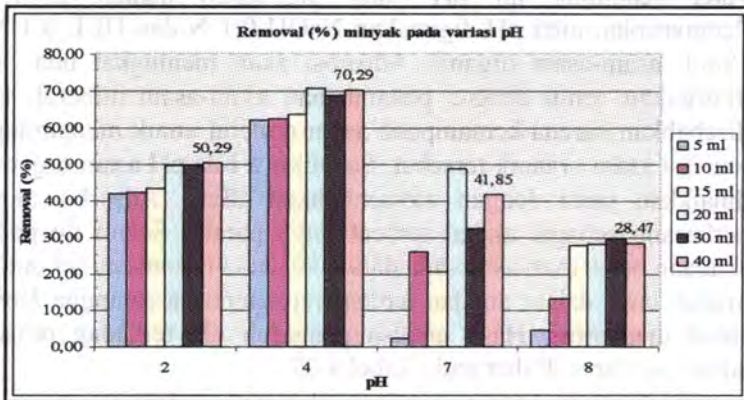
Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	Removal (%)
0	106,51	106,73	10,00	0,22	217,40	0,00
5	105,41	105,50	10,00	0,08	82,40	62,10
10	108,35	108,43	10,00	0,08	81,80	62,37
15	105,42	105,50	10,00	0,08	79,40	63,48
20	106,51	106,57	10,00	0,06	63,50	70,79
30	106,86	106,93	10,00	0,07	67,80	68,81
40	105,45	105,51	10,00	0,06	64,60	70,29

Sedangkan nilai pH dari larutan yang dihasilkan setelah proses jar test tidak terjadi perbedaan yang mencolok diantara dosis kitosan yang diberikan. Untuk perbandingan besar removal dari setiap variasi pH dapat dilihat pada Tabel 4.26

Tabel 4.26 Removal (%) minyak pada variasi pH

Dosis (ml)	pH			
	2	4	7	8
0	0	0	0	0
5	42,10	62,10	2,17	4,48
10	42,37	62,37	26,09	13,21
15	43,48	63,48	20,65	28,04
20	49,79	70,79	48,91	28,09
30	49,81	68,81	32,39	29,57
40	50,29	70,29	41,85	28,47

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara pH dengan Removal (%) kadar minyak, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.25.

**Gambar 4.25.** Removal (%) minyak terhadap pH

Pada Gambar 4.25 dapat dilihat removal terbesar terjadi pada pH 4 dengan besar 70.29 %.

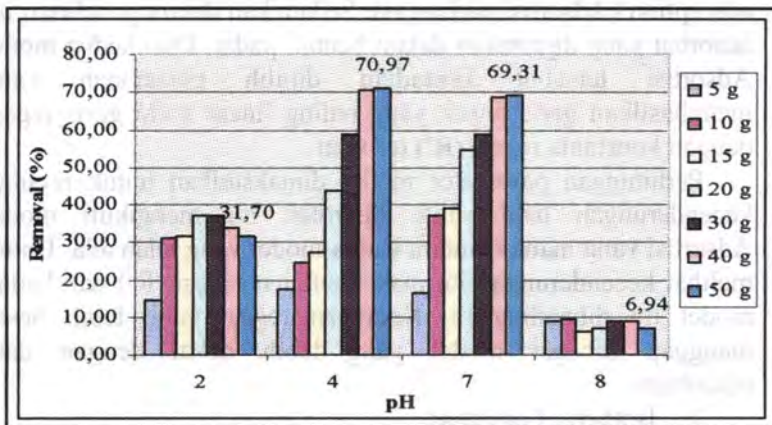
4.4. Pengaruh pH terhadap proses Adsorpsi arang aktif.

Pengaruh pH terhadap proses Adsorpsi dilakukan dengan cara memvariasikan beberapa nilai pH dengan hasil penelitian sebelumnya yang mampu menghasilkan removal minyak paling besar. Adsorpsi spesifik ion koagulan ke permukaan partikel. Secara umum Adsorpsi polutan organik tertentu dalam air akan meningkat dengan menurunnya pH. Ini terjadi karena adanya netralisasi muatan-muatan negatif pada permukaan kitosan dengan meningkatnya konsentrasi ion hidrogen, sehingga menyediakan permukaan aktif pada karbon lebih banyak. Pada penelitian pengaruh penambahan dosis, dengan jumlah dosis yang sama maka konsentrasi yang mampu menurunkan kandungan minyak paling baik adalah pada saat variasi limbah 50:50, oleh karena itu untuk mengetahui pengaruh pH maka konsentrasi limbah 50:50 divariasikan dengan beberapa nilai pH. Pada penelitian ini pH yang digunakan adalah 2,4,7,8. Pengontrolan nilai pH digunakan NaOH 0,1 N dan HCL 0,1 N. Untuk asam-asam organik Adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, Adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam. Selain itu pada keadaan basa, minyak berada dalam keadaan terionisasi sehingga mudah larut dalam air dan terdispersi sempurna sehingga lebih sukar diadsorpsi. Hasil analisa pengaruh pH terhadap proses adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27. Removal (%) minyak pada variasi pH

Dosis (g)	pH			
	2	4	7	8
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	14,62	17,41	16,50	8,94
10	30,93	24,24	37,13	9,50
15	31,46	27,27	39,10	6,21
20	37,26	43,91	54,81	6,86
30	37,16	58,70	58,74	8,85
40	33,90	70,79	68,57	8,94
50	31,70	70,97	69,31	6,94

Kemudian dari data-data tersebut dibuat grafik yang menghubungkan antara pH dengan Removal (%) kadar minyak, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.26

**Gambar 4.26.** Grafik removal (%) minyak terhadap pH

Pada gambar 4.26 dapat dilihat persen removal terbesar terjadi pada pH 4 dengan besar removal 70.97 %.

4.5. Proses Adsorpsi Isothermis.

Untuk mendapatkan Gambaran mengenai kemampuan dari adsorben dalam menyerap adsorbat maka dilakukan penelitian berskala alaboratorium dengan proses batch dengan temperatur konstan. Proses batch ini terjadi dengan mencampurkan adsorben dengan air limbah tertentu dan mengamati perubahannya dalam beberapa waktu. Data yang diperoleh dari proses batch kemudian disajikan dalam bentuk kurva Adsorpsi isotherm. Model isotherm adalah suatu model pendekatan untuk menentukan kapasitas Adsorpsi adsorben terhadap adsorbat. Kapasitas Adsorpsi inilah yang nantinya akan digunakan sebagai pembanding adsorben yang satu dengan yang lainnya, mana yang lebih baik dalam mengAdsorpsi suatu adsorbat tertentu. Terdapat tiga macam model isotherm dalam Adsorpsi secara batch yaitu isotherm Langmuir, Freundlich dan B.E.T. Namun dalam penelitian ini yang digunakan adalah isotherm Freundlich dan Langmuir karena isotherm B.E.T digunakan untuk solid-gas adsorption (Adsorpsi padat-gas). Sedangkan dalam penelitian ini adsorbat yang digunakan dalam bentuk padat. Dari kedua model Adsorpsi tersebut kemudian dipilih persamaan yang menghasilkan garis regresi yang paling linear yaitu garis regresi dengan konstanta regresi (R^2) terbesar.

Perhitungan parameter model dimaksudkan untuk melihat kecenderungan data yang diperoleh itu mengikuti model Adsorpsi yang mana diantara kedua model yang telah ada. Untuk melihat kecenderungan itu makakoeffisien regresi (R^2) dan kedua model itu dibandingkan. Koefisien regresi yang lebih besar dianggap sebagai model yang lebih dekat dengan data percobaan.

1. Isotherm Langmuir

Model Isotherm Langmuir ini berdasar pada asumsi bahwa proses Adsorpsi berlangsung pada satu sisi, dengan masing-masing sisi hanya mampu mengAdsorpsi satu molekul adsorbat, sehingga lapisan terserap hanya setebal satu molekul adsorbat

atau monolayer. Selain itu, semua sisi adsorben mempunyai afinitas yang sama terhadap molekul adsorbat dan kehadiran molekul adsorbat pada satu sisi adsorben tidak mempengaruhi proses Adsorpsi pada bagian lain adsorben. Kemampuan Adsorpsi kitosan yang di gambarkan pada model isotherm Langmuir ini didapat dengan menghubungkan antara konsentrasi akhir (C_e) dan dosis kitosan. Pengolahan data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran A. Dan Tabel yang diperoleh kemudian dibuat grafik isotherm Langmuir yang menghubungkan antara $1/C_e$ dan $1/(x/m)$ untuk masing-masing jenis konsentrasi awal minyak. Contoh perhitungan pengolahan data untuk proses Adsorpsi konsentrasi limbah 70:30 dimana kandungan minyak pada analisa awal sebesar 220 mg/l dapat dilihat pada Tabel 4.28

4.5.1. Persamaan Langmuir pada limbah 70:30 pada pH 7

Tabel 4.28. Persamaan Langmuir limbah 70:30

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	$1/C_e$	$1/(x/m)$
1	5000	300	196,00	6,00	0,0012	0,0051	833,33333
2	10000	300	152,00	50,00	0,005	0,00658	200
3	15000	300	147,00	55,00	0,0037	0,0068	272,72727
4	20000	300	142,00	60,00	0,003	0,00704	333,33333
5	30000	300	137,00	65,00	0,0022	0,0073	461,53846
6	40000	300	131,00	71,00	0,0018	0,00763	563,38028
7	50000	300	130,00	72,00	0,0014	0,00769	694,44444

Keterangan :

- m : dosis karbon aktif (mg)
 x : Minyak teradsorp (mg/l)
 x/m : minyak teradsorp/dosis karbon (mg/l)
 $1/C_e$: $1/\text{konsentrasi minyak akhir}$
 $1/(x/m)$: $1/(\text{kadar minyak/dosis karbon})$

Contoh perhitungan :

Diketahui,

$$m = 5000 \text{ mg/l}$$

$$C_o = 202 \text{ mg/l}$$

$$C_e = 196 \text{ mg/l}$$

Sehingga,

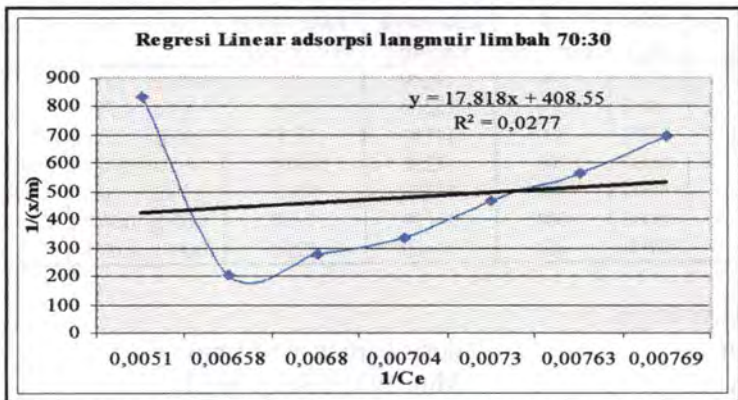
$$\begin{aligned} X &= C_o - C_e \\ &= (202 \text{ mg/l} - 196 \text{ mg/l}) \\ &= 6 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x/m &= (6 \text{ mg/l} : 5000 \text{ mg}) * (300 \text{ ml} : 1000 \text{ ml}) \\ &= 0.0036 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1/C_e &= 1/196 \\ &= 0.0051 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1/(x/m) &= 1/0.0036 \\ &= 277.778 \end{aligned}$$

Dari data tersebut kemudian dibuat grafik hubungan antara $1/C_e$ dan $1/(x/m)$ pada variasi limbah 70:30 sebagai mana dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.27. Grafik regresi linear Langmuir

Dari Gambar 4.27 diatas didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 70 : 30 adalah 0.0277 dengan persamaan yang didapat $y = 17.818x + 408.55$.

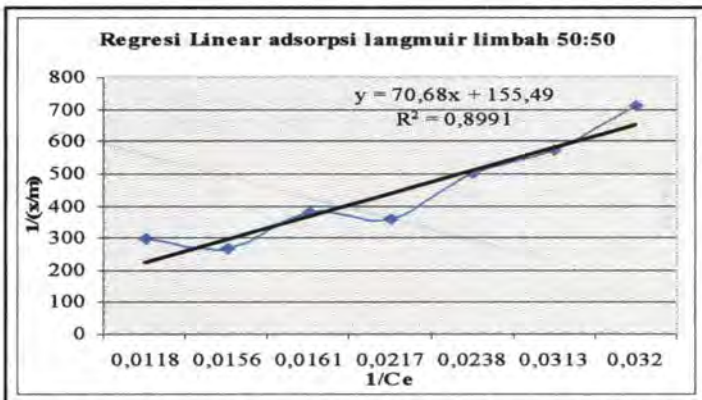
Sedangkan untuk variasi konsentrasi limbah lainnya juga dibuat dalam tabel dan diplotkan dalam grafik. Untuk limbah dengan konsentrasi 50:50 dapat dilihat pada tabel 4.31

4.5.2. Persamaan Langmuir pada limbah 50:50 pada pH 7

Tabel 4.29. Persamaan Langmuir variasi limbah 50:50

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	1/Ce	1/(x/m)
1	5000	300	85,00	17,00	0,0034	0,01176	294,11765
2	10000	300	64,00	38,00	0,0038	0,01563	263,15789
3	15000	300	62,00	40,00	0,0027	0,01613	375
4	20000	300	46,00	56,00	0,0028	0,02174	357,14286
5	30000	300	42,00	60,00	0,002	0,02381	500
6	40000	300	32,00	70,00	0,0018	0,03125	571,42857
7	50000	300	31,24	70,76	0,0014	0,03201	706,61391

Dari data tersebut kemudian dibuat grafik hubungan antara $1/C_e$ dan $1/(x/m)$ pada variasi limbah 70:30 sebagai mana dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28. Grafik regresi linear Langmuir pada limbah 50:50

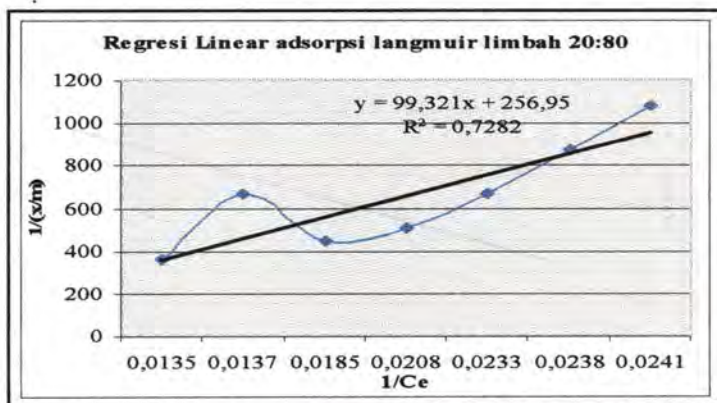
Dari Gambar 4.28 diatas didapatkan bahwa nilai regesi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 50:50 adalah 0.8991 dengan persamaan yang didapat $y = 70.68x + 155.49$.

4.5.3. Persamaan Langmuir pada limbah 20:80 pada pH 7

Tabel 4.30 Persamaan Langmuir variasi limbah 20:80

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	1/Ce	1/(x/m)
1	5000	300	74,00	14,00	0,0028	0,01351	357,14286
2	10000	300	73,00	15,00	0,0015	0,0137	666,66667
3	15000	300	54,20	33,80	0,0023	0,01845	443,78698
4	20000	300	48,10	39,90	0,002	0,02079	501,25313
5	30000	300	43,00	45,00	0,0015	0,02326	666,66667
6	40000	300	42,00	46,00	0,0012	0,02381	869,56522
7	50000	300	41,47	46,53	0,0009	0,02411	1074,5755

Dari data tersebut kemudian dibuat grafik hubungan antara $1/C_e$ dan $1/(x/m)$ pada variasi limbah 20:80 sebagai mana dapat dilihat pada Gambar 4.29



Gambar 4.29. Grafik regesi linier Langmuir pada limbah 20:80

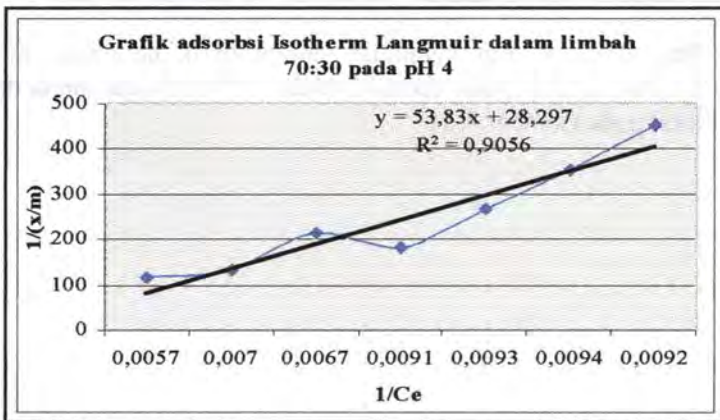
Dari Gambar 4.29 diatas didapatkan bahwa nilai regesi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 20:80 adalah 0.7282 dengan persamaan yang didapat $y = 99,321x + 256,95$.

4.5.4. Persamaan Langmuir pada limbah 70:30 pada pH 4

Tabel 4.31 Persamaan Langmuir variasi limbah 70:30

no	dosis (mg)	vd sampel (ml)	Kadarminyak akhir (ng/l)	Kadarminyak teradsor (ng/l)	x/m	$1/C_e$	$1/(x/m)$
1	5000	300	176,00	44,10	0,00882	0,005682	113,3787
2	10000	300	143,00	77,10	0,00771	0,006998	129,7017
3	15000	300	149,70	70,40	0,0046933	0,00668	213,0382
4	20000	300	110,00	110,10	0,005505	0,009091	181,653
5	30000	300	107,00	113,10	0,00377	0,009846	265,252
6	40000	300	106,54	113,56	0,002839	0,009886	352,2367
7	50000	300	109,00	111,10	0,002222	0,009174	450,045

Dari data tersebut kemudian dibuat grafik hubungan antara $1/C_e$ dan $1/(x/m)$ pada variasi limbah 70:30 sebagai mana dapat dilihat pada Gambar 4.30



Gambar 4.30. Grafik regesi linear Langmuir pada limbah 70:30

Dari Gambar 4.30 diatas didapatkan bahwa nilai regesi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 70:30 adalah 0.9056 dengan persamaan yang didapat $y = 53.83x + 28,297$.

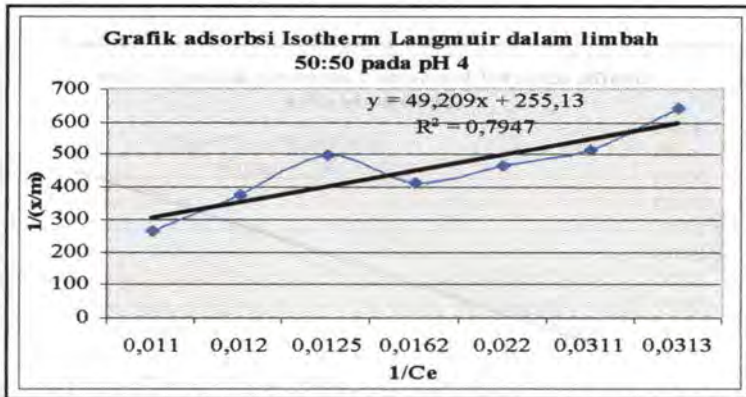
4.5.5. Persamaan Langmuir pada limbah 50:50 pada pH 4

Perhitungan pengolahan data untuk proses Adsorpsi konsentrasi limbah 50:50 dimana kandungan minyak pada analisa awal sebesar 101.18 mg/l dapat dilihat pada Tabel 4.32

Tabel 4.32. Persamaan Langmuir variasi limbah 50:50

no	dbis (mg)	vd sampel (ml)	kadarminyak akhir (mg/l)	Kadarminyak terakap (mg/l)	x/m	1/Ce	1/(x/m)
1	500	300	91,00	19,18	0,008836	0,010989	260,6882
2	1000	300	83,47	26,71	0,002671	0,01198	374,3916
3	1500	300	80,13	30,05	0,002003	0,01248	499,1681
4	2000	300	61,80	48,38	0,002419	0,016181	413,394
5	3000	300	45,50	64,68	0,002156	0,021978	463,8219
6	4000	300	32,18	78,00	0,00195	0,031075	512,8205
7	5000	300	31,99	78,19	0,001568	0,03126	699,468

Dari data tersebut kemudian dibuat grafik hubungan antara $1/C_e$ dan $1/(x/m)$ pada variasi limbah 50:50 sebagai mana dapat dilihat pada Gambar 4.31



Gambar 4.31. Grafik regresi linear Langmuir pada limbah 50:50

Dari Gambar 4.31 diatas didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 50:50 adalah 0.7947 dengan persamaan yang didapat $y = 49.209 + 255.13$

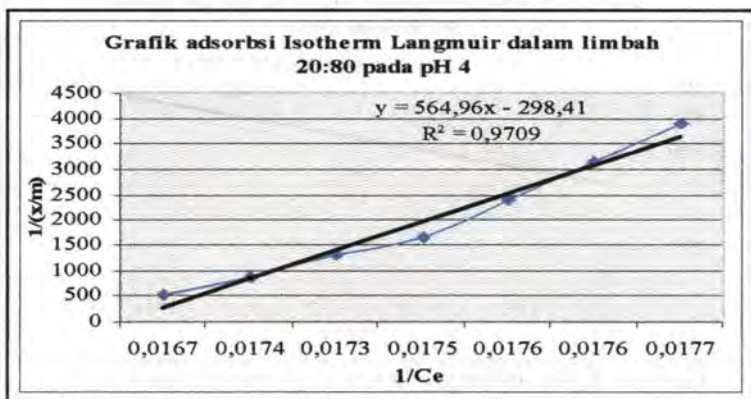
4.5.6. Persamaan Langmuir pada limbah 20:80 pada pH 4

Perhitungan pengolahan data untuk proses Adsorpsi konsentrasi limbah 50:50 dimana kandungan minyak pada analisa awal sebesar 69.48 mg/l dapat dilihat pada Tabel 4.32

Tabel 4.33. Persamaan Langmuir variasi limbah 20:80

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	$1/C_e$	$1/(x/m)$
1	5000	300	60,00	9,48	0,001896	0,016667	527,4262
2	10000	300	57,60	11,88	0,001188	0,017361	841,7508
3	15000	300	57,89	11,59	0,0007724	0,017273	1294,666
4	20000	300	57,19	12,30	0,0006148	0,017487	1626,678
5	30000	300	56,97	12,51	0,000417	0,017553	2398,082
6	40000	300	56,75	12,73	0,0003182	0,01762	3143,171
7	50000	300	56,65	12,83	0,0002565	0,017651	3898,332

Dari data tersebut kemudian dibuat grafik hubungan antara $1/C_e$ dan $1/(x/m)$ pada variasi limbah 20:80 sebagai mana dapat dilihat pada Gambar 4.32



Gambar 4.32. Grafik regresi linear Langmuir pada limbah 20:80

Dari Gambar 4.32 diatas didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 20:80 adalah 0.9709 dengan persamaan yang didapat $y = 564.96x - 298.41$

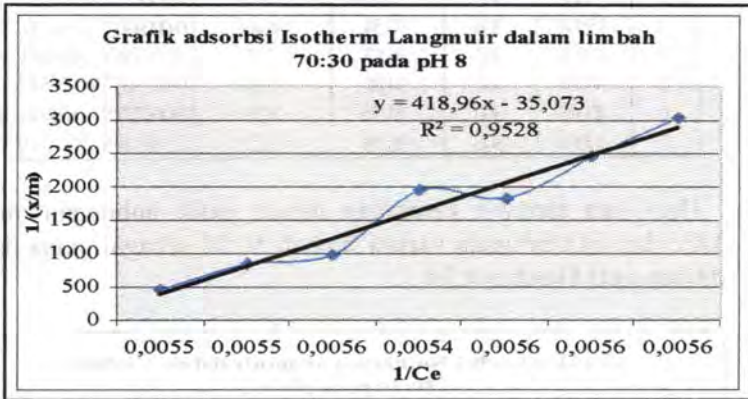
4.5.7. Persamaan Langmuir pada limbah 70:30 pada pH 8

Perhitungan pengolahan data untuk proses Adsorpsi konsentrasi limbah 70:30 dimana kandungan minyak pada analisa awal sebesar 194 mg/l dapat dilihat pada Tabel 4.34

Tabel 4.34. Persamaan Langmuir variasi limbah 70:30

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	$1/C_e$	$1/(y/m)$
1	5000	300	183,00	11,00	0,0022	0,005464	454,5455
2	10000	300	182,24	11,76	0,001176	0,005487	850,3401
3	15000	300	178,46	15,54	0,001086	0,005608	965,251
4	20000	300	183,70	10,30	0,000515	0,005444	1941,748
5	30000	300	177,42	16,58	0,0005527	0,005636	1809,409
6	40000	300	177,62	16,38	0,0004096	0,00563	2441,376
7	50000	300	177,46	16,54	0,0003308	0,005635	3022,792

Dari data tersebut kemudian dibuat grafik hubungan antara $1/C_e$ dan $1/(x/m)$ pada variasi limbah 70:30 sebagai mana dapat dilihat pada Gambar 4.33



Gambar 4.33. Grafik regresi linear Langmuir pada limbah 70:30

Dari Gambar 4.33 diatas didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 50:50 adalah 0.9528 dengan persamaan yang didapat $y = 418.96x - 35.073$

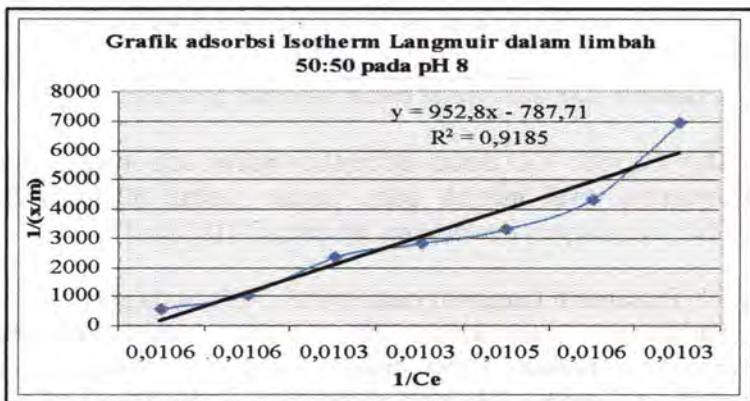
4.5.8. Persamaan Langmuir pada limbah 50:50 pada pH 8

Perhitungan pengolahan data untuk proses Adsorpsi konsentrasi limbah 50:50 dimana kandungan minyak pada analisa awal sebesar 194 mg/l dapat dilihat pada Tabel 4.35

Tabel 4.35. Persamaan Langmuir variasi limbah 50:50

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	1/Ce	1/(x/m)
1	5000	300	94,70	9,30	0,00186	0,01056	537,6344
2	10000	300	94,13	9,88	0,0009875	0,010624	1012,658
3	15000	300	97,54	6,46	0,0004307	0,010252	2321,981
4	20000	300	96,87	7,13	0,0003565	0,010323	2805,049
5	30000	300	94,80	9,20	0,0003067	0,010549	3260,87
6	40000	300	94,70	9,30	0,0002325	0,01056	4301,075
7	50000	300	96,78	7,22	0,0001444	0,010333	6925,208

Dari data tersebut kemudian dibuat grafik hubungan antara $1/C_e$ dan $1/(x/m)$ pada variasi limbah 50:50 sebagai mana dapat dilihat pada Gambar 4.34

**Gambar 4.34. Grafik regresi linier Langmuir pada limbah 50:50**

Dari Gambar 4.34 diatas didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 50:50 adalah 0.9185 dengan persamaan yang didapat $y = 952.8x - 787.71$

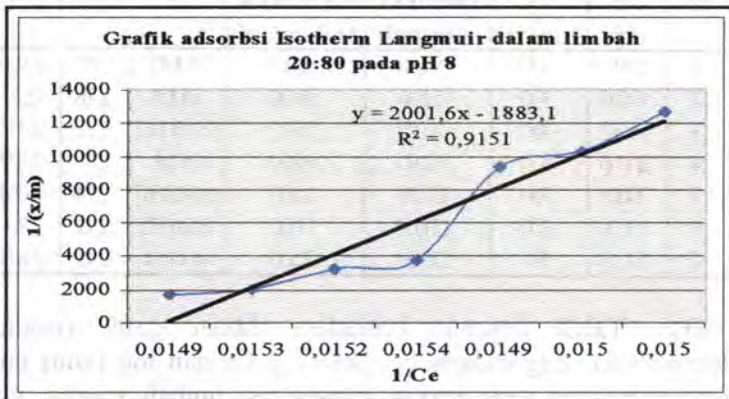
4.5.9. Persamaan Langmuir pada limbah 20:80 pada pH 8

Perhitungan pengolahan data untuk proses Adsorpsi konsentrasi limbah 20:80 dimana kandungan minyak p ada analisa awal sebesar 194 mg/l dapat dilihat pada Tabel 4.36

Tabel 4.36. Persamaan Langmuir variasi limbah 20:80

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	1/Ce	1/(x/m)
1	5000	300	67,34	3,09	0,000618	0,01485	1618,123
2	10000	300	65,22	5,21	0,0005206	0,01532	1920,861
3	15000	300	65,80	4,63	0,0003088	0,015198	3238,342
4	20000	300	65,12	5,31	0,0002653	0,015355	3769,318
5	30000	300	67,22	3,21	0,0001071	0,014877	9334,163
6	40000	300	66,55	3,88	9,708E-05	0,015027	10301,31
7	50000	300	66,49	3,94	7,886E-05	0,015041	12680,7

Dari data tersebut kemudian dibuat grafik hubungan antara $1/C_e$ dan $1/(x/m)$ pada variasi limbah 20:80 sebagai mana dapat dilihat pada Gambar 4.35



Gambar 4.35. Grafik regresi linear Langmuir pada limbah 20:80

Dari Gambar 4.35 diatas didapatkan bahwa nilai regesi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 20:80 adalah 0.9151 dengan persamaan yang didapat $y = 2001.6x - 1883,1$

2. Isotherm Freundlich

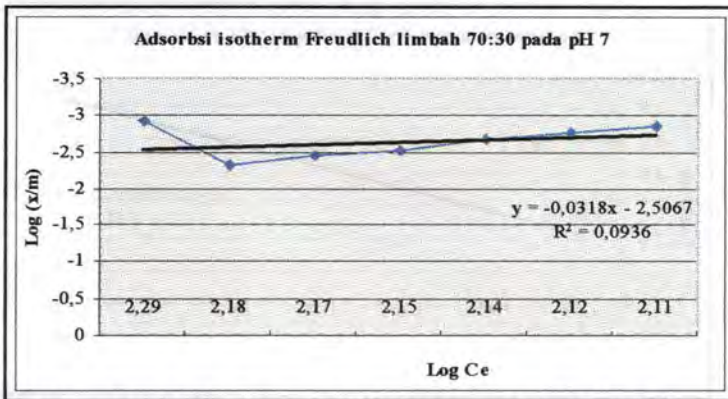
Isotherm Freundlich berdasar pada asumsi bahwa adsorben mempunyai komposisi permukaan yang heterogen dimana proses Adsorpsi di tiap-tiap sisi Adsorpsi mengikuti isotherm Langmuir. Model isotherm Freundlich ini lebih banyak dikembangkan untuk Adsorpsi solid liquid. Dalam model isotherm Freundlich ini, kemampuan Adsorpsi karbon dapat diketahui dengan menghubungkan antara konsentrasi akhir (C_e) dengan dosis karbon aktif. Hasil persamaan Isotherm Freundlich dapat dilihat pada Tabel 4.31.

4.5.10. Persamaan Freundlich pada limbah 70:30 pada pH 7

Tabel 4.37...Persamaan Freundlich variasi limbah 70:30

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	Log C_e	Log (x/m)
1	5000	300	196,00	6,00	0,0012	2,29	-2,920819
2	10000	300	152,00	50,00	0,005	2,18	-2,30103
3	15000	300	147,00	55,00	0,0036667	2,17	-2,435729
4	20000	300	142,00	60,00	0,003	2,15	-2,522879
5	30000	300	137,00	65,00	0,0021667	2,14	-2,664208
6	40000	300	131,00	71,00	0,001775	2,12	-2,750802
7	50000	300	130,00	72,00	0,00144	2,11	-2,841638

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan log C_e dan log (x/m) untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah sebagai mana dapat dilihat pada Gambar 4.36



Gambar 4.36. Grafik regresi Freundlich pada limbah 70:30

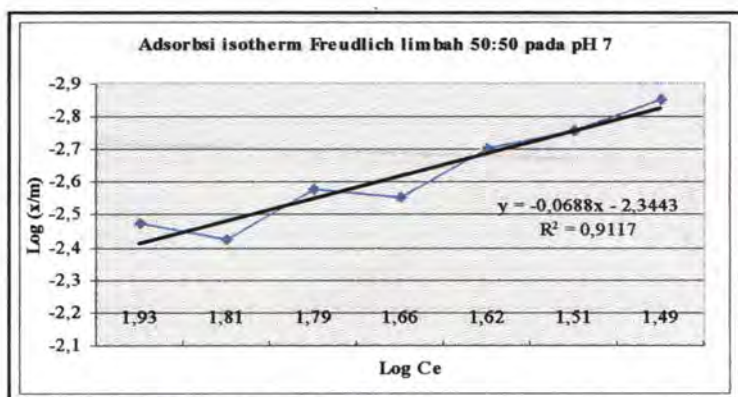
Dari Gambar 4.36 diatas didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 70:30 adalah 0.0936 dengan persamaan yang didapat $y = -0.0318x - 2.5067$

4.5.11. Persamaan Freundlich pada limbah 50:50 pada pH 7

Tabel 4.38. persamaan Freundlich variasi limbah 50:50

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	Log Ce	Log (x/m)
1	5000	300	85,00	16,80	0,00336	1,93	-2,473661
2	10000	300	64,00	37,80	0,00378	1,81	-2,422508
3	15000	300	62,00	39,80	0,0026533	1,79	-2,576208
4	20000	300	46,00	55,80	0,00279	1,66	-2,554396
5	30000	300	42,00	59,80	0,0019933	1,62	-2,70042
6	40000	300	32,00	69,80	0,001745	1,51	-2,758205
7	50000	300	31,24	70,56	0,0014112	1,49	-2,850411

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan log Ce dan log (x/m) untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah.



Gambar 4.37. Grafik regresi linier Freundlich variasi limbah 50:50

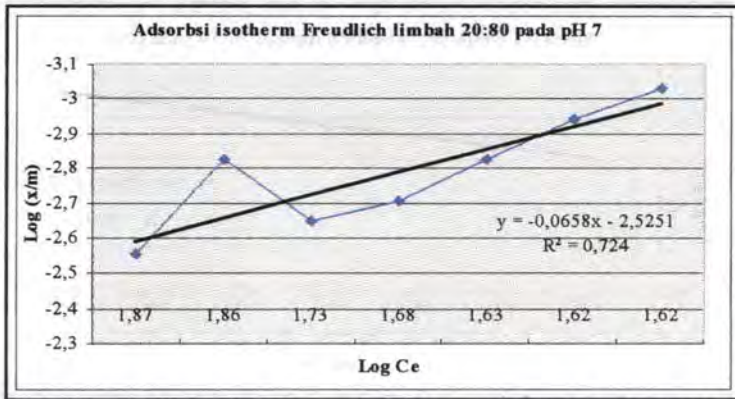
Dari Gambar 4.37 diatas didapatkan bahwa nilai regesi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 50:50 adalah 0.9117 dengan persamaan yang didapat $y = -0.0688x - 2.3443$.

4.5.11. Persamaan Freundlich pada limbah 20:80 pada pH 7

Tabel 4.39. Persamaan Freundlich variasi limbah 20:80

no	dosis (mg)	vd sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	Log Ce	Log (x/m)
1	5000	300	74,00	14,00	0,0028	1,87	-2,552842
2	10000	300	73,00	15,00	0,0015	1,86	-2,823909
3	15000	300	54,20	33,80	0,002533	1,73	-2,647175
4	20000	300	48,10	39,90	0,001995	1,68	-2,700067
5	30000	300	43,00	45,00	0,0015	1,63	-2,823909
6	40000	300	42,00	46,00	0,00115	1,62	-2,989802
7	50000	300	41,47	46,53	0,000906	1,62	-3,081237

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan log Ce dan log (x/m) untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah.



Gambar 4.38. Grafik regresi linier Freundlich pada limbah 20:80

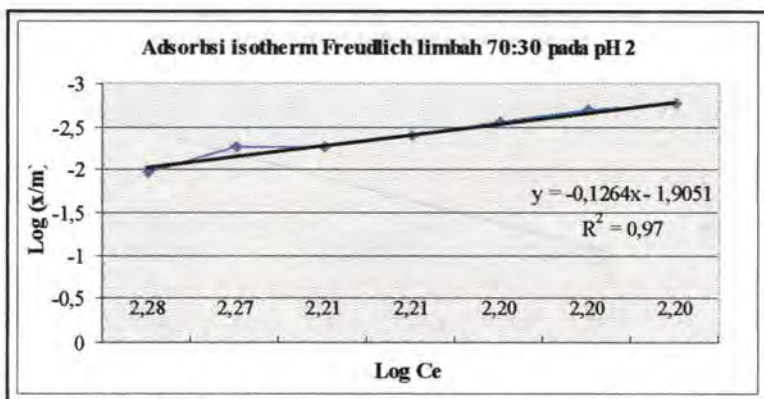
Dari Gambar diatas 4.38 didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 20:80 adalah 0.8464 dengan persamaan yang didapat $y = -0.1092x - 2.4841$.

4.5.11. Persamaan Freundlich pada limbah 70:30 pada pH 2

Tabel 4.40. Persamaan Freundlich variasi limbah 70:30

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	Log Ce	Log (x/m)
1	5000	300	189,54	53,46	0,010692	2,28	-1,970941
2	10000	300	186,77	56,23	0,005623	2,27	-2,25003
3	15000	300	161,60	81,41	0,005427	2,21	-2,26544
4	20000	300	161,67	81,33	0,0040666	2,21	-2,390768
5	30000	300	157,44	85,56	0,002852	2,20	-2,544849
6	40000	300	160,09	82,91	0,0020728	2,20	-2,683445
7	50000	300	157,73	85,27	0,0017054	2,20	-2,76818

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan log Ce dan log (x/m) untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah.



Gambar 4.39. Grafik regresi linear Freundlich pada limbah 70:30

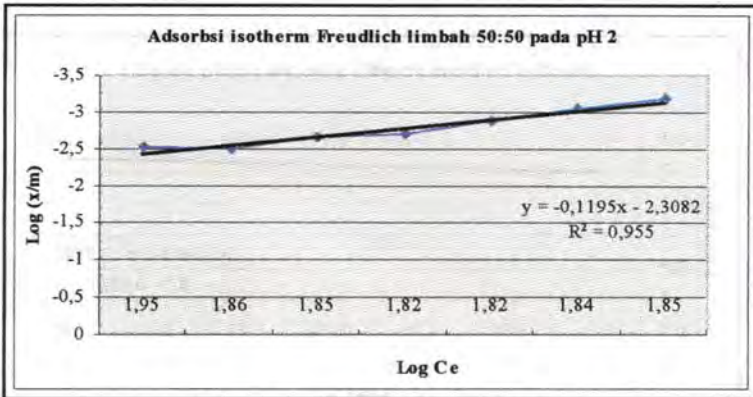
Dari Gambar diatas 4.39 didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 70: 30 adalah 0.97 dengan persamaan yang didapat $y = -0.1264x - 1.9051$.

4.5.11. Persamaan Freundlich pada limbah 50:50 pada pH 2

Tabel 4.41. Persamaan Freundlich variasi limbah 50:50

no	dosis (mg)	vd sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	Log C_e	Log (x/m)
1	5000	300	89,00	15,24	0,003048	1,95	-2,515985
2	10000	300	72,00	32,24	0,003224	1,86	-2,491605
3	15000	300	71,45	32,79	0,002186	1,85	-2,66035
4	20000	300	65,40	38,84	0,001942	1,82	-2,711751
5	30000	300	65,50	38,74	0,0012913	1,82	-2,888962
6	40000	300	68,90	35,34	0,0008835	1,84	-3,053798
7	50000	300	71,20	33,04	0,0006608	1,85	-3,17993

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan log C_e dan log (x/m) untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah.



Gambar 4.40. Grafik regresi linear Freundlich pada limbah 50:50

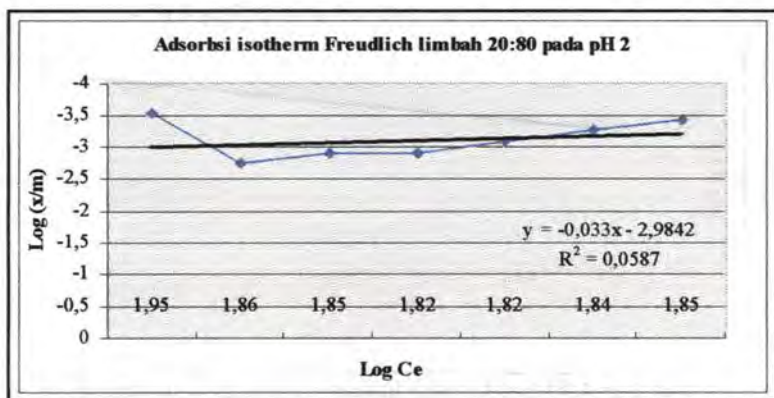
Dari Gambar diatas 4.40 didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 50: 50 adalah 0.955 dengan persamaan yang didapat $y = -0.1195x - 2.3082$.

4.5.12. Persamaan Freundlich pada limbah 20:80 pada pH 2

Tabel 4.41. Persamaan Freundlich variasi limbah 20:80

no	dosis (mg)	vd sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsor (mg/l)	x/m	Log Ce	Log (x/m)
1	5000	300	0,09	104,15	0,0208302	-1,05	-1,681307
2	10000	300	0,07	104,17	0,0104168	-1,14	-1,982266
3	15000	300	0,07	104,17	0,0069446	-1,15	-2,158355
4	20000	300	0,07	104,17	0,0052087	-1,18	-2,283268
5	30000	300	0,07	104,17	0,0034725	-1,18	-2,45936
6	40000	300	0,07	104,17	0,0026043	-1,16	-2,584313
7	50000	300	0,07	104,17	0,0020834	-1,15	-2,681232

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan log Ce dan log (x/m) untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah



Gambar 4.41. Grafik regresi linier Freundlich pada limbah 20:80

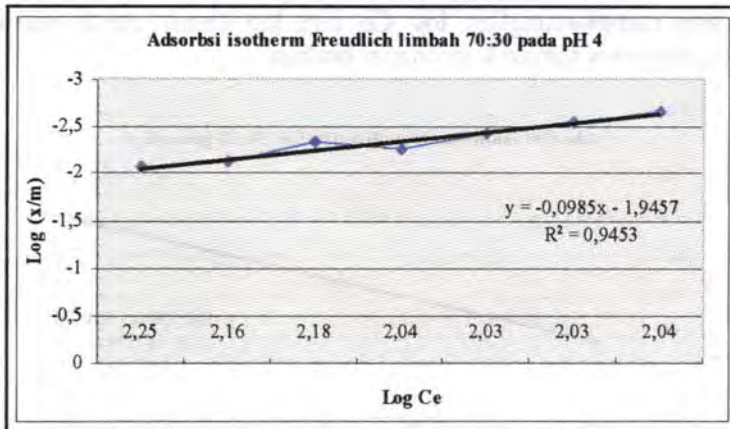
Dari Gambar diatas 4.41 didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 20: 80 adalah 0.0587 dengan persamaan yang didapat $y = -0.033x - 2.9842$.

4.5.13. Persamaan Freundlich pada limbah 70:30 pada pH 4

Tabel 4.41. Persamaan Freundlich variasi limbah 70:30

no	dosis (mg)	vl sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	LogCe	Log(x/m)
1	5000	300	176,00	44,10	0,00882	2,25	-2,054531
2	10000	300	143,00	77,10	0,00771	2,16	-2,112946
3	15000	300	149,70	70,40	0,0046933	2,18	-2,328519
4	20000	300	110,00	110,10	0,005505	2,04	-2,259243
5	30000	300	107,00	113,10	0,00377	2,08	-2,423659
6	40000	300	106,54	113,56	0,002839	2,08	-2,546835
7	50000	300	109,00	111,10	0,00222	2,04	-2,653256

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan log Ce dan log (x/m) untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah.



Gambar 4.42. Grafik regresi linier Freundlich pada limbah 70:30

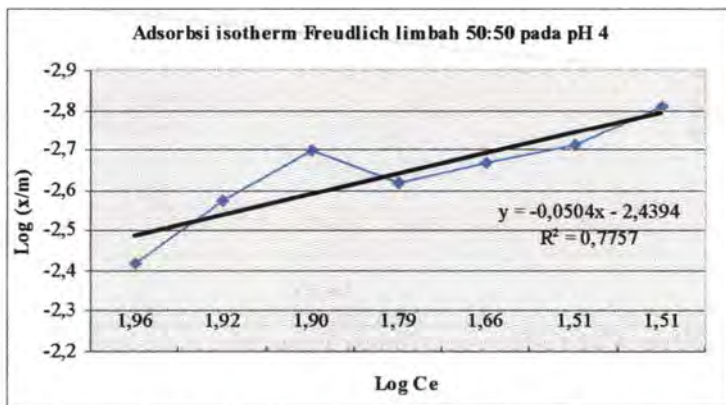
Dari Gambar diatas 4.42 didapatkan bahwa nilai regesi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 20: 80 adalah 0.9453 dengan persamaan yang didapat $y = -0.0985x - 1.9457$.

4.5.14. Persamaan Freundlich pada limbah 50:50 pada pH 4

Tabel 4.42. Persamaan Freundlich variasi limbah 50:50

no	dosis (mg)	vl sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	LogCe	Log(x/m)
1	5000	300	91,00	19,18	0,008836	1,96	-2,416121
2	10000	300	83,47	26,71	0,002671	1,92	-2,573326
3	15000	300	80,13	30,05	0,002003	1,90	-2,698247
4	20000	300	61,80	48,38	0,002419	1,79	-2,616364
5	30000	300	45,50	64,68	0,002156	1,66	-2,666351
6	40000	300	32,18	78,00	0,00195	1,51	-2,709965
7	50000	300	31,99	78,19	0,0015638	1,51	-2,805819

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan $\log C_e$ dan $\log (x/m)$ untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah.



Gambar 4.43. Grafik regresi linier Freundlich pada limbah 50:50

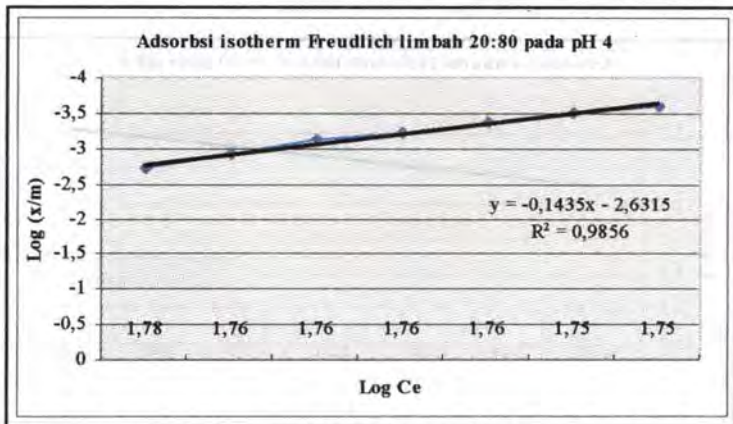
Dari Gambar diatas 4.43 didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 50: 50 adalah 0.7757 dengan persamaan yang didapat $y = -0.0504x - 2.4394$

4.5.15. Persamaan Freundlich pada limbah 20:80 pada pH 4

Tabel 4.43. Persamaan Freundlich variasi limbah 20:80

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorpsi (mg/l)	x/m	Log C_e	Log (x/m)
1	5000	300	60,00	9,48	0,001896	1,78	-2,722162
2	10000	300	57,60	11,88	0,001188	1,76	-2,925184
3	15000	300	57,89	11,59	0,0007724	1,76	-3,112158
4	20000	300	57,19	12,30	0,0006148	1,76	-3,211301
5	30000	300	56,97	12,51	0,000417	1,76	-3,379864
6	40000	300	56,75	12,73	0,0003182	1,75	-3,497368
7	50000	300	56,65	12,83	0,0002565	1,75	-3,590879

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan $\log C_e$ dan $\log (x/m)$ untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah.



Gambar 4.44. Grafik regresi linier Freundlich pada limbah 20:80

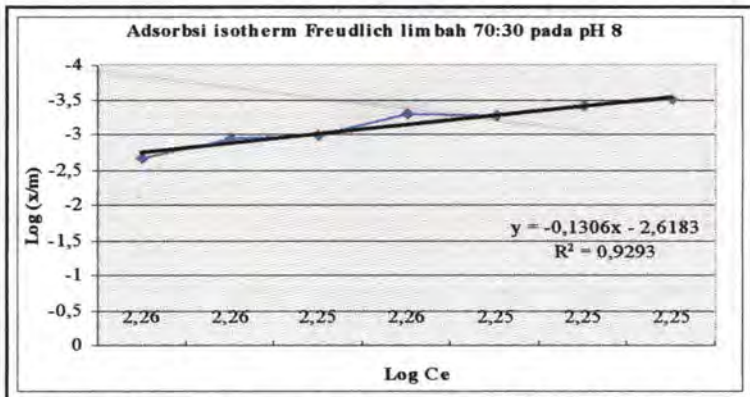
Dari Gambar diatas 4.44 didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 20: 80 adalah 0.9856 dengan persamaan yang didapat $y = -0.1435x - 2.6315$.

4.5.16. Persamaan Freundlich pada limbah 70:30 pada pH 8

Tabel 4.43. Persamaan Freundlich variasi limbah 70:30

no	dosis (mg)	vol sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsop (mg/l)	x/m	Log C_e	Log (x/m)
1	5000	300	183,00	11,00	0,0022	2,26	-2,657577
2	10000	300	182,24	11,76	0,001176	2,26	-2,929893
3	15000	300	178,46	15,54	0,001036	2,25	-2,98464
4	20000	300	183,70	10,30	0,000515	2,26	-3,288193
5	30000	300	177,42	16,58	0,0005527	2,25	-3,257537
6	40000	300	177,62	16,38	0,0004096	2,25	-3,387635
7	50000	300	177,46	16,54	0,0003308	2,25	-3,480408

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan $\log C_e$ dan $\log (x/m)$ untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah.



Gambar 4.45. Grafik regresi linear Freundlich pada limbah 70:30

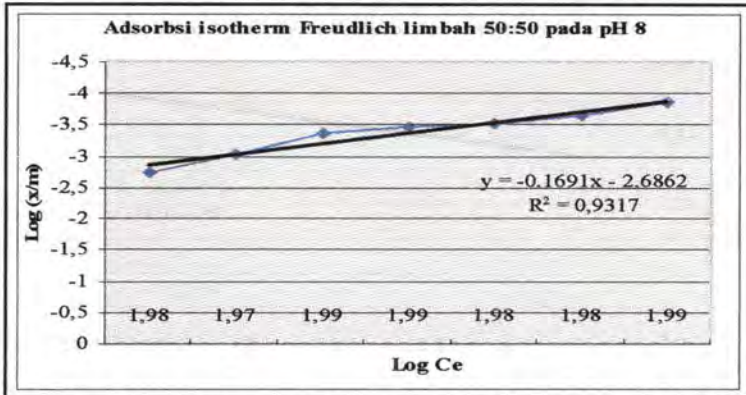
Dari Gambar diatas 4.45 didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 70:30 adalah 0.9293 dengan persamaan yang didapat $y = -0.1306x - 2.6183$.

4.5.17. Persamaan Freundlich pada limbah 70:30 pada pH 8

Tabel 4.44. Persamaan Freundlich variasi limbah 50:50

no	dosis (mg)	vd sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsor (mg/l)	x/m	$\log C_e$	$\log (x/m)$
1	5000	300	94,70	9,30	0,00186	1,98	-2,730487
2	10000	300	94,13	9,88	0,0009875	1,97	-3,005463
3	15000	300	97,54	6,46	0,0004307	1,99	-3,365859
4	20000	300	96,87	7,13	0,0008565	1,99	-3,44794
5	30000	300	94,80	9,20	0,0008067	1,98	-3,513333
6	40000	300	94,70	9,30	0,0002325	1,98	-3,633577
7	50000	300	96,78	7,22	0,0001444	1,99	-3,840433

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan $\log C_e$ dan $\log (x/m)$ untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah.



Gambar 4.46. Grafik regresi linier Freundlich pada limbah 50:50

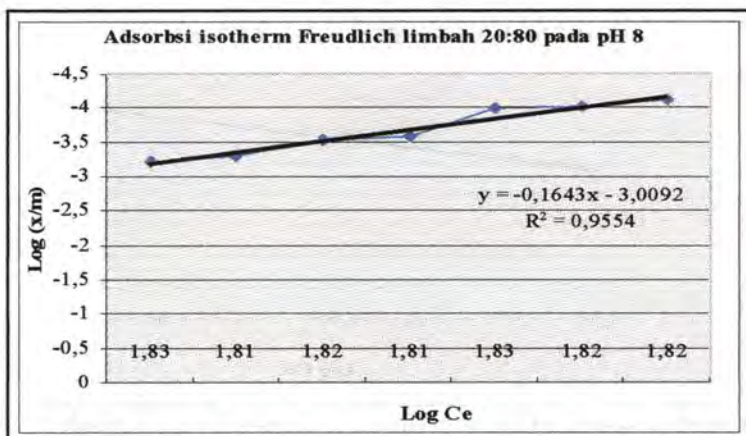
Dari Gambar diatas 4.46 didapatkan bahwa nilai regresi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 50:50 adalah 0.9317 dengan persamaan yang didapat $y = -0.1691x - 2.6062$.

4.5.18. Persamaan Freundlich pada limbah 20:80 pada pH 8

Tabel 4.44. Persamaan Freundlich variasi limbah 20:80

no	dosis (mg)	vl sampel (ml)	kadar minyak akhir (mg/l)	Kadar minyak teradsorp (mg/l)	x/m	$\log C_e$	$\log (x/m)$
1	5000	300	67,34	3,09	0,000618	1,83	-3,209012
2	10000	300	65,22	5,21	0,0005206	1,81	-3,283496
3	15000	300	65,80	4,63	0,0008088	1,82	-3,510323
4	20000	300	65,12	5,31	0,0002653	1,81	-3,576263
5	30000	300	67,22	3,21	0,0001071	1,83	-3,970075
6	40000	300	66,55	3,88	9,708E-05	1,82	-4,012893
7	50000	300	66,49	3,94	7,886E-05	1,82	-4,103143

Dari Tabel tersebut kemudian dibuat grafik (isotherm Freundlich) yang menghubungkan $\log C_e$ dan $\log (x/m)$ untuk masing-masing jenis variasi konsentrasi limbah.



Gambar 4.47. Grafik regresi linear Freundlich pada limbah 20:80

Dari Gambar diatas 4.47 didapatkan bahwa nilai regesi untuk konsentrasi awal minyak pada variasi limbah 20:80 adalah 0.9554 dengan persamaan yang didapat $y = -0.1643x - 3.0092$. Dari grafik regesi linear yang telah dibuat dengan menggunakan kedua model isotherm Adsorpsi, didapat nilai koefisien regesi R^2 untuk masing-masing konsentrasi awal. Koefisien masing-masing regesi dapat dilihat pada Tabel 4.45. Pada variasi limbah terjadi pengenceran pada konsentrasi adsorbat awal (C_0) dimana hal ini berpengaruh pada semakin kecilnya nilai (x/m) yang mengakibatkan semakin tidak efisiensi proses adsorpsi.

Tabel 4.45 Nilai regesi untuk model isotherm Adsorpsi

No	Variasi Limbah	pH	Adsorpsi Isotherm			
			Langmuir		Freudlich	
			a	R ²	k	R ²
1	70:30	2	0,01	0,95	0,75	0,97
2	50:50	2	0,01	0,88	0,76	0,96
3	20:80	2	0,03	0,00	0,69	0,97
4	70:30	4	0,02	0,91	0,80	0,95
5	50:50	4	0,02	0,79	0,89	0,78
6	20:80	4	0,00	0,97	0,72	0,99
7	70:30	7	0,06	0,03	0,93	0,09
8	50:50	7	0,01	0,90	0,85	0,91
9	20:80	7	0,01	0,73	0,86	0,72
10	70:30	8	0,00	0,95	0,74	0,93
11	50:50	8	0,00	0,92	0,68	0,93
12	20:80	8	0,00	0,92	0,69	0,96

Nilai a dan k menunjukkan kapasitas dari adsorpsi GAC terhadap minyak. Makin besar nilai a pada persamaan Langmuir Isotherm dan k pada persamaan Freundlich Isotherm menunjukkan kapasitas adsorpsi makin besar pula. Nilai $1/ab$ dan $\log k$ tentunya sangat dipengaruhi oleh temperatur sehingga mempengaruhi laju adsorpsi. Bila dibandingkan antara persamaan Langmuir Isotherm dengan Freundlich terdapat nilai yang sangat berbeda. Tabel 4.45 menunjukkan bahwa secara umum nilai koefisien regesi Freundlich lebih besar dibandingkan dengan Langmuir. Secara umum proses adsorpsi karbon aktif terhadap minyak mengikuti persamaan isotherm Freundlich. Hal ini berarti bahwa proses adsorpsi tersebut bersifat fisik. Dari grafik- grafik dan persamaan regesi model isotherm Freundlich yang disajikan didapatkan nilai konstanta untuk masing-masing konsentrasi seperti dalam tabel 4.46

Tabel 4.46. Konstanta persamaan Freundlich

pH	Kons	Persamaan regresi	Intersep (log KF)	KF	Slope (1/n)
2	70-30	$y = -0,1264x - 1,9051$	-0,1264	0,75	-1,9051
2	50-50	$y = -0,1195x - 2,3082$	-0,1195	0,76	-2,3082
2	20-80	$y = -0,1609x - 1,6179$	-0,1609	0,69	-1,6179
4	70-30	$y = -0,0985x - 1,9457$	-0,0985	0,80	-1,9457
4	50-50	$y = -0,0504x - 2,4394$	-0,0504	0,89	-2,4394
4	20-80	$y = -0,1435x - 2,6315$	-0,1435	0,72	-2,6315
7	70-30	$y = -0,0318x - 2,5067$	-0,0318	0,93	-2,5067
7	50-50	$y = -0,0688x - 2,3443$	-0,0688	0,85	-2,3443
7	20-80	$y = -0,0658x - 2,5251$	-0,0658	0,86	-2,5251
8	70-30	$y = -0,1306x - 2,6183$	-0,1306	0,74	-2,6183
8	50-50	$y = -0,1691x - 2,6862$	-0,1691	0,68	-2,6862
8	20-80	$y = -0,1643x - 3,0092$	-0,1643	0,69	-3,0092

Kemudian dari data diatas dibuat persamaan isotherm Freundlich $x/m = KF C^{1/n}$. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. 47

Tabel 4.47. Persamaan Isotherm Freundlich

pH	Kons	Persamaan isotherm
2	70:30	$x/m = 0,75C^{-1,9051}$
2	50:50	$x/m = 0,76C^{-2,3082}$
2	20:80	$x/m = 0,69C^{-1,6179}$
4	70:30	$x/m = 0,80C^{-1,9457}$
4	50:50	$x/m = 0,89C^{-2,4394}$
4	20:80	$x/m = 0,72C^{-2,6315}$
7	70:30	$x/m = 0,93C^{-2,5067}$
7	50:50	$x/m = 0,85C^{-2,3443}$
7	20:80	$x/m = 0,86C^{-2,5251}$
8	70:30	$x/m = 0,74C^{-2,6183}$
8	50:50	$x/m = 0,68C^{-2,6862}$
8	20:80	$x/m = 0,69C^{-3,0092}$

Dari persamaan x/m diatas dapat diketahui pH dan variasi konsentrasi limbah yang optimum dalam terjadinya proses adsorpsi, dimana nilai x/m yang paling optimum adalah yang mendekati 1. Bila diambil C (konsentrasi zat terlarut dalam pelarut/mg/l) = 4 maka di peroleh rasio x/m seperti pada tabel 4.48

Tabel 4.48.Perbandingan nilai x/m pada variasi pH dan konsentrasi limbah

pH	Kons	C	x/m
2	70:30	4	0,0534733
2	50:50	4	0,0309841
2	20:80	4	0,0732447
4	70:30	4	0,0539091
4	50:50	4	0,03025
4	20:80	4	0,0187504
7	70:30	4	0,0287938
7	50:50	4	0,0329617
7	20:80	4	0,0259559
8	70:30	4	0,0196272
8	50:50	4	0,0164155
8	20:80	4	0,0106446

Dari tabel diatas maka dapat disimpulkan persamaan yang menggambarkan proses adsorpsi paling optimum adalah pada variasi limbah 20:80 dalam pH 2

4.6 Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Adsorpsi

Prosedur penelitian ini sama dengan penelitian koagulasi dan adsorpsi diatas. Dikarenakan Pengambilan supernatan yang terbentuk harus dilakukan dengan hati-hati menggunakan pipet gondok agar tidak mengganggu flok yang terbentuk. Supernatan dari proses koagulasi sebanyak 200 ml dimasukan kedalam beker

glass dan diencerkan dengan aquades hingga 300 ml, kemudian di tambahkan Karbón aktif.

Dari hasil analisa data diperoleh pH dan dosis optimum dari kedua proses, dimana pada proses koagulasi didapatkan efektifitas removal minyak tertinggi didapatkan pada pH 4 dengan dosis pembubuhan koagulan sebesar 40 ml pada konsentrasi limbah 50:50. Pada proses adsorbsi efektifitas removal minyak terbesar pada pH 4 dengan dosis karbon aktif sebesar 50 gam dalam variasi limbah 50:50. Dari data tersebut dikombinasikan proses koagulasi dengan dosis dan pH optimum yang kemudian dilanjutkan dengan proses adsorbsi dengan dosis dan pH optimum. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan proses kombinasi ini dengan variasi limbah 70:30, 50:50 dan 20:80. dimana hasil analisa dapat dilihat pada Tabel 4.49

Tabel 4.49 Removal (%) sistem kombinasi dalam penurunan limbah

	70:30	50:50	20:80
COD	43.61	47.15	41.23
Minyak	74.72	85.17	77.03
Surfaktan	23.46	24.13	20.14

Dari data diatas dapat disimpulkan kondisi optimum untuk penurunan COD dan minyak paling optimum terjadi pada variasi limbah 50:50 dan pada kondisi pH 4.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil tahapan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dari hasil penelitian ini diketahui penambahan dosis kitosan berpengaruh pada removal minyak, semakin banyak kitosan yang dibubuhkan semakin besar removal minyak, dengan besar removal 48.91% dengan konsentrasi 20 ml pada variasi limbah 70:30, 43.83 % dengan konsentrasi 40 ml pada variasi limbah 50:50 dan 34,85 % dengan konsentrasi 40 ml pada variasi limbah 20:80
2. Pada proses adsorpsi, penambahan dosis berpengaruh terhadap removal minyak dengan besar prosentase 35.64 % dengan dosis 50 gr pada variasi limbah 70:30, 69.31 % dengan dosis 50 gr pada variasi limbah 50:50, dan 52.88% dengan dosis 50 gr pada variasi limbah 20:80.
3. Nilai pH optimum untuk proses koagulasi menggunakan kitosan terjadi pada pH 4 dengan removal sebesar 70.79 %
4. Nilai pH optimum untuk proses adsorpsi menggunakan karbon aktif terjadi pada pH 4 dengan % removal sebesar 70.29%
5. Model adsorpsi yang terjadi dalam penelitian ini adalah model adsorpsi isotherm freudlich dengan persamaan $x/m = 0.69C^{-1.6179}$
6. Kombinasi proses koagulasi-flokulasi dan adsorpsi mampu meremoval minyak sebesar 74.72% pada

variasi limbah 70:30, 85.17% pada variasi limbah 50:50 dan 77.03% pada variasi limbah 20:80

5.2. Saran

Saran yang diberikan sebagai tindak lanjut dari penelitian ini antara lain:

1. Diperlukan variasi dosis kitosan lebih dari rentang 40 ml atau dengan konsentrasi yang berbeda untuk mengetahui dosis optimum.
2. Diperlukan variasi dosis karbon aktif lebih dari rentang 50 gr untuk mengetahui dosis optimum dan kemampuan adsorpsi yang optimum menggunakan persamaan x/m
3. Pendekatan untuk penelitian dengan sistem kontinyu terhadap aplikasi removal minyak menggunakan sistem koagulasi atau adsorpsi.
4. Penelitian mengenai apabila kedua proses koagulasi adsorpsi dikombinasikan untuk mengolah limbah dapur.
5. Diperlukan variasi konsentrasi limbah yang lebih dari rentang yang ada agar dapat mengetahui batas dan kondisi optimum proses koagulasi menggunakan kitosan dapat bekerja.

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- Green, Jhon H.; Kramer, Amihud."Food procesing waste management.AVI.Westport.1979.xii,629
- Baugh, W.A., D.R. Landes, J. Miller, C.T. Young & T.R. McWhorter. 1976. Utilization of chitosan for recovery of coagulated by-products from food processing wastes and treatment systems. *Proc. Natl. Symp. Food Process. Waste, 6th.*, pp. 22-48.
- APHA, AWWA and WPCF. 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 17th.Edition.
- Standard methods for the examination of water and waste water. 1965. Amer. Public Health Assoc, New York, N. Y. 12th Ed.
- Fessenden dan Fessenden. 1986. *Kimia Organik Jilid 2* Edisi Ketiga.Erlangga. Jakarta
- George, Tchobanoglous. (1991). **Wastewater Engineering : treatment, disposal and reuse**. Metcalf and Eddy Inc. Mc Graw Hill Book Co, Singapore.
- Razif M.,Putranto A., Juni. 2005. "Pemanfaatan biji mente Untuk Arang Aktif Sebagai Adsorben Terhadap parameter Penurunan Phenol". **Jurnal Purifikasi** ,vol 6, No 1:37-42.
- Reynold, Tom D.,1982. **Unit Operations and Processes in Environmental Engineering**. Boston Mass.: Pws- Kent Publishing Company.

- Pari, G. 2002. "Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu". Laporan kerjasama penelitian P₃THH – JIPFRO. Bogor
- Slamet, A., Infusiyanti, D., April. 2003. "Uji Kemampuan Hasil Ekstraksi Limbah Udang Sebagai Koagulan dan Flokulan Untuk Menurunkan Kekeruhan Dan Kandungan Organik Limbah Cair Monosodium Glutamat". **Jurnal Purifikasi**, vol 4., No 2:91-96.
- Gasser N. Abdelrassol: "**Synthesis and Properties of Phenolic**" Pure and Applied Chemistry University of Strathclyde, Glasgow, UK, April 1992
- F, Setia Budi., 2004. "Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas dan Soda Q sebagai Bahan Baku dalam Pembuatan Sabun Cair". Tenik Kimia. Universitas Diponegoro.
- Zakaria, M., 2002. "Penurunan Kekeruhan EIMS oleh Koagulan Konvensional dan Kitosan". *Prosiding Seminar Kimia Bersama UKM-ITB Ke-5*, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Selangor, MALAYSIA, hlm 487-492
- Muharto., Susanto, H., April. 2004. "Penurunan Kadar Deterjen Dalam Air Minum Menggunakan Serbuk Biji Kelor (*moringa oleifera*)". **Jurnal Purifikasi**, vol 5., No 2:91-96.
- Christova-Boal D, Eden RE, McFarlane S. An investigation into greywater reuse. for urban residential properties. *Desalination* 1996; 106: 391-397

Alaerts, G. dan Santika,S.S. 1987. **Metoda Penelitian Air.**
Usaha Nasional Surabaya.

Harold Hart," Organic Chemistry", a Short Course, Sixth
Edition, Michigan State University, 1983, Houghton
Mifflin Co.

Wikipedia Free Encyclopedia. 2006. **Oil and Grease.**
<URL:<http://www.wikipedia.org>>

Conditioned Water. **Adsorbtion mechanism.**
<URL:<http://www.conditionedwater.com>>

Best Technologies. **Chitosan structure.**
<URL:<http://www.Besttechnologies.com>>

LAMPIRAN A.
HASIL PERHITUNGAN ANALISA
LABORATORIUM

LAMPIRAN A

Analisa minyak koagulasi

Kadar minyak (mg/l) = $((a-b) / \text{ml sampel}) \times 10000$

Dimana a = Labu isi
 b = labu kosong
 ml sampel = 10 ml

1. Penurunan minyak dalam limbah 70:30 pada pH 4

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	106,51	106,73	10,00	0,22	217,40	0,00
5	105,41	105,50	10,00	0,08	82,40	62,10
10	108,35	108,43	10,00	0,08	81,80	62,37
15	105,42	105,50	10,00	0,08	79,40	63,48
20	106,51	106,57	10,00	0,06	63,50	70,79
30	106,86	106,93	10,00	0,07	67,80	68,81
40	105,45	105,51	10,00	0,06	64,60	70,29

2. Penurunan minyak dalam limbah 50:50 pada pH 4

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	106,82	106,94	10,00	0,12	116,00	0,00
5	106,55	106,65	10,00	0,10	104,00	10,34
10	107,01	107,06	10,00	0,05	54,00	53,45
15	108,66	108,70	10,00	0,04	36,00	68,97
20	106,82	106,86	10,00	0,04	35,00	69,83
30	108,72	108,75	10,00	0,03	34,62	70,16
40	106,38	106,41	10,00	0,03	33,99	70,70

3. Penurunan minyak dalam limbah 20:80 pada pH 4

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	105,44	105,51	10,00	0,08	77,90	0,00
5	106,55	106,62	10,00	0,07	73,90	5,26
10	105,55	105,60	10,00	0,05	52,00	33,33
15	108,39	108,43	10,00	0,04	39,46	49,41
20	105,45	105,50	10,00	0,05	48,30	38,08
30	106,59	106,63	10,00	0,04	36,00	53,85
40	105,37	105,41	10,00	0,04	37,50	51,92

4. Penurunan minyak dalam limbah 70:30 pada pH 8

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	108,35	108,56	10,00	0,21	209,70	0,00
5	108,35	108,55	10,00	0,20	200,30	4,48
10	105,45	105,63	10,00	0,18	182,00	13,21
15	106,55	106,70	10,00	0,15	150,90	28,04
20	106,51	106,66	10,00	0,15	150,80	28,09
30	106,37	106,52	10,00	0,15	147,70	29,57
40	108,46	108,61	10,00	0,15	150,00	28,47

5. Penurunan minyak dalam limbah 50:50 pada pH 8

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	106,50	106,62	10,00	0,12	115,50	0,00
5	105,41	105,51	10,00	0,10	98,40	14,81
10	108,35	108,45	10,00	0,10	99,60	14,14
15	106,50	106,59	10,00	0,09	93,80	19,14
20	105,41	105,50	10,00	0,09	94,00	18,97
30	106,35	106,44	10,00	0,09	90,60	21,90
40	108,56	108,65	10,00	0,09	90,70	21,81

6. Penurunan minyak dalam limbah 20:80 pada pH 8

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	105,42	105,50	10,00	0,08	80,10	0,00
5	106,53	106,60	10,00	0,07	70,30	2,77
10	108,35	108,42	10,00	0,07	70,20	2,90
15	108,35	108,42	10,00	0,07	70,20	2,90
20	106,52	106,59	10,00	0,07	70,70	2,21
30	106,49	106,56	10,00	0,07	70,80	2,07
40	108,50	108,57	10,00	0,07	70,80	2,07

7. Penurunan minyak dalam limbah 70:30 pada pH 7

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	108,30	109,22	10,00	0,92	920,00	0,00
5	105,41	106,31	10,00	0,90	900,00	2,17
10	106,47	107,15	10,00	0,68	680,00	26,09
15	108,39	109,12	10,00	0,73	730,00	20,65
20	105,65	106,12	10,00	0,47	470,00	48,91
30	108,56	109,18	10,00	0,62	622,00	32,39
40	105,36	105,90	10,00	0,53	535,00	41,85

8. Penurunan minyak dalam limbah 50:50 pada pH 7

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	106,50	106,62	10,00	0,12	120,00	0,00
5	106,47	106,56	10,00	0,09	90,00	25,00
10	108,84	108,92	10,00	0,08	80,00	33,33
15	106,82	106,90	10,00	0,08	80,00	33,33
20	108,48	108,55	10,00	0,07	70,00	41,67
30	106,49	106,56	10,00	0,07	70,00	41,67
40	105,42	105,49	10,00	0,07	67,40	43,83

9. Penurunan minyak dalam limbah 20:80 pada pH 7

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	108,32	108,40	10,00	0,08	76,75	0,00
5	105,53	105,60	10,00	0,07	70,00	8,79
10	106,64	106,70	10,00	0,06	64,56	15,88
15	108,72	108,78	10,00	0,06	60,00	21,82
20	106,52	106,57	10,00	0,05	51,45	32,96
30	105,42	105,47	10,00	0,05	50,00	34,85
40	108,34	108,39	10,00	0,05	50,00	34,85

10. Penurunan minyak dalam limbah 70:30 pada pH 2

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	108,47	108,66	10,00	0,19	190,00	0,00
5	105,67	105,79	10,00	0,11	114,79	42,10
10	106,25	106,40	10,00	0,15	146,14	42,37
15	108,35	108,48	10,00	0,13	131,24	43,48
20	105,38	105,51	10,00	0,13	129,43	49,79
30	108,48	108,61	10,00	0,13	130,31	49,81
40	105,79	105,92	10,00	0,13	129,26	50,29

11. Penurunan minyak dalam limbah 50:50 pada pH 2

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	106,57	106,69	10,00	0,12	115,12	0,00
5	106,49	106,57	10,00	0,08	80,31	30,24
10	108,76	108,84	10,00	0,08	76,51	33,54
15	105,68	105,75	10,00	0,07	70,34	38,90
20	106,49	106,56	10,00	0,07	69,30	39,80
30	108,37	108,44	10,00	0,07	68,89	40,16
40	106,49	106,56	10,00	0,07	68,84	40,20

12. Penurunan minyak dalam limbah 20:80 pada pH 2

Dosis (ml)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	% Removal
0	105,44	105,51	10,00	0,08	77,90	0,00
5	106,55	106,62	10,00	0,07	73,90	5,26
10	105,55	105,60	10,00	0,05	52,00	33,33
15	108,39	108,43	10,00	0,04	39,46	49,41
20	105,45	105,50	10,00	0,05	48,30	38,08
30	106,59	106,63	10,00	0,04	36,00	53,85
40	105,37	105,41	10,00	0,04	37,50	51,92

Kadar minyak Adsorbsi

13. Penurunan minyak dalam limbah 70:30 pada pH 2

Dosis (g)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	Removal (%)
0	108,50	108,74	10,00	0,24	243,00	0,00
5	105,48	105,67	10,00	0,19	189,54	22,00
10	106,17	106,35	10,00	0,19	186,77	23,14
15	108,45	108,61	10,00	0,16	161,60	33,50
20	105,35	105,51	10,00	0,16	161,67	33,47
30	108,43	108,59	10,00	0,16	157,44	35,21
40	105,23	105,39	10,00	0,16	160,09	34,12
50	108,46	108,62	10,00	0,16	157,73	35,09

14. Penurunan minyak dalam limbah 50:50 pada pH 2

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	108,37	108,48	0,104	104,24	0,00
5	108,56	108,65	0,089	89	14,62
10	106,52	106,59	0,072	72	30,93
15	106,64	106,71	0,071	71,45	31,46
20	106,53	106,60	0,065	65,4	37,26
30	106,84	106,90	0,066	65,5	37,16
40	108,37	108,44	0,069	68,9	33,90
50	108,55	108,62	0,071	71,2	31,70

15. Penurunan minyak dalam limbah 20:80 pada pH 2

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	105,76	105,85	0,091	90,5	0,00
5	106,48	106,57	0,089	89	1,66
10	105,76	105,83	0,072	72	20,44
15	106,38	106,45	0,071	71,45	21,05
20	105,24	105,31	0,065	65,4	27,73
30	106,38	106,45	0,066	65,5	27,62
40	108,77	108,84	0,069	68,9	23,87
50	108,33	108,41	0,071	71,2	21,33

16. Penurunan minyak dalam limbah 70:30 pada pH 7

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	106,53	106,73	0,202	202	0,00
5	108,38	108,58	0,196	196	2,97
10	105,44	105,59	0,152	152	24,75
15	106,55	106,70	0,147	147	27,23
20	108,40	108,54	0,142	142	29,70
30	105,44	105,58	0,137	137	32,18
40	106,45	106,58	0,131	131	35,15
50	108,50	108,63	0,130	130	35,64

17. Penurunan minyak dalam limbah 50:50 pada pH 7

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	106,77	106,87	0,102	101,8	0,00
5	108,43	108,52	0,085	85	16,50
10	105,47	105,53	0,064	64	37,13
15	106,53	106,59	0,062	62	39,10
20	108,36	108,41	0,046	46	54,81
30	108,37	108,41	0,042	42	58,74
40	106,55	106,58	0,032	32	68,57
50	105,49	105,52	0,031	31,24	69,31

18. Penurunan minyak dalam limbah 20:80 pada pH 7

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	108,49	108,58	0,088	88	0,00
5	105,65	105,72	0,074	74	15,91
10	106,32	106,39	0,073	73	17,05
15	105,46	105,52	0,054	54,2	38,41
20	108,52	108,57	0,048	48,1	45,34
30	105,28	105,32	0,043	43	51,14
40	106,19	106,24	0,042	42	52,27
50	108,53	108,57	0,041	41,47	52,88

19. Penurunan minyak dalam limbah 70:30 pada pH 4

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	106,53	106,75	0,220	220,1	0,00
5	106,76	106,93	0,176	176	20,04
10	108,38	108,52	0,143	143	35,03
15	108,68	108,83	0,150	149,7	31,99
20	105,44	105,55	0,110	110	50,02
30	105,45	105,56	0,107	107	51,39
40	106,57	106,68	0,107	106,54	51,59
50	106,55	106,66	0,109	109	50,48

20. Penurunan minyak dalam limbah 50:50 pada pH 4

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	105,49	105,60	0,110	110,18	0,00
5	106,50	106,59	0,091	91	17,41
10	108,35	108,43	0,083	83,47	24,24
15	106,42	106,50	0,080	80,13	27,27
20	106,53	106,59	0,062	61,8	43,91
30	108,37	108,41	0,046	45,5	58,70
40	108,40	108,43	0,032	32,18	70,79
50	106,62	106,65	0,032	31,99	70,97

21. Penurunan minyak dalam limbah 20:80 pada pH 4

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	105,39	105,46	0,069	69,48	0,00
5	106,38	106,44	0,060	60	45,54
10	108,36	108,41	0,058	57,6	47,72
15	106,42	106,48	0,058	57,894	47,46
20	106,58	106,63	0,057	57,185	48,10
30	108,32	108,38	0,057	56,97	48,29
40	108,44	108,49	0,057	56,754	48,49
50	106,64	106,70	0,057	56,654	48,58

22. Penurunan minyak dalam limbah 70:30 pada pH 8

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	108,32	108,51	0,194	194,00	0,00
5	106,91	107,09	0,183	183,00	5,67
10	108,38	108,56	0,182	182,24	6,06
15	108,76	108,94	0,178	178,46	8,01
20	105,70	105,88	0,184	183,70	5,31
30	105,97	106,15	0,177	177,42	8,55
40	106,73	106,91	0,178	177,62	8,45
50	106,37	106,55	0,177	177,46	8,53

23. Penurunan minyak dalam limbah 50:50 pada pH 8

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	106,33	106,43	0,104	104,00	0,00
5	105,32	105,41	0,095	94,70	8,94
10	108,32	108,41	0,094	94,13	9,50
15	105,39	105,49	0,098	97,54	6,21
20	108,31	108,41	0,097	96,87	6,86
30	105,39	105,49	0,095	94,80	8,85
40	106,30	106,40	0,095	94,70	8,94
50	106,20	106,29	0,097	96,78	6,94

24. Penurunan minyak dalam limbah 20:80 pada pH 8

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	106,16	106,23	0,070	70,43	0,00
5	108,13	108,20	0,067	67,34	4,39
10	105,31	105,38	0,065	65,22	7,39
15	106,24	106,30	0,066	65,80	6,58
20	108,47	108,53	0,065	65,12	7,53
30	105,29	105,36	0,067	67,22	4,56
40	106,19	106,25	0,067	66,55	5,51
50	108,31	108,38	0,066	66,49	5,60

25. Penurunan minyak dalam limbah 70:30 pada pH 2

Dosis (g)	Labu kosong (g)	Labu isi (g)	Vol Sampel (ml)	Residu (g)	Kadar Minyak (mg/l)	Removal (%)
0	108,50	108,74	10,00	0,24	243,00	0,00
5	105,48	105,67	10,00	0,19	189,54	22,00
10	106,17	106,35	10,00	0,19	186,77	23,14
15	108,45	108,61	10,00	0,16	161,60	33,50
20	105,35	105,51	10,00	0,16	161,67	33,47
30	108,43	108,59	10,00	0,16	157,44	35,21
40	105,23	105,39	10,00	0,16	160,09	34,12
50	108,46	108,62	10,00	0,16	157,73	35,09

26. Penurunan minyak dalam limbah 50:50 pada pH 2

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	105,76	105,85	0,091	90,5	0,00
5	106,48	106,57	0,089	89	1,66
10	105,76	105,83	0,072	72	20,44
15	106,38	106,45	0,071	71,45	21,05
20	105,24	105,31	0,065	65,4	27,73
30	106,38	106,45	0,066	65,5	27,62
40	108,77	108,84	0,069	68,9	23,87
50	108,33	108,41	0,071	71,2	21,33

27. Penurunan minyak dalam limbah 20:80 pada pH 2

Dosis (g)	Labu Kosong	Labu Isi	Residu (g)	Kadar minyak (mg/L)	Removal (%)
0	108,37	108,48	0,104	104,24	0,00
5	108,56	108,65	0,089	89	14,62
10	106,52	106,59	0,072	72	30,93
15	106,64	106,71	0,071	71,45	31,46
20	106,53	106,60	0,065	65,4	37,26
30	106,84	106,90	0,066	65,5	37,16
40	108,37	108,44	0,069	68,9	33,90
50	108,55	108,62	0,071	71,2	31,70

Data analisa Surfaktan Koagulasi

28. Penurunan surfaktan dalam limbah 70:30

No	Dosis (ml)	Var Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1,00	0,00	70-30	0,33	0,46	0,00
2,00	5,00	70-30	0,32	0,46	1,16
3,00	10,00	70-30	0,32	0,45	2,02
4,00	15,00	70-30	0,32	0,45	3,47
5,00	20,00	70-30	0,31	0,43	6,07
6,00	30,00	70-30	0,30	0,43	8,09
7,00	40,00	70-30	0,30	0,42	8,67

29. Penurunan Surfaktan dalam limbah 50:50

No	Dosis (ml)	Var Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1,00	0,00	50-50	0,34	0,47	0,00
2,00	5,00	50-50	0,33	0,47	0,91
3,00	10,00	50-50	0,32	0,46	3,45
4,00	15,00	50-50	0,32	0,45	4,57
5,00	20,00	50-50	0,32	0,45	5,42
6,00	30,00	50-50	0,31	0,44	6,55
7,00	40,00	50-50	0,30	0,43	9,37

30. Penurunan Surfaktan dalam limbah 20:80

No	Dosis (ml)	Var Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1,00	0,00	20-80	0,36	0,50	0,00
2,00	5,00	20-80	0,35	0,50	1,37
3,00	10,00	20-80	0,35	0,49	2,17
4,00	15,00	20-80	0,35	0,49	2,97
5,00	20,00	20-80	0,34	0,48	3,50
6,00	30,00	20-80	0,34	0,48	3,77
7,00	40,00	20-80	0,33	0,47	6,70

Surfaktan Adsorpsi**31. Penurunan Surfaktan dalam limbah 70:30**

No	Dosis (g)	Var Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1	0	70-30	0,3	0,426	0,00
2	5	70-30	0,286	0,407	4,50
3	10	70-30	0,245	0,352	23,97
4	15	70-30	0,24	0,345	25,42
5	20	70-30	0,236	0,340	26,57
6	30	70-30	0,22	0,319	31,20
7	40	70-30	0,201	0,293	36,68
8	50	70-30	0,197	0,29	37,84

32. Penurunan Surfaktan dalam limbah 50:50

No	Dosis (g)	Var Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1	0	50-50	0,296	0,420	0,00
2	5	50-50	0,284	0,404	3,77
3	10	50-50	0,278	0,396	16,42
4	15	50-50	0,258	0,369	22,07
5	20	50-50	0,257	0,368	22,35
6	30	50-50	0,253	0,363	23,48
7	40	50-50	0,247	0,355	25,17
8	50	50-50	0,243	0,35	26,30

32. Penurunan Surfaktan dalam limbah 20:80

No	Dosis (g)	Var Limbah	Absorban	kadar surfaktan (mg/l)	Removal (%)
1	0	20-80	0,321	0,454	0,00
2	5	20-80	0,319	0,451	0,66
3	10	20-80	0,317	0,448	5,42
4	15	20-80	0,312	0,442	6,83
5	20	20-80	0,31	0,439	7,40
6	30	20-80	0,3	0,426	10,22
7	40	20-80	0,297	0,422	11,06
8	50	20-80	0,265	0,379	20,09

LAMPIRAN B.
PROSEDUR ANALISA LABORATORIUM

LAMPIRAN B

Prosedur analisa COD:

1. Masukkan 0.4 gr kristal Hg_2SO_4 kedalam masing-masing elenmeyer COD.
2. Tuangkan 20 ml air sampel dan 20 ml air aquadest (sebagai blanko) kedalam masing-masing elenmeyer COD.
3. Tambahkan 10 ml Larutan Kalium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 0,1 N
4. Tambahkan 30 ml larutan campuran H_2SO_4 dan Ag_2SO_4 .
5. Alirkan air pendingin pada kondensor dan pasang elenmeyer COD.
6. Nyalakan alat pemanas dan refluks larutan tersebut selama 2 jam.
7. Biarkan erlenmeyer dingin dan tambahkan air aquadest melalui kondensor sampai volume 150 ml.
8. Lepaskan erlenmeyer dari kondensor dan tunggu sampai dingin.
9. Tambahkan 3-4 tetes indikator ferroin.
10. Titrasi kedua larutan di erlenmeyer tersebut dengan larutan standart Fero Alumunium Sulfat 0,05 N hingga warna menjadi merah coklat.
11. Hitung COD sampel dengan rumus berikut:

$$COD (mg/l) = \frac{(a - b) \times N \times 8000}{Volsampel} \times f \times p$$

Dimana:

- | | |
|---|------------------------------------|
| a | : ml FAS titrasi blanko |
| b | : ml FAS titrasi sampel |
| N | : Normalitas larutan |
| F | : faktor (20:titran blanko ke dua) |
| P | : Pengenceran |

Prosedur analisa minyak:

1. Masukkan contoh air sebanyak 10 ml ke dalam corong pemisah yang ukurannya mencukupi untuk penambahan asam dan pelarut.
2. Asamkan contoh sampai pH 2, umumnya HCL yang ditambahkan cukup 5 ml.
3. Bilas botol contoh dengan 30 ml Freon, masukan dalam corong pemisah tadi, tambahkan 50 ml Freon dalam corong pemisah, kocok kuat-kuat selama 2 menit.
4. Diamkan lapisan Freon sampai terpisah, keluarkan bagian cairan dari contoh air kedalam tempat bersih dan pindahkan lapisan pelarut kedalam labu destilasi yang bersih dan beratnya telah diketahui. Jika lapisan Freon tidak jernih (ada kotoran), saring lapisan pelarut kedalam labu destilasi dengan kertas saring whatman no 40 yang sudah dibasahi Freon.
5. Kembalikan contoh pada corong pemisah, bilas tempat bekas tersebut dengan 30 ml Freon, masukan Freon pencuci dan tambahkan lagi 30 ml Freon kedalam corong pemisah dan kocok selama 2 menit.
6. Diamkan sampai lapisan pelarutnya terpisah dan keluarkan lapisan cairannya. Isikan freon ekstraksi pada labu destilasi dan bilas corong pemisah dengan 20 ml freon, masukan kedalam labu destilasi.
7. Desilasi selama 15 menit pada suhu water batch 60-62, kemudian vakumkan selama 1 menit.
8. Dinginkan labu destilasi dalam desikator selama 30 menit dan lakukan penimbangan.

Kadar minyak (mg/l) = $((a-b) \times 10000) / \text{ml contoh}$

Dimana:

a = berat labu + residu (mg)

b = berat labu kosong (mg)

Prosedur analisa surfaktan:

1. Tambahkan 3-5 tetes indikator kedalam masing-masing blanko, deretan larutan standart dan contoh dalam corong pemisah. Tambahkan larutan NaOH 1 N tetes per tetes supaya larutan bersifat basa. Tambah tetes larutan H_2SO_4 1 N ,untuk menghilangkan warna merah saja.
2. Tambahkan larutan Metilen blue sebanyak 25 ml (bila warna biru hilang atau menjadi pucat sekali, selama ekstraksi dengan kloroform, berarti konsentrasi LAS terlalu tinggi. Ganti dan buang sampel. Buatlah pengenceran seperti pada tabel. Tambah 10 ml $CHCl_3$ dengan gelas ukur, kocok kuat-kuat untuk mengekstraksiselama 30 detik, sebentar-bentar buka tutup corongnya.
3. Biarkan terjadi pemisahan fasa, goyang-goyangkan corong perlahan-lahan. Keluarkan lapisan bawah (kloroform) kedalam corong pemisah yang lain. Ulangi ekstraksi pada lapisan air sebanyak 3x dengan penambahan kloroform 10 ml setiap kalinya. Keluarkan lapisan kloroform, kumpulkan kedalam corong pemisah lainnya.
4. Gabung ekstrak kloroform. Tambahkan 50 ml larutan pencuci kedalam kumpulan ekstrak kloroform. Kocok kuat-kuat selama 30 detik. Biarkan terjadi pemisahan fasa, goyangkan perlahan-lahan, keluarkan lapisan bawah kloroform melalui glass wool, masukan kedalam labu ukur 100 ml. Jaga agar lapisan air tidak terbawa. Ulangi ekstraksi ini 2x pada lapisan air ini dengan $CHCl_3$ 10 ml. Keluarkan lapisan kloroform melalui glass wool masukan kedalam labu ukur 100 ml itu. Encerkan dengan kloroform sampai batas volume. Garam yang terjadi berwarna stabil, tetapi pembacaan tidak lebih dari 3

jam setelah ekstraksi pada spektrofotometer dalam panjang gelombang 650 nm.

Perhitungan:

Hasil pemeriksaan dinyatakan sebagai zat aktif metilen blue (MBAS). Perhitungan konsentrasi MBAS dalam contoh dapat dilakukan dengan membuat kalibrasi atau dari persamaan garis yang dibuat dari standart LAS, atau langsung pada konsentrasi pada alat spektrofotometer dengan model konsentrasi.

Ketelitian :

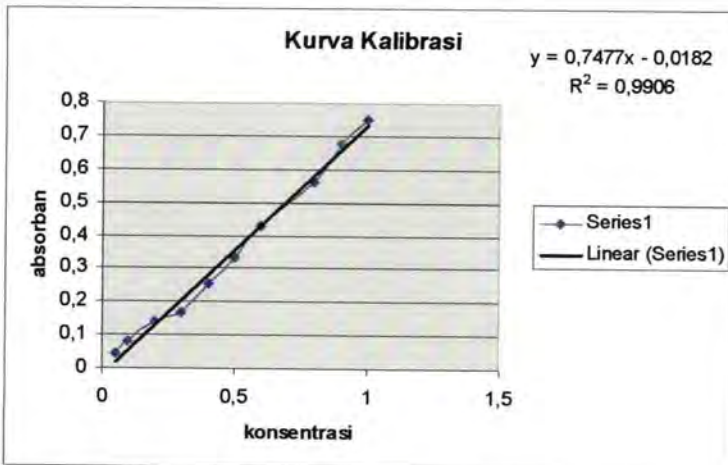
Metode baik untuk pengukuran dengan range konsentrasi antara 0.025-100 mg/l LAS. Sensitifitas sebagai minuman detectabel quantity adalah 0.01 mg/l LAS. Berdasarkan percobaan, hasil analisa larutan LAS sebesar 0.27 mg/l LAS didalam air destilasi diperoleh standar deviasi 14.8% dan relatif error 10,6%. Detection limit dengan alat spektrofotometer buble beam auntuk konsentrasi 0,5 mg/l adalah 0.0158 mg/l.

Persiapan larutan standar LAS:

Buat variasi konsentrasi larutan standar LAS dengan memindahkan 3 ml, 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml larutan standar LAS. Tambahkan dengan aquadest sehingga volume total 100 ml. Standart ini mengandung 0,3 mg/l, 0,5 mg/l, 1 mg/l, 1,5 mg/l, 2,0 mg/l. Dimana dalam penelitian ini kurva kalibrasi yang diperoleh:

Tabel pembuatan kurva kalibrasi

c	abs
0,05	0,044
0,1	0,081
0,2	0,143
0,3	0,17
0,4	0,254
0,5	0,332
0,6	0,43
0,8	0,56
0,9	0,678
1	0,752



Gambar kurva kalibrasi

LAMPIRAN C
GAMBAR ALAT LABORATORIUM



LAMPIRAN C



Gambar C.1. Neraca Analitik



Gambar C.2. Spektrofotomete



Gambar C.3. Jar Test



Gambar C.4. Sampel setelah adsorpsi



Gambar C.5. Flok dari proses koagulasi



Gambar C.6. Desikator



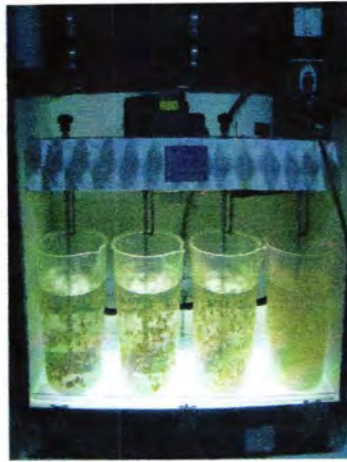
Gambar C.7. pH Meter



Gambar C.8. Vacum filter



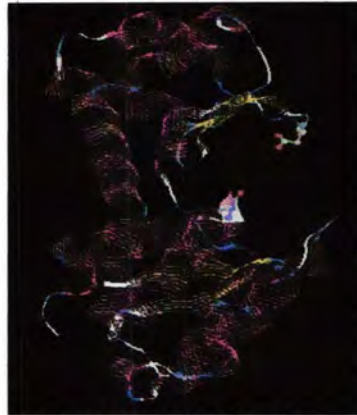
Gambar C.9. Kitosan bubuk



Gambar C.10. Proses koagulasi



Gambar C.11. Sampel air limbah.



Gambar C.12. Struktur kimia kitosan.

LAMPIRAN D
BERITA ACARA SEMINAR TUGAS AKHIR

BERITA ACARA
UJIAN TUGAS AKHIR


Pada

Hari, tanggal : Senin, 4 Februari 2008
Jam : 09.00 - 10.30
Tempat : TL. 102

telah dilaksanakan Ujian Tugas Akhir :

Judul : Pengolahan Limbah Minyak Goreng Secara Batch
Menggunakan Metode Koagulasi - Flokulasi atau Adsorpsi.

Nama Mahasiswa : Galuh Pramudipto
Nrp. : 3303100054
Program Studi : S-1 Teknik Lingkungan
Bidang Tugas Akhir : Perencanaan / Penelitian / Studi Pustaka*




Tanda Tangan : 

Saran-saran perbaikan :

1. Perhitungan ~~massa adsorpsi~~ termasuk kurva kal 101-dot, perlu dikoreksi
2. Penulisan referensi & tahun pada bagian di atas benar ✓
3. Perencanaan 1. (1.1), (1.2), (1.3), (1.4), 2. (2.1), (2.2) direvisi ✓
4. Hal 3) K_2CO_3 ditulis yg benar ✓
5. Kelulusan - 99% dicat kembali dan ukuran mesh 12x40 digunakan
6. Penulisan penyebut penyempurnaan di Co
7. Cara Analisis koefisien Absorpsi diperbaiki

Tim Penguji :

Nama (Tanda Tangan)

- Prof. Ir. Jomi H. MScES B.A. 
- Ir. Didik BS MT 
- A.F. Asomadi SS. M.T. 

Pembimbing,


Ir. M. Razif, MM

Keterangan:

* : Corel yang tidak perlu



BERITA ACARA
SEMINAR TUGAS AKHIR

Pada

Hari, tanggal : Selasa, 22 Januari 2008
Jam : 07.30 - 09.00
Tempat : TL 102

telah dilaksanakan Seminar Tugas Akhir :

Judul : Pengolahan Limbah Minyak Goreng Secara Batch
Menggunakan Metode Koagulasi - Flokulasi atau Adsorpsi.

Nama Mahasiswa : Galuh Pramudipto
Nrp. : 3303100054
Program Studi : S-1 Teknik Lingkungan
Bidang Tugas Akhir : Perencanaan / Penelitian / Studi Pustaka *
Tanda Tangan :

Berdasarkan hasil evaluasi pengujian, dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut :

1. dapat mengikuti ujian Tugas Akhir
2. tidak dapat mengikuti ujian Tugas Akhir

Saran-saran perbaikan :

1. Perbaiki cara penulisan & pers. tabel gambar maupun referensi → perbaikan ke-1
2. Lebih lanjut perhitungan, serta setiap skenario pers. absas. ke-2
3. Lebih lanjut teknis menganalisis data, kon. karbon awal bebede → ke-2
4. Metodologi, cek kembali
5. Lempiran hardy di adopsi
6. Variasi penelitian untuk karbon aktif diteliti ✓
7. Hasil pembahasan lebih detail

Tim Penguji :

Nama (Tanda Tangan)

1. Prof. Ir. Jami H. M. S. P. H.
2. Ir. Baidik B. S. M. T.

Pembimbing,

Ir. M. Razif, MM

Keterangan:

* : Coret yang tidak perlu

DAFTAR RIWAYAT PENULIS





Penulis dilahirkan di Purwokerto, 13 Maret 1985, merupakan anak pertama dari 3 (tiga) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Bhayangkara Banjarnegara, SD Dr Sutomo VIII Surabaya, SLTPN 1 Balikpapan dan SMUN 3 Bandung. Setelah lulus dari SMUN tahun 2002, penulis melanjutkan kuliah di Teknik Fisika ITS dan Penulis mengikuti SPMB untuk kedua kalinya dan diterima di Jurusan

Teknik Lingkungan FTSP-ITS pada tahun 2003 dan terdaftar dengan NRP 3303 100 054. Penulis sempat aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan. Penulis juga pernah mengikuti beberapa kegiatan Seminar yang diselenggarakan oleh Jurusan dan HMTL. Pada tahun 2006 penulis melaksanakan kerja praktek di PT PERTAMINA UP V Balikpapan – Kalimantan Timur.