

TA/TL/2007/0170

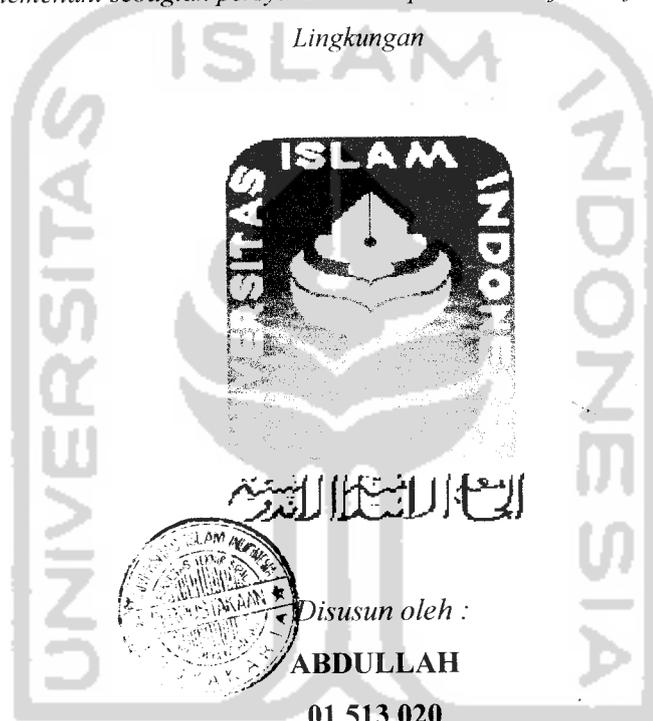
PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	4 Mei 2007
NO. JUDUL :	002431
NO. INV. :	620002431001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN TANAH GAMBUT SEBAGAI KOAGULAN
UNTUK MENURUNKAN WARNA PADA AIR LIMBAH
BATIK NAKULA SADEWA**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia

*Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana S-1 Teknik
Lingkungan*



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JOGJAKARTA

2007

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UH YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

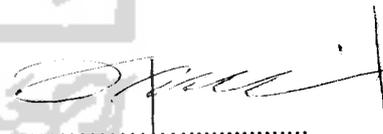
**PEMANFAATAN TANAH GAMBUT SEBAGAI
KOAGULAN UNTUK MENURUNKAN WARNA PADA
AIR LIMBAH BATIK NAKULA SADEWA**



Nama : ABDULLAH
No. Mahasiswa : 01 513 020
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I
Luqman Hakim, ST. Msi


Tanggal : 3 2007

Dosen Pembimbing II
Hudori, ST


Tanggal :

ABSTRAKSI

Dalam proses produksi, industri batik banyak menggunakan bahan-bahan kimia dan air yang dapat menyebabkan pencemaran. Adapun salah satu parameter pencemaran industri batik adalah warna. Salah satu alternatif pengolahan limbah adalah dengan proses koagulasi-flokulasi. Instalasi pengolahan Industri batik Nakula Sadewa, Sleman menghasilkan air limbah batik. Apabila tidak dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan dapat merusak fungsi dari lingkungan. Air limbah industri batik bersifat non biodegradable untuk parameter warna. Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan tanah gambut sebagai koagulan. Tujuan dari pengolahan ini untuk mengetahui pengaruh koagulan tanah gambut dalam menurunkan warna pada limbah cair industri batik.

Pada proses koagulasi-flokulasi dalam pengolahan ini menggunakan jar test. Penelitian dilakukan tiga kali yaitu koagulan tanah gambut. Koagulan tanah gambut dengan kapur, dan koagulan tawas dengan kapur. Dan untuk pemeriksaan warna menggunakan metode spektrofotometri secara *Closed refluks* (refluk tertutup).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulan tanah gambut dengan proses koagulasi-flokulasi tidak efektif sebagai koagulan dalam menurunkan warna dalam air limbah batik, disebabkan oleh air limbah yang bersifat non biodegradable, serta zat warna dalam air limbah tidak larut dalam air, dan molekul zat warna belum terpecah atau terputus rantai molekulnya. Kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap pembentukan flok. Apabila pengadukan terlalu lambat mengakibatkan lambatnya flok terbentuk, dan sebaliknya apabila pengadukan terlalu cepat mengakibatkan pecahnya flok yang sudah terbentuk.

Kata kunci : Warna, Air Limbah Batik, Koagulan Tanah Gambut, Proses Koagulasi-Flokulasi.

ABSTRACT

Dyes wastewater was produced from batik manufacturing companies. It was using too chemical substances and water. These cases to result in contaminations. There is one of contaminant parameters in industry such as colour. While that for wastewater treatment alternative with flocculation and coagulation process. Wastewater treatment plant for batik dyes at nakula sadewa, sleman was produced liquid waste. If untreated before outfall to environment can be destroyed functions from the environmental. Wastewater such as batik dyes include non biodegradable for colour parameters. In these study mentioned that peat soils can be used as coagulant. In these treatment have purpose to knowing coagulant peat soils affects for reduce of colour on dyes wastewater.

In these treatment such as flocculation and coagulation process was using jar test. Examination will be done triplo such as peat soils coagulant. Peat soils coagulant with lime and tawas coagulant with lime. For colour examination using spectrofotometric method such as closed refluks.

The result was shows that peat soils coagulant with flocculation and coagulation in effectively as coagulant for reduce of colour on dyes liquid waste. These case was caused liquid waste non biodegradable, and then dyes batik waste indissolved in water. Beside that dyes molecule break molecules chain not yet. Mixing velocity affect on flocs formerly. If velocity too slowly, so it can in conclusion flocs formed slowly. And the other way about if mixing velocity too fast, so it can in conclusion break down on flocs formed.

Key word : Colour, wastewater, peat soils coagulant, flocculation-coagulation process.

PERSEMBAHAN

Setulus hati kupersembahkan karya sederhanaku ini untuk:

- Allah SWT yang telah memberikan aku ilmu yang sangat berguna.
- Muma dan Ma yang senantiasa mengiringi langkah-langkahku dengan doa, kasih sayang, perhatian, kesabaran dan pengorbanannya yang tulus.
- Kakak, serta adik-adikku yang selalu memberikan semangat dan keceriaan kepadaku.
- Pak Leman, Ibu, De Amri and Fani yang begitu baik dan sudah seperti keluarga sendiri.

Spesial Thanks To :

- Den Bagus yang begitu baik memberikan pertolongan serta persahabatan.
- Teman seperjuangan Tugas Akhir Aroel, Feni, and Nana yang begitu semangat and semangat terus man!
- Adi, Bayu, Agung, yang selalu ada dan memberikan motifasi dan dorongan untuk bisa menyusul kalian.
- Anung, Arif, Ipul and John yang selalu memberikan semangat.
- Ayu, wiwin, and serly yang begitu baik memberikan senyum dan keceriaan sampai kita bisa wisuda bareng coz....and nyusul yang udah-udah.

KATA PENGANTAR

Assalamu`alaikum Wr. Wb

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, tidak lupa juga shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, maka laporan tugas akhir ini yang berjudul **“PEMANFAATAN TANAH GAMBUT SEBAGAI KOAGULAN UNTUK MENURUNKAN WARNA PADA AIR LIMBAH BATIK NAKULA SADEWA”**, Alhamdulillah berhasil saya selesaikan.

Dalam kesempatan ini, penyusun tidak lupa mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak, Luqman Hakim, ST, Msi selaku Dosen Pembimbing I Tugas akhir dan sekaligus selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Hudori, ST, selaku Dosen Pembimbing II Tugas akhir.
3. Bapak Eko Siswoyo, ST, selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. H. Kasam, MT, dan Bapak Andik Yulianto, ST, selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Mas Iwan, selaku pembimbing Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
6. Mas Iwan dan karyawan lab (laboratorium Kualitas Air), yang telah membimbingku selama pengerjaan di lab.
7. Temen-temanku TL 01 makasih ya.....atas bantuan kalian selama ini yang memberikan dukungan serta semangat...!
8. Teman-teman dari Teknik Lingkungan semoga dapat menyusul...!

9. Dan semua yang telah membantuku yang nggak bisa kusebut satu persatu, terima kasih banyak atas bantuannya.

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tentu tidak luput dari kesalahan. Apabila terdapat suatu kesalahan itu merupakan suatu kealpaan dari saya dan apabila terdapat kebenaran itu hanya datang dari Allah SWT semata. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritikan dan masukan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan bahwa laporan ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penilaian akhir dari Tugas Akhir ini, Amin....

Wasslamu`alaihiikum Wr. Wb



Jogjakarta, 9 Maret 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAKSI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanah Gambut.....	5
2.1.1 Komposisi Gambut	6
2.1.2 Proses Terbentuknya Lahan Gambut	10
2.1.3 Sifat-Sifat Tanah Gambut.....	11
2.1.3.1 Sifat Fisik.....	11
2.1.3.2 Sifat Kimia	12
2.1.4 Kriteria Tanah Gambut yang Baik Sebagai Koagulan	14
2.2 Proses Pembuatan batik Secata Umum.....	15
2.3 Limbah Industri Batik.....	17
2.4 Karakteristik Air limbah Batik.....	18
2.5 Pencemaran Industri Tekstil dan Batik.....	21

2.6	Warna.....	23
2.7	Koagulasi - Flokulasi.....	29
2.7.1	Koagulasi.....	29
2.7.2	Flokulasi.....	32
2.7.3	Mekanisme Proses koagulasi-flokulasi.....	34
2.7.4	Mekanisme Pembentukan Flok.....	38
2.8	Tipe atau Jenis koagulan.....	42
2.9	Metode Jar-Test.....	48
2.8	Hipotesa.....	51
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		52
3.1	Langkah-Langkah Penelitian.....	52
3.2	Lokasi Penelitian.....	53
3.3	Obyek Penelitian.....	53
3.4	Jenis Penelitian.....	53
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	53
3.6	Variabel Penelitian.....	54
3.7	Alat dan Bahan Penelitian.....	54
3.8	Tahapan Penelitian.....	55
3.8.1	Tahapan Persiapan.....	55
3.8.2	Tahapan Pelaksanaan Percobaan.....	56
3.9	Analisis Data.....	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		59
4.1	Analisa Hasil Penelitian.....	59
4.2	Hasil Pengujian Tanah Gambut.....	60
4.3	Hasil Pengujian Awal Konsentrasi Warna Sebelum Dilakukan Proses Pengolahan.....	61
4.4	Hasil Pengujian warna Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi.....	62
4.4.1	Koagulan Tanah Gambut.....	62
4.4.2	Koagulan Tanah Gambut dengan Kapur.....	65
4.4.3	Koagulan Tawas dengan Kapur.....	69

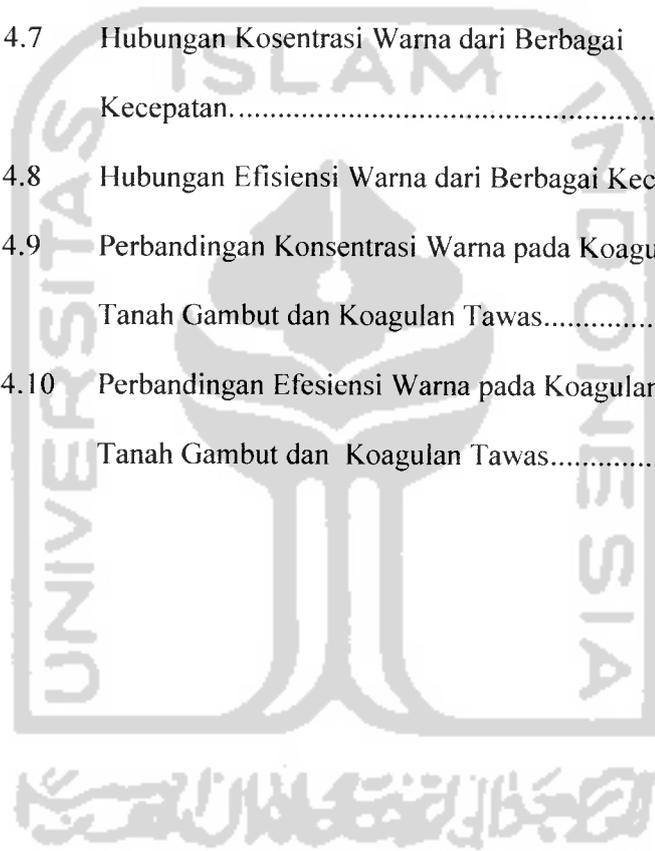
4.5	Pembahasan.....	72
4.5.1	Pengaruh Tanah Gambut pada proses koagulasi-Flokulasi.....	72
4.5.2	Pengaruh Warna pada Proses Koagulasi-flokulasi	74
4.5.3	Pengaruh Tawas pada Proses Koagulasi-flokulasi	76
4.6	Pengaruh Kecepatan Koagulasi-Flokulasi Terhadap Warna	79
4.7	Perbandingan Koagulan Tanah Gambut dengan Koagulan Tawas.....	85
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	91
5.1	Kesimpulan	91
5.2	Saran	91
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Penampang Lapisan Tanah Gambut..... 14
Gambar 2.2	Skema Proses Pembuatan Batik 23
Gambar 2.3	Proses Pelarutan Naphtol Menjadi Naphtolat. 26
Gambar 2.4	Proses Pembangkitan Warna Saphtol. 27
Gambar 2.5	Struktur kimia zat warna indigosol..... 28
Gambar 2.6	Struktur kimia zat warna indanthreen..... 29
Gambar 2.7	Macam-Macam Flokulasi 34
Gambar 2.8	Skema Koagulasi dan flokulasi dengan Alat Jar Test ... 38
Gambar 2.9	Partikel Koloid Negatif dengan Sifat Elektrostatik 40
Gambar 2.10	Resultante Gaya Tolak Menolak Zeta Potensial dengan Gaya Tarik Menarik <i>Van der Waals</i> 41
Gambar 2.11	Proses Kerja Koagulan..... 44
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian..... 52
Gambar 3.2	Skema Persiapan Tanah Gambut..... 56
Gambar 4.1	Konsentrasi Warna pada berbagai Dosis Koagulan Tanah Gambut 62
Gambar 4.2	Efisiensi Warna pada Berbagai Dosis Koagulan Tanah Gambut 64
Gambar 4.3	Konsentrasi Warna pada Berbagai Dosis Koagulan

		Tanah Gambut dengan Kapur	66
Gambar	4.4	Efisiensi Warna pada Berbagai Dosis Koagulan Tanah Gambut dengan Kapur	68
Gambar	4.5	Konsentrasi Warna pada Berbagai Dosis Koagulan Tawas dengan Kapur	70
Gambar	4.6	Efisiensi Warna pada Berbagai Dosis Koagulan Tawas dengan Kapur	72
Gambar	4.7	Hubungan Konsentrasi Warna dari Berbagai Kecepatan.....	80
Gambar	4.8	Hubungan Efisiensi Warna dari Berbagai Kecepatan	83
Gambar	4.9	Perbandingan Konsentrasi Warna pada Koagulan Tanah Gambut dan Koagulan Tawas.....	85
Gambar	4.10	Perbandingan Efisiensi Warna pada Koagulan Tanah Gambut dan Koagulan Tawas.....	87



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Komposisi Kimia Tanah Gambut..... 8
Tabel 2.2	Hasil analisa tanah gambut di Kalimantan Barat. 8
Tabel 2.3	Karakteristik Limbah Cair Industri Batik Kecil..... 21
Tabel 2.4	Zat Pencemar dalam Limbah Batik Cair pada Proses Pembuatan Batik..... 22
Tabel 4.1	Data Analisis Tanah Gambut 60
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Parameter Awal Sebelum Dilakukan Proses Pengolahan..... 61
Tabel 4.3	Hasil Analisis Laboratorium Tanah Gambut 62
Tabel 4.4	Hasil Analisis Laboratorium Tanah Gambut dengan Kapur.. 65
Tabel 4.5	Hasil Analisis Laboratorium Tawas dengan Kapur. 69
Tabel 4.6	Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Penurunan Warna 79
Tabel 4.7	Perbandingan Warna antara koagulan Tanah Gambut dengan Koagulan Tawas..... 85

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah ditimbulkan sebagai hasil sampingan akibat proses produksi (kegiatan manusia) yang berupa padatan, gas, cairan, dan bunyi yang dapat menimbulkan gangguan pada lingkungan sekitarnya, sehingga terjadi akumulasi limbah yang akan menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan di daerah tersebut.

Di dalam Undang-undang Republik Indonesia No.4 tahun 1982, pencemaran lingkungan didefinisikan sebagai berikut: masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Jadi, terjadinya akumulasi limbah pada suatu tempat tertentu akan menyebabkan terjadinya pencemaran pada suatu tempat tersebut.

Salah satu sektor industri yang sedang berkembang dengan baik di D.I Yogyakarta adalah industri batik. Batik merupakan warisan nenek moyang yang kini menjadi ciri khas dan menjadi andalan D.I Yogyakarta dan telah dikenal baik yaitu nasional maupun internasional.

Berkembangnya industri batik mempunyai dampak yang sangat luas. Dampak positif, yaitu terbukanya lapangan kerja, meningkatnya taraf hidup masyarakat, dan juga akan meningkatkan ekspor. Dan dampak negatif, yaitu berkembangnya industri batik akan diiringi oleh meningkatnya produk samping yang berupa limbah yang hanya jika dibiarkan akan merugikan bagi manusia dan lingkungan hidup, termasuk tanah, air, dan udara di sekitar daerah industri.

Hingga saat ini sebagian pengelola industri batik di D.I Yogyakarta belum menangani secara serius terhadap limbah yang dihasilkan. Karena hingga saat ini belum ditemukan teknik menangani limbah yang murah dan sederhana yang dapat digunakan untuk mendaur ulang limbah cair industri batik. Limbah yang berasal dari perindustrian, contohnya adalah substansi-substansi organik seperti detergen, bahan farmasi, minyak-minyak, pestisida, garam-garam logam, partikel-partikel baik organik maupun anorganik yang mengendap.

Berdasarkan gambaran tersebut diatas, maka diperlukan suatu pengolahan dan pengelolaan secara teknologi sebelum limbah batik (warna) dibuang ke lingkungan. Alternatif pengolahan yang ditawarkan dan merupakan bahan penelitian adalah penggunaan tanah gambut yang mengandung komponen senyawa humik yang mudah ditemukan dalam kualitas yang besar di Indonesia khususnya di pulau Kalimantan. Selama ini pemanfaatan tanah gambut masih belum berkembang diantaranya dimanfaatkan sebagai lahan pertanian dan bahan bakar briket sehingga

pengembangan potensi tanah gambut perlu diperluas dengan memanfaatkan sebagai bahan koagulan untuk pengolahan limbah industri batik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dirumuskan masalahnya yaitu :

1. Seberapa besar dosis tanah gambut yang efektif sebagai bahan koagulan yang dapat digunakan untuk menurunkan warna yang ada dalam air limbah batik.
2. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan terhadap kandungan warna pada air limbah batik.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diangkat maka penelitian ini bertujuan untuk

1. Untuk mengetahui pengaruh tanah gambut sebagai koagulan dalam menurunkan warna.
2. Untuk mengetahui dosis optimum koagulan tanah gambut.
3. Untuk mengetahui perbandingan efisiensi antara koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas.
4. Mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penurunan warna.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Dapat memberikan salah satu alternatif pengolahan air limbah batik.
2. Dapat memanfaatkan sumber daya alam (tanah gambut) sebagai bahan koagulan untuk pengolahan air limbah batik.
3. Dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan bagi peneliti.

1.5 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang ditentukan dan agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan keinginan sehingga tidak terjadi penyimpangan, maka batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini yaitu :

1. Tanah gambut yang digunakan sebagai bahan koagulan sudah dalam kondisi kering dan dibuat serbuk.
2. Diameter butiran tanah gambut yaitu 60 mesh
3. Air yang dipilih sebagai sampel yaitu air limbah batik.
4. Parameter yang diteliti adalah barna pada air limbah batik nakula sadewa.
5. Variasi kecepatan pengadukan.
6. variasi dosis, dll

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Gambut

Gambut adalah sisa timbunan-tumbuhan yang telah mati dan kemudian diuraikan oleh bakteri anaerob dan aerob menjadi komponen yang lebih stabil. Selain zat organik yang membentuk gambut terdapat juga zat anorganik dalam jumlah yang sangat kecil. Tanah gambut di Indonesia kebanyakan terdapat di lahan pasang surut di kawasan pantai dan sebagian lagi terdapat di rawa-rawa atau danau baik danau pegunungan maupun danau dataran rendah. Gambut di rawa merupakan gambut topogen, misalnya gambut rawa pening, rawa lakbok yang relatif tidak begitu luas dan kurang berarti jika dibandingkan dengan gambut pasang surut.

Gambut pasang surut banyak terdapat di pantai timur Sumatra, misalnya pantai Riau, Jambi, Sumatra Selatan dan Lampung. Di Kalimantan terdapat di pantai Kalimantan Timur, pulau lain yang kemungkinan besar terdapat dalam kawasan cukup luas ialah di pantai bagian selatan Irian Jaya.

Indonesia merupakan negara tropika yang memiliki gambut terluas di dunia (\pm 27 juta Ha). Sebagian besar gambut di Indonesia merupakan gambut ombrogen yang oligotropik dan hanya sebagian kecil berupa gambut topogen yang mesotropik sampai eutropik (Dressen & Soeprahardjo, 1974).

Tanah gambut atau yang biasa disebut dengan tanah organik mengandung bahan organik : 25% - 90%. Sedangkan gambaran rata-rata tanah organik mengandung 80% bahan organik (Harry dan Nyle Brady, 1969).

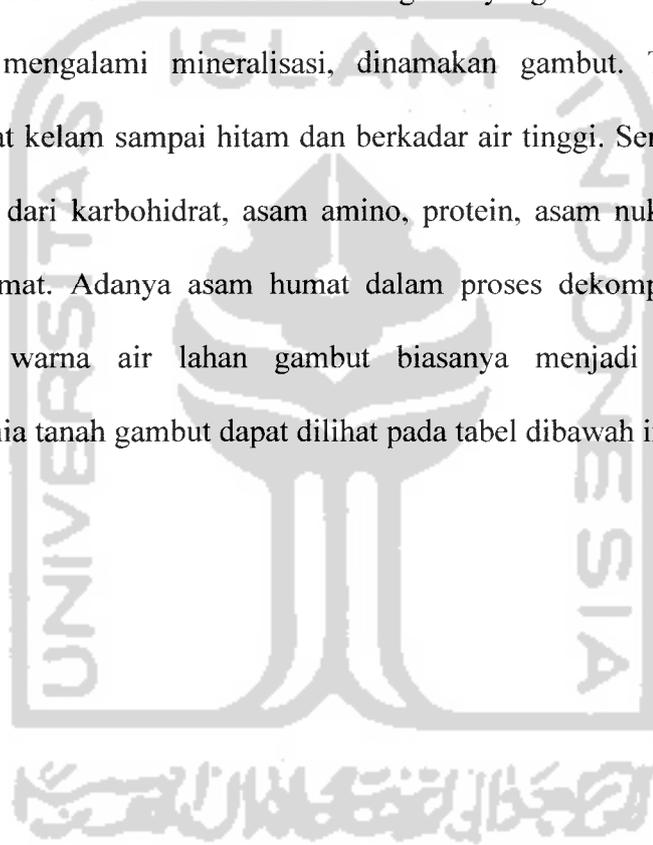
Menurut Affandie Rosmarkam Indonesia diperkirakan mempunyai lahan gambut yang kebanyakan tersebar di pantai Sumatera (9,7 juta hektar), Kalimantan (6,3 juta hektar), dan Irian (2,5 juta hektar). Volume gambut diperkirakan lebih kurang 60 milyar m³. Berdasarkan klasifikasi tanah, gambut di Indonesia termasuk gambut *Fibrist* (8,3%), *Hemist* (55,4) dan *Saprist* (36,5%) menurut *Soil Tazonomy-HSDA*, atau *Organosol Fibrik*, *Organosol Hemik*, dan *Organosol Saprik* menurut PPT Bogor.

2.1.1 Komposisi Gambut

Di lingkungan pengendapannya gambut ini selalu dalam keadaan jenuh air (> 90 %). Zat organik tersebut terdiri dari *cellulosa*, *lignin*, *bitumin*, humus dan lain-lain. Komposisi zat organik ini tidak stabil tergantung pada proses pembusukan misalnya, *cellulosa* pada tingkat pembusukan dini sebanyak 15-20 % tetapi pada tingkat pembusukan lanjut hampir tidak ditemukan. Sebaliknya humus pada *cellulosa* pada tingkat pembusukan dini terdapat 0-15 %, sedangkan pada gambut yang telah mengalami pelapukan yang lebih tinggi mencapai 50-60 %. Unsur-unsur pembentuk gambut sebagian besar terdiri dari carbon (C), hidrogen (H), nitrogen (N), dan oksigen (O₂). Selain unsur utama terdapat juga unsur lain seperti, Al, Si, S, P, Ca,

dan lain-lain dalam bentuk terikat. Tingkat pembusukan pada gambut akan menaikkan kadar karbon (C) dan menurunkan kadar oksigen (O_2).

Di Indonesia tanah organik secara umum dinamakan tanah gambut. Defenisi tanah gambut oleh Polak (Driessen dan Soepratoharjo, 1974) adalah tanah organik yang mengandung lebih dari 65% bahan organik hingga kedalaman 50 cm. Bahan organik ini terdiri atas akumulasi sisa-sisa vegetasi yang telah mengalami humifikasi tetapi belum mengalami mineralisasi, dinamakan gambut. Tanah ini biasanya berwarna coklat kelam sampai hitam dan berkadar air tinggi. Senyawa organik tanah gambut terdiri dari karbohidrat, asam amino, protein, asam nukleat, lignin, humus, serta asam humat. Adanya asam humat dalam proses dekomposisi tanah gambut menyebabkan warna air lahan gambut biasanya menjadi merah kecoklatan. Komposisi kimia tanah gambut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



Tabel 2.1. Komposisi kimia tanah gambut

No	Kandungan Tanah Gambut	(%) Berat kering
1	SiO ₂	16.6 - 32.5
2	CaO	13.2 - 18.0
3	MgO	5.0 - 6.0
4	P ₂ O ₅	0.61 - 0.97
5	Na ₂ O	0.68 - 1.2
6	K ₂ O	0.24 - 0.36
7	TiO ₂	0.45 - 1.0
8	Al ₂ O ₃	9.3 - 9.4
9	Fe ₂ O ₃	6.4 - 9.4
10	SO ₃	6.7 - 7.2
11	MnO	0.05 - 0.05
12	P.F	11.8 - 14.2

Sumber : Tim Energi Gambut, 1993 (dalam Sucahyo,1994)

Soepardi, (1983), mendapatkan hasil analisa tanah gambut pada tiga tempat di Kalimantan Barat seperti disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Hasil analisa tanah gambut di Kalimantan Barat.

No	Unsur	Lokasi		
		Sumor Bor	Sei Kuyit	Rasau Jaya
1.	Ketebalan gambut	2 – 3 m	5 – 6 m	0,5 – 12 m
2.	pH	-	3,3	3,7 – 4,5
3	N (%)	1,8	1,7	1,44
4	P ₂ O ₃ (%)	0,12	0,04	-
5	K ₂ O (%)	0,10	0,05	-
6	CaO (%)	0,42	0,51	-
7	MgO (%)	0,14	0,22	-
8	Fe ₂ O ₃ (%)	0,63	0,07	-
9	Bahan Organik (%)	50 – 90	60 – 90	65 – 98
10	C/N rasio	50,00	64,80	-
11	Abu	2,28	1,73	-
12	Hemisellulose (%)	1,95	0,73	-
13	Sellulose (%)	3,61	4,81	-
14	Lignin (%)	75,67	68,85	-
15	Protein (%)	3,85	3,97	-

Sumber : Soepardi, 1983

Kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 yang relatif tinggi dalam tanah gambut yang akan membentuk kekeruhan buatan dan membentuk flok-flok yang pada akhirnya akan mengendap. Dalam proses pengendapan ini, warna yang disebabkan oleh zat organik akan terserap oleh tanah gambut yang digunakan sebagai koagulan pembantu karena mempunyai luas permukaan yang luas (mempunyai butir halus) dan mempunyai oksida aluminium dan oksida besi yang mempunyai daya adsorpsi yang kuat terhadap ion. Ciri utama penting dari tanah gambut adalah kapasitas menahan air yang tinggi. Hal ini bukan berarti bahwa tanah gambut mempunyai kemampuan menyediakan air lebih banyak dari tanah biasa pada umumnya.

Tanah gambut sebagai koagulan karena tanah gambut mempunyai luas permukaan (mempunyai butir halus) dan mempunyai oksida aluminium dan oksida besi yang mempunyai daya adsorpsi yang kuat terhadap ion. Dan mengandung SiO_2 dan Al_2O_3 yang relatif tinggi dalam tanah gambut yang akan membentuk kekeruhan buatan dan membentuk flok-flok yang pada akhirnya akan mengendap. Dalam proses pengendapan ini, warna yang disebabkan oleh zat organik akan terserap oleh tanah gambut yang digunakan sebagai koagulan pembantu.

Selain tanah gambut juga digunakan koagulan pembantu yaitu aluminium sulfat $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ merupakan bahan formula yang biasa dipakai untuk pengolahan air menjadi air bersih.

Ion Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif pada proses destabilisasi partikel koloid. Senyawa $\text{Al}_2(\text{OH})_3$ dalam bentuk presipitat berfungsi sebagai inti flok.

2.1.2 Proses Terbentuknya Lahan Gambut

Lahan gambut merupakan campuran heterogen antara endapan vegetasi yang terakumulasi dalam lingkungan jenuh air. Pembentuk utama lahan gambut di Indonesia adalah vegetasi alami hutan tropis dan pada umumnya memiliki variasi kuning sampai coklat kehitaman, tergantung dari proses pelapukan, jenis tanaman serta kandungan sedimennya.

Dekomposisi flora yang merupakan bagian dari transformasi biokimia dari organik merupakan titik awal untuk seluruh proses terjadinya lahan gambut. Dalam pembentukan lahan gambut, sisa tumbuhan akan mengalami perubahan, baik secara fisik maupun kimia. Setelah tumbuhan mati proses degradasi biokimia lebih berperan. Proses pembusukan (*decay*) akan terjadi oleh kerja mikrobiologi (bakteri aerob). Bakteri ini bekerja dalam suasana tanpa oksigen, menghancurkan bagian yang lunak dari tumbuhan seperti selulosa, protoplasma dan pati. Dalam suasana kekurangan oksigen terjadi proses biokimia yang berakibat keluarnya air (H_2O) dan sebagian unsur karbon akan hilang dalam bentuk Karbon Dioksida (CO_2), Karbon Monoksida (CO) dan gas Methan (CH_4). Akibat pelepasan unsur atau senyawa tersebut jumlah unsur karbon relatif akan menurun. Apabila tumbuhan tertutup oleh air dengan cepat,

maka akan terhindar oleh proses pembusukan dan terjadi proses desintegrasi atau penguraian oleh mikrobiologi anaerob (Sukandarrumidi, 1995).

Menurut Kim (1995), senyawa organik lahan gambut terdiri dari Karbohidrat, Asam amino, protein, Asam Nukleat, Lignin, humus, serta Asam Humat. Adanya asam humat dalam proses dekomposisi lahan gambut menyebabkan warna air tanah lahan gambut biasanya menjadi merah kecoklatan.

Bahan organik gambut sering dipisahkan menjadi bahan tidak terhumifikasi dan terhumifikasi. Bahan tidak terhumifikasi adalah senyawa-senyawa dalam tanaman dan organisme hidup lainnya dengan ciri khas tertentu misalnya Karbohidrat, Asam Amino, Protein, Lignin. Senyawa-senyawa ini biasanya terjadi karena reaksi degradasi dan dekomposisi. Namun kadang-kadang dapat terserap oleh komponen anorganik tanah seperti lempung dalam kondisi anaerob. Dalam kondisi semacam ini senyawa ini lebih terlindung dari dekomposisi. Fraksi terhumifikasi dikenal sebagai humus atau sekarang disebut senyawa humat dan dianggap hasil dekomposisi bahan tanaman (Kim, 1995).

2.1.3 Sifat-Sifat Tanah Gambut

2.1.3.1 Sifat Fisik

Warna tanah pada umumnya coklat tua atau hitam kelam. Setelah mengalami dekomposisi muncul senyawa-senyawa humat berwarna gelap. Pembagian berdasarkan kedalaman tanah gambut terdiri dari gambut dangkal (0,5 - 1,0 m), agak

dalam (1,0 - 2,0 m), dalam (2,0 - 3,0 m), dan sangat dalam ($> 3,0$ m). Berdasarkan letak geografis atau kondisi topografis tanah gambut dibedakan menjadi gambut Topogen dan Gambut Ombrogen (Meene, 1982), sedangkan pembagian berdasarkan status unsur hara tanah gambut dapat dibedakan menjadi gambut *Oligotrof*, *Mesotrof*, *Eutrof*.

Ciri utama yang penting adalah kapasitas menahan air yang tinggi. Hal ini bukan berarti bahwa tanah gambut mempunyai kemampuan menyediakan air lebih banyak dari tanah mineral, namun jumlah air yang tidak tersedia lebih banyak lagi. Histosol dapat menahan air 2 – 4 kali dari berat isinya. Bahan organik yang telah melapuk sebagian besar bersifat koloidal dan mempunyai kemampuan absorpsi yang tinggi, kohesi dan plastisitas yang rendah sehingga tanah Histosol akan mudah dilalui air (*porous*).

2.1.3.2. Sifat Kimia

Sifat kimia dan kesuburan tanah gambut ditentukan oleh ketebalan lapisan gambut dan tingkat dekomposisi dari tiap lapisannya, keadaan tanah mineral yang ada di bawah lapisan gambut, kualitas air yang mempengaruhi baik dalam proses pembentukan maupun proses pematangan. Sifat fisik dan kimia tanah gambut juga dipengaruhi oleh bahan asal tanaman penyusun gambut, kelembaban, letak geografis, topografis dan iklim.

Menurut Darmawijaya (1990), bahwa Histosol dapat digolongkan berdasarkan :

1. Susunan kimia, yang terbagi atas *Eutrof, Mesotrof, Oligotrof*.
2. Cuaca, sehingga dalam pembentukannya terbagi atas *supra-aquatik* dan *infra-aquatik*.
3. Susunan bahan : sedimen, serat dan kayu-kayuan.
4. Faktor pembentuk gambut yang dapat dibedakan atas :
 - a. Gambut Ombrogen yang terbentuk karena pengaruh curah hujan yang airnya tergenang.
 - b. Gambut Topogen yang terbentuk karena pengaruh topografi.
 - c. Gambut pegunungan yang terbentuk di daerah yang tinggi sebagai akibat deperesi atau plato di puncak gunung api yang telah mati dan tidak menjadi telaga.

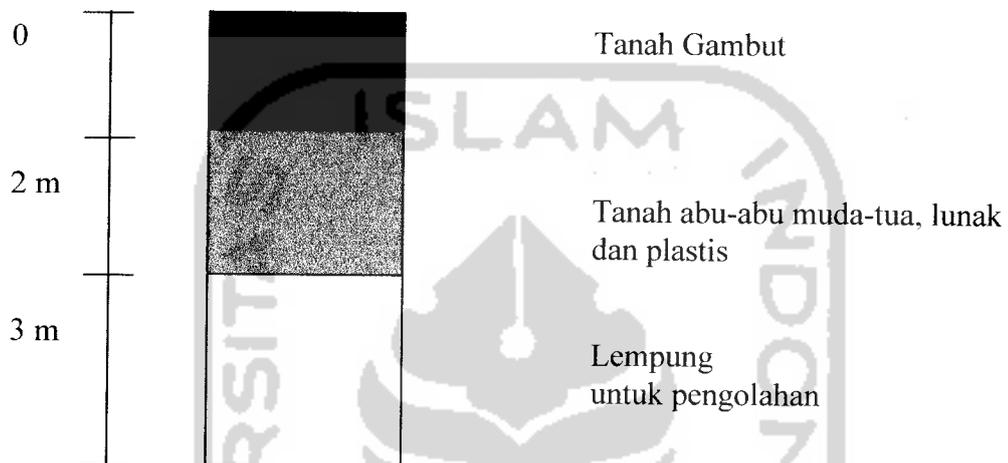
Sifat kimia tanah gambut yang sering ditemui adalah memiliki pH yang sangat rendah yaitu 3,5 - 4,5. Kejenuhan basa yang rendah yaitu sekitar 5,4 - 13%. Keasaman tanah gambut disebabkan oleh tingginya konsentrasi ion H^+ pada larutan tanah maupun hasil disosiasi ion H^+ dari permukaan koloid organik hasil dekomposisi bahan organik. Di samping itu pelapukan bahan organik menghasilkan asam organik dan anorganik, juga penyebab tanah bereaksi masam.

Di Indonesia hamparan lahan gambut yang terluas adalah gambut ombrogen di Sumatera, Kalimantan dan Irian Jaya. Gambut Ombrogen terdiri dari pelapukan sisa hutan dengan bahan gambut tersebut jenuh air dan sangat masam dengan pH 3,0 – 4,4. Susunan dan banyaknya unsur hara pada umumnya sama di berbagai tempat,

yang paling menonjol pada tanah gambut adalah pH yang rendah serta kadar Al dan Fe yang tinggi.

2.1.4 Kriteria Tanah Gambut Yang Baik Sebagai Koagulan

Tanah gambut mempunyai lapisan-lapisan seperti pada gambar :



Gambar 2.1 Penampang Lapisan Tanah Gambut (Anonim, 1982)

Tanah gambut yang paling baik digunakan sebagai bahan pengolah adalah tanah yang terdapat pada lapisan lempung dengan kedalaman kurang lebih 2,5 meter dari permukaan tanah. Tanah tersebut mempunyai karakteristik berwarna, abu-abu tua cenderung kehitaman, karena tanah gambut pada lapisan ini mempunyai komposisi kimia yang berguna untuk pengolahan air gambut.

2.2 Proses Pembuatan Batik Secara Umum

Teknik membuat batik adalah proses pekerjaan dari mori batik sampai menjadi kain batik. Proses pengolahan batik secara umum meliputi :

1. Proses persiapan bahan baku

a. Persiapan bahan baku mori

Proses persiapan bahan baku mori terdiri dari proses-proses penyediaan mori, perendaman, pengetelan, pengajian tipis, penghalusan permukaan mori dan pemolaan. Adapun maksud dari tahapan di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Perendaman dan pengetelan, dimaksudkan untuk menstabilkan dimensi, menghilangkan kanji dan zat finish lain.
- Pengajian tipis dilakukan untuk mendapatkan permukaan yang rata sehingga memudahkan proses pembatikan dan penghilangan lilin batik.
- Penghalusan permukaan mori dilakukan agar pemolaan dapat lebih mudah dilaksanakan.

b. Persiapan bahan baku lilin

Pada proses persiapan bahan baku lilin batik, lilin batik dibuat dari bermacam-macam bahan yang dicampur menjadi satu dengan perbandingan tertentu sesuai dengan sifat lilin yang dikehendaki.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan lilin batik terdiri dari

gondorukem, dammar mata kucing, paraffin, lilin tawon, gajih atau lemak binatang, minyak kelapa, dan lilin batik bekas lorodan, tetapi tidak semua bahan tersebut diatas ada dalam pembuatan lilin batik.

2. Proses pematikan

Adalah proses pelekatan lilin batik pada mori batik sesuai dengan pola yang diinginkan. Ada beberapa cara antara lain :

- a. Pelekatan lilin secara tulis dengan alat canting tulis, urutan pekerjaannya sebagai berikut :
 - Pematikan klowong
 - Pematikan isen-isen.
- b. Pematikan tembokan, pengerjaannya sebagai berikut :
 - Pematikan klowong
 - Pematikan isen-isen.
 - Pematikan tembokan

Ketiga tahapan pematikan dengan alat canting tulis dikerjakan pada dua permukaan.

- c. Pelekatan lilin dengan alat cap, urutan pekerjaannya adalah sebagai berikut :
 - Pencapan klowong dan isen-isen
 - Pencapan tembokan.

3. Proses pewarnaan

Proses pewarnaan batik dilakukan pada suhu kamar dan secara garis besar dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- a) Pewarnaan secara coletan, jenis warna yang digunakan antara lain zat warna rapid, zat warna indigosol dan zat warna reaktif.
- b) Pewarnaan secara celupan, zat warna yang digunakan dalam pewarnaan batik secara celupan antara lain zat warna naphthol, zat warna indanthrene, zat warna reaktif dan zat warna soja alam.

4. Proses pelepasan lilin batik

Terdiri dari dua cara pelepasan, yaitu :

- a. Proses kerokan (proses pelepasan sebagian lilin)
- b. Proses lorodan (Proses pelepasan seluruh lilin).

5. Proses penyelesaian

Maksud dari proses penyelesaian adalah memperbaiki penampilan produk batik yang dihasilkan, termasuk meningkatkan ketahanan warna dan pengemasan (Anonim, 1985).

2.3 Limbah Industri batik

Kualitas limbah cair industri batik sangat tergantung jenis proses yang dilakukan, pada umumnya limbah cair bersifat basa dan kadar organik yang tinggi yang disebabkan oleh sisa-sisa pembatikan.

Pada proses pencelupan (pewarnaan), umumnya merupakan penyumbang sebagian kecil limbah organik, namun menyumbang warna yang kuat mudah terdeteksi, dan hal ini dapat mengurangi keindahan sungai maupun perairan.

Pada proses persiapan, yaitu proses nganji atau menganji, menyumbang zat organik yang banyak mengandung zat padat tersuspensi. Zat padat tersuspensi apabila tidak segera diolah akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan dapat digunakan untuk menilai kandungan BOD dan COD.

Kebanyakan penggunaan bahan pencelup dengan struktur molekul organik yang amat stabil tidak dapat dihancurkan dengan proses biologis, untuk menghilangkan warna air limbah yang efisien dan efektif adalah dengan perlakuan secara biologis, fisik dan kimia (Datye, 1987).

2.4 Karakteristik Air Limbah Batik

Karakteristik air limbah dapat digolongkan dalam sifat fisika, kimia dan biologi, namun untuk limbah cair industri kecil batik biasanya hanya terdiri dari karakteristik fisika dan kimia.

1. Karakteristik fisik

Parameter yang tergolong karakteristik fisik, yaitu :

a. Zat padat (solid)

Penyebab adanya zat padat (solid) dalam air biasanya benda organik dan anorganik yang terlarut maupun tidak terlarut dalam air limbah. Pengaruh

yang dapat ditimbulkan oleh adanya zat padat dalam air limbah adalah jumlah organik padat dan garam juga merupakan petunjuk pencemaran atau kepekatan limbah meningkat.

Limbah cair industri batik juga mengandung zat padat. Berdasarkan ukuran partikel, zat padat dibedakan dalam padatan terlarut, koloid dan suspensi.

Dalam industri batik, beberapa zat warna kimia merupakan padatan terlarut, misalnya : Larutan zat warna reaktif, kostik soda, asam dan zat pembasah.

Sedangkan yang merupakan padatan koloid dan tersuspensi, misalnya : gabungan zat warna naphtol dan garam diazo, zat warna indigosol, rapid, tapioka dan lilin batik.

2. Karakteristik kimia

Senyawa organik maupun anorganik yang banyak terdapat dalam limbah cair industri batik berupa : karbohidrat, protein, lemak, sulfaktan dan zat organik aromatik seperti zat warna, zat pencelupan, alkali, asam dan garam. Parameter-parameter kimia dinyatakan dalam indikasi sebagai berikut :

a. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD didefinisikan sebagai jumlah oksigen terlarut dalam limbah cair yang dipakai untuk menguraikan sejumlah senyawa organik dengan bantuan mikroorganisme pada kondisi dan waktu tertentu.

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/L yang dibutuhkan pada kondisi khusus untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi (Sugiharto, 1987).

c. pH

pH merupakan parameter penting untuk kehidupan biota air, tanaman dan industri. Limbah cair dikatakan bersifat asam apabila $\text{pH} < 7$ dan alkalis atau basa apabila $\text{pH} > 7$. Air limbah proses pencelupan batik, ada yang bersifat asam dan adapula yang bersifat basa.

d. Logam berat

Zat warna merupakan senyawa aromatik kompleks yang pada umumnya sukar diuraikan. Beberapa jenis zat warna mengandung logam-logam berat seperti Cr dan Cu, misalnya zat warna ergan soga. Disamping zat warna, beberapa zat pembantu pencelupan juga mengandung unsur-unsur logam berat seperti : senyawa-senyawa khrom asetat, kalium bikromat dan kalium permanganat. Zat warna ergan soga dan zat-zat pembantu seperti diatas sudah tidak dipakai lagi dalam pembatikan.

Beberapa tolak ukur pencemaran air oleh industri tekstil pada umumnya dan pada industri batik pada khususnya adalah warna, kekeruhan, pH, zat organik, COD, BOD, DO, zat organik dan logam – logam berat (Fe, Mn, Zn, Cr, Cd, Pb) (Anonim, 1978).

Tabel 2.3. Karakteristik Limbah Cair Industri Batik Kecil.

No	Parameter	Satuan	Nilai	Baku Mutu
1.	pH	-	5.8	6 – 9
2.	BOD	Mg/l	1260	30 – 300
3.	COD	Mg/l	3039.7	60 – 600
4.	TSS	Mg/l	855	100 – 400
5.	Minyak / Lemak	Mg/l	60.0	1.0 – 20.0
6.	Phenol	Mg/l	0.926	0.1 – 2.0
7.	Warna	PtCo	185	50
8.	Nitrat	Mg/l	82.17	0.06 – 5.0
9.	Cr	Mg/l	0.02	2.0
10.	Sisa Khlor	Mg/l	-	600 - 1200

(Sumber: Anonim, 1979).

2.5 Pencemaran Industri Tekstil dan Batik.

Industri tekstil paling banyak menggunakan air untuk produksi, sehingga limbah yang dihasilkan lebih banyak. Lebih kurang 80% dari jumlah air yang akan digunakan akan dibuang sebagai limbah (Sutamiharja dan Tarkulputra, 1978).

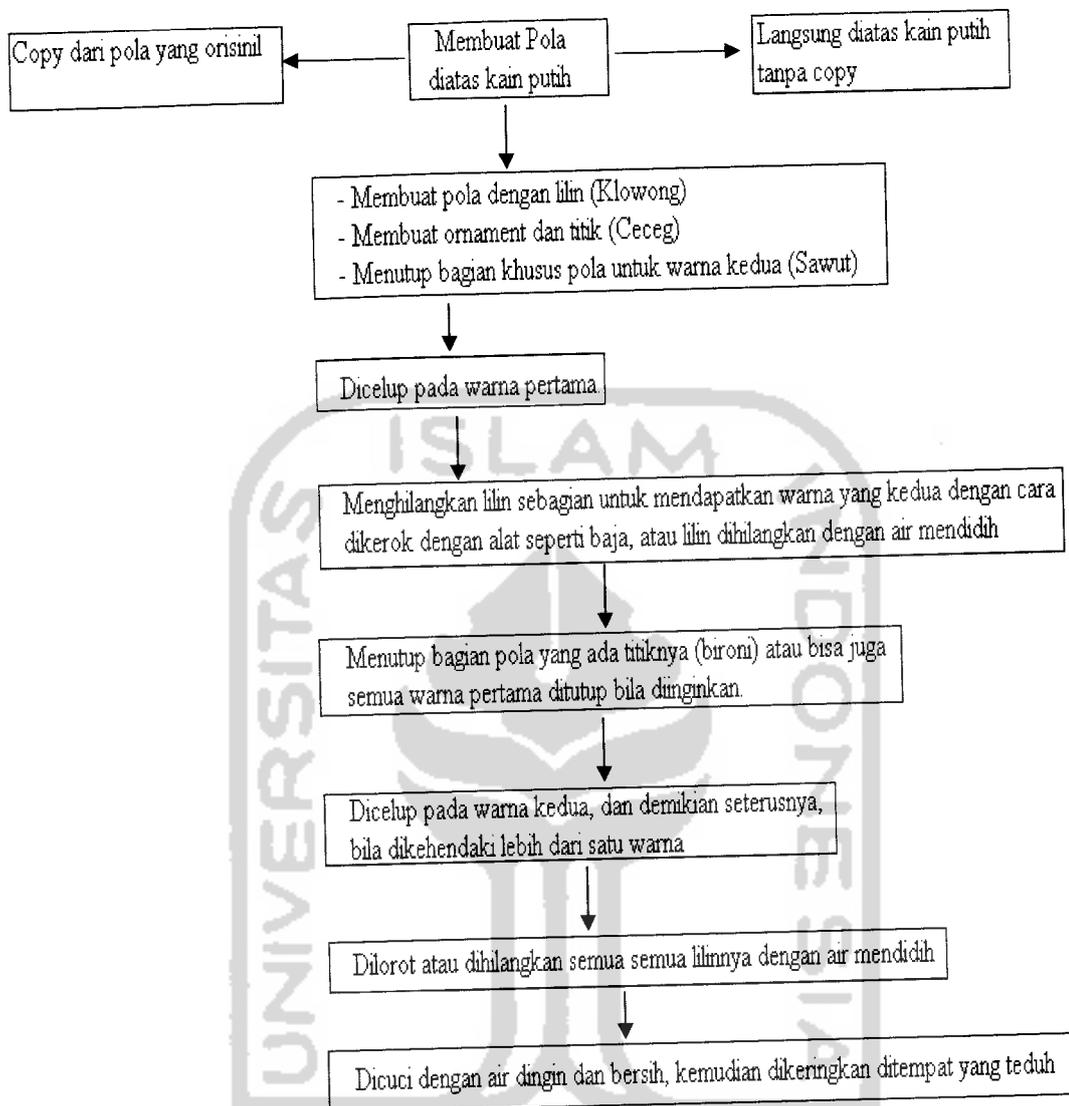
Pencemaran air oleh industri batik pada umumnya bersumber dari proses pencelupan warna pertama, penghilangan lilin sebagian untuk mendapatkan warna yang kedua, dan ketiga dan seterusnya jika diperlukan, dan dari proses pelorotan yaitu proses menghilangkan semua lilin dengan air mendidih.

Proses batik dimulai dengan membuat pola di atas kain putih, kain putih yang dipakai untuk membuat kain batik adalah kain jenis mori, katun, dan sutera. Kain yang mengandung bahan sintetis (plastik) tidak dapat digunakan untuk proses batik.

Tabel 2.4. Zat Pencemar dalam Limbah Batik Cair Pada Proses Pembuatan Batik.

No	Jenis Proses	Zat-zat Pencemar	Bahan Pencemar
1.	Persiapan	Kanji, Minyak Kacang soda abu	Rendah (Cair)
2.	Pembatikan	Uap lilin batik	Kontak langsung (gas)
3.	Pewarnaan		
	a. Naphthol	Naphthol, Garam Diazonium, NaOH, TRO, Kanji Indigosol, NaNO ₂ , HCl, H ₂ SO ₄ , TRO, Kanji	
	b. Indigosol	Rektif, NaCl, Na ₂ CO ₃ , Na ₂ SiO ₄ , TRO, Kation Aktif, Kanji	
	c. Rektif Dingin	Rapid, NaOH, Kanji	
	d. Rapid	Indanthreen, NaOH, Na ₂ S ₂ O ₄ , TRO, NaCl, H ₂ O ₂ ,	
	e. Indanthreen	CH ₃ COOH, Kanji	Sangat Tinggi (cair)
4.	Pelepasan lilin batik	Lilin batik, minyak, lemak, kostik soda, soda abu, dan kanji	Tinggi (Cair)
5.	Penyelesaian	Kanji, Zat resin finishing	Rendah (Cair)

(Sumber: Anonim, 1997)



Gambar 2.2. skema proses pembuatan batik (anonim, 1982)

2.6 Warna.

Zat warna adalah senyawa yang dapat dipergunakan dalam bentuk larutan atau disperse kepada suatu bahan lain sehingga berwarna. Warna dalam air dapat

disebabkan oleh adanya ion-ion metal alam, seperti besi dan mangan. Warna pada air dihilangkan terutama untuk keperluan industri dan air minum. Warna yang biasanya diukur adalah warna yang sebenarnya atau warna nyata yaitu warna setelah kekeruhan dihilangkan, sedangkan warna nampak adalah warna yang tidak hanya disebabkan oleh zat-zat yang terlarut di dalam air tetapi juga oleh zat-zat tersuspensi.

Pemeriksaan warna ditentukan dengan membandingkan secara visual warna dari sampel dengan larutan standar warna yang diketahui konsentrasinya. Sebagai standar warna digunakan larutan platina (Pt), Cobalt (Co) dengan satuan mg/L (Alaerts, G. Sntika, 1984).

Warna dalam air limbah dapat menunjukkan warna abu-abu sedangkan air limbah yang sudah lama menunjukkan warna gelap (Mahida, 1984)

Tumbuh-tumbuhan penghasil zat pewarna alami yang tumbuh di Indonesia kurang lebih ada 150 jenis tanaman, tetapi yang paling efektif untuk dapat digunakan dan dapat diproduksi menjadi powder maupun dalam bentuk pasta hanya beberapa jenis saja diantaranya adalah :

a. *Indigofera* Sp

Indigofera Sp merupakan salah satu tanaman penghasil zat warna alam jenis indigoside yang terdapat pada daun. Indigoside yaitu indigo yang terdapat sebagai glukoside dan indigo mempunyai inti indool atau henzopyrol, yang jika direndam dalam air indigoside itu bersama-sama enzim indimulase larut dalam air dan oleh pengaruh enzim berubah menjadi indoxyl dan gula.

Indoxyl adalah senyawa yang tidak berwarna dan dalam larutan yang alkalis mudah teroksidasi menjadi indigo yang berwarna biru (Suprpto, H, 2000).

b. *Bixa orrellana*

Bixa orrellana mempunyai nama perdagangan internasional Annatto seed en gros. Tumbuhan ini termasuk famil : Bixaceae, merupakan pohon perdu, tinggi sekitar 2-8 m dan tumbuh pada dataran 2000 m diatas permukaan air laut. *Bixa orrellana* merupakan penghasil warna orange pumple.

c. *Marinda citrifolia*

Marinda citrifolia termasuk famili rubiaceae mempunyai nama daerah pace (jawa), kodhuk (madura), tibah, sunthi (bali) bengkudu (sumatra). *Marinda citrifolia*, merupakan penghasil warna kuning.

Hampir semua zat warna yang digunakan dalam industri batik merupakan zat warna sintetis, karena zat warna jenis ini mudah diperoleh dengan komposisi yang tetap, mempunyai aneka warna yang banyak, mudah cara pemakaiannya dan harganya relatif tidak tinggi. Adapun jenis dari zat warna sintetis ini adalah :

1. Zat warna Naphtol

Disebut juga zat warna azo, karean timbulnya warna terjadi akibat adanya penggabungan antara naphtol dengan garamnya (Anonim, 1991).

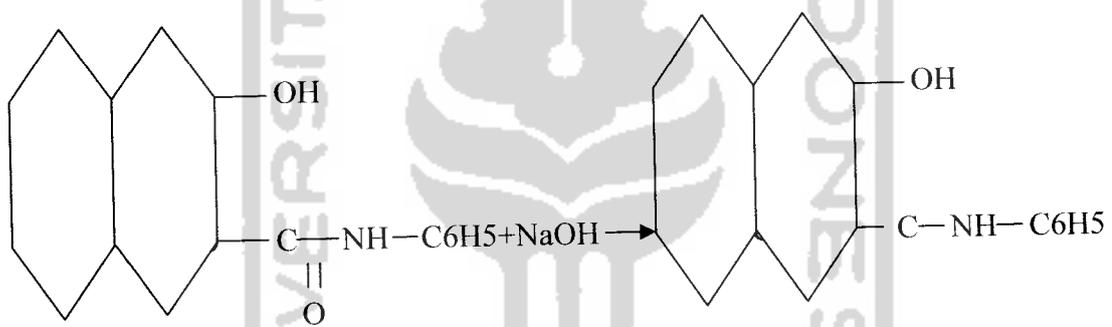
Menurut Soeparman (1967), zat warna naphtol dibedakan menjadi :

a. Beta Naphtol (zat es)

b. Naphtol A

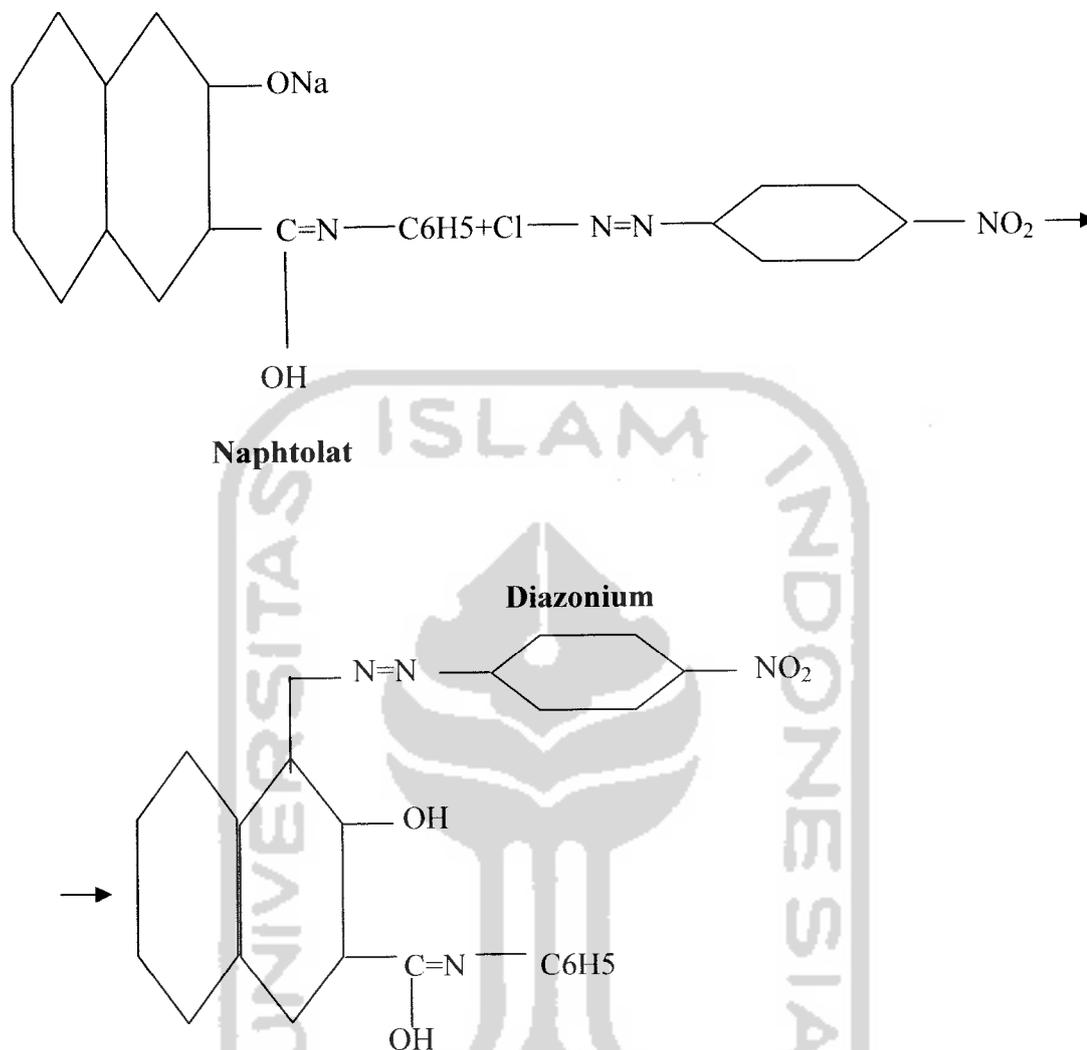
Zat warna Naphtol adalah zat warna yang tidak larut dalam air, terdiri dari dua komponen yaitu Naphtol dan Garam Diazonium. Kedua komponen tersebut bergambut menjadi senyawa berwarna jika sudah dalam larutan. Komponen Naphtol supaya dapat bersenyawa dengan garam diazonium harus dirubah menjadi bentuk Naphtolat atau larutan dengan penambahan pembasah, air panas dan kostik soda. Garam diazonium mudah larut dalam air.

Naphtol AS + larutan kostik soda panas \longrightarrow Naphtolat.



Gambar 2.3. Proses pelarutan Naphtol menjadi Naphtolat.

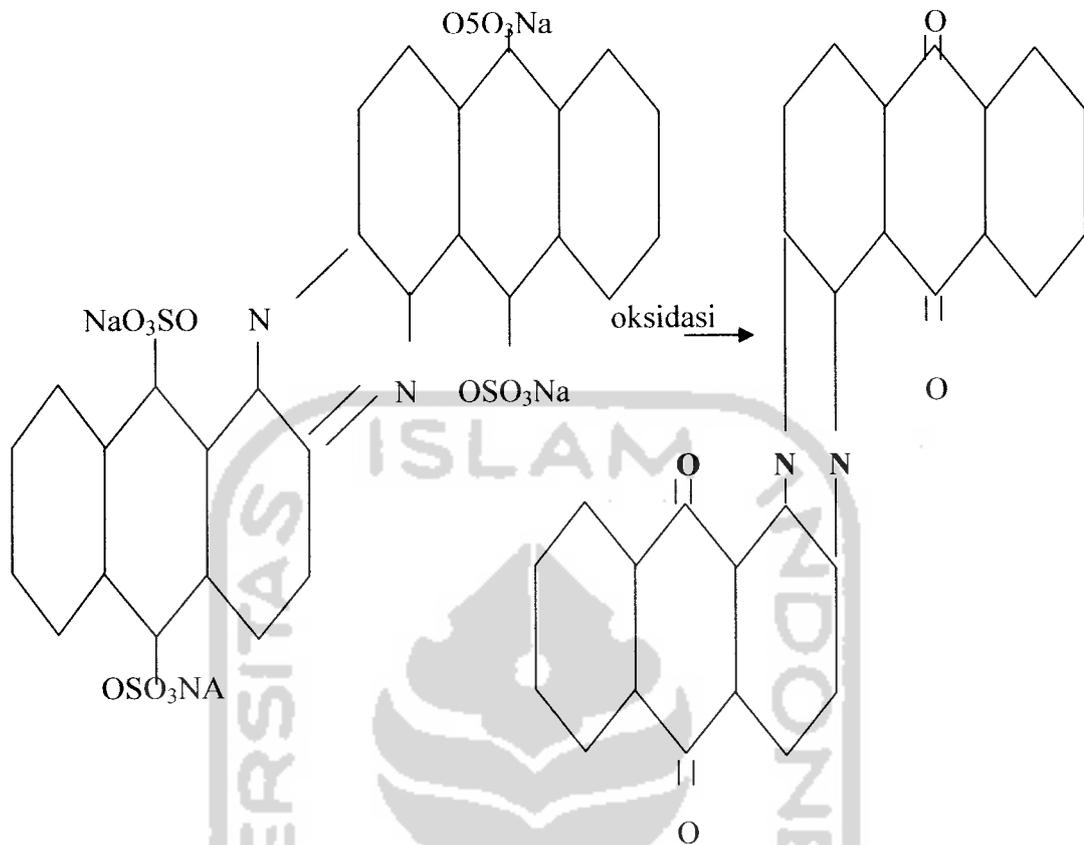
Pada proses pembangkitan warna, Naphtolat tersenyawa dengan larutan diazonium warna Naphtol.



Gambar 2.4. Proses pembangkitan warna saphtol.

2. Zat warna indigosol.

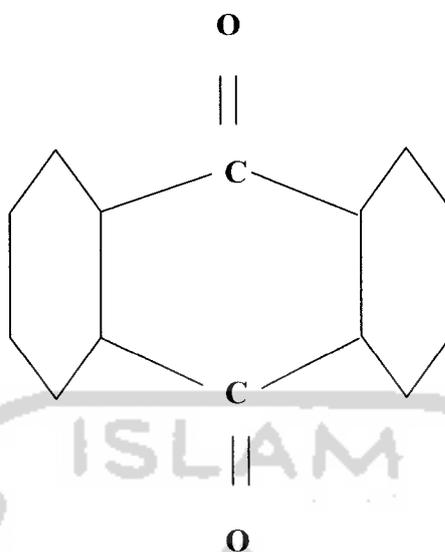
Zat warna indigosol adalah zat warna bejana larut, yaitu senyawa leuco dari zat warna bejana yang telah distabilkan, dalam pencelupannya perlu dibangkitkan warnanya dengan jalan hidrolisis dan oksidasi



Gambar 2.5. Struktur kimia zat warna indigosol

3. Zat warna Indanthreen

Zat warna Indanthreen merupakan salah satu zat warna bejana yang berupa puder berwarna, tidak larut dalam air. Supaya larut dalam air maka perlu ditambah larutan kostik soda dan natrium hidrosulfit sebagai zat pereduksi. Dan menurut bentuk kimianya, Indanthreen termasuk golongan *Antraquinoida*.



Gambar 2.6. Struktur kimia zat warna indanthreen

2.7 Koagulasi – Flokulasi

2.7.1 Koagulasi

Koagulasi (Pengaduk Cepat) adalah dicampurkannya koagulan dengan pengadukan secara cepat guna mendestabilisasikan koloid dan solid tersuspensi yang halus, dan massa inti partikel dan kemudian membentuk jonjot mikro (*micro floc*). Dalam proses koagulasi selain terjadi reaksi kimia yang sangat kompleks juga terjadi koagulasi elektrokinetik, perikinetik dan orthokinetik. Latar belakang koagulasi adalah terjadinya reduksi zeta potensial, berubahnya daya tarik-menarik Van der Waals yang mengakibatkan tidak adanya keseimbangan antar daya tolak-menolak akibat elektrostatik zeta potensial dan daya tarik menarik Van der Waals.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi ini adalah sebagai berikut :

1. Suhu air

Suhu air yang rendah mempunyai pengaruh terhadap efisiensi koagulasi. Bila suhu air diturunkan, maka besarnya kisaran pH optimum pada proses koagulasi berubah dan pembubuhan dosis koagulan ikut berubah juga (Huisman, 1974).

2. Derajat keasaman (pH)

Koagulasi akan berjalan dengan baik bila berada pada kisaran pH yang optimum. Setiap koagulan mempunyai pH tertentu untuk menjadi efektif.

3. Jenis koagulan

Pemilihan jenis koagulan didasarkan pada pertimbangan segi ekonomis dan daya efektifitas dari pada koagulan dalam pembentukan flok. Koagulan dalam bentuk larutan lebih efektif dibandingkan koagulan dalam bentuk butiran (Aninom, 1995).

4. Kadar ion terlarut

Pengaruh ion-ion yang terlarut dalam air terhadap koagulasi yaitu pengaruh anion lebih besar dari pada kation. Dengan demikian ion natrium, kalsium, dan magnesium tidak dapat memberikan pengaruh yang berarti terhadap proses koagulasi. Air baku yang berasal dari permukaan (sungai) mengandung sejumlah ion-ion yang kompleks dan tidak mungkin untuk membedakan pengaruh tiap-tiap ion terhadap ion lain yang terdapat dalam air baku tersebut (Anonim, 1995).

5. Tingkat kekeruhan

Pada tingkat kekeruhan yang rendah proses destabilisasi sukar terjadi, sebaliknya pada tingkat kekeruhan yang tinggi maka proses destabilisasi dapat

berlangsung dengan cepat. Tetapi apabila kondisi tersebut digunakan dosis koagulan yang rendah maka pembentukan flok kurang efektif, material pembentukan kekeruhan air permukaan pada umumnya adalah tanah liat, pada sungai kekeruhan biasanya berasal dari tanah yang dilewati aliran sungai (Anonim, 1995).

6. Dosis koagulan

Untuk menghasilkan inti flok yang diharapkan dari koagulasi-flokulasi sangat tergantung dari koagulan yang dibutuhkan. Bila pembubuhan koagulan sesuai dengan dosis yang dibutuhkan maka proses pembentukan inti flok akan berjalan dengan baik (Anonim, 1995).

7. Kecepatan pengadukan

Tujuan utama pada pengadukan adalah kontak antara koagulan dengan koloid secara intensif. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah pengadukan harus benar-benar merata, sehingga semua koagulan yang dibubuhkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel atau ion-ion yang ada dalam air dan sudah terbentuknya mikroflok atau jonjot mikro seoptimal mungkin. Kecepatan pengadukan sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok, bila pengadukan terlalu lambat mengakibatkan lambatnya flok yang terbentuk dan sebaliknya apabila pengadukan terlalu cepat maka berakibat pecahnya flok yang terbentuk.

8. Alkalinitas

Alkalinitas ditentukan oleh kadar asam atau basa yang terjadi dalam air. Alkalinitas dalam air dapat membentuk flok dengan menghasilkan ion hidroksida

pada reaksi hidrolisis koagulan. Alkalinitas dapat dibuat dengan menambahkan senyawa NaOH, Ca (OH)₂, dan HCO₃ yang sekaligus merupakan jenis Alkalinitas dalam air yang dihasilkan oleh senyawa ion tersebut serta mempunyai pengaruh yang berlainan terhadap koagulasi-flokulasi dan jenis material air baku (Tjokrokusumo, 1992).

2.7.2 Flokulasi

Flokulasi (Pengaduk Lambat) adalah proses pengadukan air yang mengandung partikel hasil destabilisasi proses koagulasi, untuk membentuk flok, atau merupakan proses penggabungan partikel-partikel hasil koagulasi menjadi partikel-partikel yang lebih besar agar mudah mengendap melalui pengadukan lambat.

Koloid yang tidak stabil cenderung akan menggumpal membentuk flok, walaupun kecepatan penggabungan partikel ditentukan oleh banyaknya kontak yang terjadi antara partikel-partikel koloid dan efektifitas kontak yang terjadi. Dalam flokulasi kontak antara partikel dapat terjadi melalui tiga cara sebagai berikut:

1. Kontak yang diakibatkan oleh adanya gerak panas atau thermal yang dikenal dengan gerakan *brown*. Flokulasi yang terjadi oleh gerak brown ini lebih dikenal sebagai flokulasi perikinetik.
2. Kontak yang diakibatkan oleh adanya gerak media (air) misalnya gerak air yang diakibatkan oleh pengadukan. Flokulasi yang disebabkan oleh gerak media ini dikenal dengan istilah flokulasi orthokinetik

3. Kontak yang terjadi akibat kecepatan mengendap masing-masing partikel yang berbeda, sehingga partikel yang lebih besar akan menimpa partikel yang lebih kecil pada saat pengendapan.

Cara pertama dan kedua terjadi dalam proses pembentukan mikroflokk dan penggabungan makroflokk. Sedangkan cara ketiga biasanya terjadi pada proses pengendapan makroflokk pada proses sedimentasi.

Tujuannya adalah menyediakan kondisi dan waktu yang sesuai untuk pembentukan flokk, sedemikian rupa sehingga flokk yang terbentuk cukup besar dan berat untuk dapat mengendap di bak pengendap.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Flokulasi :

1. Pengaruh Gradien Kecepatan (G)

Besarnya gradien kecepatan untuk setiap titik dalam sistem akan berbeda pada bagian yang berdekatan dengan alat pengaduk, maka gradien kecepatan (G) lebih besar dibandingkan dengan bagian cairan yang relatif jauh dari alat pengaduk atau *blade*.

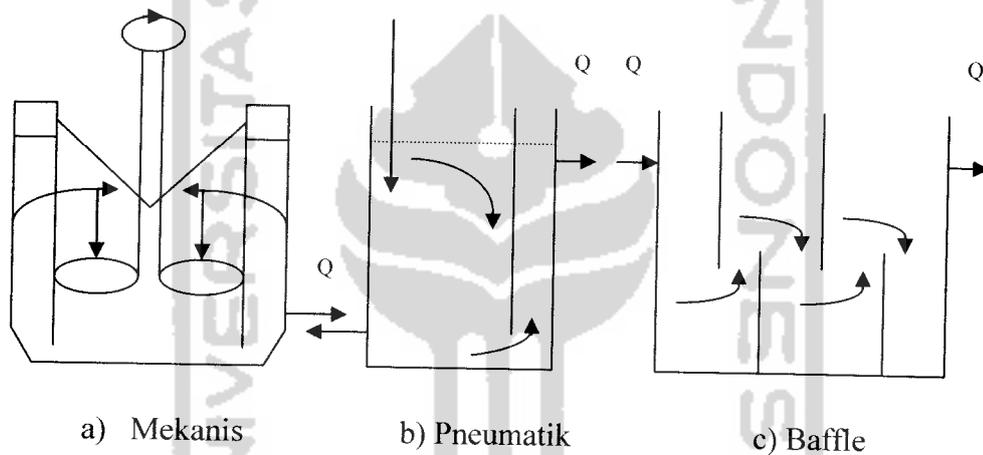
2. Pengaruh lama pengadukan

Pengadukan merupakan salah satu faktor yang menunjang hasil dari proses koagulasi/flokulasi. Didalam pelaksanaannya diperlukan dua proses pengadukan yaitu pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Pengadukan cepat dilakukan pada saat bahan koagulan ditambahkan pada air, sedangkan pengadukan lambat dilakukan untuk mendukung berlangsungnya proses

flokulasi. Pengadukan lambat harus dilakukan sangat hati-hati dan biasanya kecepatan pengadukannya dibuat berangsur-angsur terus. Hal ini dimaksudkan agar flok yang telah terbentuk tidak terpecah lagi.

Flokulasi dilakukan dengan berbagai cara, yaitu :

1. Pengadukan mekanik
2. Pengadukan pneumatic
3. Bak baffle.



Gambar 2.7 Macam-Macam Flokulasi

2.7.3 Mekanisme Proses Koagulasi-Flokulasi

Mekanisme dalam proses koagulasi-flokulasi digolongkan menjadi dua bagian, yaitu :

I. Destabilisasi partikel koloid (proses koagulasi)

Pada umumnya hampir semua partikel koloid dalam air bermuatan listrik, dimana muatan itu cenderung menghasilkan gaya tolak menolak antara partikel sehingga untuk menggumpalkan partikel koloid harus dilakukan usaha mendestabilisasikan koloid tersebut Menurut Tjokrokusumo (1995).

Menurut Tjokrokusumo (1995), ada tiga mekanisme dalam proses destabilisasi koloid yang dapat menjelaskan proses koagulasi yaitu :

a. Pemanfaatan lapisan difusi (*double layer compression*)

Kestabilan partikel koloid disebabkan oleh adanya lapisan bermuatan listrik pada permukaan partikel koloid, yang disebabkan oleh ionisasi atom, hidrasi molekul H_2O , pertukaran elemen atau adsorpsi dari air. Ion-ion yang melekat kuat pada permukaan koloid akan menarik ion dengan muatan yang berlawanan dari media sekitarnya dan membentuk lapisan ion-ion. Lapisan difusi yang berperan adalah lapisan molekul air yang mengalami hidrasi (pada permukaan koloid) dan lapisan ion terluar yang mengalami difusi di sekitar partikel koloid.

Lapisan difusi mempunyai dua fungsi yang saling membantu sehingga koloid dikatakan stabil, yaitu :

1. Akan menimbulkan tenaga yang dapat mengalami usaha pendekatan antar partikel koloid yang bermuatan sama (gaya tolak menolak elektrostatis).
2. Akan menimbulkan gaya tarik menarik (*attractive force*) antar partikel, yang disebut sebagai gaya tarik menarik *van de Waals* yang disebabkan oleh tenaga kohensif atom itu sendiri.

b. Netralisasi muatan adsorpsi

1. Interaksi koagulan dengan koloid

Yang berperan disini adalah kemampuan interaksi yang dihasilkan kedua substansi untuk mengatasi efek elektrostatik.

2. Interaksi koagulan dengan pelarut

Proses adsorpsi koagulan pada pertemuan partikel koloid dan pelarut, dengan digunakan zat aktif permukaan maka akan terjadi pergeseran ion dari permukaan koloid akibat akumulasi zat aktif tersebut.

3. Interaksi koloid dan pelarut

Molekul air terikat sangat kuat dengan partikel koloid, ikatan tersebut harus dilenyapkan jika diinginkan terbentuknya ikatan langsung koagulan dengan koloid, disini diperlukan energi untuk menguraikan molekul air dari permukaan koloid

c. Pembentukan jembatan polimer

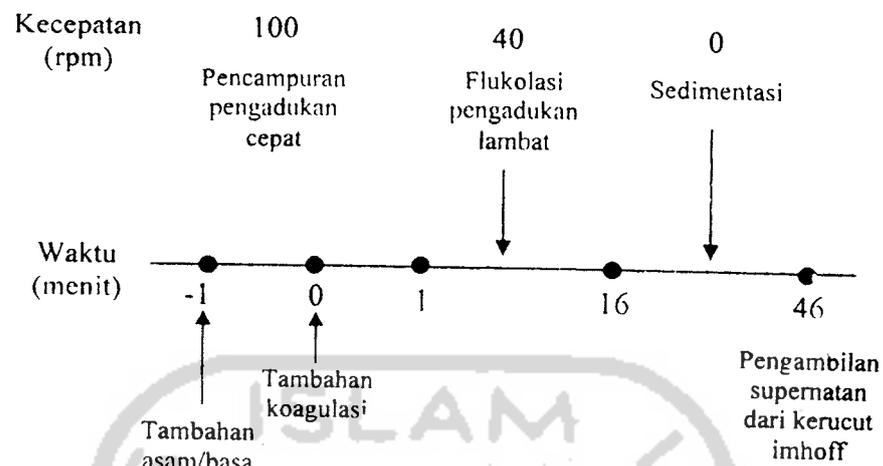
Usaha destabilisasi dengan adanya polymer-ionik sebagai pengikat kimia, dimana jika suatu rangkaian polymer mengadakan kontak dengan koloid, sebagian akan terserap pada permukaan koloid ruang bebas dan sebagian lagi bebas berada dalam larutan. Ketika partikel lain dengan kondisi yang sama mendekat dan terjadi tarik menarik maka akan terbentuk ikatan yang kompleks antar koloid dengan polymer berfungsi sebagai jembatan penghubung.

II Transportasi partikel koloid (proses flokulasi)

Kontak antar partikel diharapkan berlangsung selama transportasi, sehingga akan terbentuk flok. Menurut Tjokrokusumo (1995), Mekanisme terbentuknya flok dalam proses flokulasi ada tiga cara, yaitu :

- a. Flokulasi perikinetik adalah kontak antar partikel yang disebabkan oleh gerakan random koloid akibat *Bombardement* yang cepat dan konstan oleh molekul air.
- b. Flokulasi orthokinetik yaitu flokulasi yang terjadi karena adanya agitasi terhadap koloid yang dapat mempercepat kemungkinan pembentukan agregat partikel koloid.
- c. Proses ko-presipitasi yaitu proses pengendapan dari larutan yang mengandung kation dan anion, dimana partikel-partikel endapan mula-mula akan mengadsorpsi anion sehingga lapisan pertama bermuatan negatif sedangkan ion-ion yang terdapat dalam larutan sebagai counter ion (gaya tolak elektrostatis) menempati lapisan kedua, dengan demikian zeta potensial pada kondisi kritis terjadi penyatuan koloidal sehingga flokulasi bisa berlangsung.

Dengan menyampingkan muatan suatu partikel, kejadian ini dapat membentuk suatu jembatan dengan bermacam-macam partikel koloid. Bagian yang diserap tersebut cukup luas untuk menjangkau jarak antar partikel dengan lapisan di sekelilingnya yang berhamburan karena adanya tabrakan antar ion. Flokulasi akan terjadi jika permukaan partikel hanya sebagian tertutup oleh polimer yang teradsorpsi.



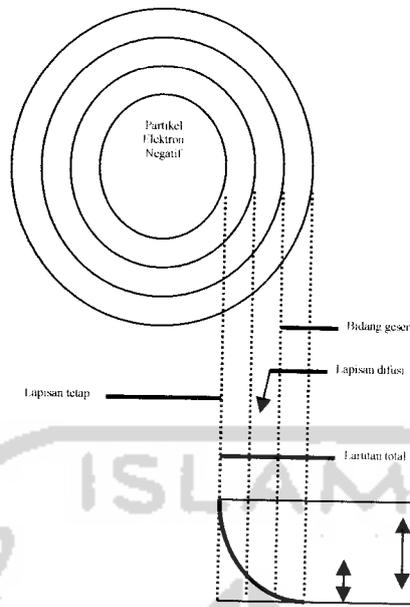
Gambar 2.8 Skema koagulasi dan flokulasi dengan alat jar test (Kusnaedi, 1995).

2.7.4 Mekanisme Pembentukan Flok

Pada proses koagulasi, gugus koagulan yang terbentuk atau diadsorpsi keseluruhan permukaan partikel koloid dengan cepat. Oleh karena jenis muatan yang berbeda, maka akan terjadi tarik-menarik elektrostatis antara keduanya, sehingga akan terjadi destabilisasi muatan partikel koloid.

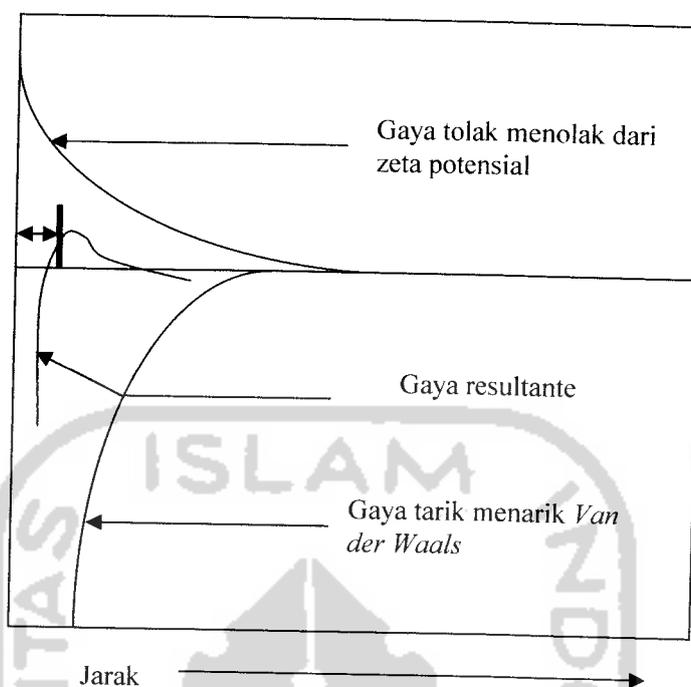
Koloid memiliki sifat elektrostatis pada sekitar air walaupun sangat relatif. Adanya daya elektrostatis pada partikel sangat penting guna mempertahankan dispersi koloid. Permukaan partikel koloid mengeluarkan arus elektrostatis dikarenakan terjadinya ionisasi dan adsorpsi ion gugus yang berada disekitar larutan. Hal ini juga terjadi pada koloid hidrofobik, disebabkan oleh adanya pengurangan ion didalam mineral. Koloid mineral seperti tanah liat mengandung atom nonmetalik lebih banyak

dibandingkan atom metalik dalam struktur kristalnya, sehingga menghasilkan muatan negatif. Koloid hidrofobik ini umumnya adalah senyawa anorganik dan bermuatan negatif. Dengan demikian kenampakan adanya koloid tergantung pada jenis unsur koloid dan sifat sekitar larutan. Sifat koloid dalam sistem adalah tetap sehingga dikatakan terstabilkan dikarenakan adanya elektrostatik pada koloid. Karena pada umumnya muatan koloid adalah negatif dan saling tolak-menolak, maka koloid tinggal tetap dalam larutan. Dalam proses koagulasi penggabungan partikel koloid dilakukan dalam dua tahapan. Tahapan pertama adalah reduksi gaya tolak menolak antar partikel. Umumnya partikel koloid akan stabil karena mempunyai muatan elektrostatik yang sama, sehingga menimbulkan gaya tolak-menolak satu sama lain. Dengan penambahan koagulan muatan tersebut yang umumnya negatif akan direduksi akibat netralisasi muatan oleh kation yang dilepas oleh koagulan. Tahap kedua dari proses koagulasi adalah penggabungan partikel yang telah stabil dengan cara saling tumbuk antar partikel (Tjokrokusumo, 1995). Kelakuan dari tarik menarik dan menolak muatan ion dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.9 Partikel Koloid Negatif Dengan sifat Elektrostatik

Dalam proses koagulasi selain terjadi reaksi kimia yang sangat kompleks juga terjadi koagulasi elektro kinetik, perikinetik dan orthokinetik. Latar belakang koagulasi adalah terjadinya reduksi zeta potensial, berubahnya daya tarik menarik *van der waals* yang mengakibatkan tidak adanya keseimbangan antara daya tolak menolak akibat daya elektrostatis zeta potensial dan daya tarik menarik *van der waals*. Resultante dari kedua daya ini menghasilkan analisis seperti tampak pada gambar berikut (Tjokrokusumo, 1995) :



Gambar 2.10 Resultante Gaya Tolak Menolak Zeta Potensial dengan Gaya Tarik Menarik *Van der Waals*.

Agar terjadi dispersi atau pencampuran yang sempurna dalam proses koagulasi, pengadukan cepat dan intensif sangat diperlukan. Kontak antara koagulan dengan koloid secara intensif adalah tujuan utama pada operasi pengadukan, sehingga dengan demikian pada saat air meninggalkan bak pengadukan cepat, sudah terjadi *micro floc* atau jonjot mikro semaksimal mungkin. Jonjot mikro kemudian mulai aglomerisasi (membentuk massa besar) menjadi lebih besar.

Untuk mempermudah terjadinya penggabungan partikel-partikel yang telah mengalami destabilisasi, maka kontak antar partikel dibantu dengan pengadukan.

Secara garis besar mekanisme pembentukan flok terdiri dari tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Tahap destabilisasi partikel koloid
2. Tahap pembentukan mikroflok
3. Tahap penggabungan mikroflok
4. Tahap pembentukan makroflok

Tahap 1 dan 2 berlangsung selama proses koagulasi, sedangkan tahap 3 dan 4 berlangsung pada proses flokulasi. Kecepatan pengendapan dapat diperbesar dengan mengkoagulasi menjadi butir-butir kasar. Hal ini lazim dilakukan oleh koagulan aluminium dan besi.

Menurut Sri Sumestry (1984) suatu larutan koloid yang mengandung partikel-partikel kecil dan koloid dianggap stabil bila:

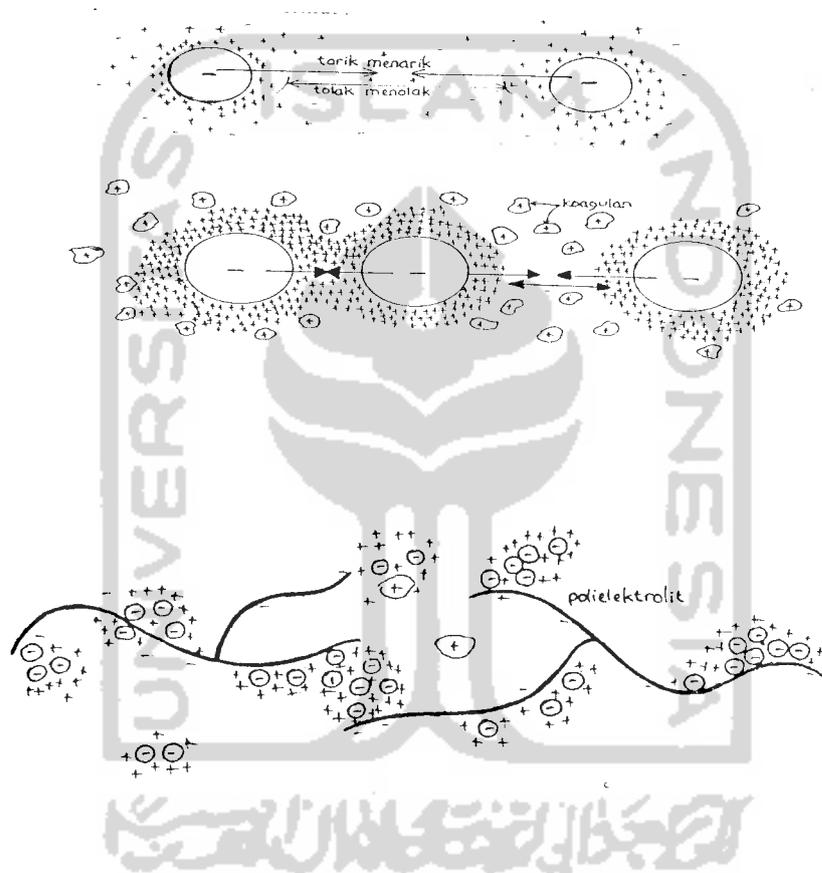
1. Partikel-partikel kecil ini terlalu ringan untuk mengendap dalam waktu yang pendek.
2. Partikel-partikel tersebut tidak dapat menyatu, bergabung dan menjadi partikel yang besar dan berat, karena muatan listrik pada permukaan elektrostatis antara partikel satu dengan yang lainnya.

Dengan pembubuhan flokulan seperti disebutkan diatas, maka stabilitas tersebut akan terganggu karena:

- a. Sebagian kecil tawas yang tinggal terlarut dalam air, molekul-molekul ini dapat menempel pada permukaan koloid dan mengubah muatan listriknya

karena sebagian molekul Al bermuatan positif sedangkan koloid biasanya bermuatan negatif (pada pH 5-8).

- b. Sebagian besar tawas tidak terlarut dan akan mengendap sebagai flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang dapat mengurung koloid dan membawanya ke bawah proses ini umumnya paling efisien.



Gambar 2.11 Proses kerja koagulan

2.8 Tipe atau Jenis Koagulan

Jenis koagulan yang ditambahkan akan mempengaruhi mekanisme destabilisasi partikel koloid, hal ini disebabkan setiap koagulan mempunyai karakteristik yang berbeda. Koagulan yang digunakan di dalam pengolahan air adalah sebagai berikut :

1. Alum

Sifat-sifat dari koagulan alum atau $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ sebagai berikut :

- a. Dapat mempengaruhi pH optimum
- b. pH optimum 6-7
- c. Memerlukan alkalinitas tambahan dalam bentuk carbonat, bikarbonat, hidroksid.

2. Ferri Chlorida

Ferri Chlorida (FeCl_3) adalah suatu tipe koagulan yang membutuhkan alkalinitas tambahan dalam bentuk garam besi yang tidak larut dalam air. FeCl_3 bersifat korosif sehingga memerlukan tempat khusus pada penyimpanan

- a. pH efektif 5,4-7,8
- b. Dapat menghilangkan warna dan mengoksidasikan H_2S .
- c. Membutuhkan alkalinitas tambahan
- d. Menghilangkan flok yang lebih besar jika dibandingkan dengan koagulan alum.

3. Polielektrolit

Polielektrolit adalah polimer berantai panjang atau rantai cabang yang mengandung kelompok ion seperti $-CaOH$; $-OH$; $-NH_2$.

Sifat-sifat polielektrolit adalah sebagai berikut :

- a. Sukar larut dalam air
- b. Mampu berionisasi
- c. Membentuk rantai panjang karena adanya gaya tolak menolak antar partikel yang bermuatan di sepanjang ikatan karbon.

4. Ferro Sulfat ($FeSO_4$)

Jesse (1971) menyatakan $FeSO_4$ memerlukan alkalinitas tambahan untuk membentuk ferro hydroxide, $Fe(OH)_2$. pH untuk $FeSO_4$ adalah 6-8 (Raharjo, 1993).

Jenis koagulan alami yang digunakan untuk menjernihkan air, di antaranya :

1. Karbon (arang) aktif.

Paling bagus menggunakan arang kayu waru atau tempurung kelapa karena mempunyai daya serap tinggi. Banyaknya arang yang dimasukkan ke dalam air adalah $1/8$ dari jumlah air

2. Biji kelor tua dan kering

Biji kelor juga bisa dimanfaatkan untuk menjernihkan air. Biji kelor yang dipilih yang sudah tua dan kering, dengan kadar air tinggal 10%. Untuk satu liter air diperlukan enam biji kelor. Selain bersifat koagulan, atau



menggumpalkan dan mengendapkan zat organik, biji kelor juga bersifat desinfektan yang bisa membunuh bakteri Coli (penyebab diare).

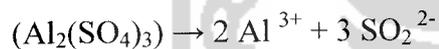
3. Karat besi atau fero sulfat (FeSO_4)

Masyarakat bisa mengambil besi yang sudah berkarat dan dimasukkan ke dalam air. Fungsi karat besi itu sebagai koagulan zat organik dan harganya 24 kali lebih murah dari tawas.

4. Alumunium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Aluminium Sulfat atau tawas merupakan salah satu jenis koagulan yang biasa digunakan dalam proses koagulasi. Reaksi tawas dan air pada proses koagulasi :

1. Reaksi Penguraian (Disosiasi)



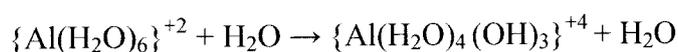
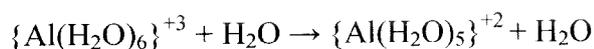
- Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif pada destabilisasi koloid sehingga Al^{3+} akan terdifusi didalam koloid membentuk adanya muatan didalam koloid tersebut.

2. Reaksi Hidrolisa



- Al_2SO_4 merupakan presipitat atau endapan halus yang membentuk inti flok.

3. Reaksi Polimerisasi Ion Kompleks



- $\{\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_3\}^{+4}$ merupakan jembatan antar partikel.

Ion Al^{+++} berperan sebagai elektrolit positif dalam destabilisasi partikel koloid. Senyawa $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam bentuk presipitat berfungsi sebagai inti jonjot, sedangkan ion kompleks $\{\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2\}^{++++}$ akan berfungsi sebagai jembatan antar partikel. Dalam keadaan alkalis yang cukup tawas akan bereaksi dan menghasilkan flok hidroksid.

Pada reaksi di atas menyebabkan perbedaan H^+ sehingga pH larutan berkurang, akibat efek pengasaman ini maka flokulasi tidak dapat berlangsung dengan baik dalam air yang mengandung Al tinggi, karena pH terlalu rendah sedangkan untuk membentuk $\text{Al}(\text{OH})_3$ dibutuhkan pH 6 sampai 8. asam dinetralkan kalau kapasitas buffer yakni alkalinitas dalam air cukup tinggi. Pada proses koagulasi-flokulasi ini selain zat padat yang berupa partikel dan koloid tersebut, juga warna dan sedikit fosfat dan logam terlarut akan terbawa dan dapat diendapkan oleh flok-flok $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Mengenai sifat dari koagulan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ adalah :

- a. Dapat bekerja dengan baik pada pH 6 – 8 dan pH optimum 7
- b. Penambahan koagulan alum ke dalam air akan menyebabkan penurunan alkalinitas serta penurunan pH (Tjokrokusumo, 1992).

Dalam proses koagulasi partikel-partikel koloid yang terdapat dalam air teradsorpsi (terjerap) pada permukaan adsorben yaitu tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) sehingga membentuk inti flok.

Sifat koagulan tawas :

- a. Bereaksi diantara pH 5,5 – 8,5.
- b. pH optimum 7,0.
- c. Penambahan koagulan tawas didalam air akan mengakibatkan penurunan alkalinitas serta pH.

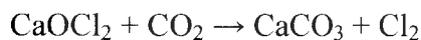
5. Tanah gambut

Cara ini lebih tepat digunakan di daerah pedesaan yang terkena pencemaran. Tanah gambut dimasukkan ke dalam air yang akan dijernihkan. Untuk menjernihkan 200 liter air diperlukan 1,5 kilogram tanah gambut.

6. Kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Kapur biasanya mempunyai sifat-sifat :

- 1. logam berwarna putih abu-abu dan berbau khlor.
- 2. Berbentuk seperti serbuk kristal dan biasanya lembab
- 3. Membentuk senyawa-senyawa ion bervalensi 2.
- 4. Tidak terdapat bebas di alam
- 5. Ca terdapat sebagai karbonat (batu kapur)
- 6. bila dibiarkan diudara dengan pengaruh CO_2 dan uap air akan mengeluarkan Cl_2 .



(Ahmad Chon, Sumarna dan Sunardi, 1984).

Kapur dapat digunakan sebagai :

1. Ca digunakan sebagai reduktor, menyingkirkan oksida-oksida.
2. dalam tubuh, Ca (dengan P) penting untuk pembentukan tulang dan penting dalam pembekuan darah.
3. CaO (kapur tohor) dengan air segera membentuk Ca(OH)_2 oleh karena itu CaO digunakan juga sebagai pengering (alkohol).

2.9 Metode Jar Test

Jar-test merupakan serangkaian alat yang dapat menunjukkan jenis dan berapa banyak serta berapa jauh pengolahan secara kimia yang akan memberikan hasil yang baik dalam Instalasi pengolahan. Analisa tentang optimasi penggunaan koagulan sebagai koagulan destabilator koloid dilakukan dengan percobaan Jar test. Cara analisis laboratorium ini sangat membantu proses koagulasi termasuk proses kimia yang terjadi dalam koagulasi.

Dalam analisis tersebut tidak hanya dipantau tentang besar kecilnya putaran, dosis koagulan, waktu pengendapan, kekeruhan, besar dan kecilnya flok saat pengadukan cepat dan lambat akan tetapi juga dipantau pH air baku setelah koagulasi (Tjokrokusumo, 1995).

Banyak macam bahan kimia yang harus ditambahkan pada penyediaan air dapat diperhitungkan dengan penentuan secara laboratorium, dengan cara jar-test. Diantara bahan kimia yang penting ini adalah koagulan aid, *alkali component*, *softening chemical*, dan *activated carbon* untuk menghilangkan bau dan rasa.

Bilamana koagulan ditambahkan maka istilah *floculation test*, *coagulant test* dapat digunakan untuk menggambarkan uji ini. *Floculation test*, *coagulant test* bertujuan untuk memperkirakan penambahan koagulan, pengadukan serta keadaan pengendapan yang berlangsung pada instalasi pengolahan (Sri Sumestry, 1984).

a. Manfaat jar-test

Penggunaan alat jar test dalam koagulasi-flokulasi secara garis besar mempunyai manfaat sebagai berikut (Sri Sumestry, 1984):

1. Dapat ditemukan dan ditetapkan dosis koagulan yang tepat yang digunakan dalam pengolahan. Apabila terdapat berbagai tingkat kekeruhan warna atau faktor lain yang juga menentukan perubahan dosis koagulan.
2. Dapat diketahui dan diperhitungkan keuntungan dan kebaikan penggunaan koagulan Al atau Fe seperti silika aktif, polyelektronik, tanah liat, serbuk batu, karbon aktif, endapan, lumpur, kapur dan soda abu.
3. Dapat menunjukkan akan pembaharuan sistem pengolahan yang lama dengan pemasangan instalasi pencampuran cepat atau flokulator mekanis dan memperbaharui sistem rung pengendap.

b. Peralatan jar-test

Peralatan jar-test dapat dibedakan menjadi dua bagian yang penting yaitu :

1. *Stiring machine* (mesin pengaduk)

Yaitu mesin pengaduk, biasanya tiga atau enam tangkai pengaduk yang dapat bekerja dengan kecepatan bertingkat (berbeda) dari 1 – 100 putaran per menit.

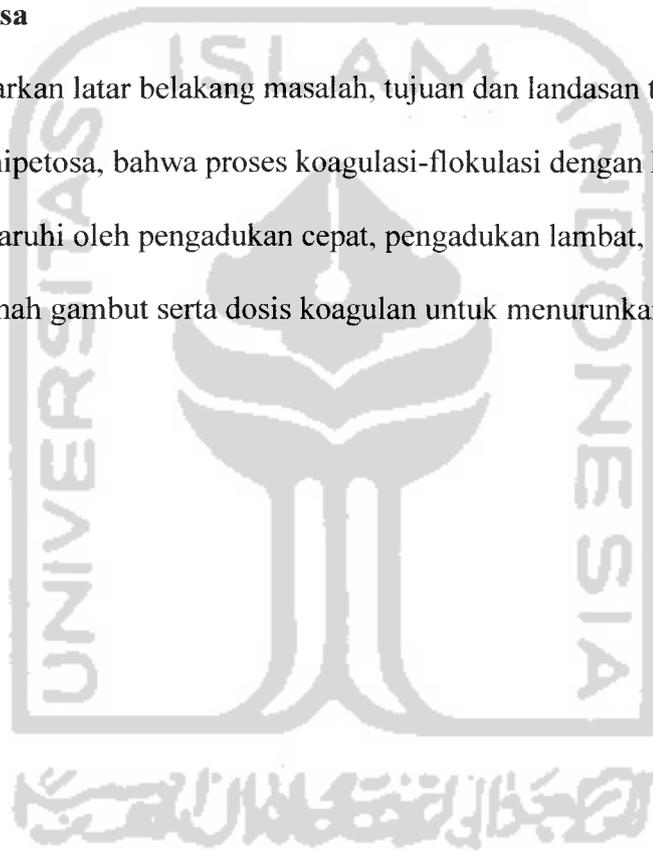
2. Flek illuminator (alat perorangan)

Alat ini di dasar mesin pengaduk dan memungkinkan observasi partikel-partikel yang kecil.

d. Prinsip kerja jar-test

2.10 Hipotesa

Berdasarkan latar belakang masalah, tujuan dan landasan teori diatas dapat dikemukakan hipotesa, bahwa proses koagulasi-flokulasi dengan koagulan tanah gambut dipengaruhi oleh pengadukan cepat, pengadukan lambat, air limbah dan ukuran butir tanah gambut serta dosis koagulan untuk menurunkan warna pada air limbah batik.

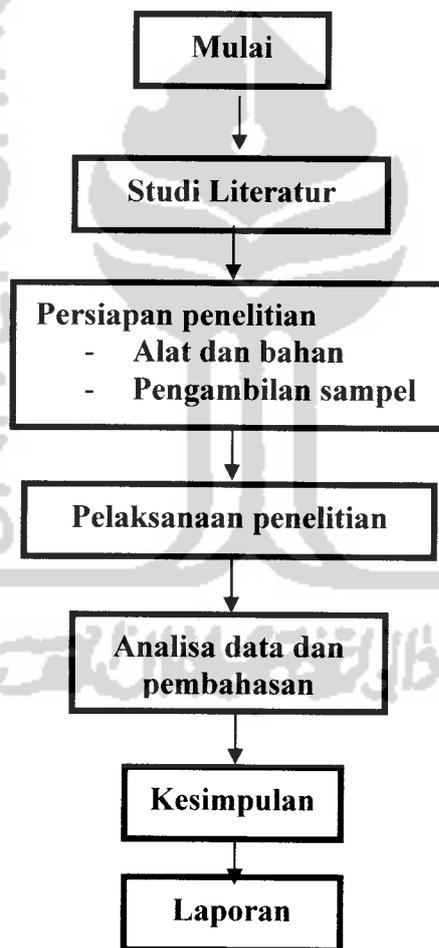


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Agar suatu penelitian dapat disebut dengan penelitian ilmiah maka harus menggunakan metodologi penelitian yang sistematis. Metodologi penelitian yang digunakan dalam bentuk diagram dapat dilihat pada langkah-langkah penelitian.

3.1. Langkah-langkah penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian untuk pengukuran parameter warna dilakukan dilaboratorium kualitas lingkungan UII, sedangkan untuk pemeriksaan kandungan unsur tanah gambut dilakukan dilaboratorium Pertanian, dan laboratorium MIPA UGM, Yogyakarta. Pengambilan sampel dilakukan di daerah Sleman.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah air Limbah Batik di Jl Magelang daerah Sleman, dengan indikasi terdapatnya kandungan Warna yang sangat tinggi, kemudian akan dilakukan penurunan kadar Warna melalui proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan tanah gambut sebagai koagulan.

3.4 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian skala laboratorium dan bersifat eksperimen yang ditunjang dengan pengamatan lapangan, yaitu proses yang berlangsung selama penelitian dilakukan.

3.5 Metode Pengumpulan Data

1. Data Primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan dan data laboratorium tentang kandungan Warna air limbah batik.

2. Data Sekunder, yaitu pengumpulan data dari studi pustaka sebagai penunjang yang berkaitan dengan permasalahan, baik yang diperoleh dari penelitian sebelumnya maupun dari instansi terkait.

3.6 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent variable*)
 - a. Variasi dosis tanah gambut (2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, 10 gr).
 - b. Variasi dosis tawas (2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, 10 gr).
 - c. Variasi dosis kapur (0.5 gr, 1 gr, 1.5 gr, 2 gr, 2.5 gr)
2. Variabel terikat (*Dependent variable*)

Parameter yang diteliti adalah kandungan Warna.

3.7 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat Penelitian
 - A. Penelitian untuk Menentukan Konsentrasi dan Dosis Koagulan
 1. Ayakan/saringan partikel berbutir halus dengan diameter 60 mesh
 2. Gilingan / blender
 3. Alat *jar test*
 4. Atomic Absorption Spect
 5. Gelas Beker ukuran 1 liter sebanyak 5 buah
 6. Timbangan Digital

7. Jerigen volume 30 liter

8. pH meter

9. Tabung *imhoff*

B. Analisa Warna

1. *Spektrofotometer* dengan panjang gelombang 510 nm

2. Tabung Nessler

3. Labu ukur 100 ml

II. Bahan Penelitian

Penelitian untuk Menentukan Konsentrasi dan Dosis Koagulan

1. Tanah gambut yang sudah dikeringkan dengan cara dijemur
2. Air limbah batik dari PT.Angkasa Pura Nakula Sadewa, Yogyakarta.
3. Kertas saring
4. Aquades
5. Kapur Ca(OH)

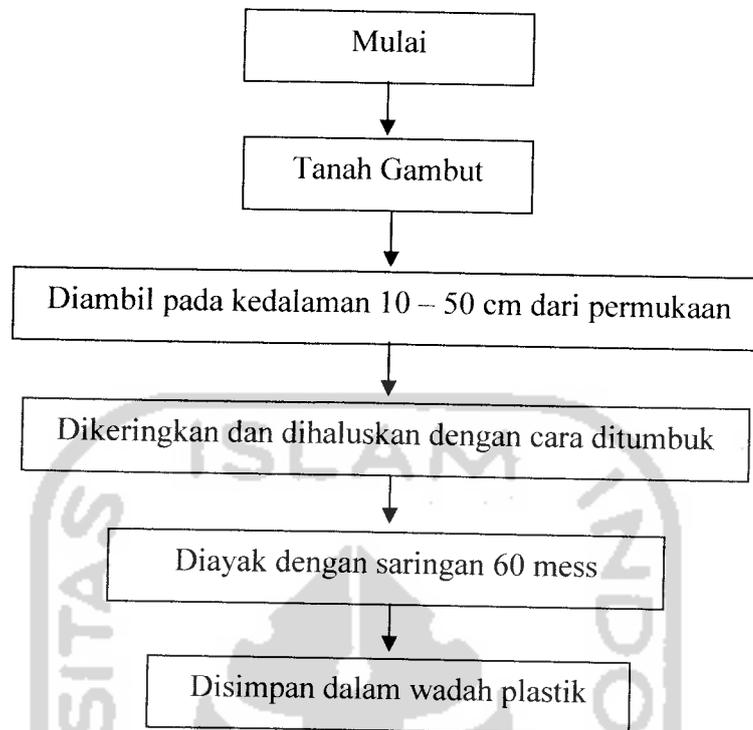
3.8 Tahapan Penelitian

3.8.1 Tahapan persiapan

1. Pengambilan sampel air Limbah Batik.

Pengambilan sampel yang dilakukan di PT.Angkasa Pura Nakula Sadewa Sleman, Yogyakarta

2. Persiapan Tanah Gambut



Gambar 3.2 Skema Persiapan Tanah Gambut

2. Persiapan alat dan bahan

Alat dan bahan yang diperlukan dipersiapkan terlebih dahulu sebelum penelitian dilaksanakan, karena sangat menentukan kelancaran jalannya penelitian.

3.8.2 Tahap Pelaksanaan Percobaan

Cara Kerja Jar-Test Dalam Proses Koagulasi-Flokulasi

- a. Mengambil air limbah batik sebanyak 30 liter dengan perincian 20 liter untuk analisis *jar test* dan 1 liter untuk analisis awal warna dan kandungannya.

- b. Mengambil air limbah batik sebanyak 1 liter kemudian menganalisa kualitas air sebelum pengolahan dengan parameter pH, dan warna.
- c. Memasukan air limbah batik kedalam 5 gelas beker 1000 ml, masing-masing 1 liter.
- d. Menimbang tanah gambut sebanyak (2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, 10 gr).
- e. Menimbang tawas (2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, 10 gr),
- f. Menimbang kapur (0.5 gr, 1 gr, 1.5 gr, 2 gr, 2.5 gr),
- g. Lakukan pemeriksaan pH
- h. Memasukan koagulan kedalam air limbah batik
- i. Meletakkan ke alat analisis *jar test*
- j. Melaksanakan analisis jar test dengan kecepatan 200 rpm untuk koagulasi selama 1 menit
- k. Melakukan flokulasi dengan kecepatan 45 rpm selama 15 menit
- l. Setelah pengadukan selesai masukkan sampel air ke tabung imhoff dan dibiarkan mengendap selama 45-60 menit dan setiap 10 menit tabung tersebut diputar perlahan-lahan untuk mempercepat terjadinya proses pengendapan
- m. Mengambil air sampel dari masing-masing tabung *imhoff*, kemudian dianalisa pH dan warna.
- n. Melakukan pengulangan perlakuan sebanyak 3 kali.
- o. Menghitung dosis optimum tanah gambut.

3.9 Analisis Data

Data yang didapatkan dari hasil penelitian akan dijadikan dalam bentuk tabel dan gambar. Untuk menentukan efisiensi penurunan Warna dalam pengolahan melalui proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan kapur dan koagulan tanah gambut dan tawas, digunakan persamaan berikut :

Perhitungan rumus efisiensi

$$E = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

Dimana :

E = Efisiensi

A = Kadar sebelum pengujian.

B = Kadar sesudah pengujian.

Hasil dari perhitungan rumus diatas merupakan persentase efisiensi tanah gambut sebagai koagulan yang akan digunakan untuk menentukan sejauh mana kemampuan tanah gambut tersebut dalam menurunkan Warna, dalam air limbah batik.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hasil Penelitian.

Dalam penelitian ini mencoba untuk mengolah dan memeriksa parameter warna limbah batik yang berasal dari industri batik Nakula Sadewa Sleman, Yogyakarta. Selanjutnya parameter yang belum dilakukan pengolahan dibandingkan dengan parameter yang sudah dilakukan pengolahan sehingga diketahui seberapa besar kemampuan koagulan untuk menurunkan parameter warna yang ada pada air limbah batik. Dengan menggunakan alat jar test ini diharapkan limbah batik hasil pengolahan telah memenuhi standar kualitas limbah cair. Pada penelitian ini dilakukan 3 kali percobaan serta variasi kecepatan, yaitu :

- a. Percobaan pertama : Koagulan tanah gambut.
- b. Percobaan kedua : Koagulan tanah gambut dengan kapur
- c. Percobaan ketiga : Koagulan tawas dengan kapur (sebagai pembanding dengan koagulan tanah gambut).

Untuk variasi kecepatan, digunakan kecepatan 120 rpm, 150 rpm, dan 200 rpm, dengan flokulasi 30 rpm, 45 rpm, dan 60 rpm.

4.2 Hasil Pengujian Tanah Gambut

Sebelum melakukan penelitian, tanah gambut yang akan digunakan sebagai koagulan diuji terlebih dahulu. Pengujian tanah gambut dilakukan di laboratorium pertanian UGM Yogyakarta dengan metoda analisis unsur kimia yaitu Atomic Absorption Spect (AAS). Data hasil analisis tanah gambut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1. Data Analisis Tanah Gambut.

Nama Sampel	Parameter	Kadar (%)
Tanah gambut	Kadar air	12,29
	SiO ₂	0,19
	Al ₂ O ₃	8,08
	Fe ₂ O ₃	1,36
	pH	5,2
	MgO	0,16
	CaO	0,32

(Data primer, 2006)

Unsur aluminium dan besi yang terkandung dalam tanah gambut dapat berperan sebagai koagulan. Selain aluminium, tanah gambut juga mengandung SiO₂. Kandungan SiO₂ dalam tanah gambut yang akan membentuk kekeruhan buatan dan membentuk flok-flok yang pada akhirnya akan mengendap. Dalam proses pengendapan ini partikel yang disebabkan oleh zat organik akan terserap oleh tanah gambut yang digunakan sebagai koagulan karena mempunyai luas permukaan yang luas (mempunyai butir halus) dan mempunyai oksida aluminium dan oksida besi yang mempunyai daya adsorpsi terhadap ion. (Suprihanto, 1994). Tingkat kekeruhan yang

rendah akan menyebabkan proses destabilisasi sukar terjadi, sebaliknya pada tingkat kekeruhan air yang tinggi, maka proses destabilisasi akan berlangsung dengan cepat tetapi apabila kondisi tersebut digunakan dosis koagulan yang rendah maka pembentukan flok kurang efektif. (Tjokrokusumo, 1995).

4.3 Hasil Pengujian Awal Konsentrasi Warna Sebelum Dilakukan Proses Pengolahan

Hasil pengujian awal terhadap parameter Warna pada air limbah batik yang telah dihomogenkan yang berasal dari PT. Angkasa Pura Nakula sadewa sebagai hasil analisis laboratorium disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian parameter awal sebelum dilakukan proses

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Standar Baku *
1.	Warna	PtCo	2229.675	50

* Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No: 03/MENLH/1998

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas air buangan limbah batik Nakula Sadewa, Sleman Yogyakarta untuk parameter Warna belum memenuhi syarat untuk dapat dibuang ke badan air karena masih jauh berada diatas ambang batas dari Baku Mutu Limbah Cair berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan Lingkungan Hidup No: Kep.02/MENLH/1998. Dimana kadar warna yang terkandung dalam air limbah batik tersebut sebesar 2229.675 PtCo, dimana air limbah tersebut di encerkan terlebih dahulu dengan 15 kali pengenceran.

4.4 Hasil Pengujian Warna Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi

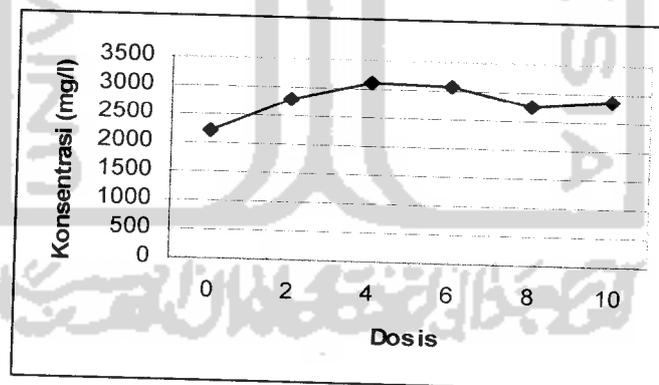
4.4.1 Koagulan Tanah Gambut

Tabel. 4.3 Hasil analisis laboratorium tanah gambut

No	Dosis	Konsentrasi	Efisiensi (%)	pH
		Mg/l	%	
1	Awal	2229.675	0.00	10.00
2	2	2801.602	-25.65	10.85
3	4	3106.388	-39.32	11.35
4	6	3072.786	-37.81	11.05
5	8	2737.052	-22.76	10.23
6	10	2853.924	-27.10	10.54

(Sumber, data primer 2006)

Dari Tabel 4.1 tersebut di atas maka akan dapat dibuat gambar konsentrasi kandungan warna dan efisiensi penurunannya berdasarkan variasi dosis masing-masing pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut dapat dilihat pada gambar berikut:

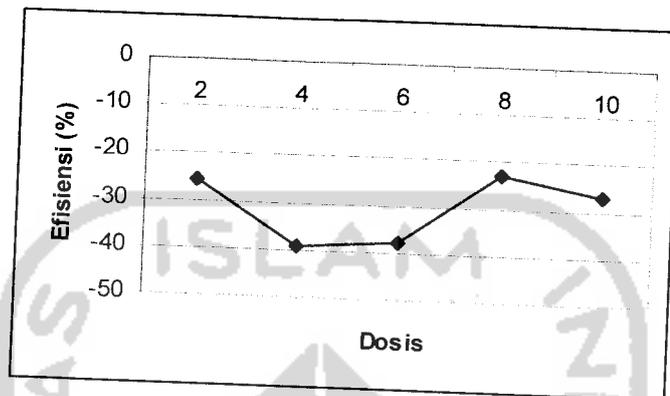


Gambar 4.1 Konsentrasi warna pada berbagai dosis koagulan tanah gambut

Dari hasil analisa diatas menunjukkan bahwa kualitas air limbah batik Nakula Sadewa sebelum dilakukan pengolahan belum memenuhi standar baku mutu limbah cair.

Pada pemeriksaan awal sebelum pengolahan, kadar warna pada air limbah batik sebesar 2229.675 mg/L. Setelah pengolahan dengan berbagai dosis maka hasil yang didapat mengalami kenaikan konsentrasi, ini menandakan bahwa koagulan tanah gambut tidak dapat mengikat atau menarik ion-ion serta zat tersuspensi, koloid maupun zat terlarut dalam air limbah batik serta tingginya zat warna pada air limbah batik sehingga sulit untuk terjadi gaya tarik menarik antar partikel dan ion. Pada dosis 2 gr/l tanah gambut terjadi kenaikan konsentrasi warna dari 2229.675 mg/L menjadi 2801.602 mg/L, begitu juga pada dosis 4 gr/l makin naik mencapai 3106.388 mg/L, begitu juga pada dosis 6 gr/l naik 3072.786 mg/L, dan 8 gr/l 2737.052 mg/L serta 10 gr/l dengan konsentrasi 2853.924 mg/L. Disebabkan oleh pengaruh pH, pada tanah gambut yang bersifat asam (pH 3-5) akan mengurangi efektifitas koagulan yang ditambahkan. Pada proses koagulasi-flokulasi pH sangat berpengaruh dimana pada pH yang rendah akan mengurangi efektifitas koagulan, dan pada pH yang tinggi tidak akan terjadi pembentukan flok atau gumpalan yang diinginkan. (Anonim,1998). Serta pengaruh air limbah yang memiliki kandungan zat warna yang tinggi dan zat organik yang tidak larut dalam air serta tingkat kekeruhan tidak ada sama sekali karena kekeruhan berpengaruh dalam proses destabilisasi. Pada tingkat kekeruhan yang rendah proses destabilisasi sukar terjadi, sebaliknya pada tingkat kekeruhan yang

tinggi maka proses destabilisasi dapat berlangsung dengan cepat. Sedangkan gambar efisiensi dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 4.2 Efisiensi warna pada berbagai dosis koagulan tanah gambut

Pada Tabel 4.2 tingkat efisiensi pada parameter warna dengan koagulanm tanah gambut terjadi meningkat dimana dari efisiensi -25.65 % meningkat sampai -39.32 %. Pada dosis 2 gr/l tanah gambut turun menjadi -25.65 %, begitu kuga pada dosis 4 gr/l, 6 gr/l, 8 gr/l dan 10 gr/l. Tingkat penurunan tertinggi terjadi pada dosis 4 gr/l dengan efisiensi -39.32 % dengan pH 11.35. Pada dosis 6 gr/l -37.81 %, pada pH 11.05 dan pada dosis 8 gr/l -22.76 %, dengan pH 10.23 serta 10 gr/l -27.10. dengan pH 10.54. Penyebab penurunan tingkat efisiensi ini karena proses koagulasi-flokulasi berlangsung pada pH tinggi.

Pada derajat keasaman (pH) yang tinggi (basa) sulit untuk terjadi flok, dimana koagulan tanah gambut dalam kondisi jenuh, sehingga pada kondisi yang demikian tidak akan terjadi pembentukan flok atau gumpalan yang diinginkan dikarenakan

dosis koagulan sudah dalam kondisi jenuh, dan besarnya kandungan zat warna dalam air limbah batik. Proses koagulasi akan berjalan dengan baik apabila pada pH optimum. Untuk tiap jenis koagulan mempunyai daerah pH optimum 6-8 dikarenakan $\text{Al}(\text{OH})_3$ tidak larut dalam jarak pH diatas. (Tjokrokusumo,1995). Setiap penambahan dosis tanah gambut menyebabkan naiknya efisiensi warna dalam air limbah batik.

4.4.2 Koagulan Tanah Gambut dengan Kapur

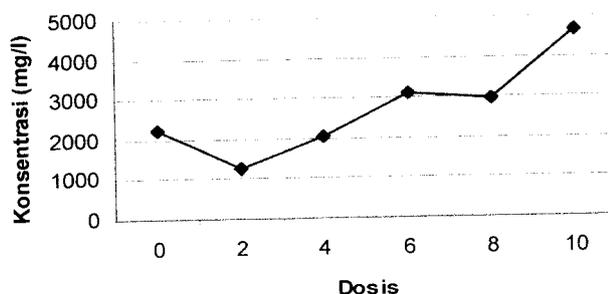
Hasil analisa warna yang dilakukan setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut dengan kapur dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel. 4.4 Hasil analisis laboratorium tanah gambut dengan kapur

No	Dosis		Kosentrasi Mg/l	Efisiensi %	pH
	Tanah gambut	Kapur			
1	Awal	Awal	2229.675	0.00	10.00
2	2	0.5	1263.014	43.35	10.45
3	4	1	2046.176	8.10	10.82
4	6	1.5	3106.996	-39.35	11.06
5	8	2	2965.29	-33.02	11.68
6	10	2.5	4636.662	-107.95	12.00

(Sumber, data primer 2006)

Dari Tabel 4.4 tersebut di atas dapat dibuat gambar konsentrasi warna dan efisiensi penurunannya berdasarkan variasi dosis masing-masing pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut dengan kapur dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.3 Konsentrasi warna pada berbagai dosis koagulan tanah gambut dengan kapur.

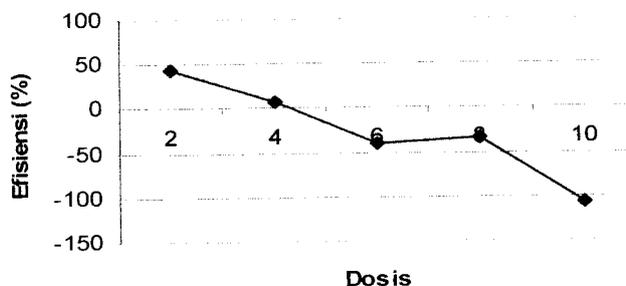
Dari gambar diatas terlihat bahwa koagulan tanah gambut dengan kapur terjadi turun naik, ini menandakan bahwa koagulan tanah gambut dengan kapur dapat bekerja sebagai koagulan. Pada percobaan ini koagulan ditambahkan kapur karena jika tidak ditambahkan maka proses koagulasi-flokulasi akan berjalan pada pH yang sama dengan percobaan pertama, seperti percobaan pertama. Fungsi dari kapur yakni dapat meningkatkan pH karena adanya OH^- . Dengan pH maka efektifitas koagulan akan meningkat sehingga efisiensi penyisihan warna akan meningkat.

Pada dosis 2 gr/l tanah gambut dengan 0,5 gr/l kapur dapat menyisihkan konsentrasi warna dari 2229.675 mg/L menjadi 1263.014 mg/L. Ini menandakan bahwa koagulan tanah gambut dengan kapur dapat bekerja untuk menarik partikel serta ion-ion yang terkandung dalam air limbah batik. Serta adanya ion-ion yang bermuatan berlawanan menimbulkan destabilisasi koloid dan daya tarik-menarik antar

partikel bekerja sama dengan baik, sehingga partikel-partikel tersebut saling berikatan membentuk gumpalan yang disebut mikro flok, selanjutnya mengalami aglomerasi sehingga membentuk makro flok yang dengan mudah dapat mengendap. Menurut kaidah Shulz-Hardy koagulan yang diberikan mengalami reaksi disosiasi dan hidrolisa kemudian terjadi reaksi polimerisasi karena ion aluminium yang bermuatan positif berinteraksi dengan partikel-partikel tersuspensi zat-zat organik dalam air yang bermuatan negatif sehingga membentuk gumpalan-gumpalan besar dalam waktu singkat dan akhirnya mengendap. Penurunan ini juga dikarenakan terjadinya adsorpsi tanah gambut pada air limbah batik.

Pada dosis 4 gr/l tanah gambut dengan 1 gr/l kapur mampu menyisihkan konsentrasi warna menjadi 2046.176 mg/L, dimana partikel serta ion-ion terjadi gaya tarik menarik dan membentuk gumpalan mikro flok dan selanjutnya akan mengendap.

Sebaliknya pada dosis 6 gr/l tanah gambut dengan 1,5 gr/l kapur dan 8 gr/l tanah gambut dengan 2 gr/l kapur serta 10 gr/l tanah gambut dengan kapur 2.5 terjadi kenaikan konsntrasi. Pada dosis 10 gr/l tanah gambut dengan 2.5 gr/l kapur terjadi kenaikan yang sangat besar sampai 4636.663 mg/l. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mohd Asri (2003) dimana pH sangat berpengaruh, dimana pada pH 3-5 mampu menurunkan tingkat konsentrasi sebaliknya pada pH diatas 9 maka akan terjadi peningkatan konsentrasi. Untuk mengetahui tingkat efisiensi warna dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.4 Efisiensi warna pada berbagai dosis koagulan tanah gambut dengan kapur.

Dari gambar diatas terlihat bahwa tingkat efisiensi penyisihan warna terjadi turun naik. Pada dosis 2 gr/l tanah gambut dengan 0,5 gr/l kapur mempunyai tingkat efisiensi sebesar 43.35 %. Penambahan kapur pada proses koagulasi-flokulasi dimaksudkan untuk mengatur derajat keasaman yang disyaratkan sehingga koagulan tanah gambut dapat bekerja secara sempurna. Kapur bersifat elektrolit dan mudah terelektrolisa membentuk Ca^+ dan OH^- sehingga dapat menaikkan pH. Namun dengan penambahan kapur ke dalam air limbah batik, dapat pula menurunkan efisiensi warna. Begitu pula pada dosis 4 gr/l tanah gambut dengan 1 gr/l kapur yang mempunyai tingkat efisiensi penyisihan efisiensi warna sebesar 8.10 %.

Sedangkan pada dosis 6 gr/l tanah gambut dengan 1,5 gr/l kapur, dan 8 gr/l tanah gambut dengan 2 gr/l kapur serta 10 gr/l tanah gambut dengan 2.5 kapur, disini terjadi tingkat penurunan efisiensi. Penurunan efisiensi terbesar terjadi pada dosis 10

gr/l tanah gambut dengan kapur 2.5 gr/l, sebesar -107.95 %. Hal ini terjadi adaya gaya tolak-menolak antar partikel, serta koagulan dalam kondisi jenuh dan pengaruh pH, dimana pH dalam keadaan alkali (basa). Sehingga proses tarik menarik antar partikel tidak terjadi dan terjadi tolak menolak antar partikel.

4.4.3 Koagulan tawas dengan kapur

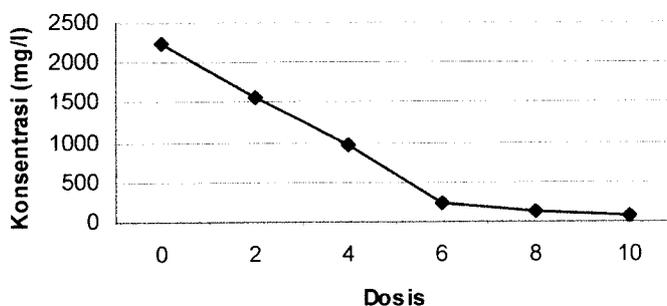
Proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan koagulan tawas dengan kapur dilakukan untuk mengetahui perbandingan koagulan terbaik antara tanah gambut dengan tawas. Hasil analisa warna yang dilakukan setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tawas dengan kapur dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel. 4.5 Hasil analisis laboratorium tawas dengan kapur

No	Dosis		Kosentrasi Mg/l	Efisiensi %	pH
	Tawas	Kapur			
1	Awal	Awal	2229.675	0.00	10.00
2	2	0.5	1553.194	30.34	9.52
3	4	1	963.763	56.78	9.13
4	6	1.5	237.4365	89.35	8.84
5	8	2	135.8485	93.91	8.54
6	10	2.5	88.0755	96.05	8.00

(Sumber, data primer 2006)

Dari Tabel 4.5 tersebut di atas maka akan dapat dibuat gambar konsentrasi warna dan efisiensi penurunannya berdasarkan variasi dosis masing-masing pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tawas dengan kapur dapat dilihat pada gambar berikut :

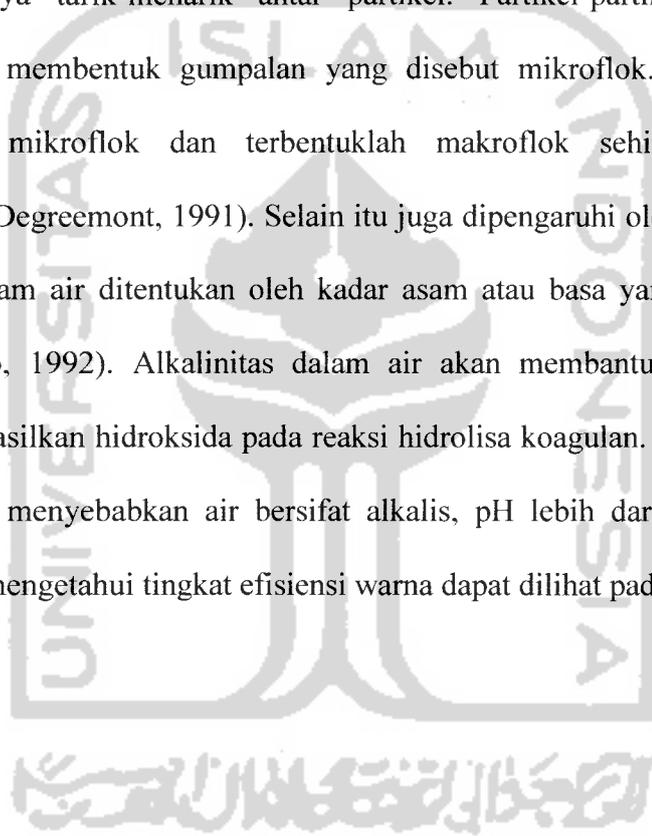


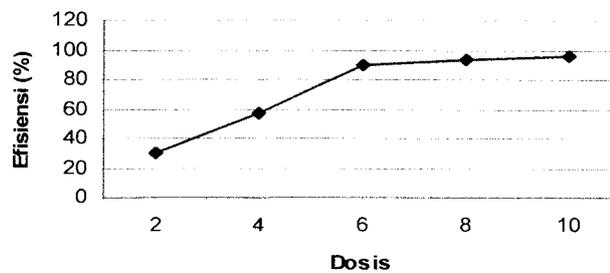
Gambar 4.5 Konsentrasi warna pada berbagai dosis koagulan tawas dengan kapur.

Dari gambar 4.5 dapat kita lihat bahwa konsentrasi warna pada limbah sebelum dilakukan proses pengolahan sebesar 2229.675 mg/L. Pada dosis 2 gr/l dengan kapur 0.5 gr/l terjadi penurunan konsentrasi warna sebesar 1553.194 mg/l, hal ini disebabkan pada proses pengolahan ini koagulan tawas akan tinggal terlarut dalam air dan molekul-molekul ini dapat menempel pada permukaan koloid dan akan mengubah muatan listriknya karena sebagian molekul Al bermuatan positif.

Mmenurut Black dan Cristman mengemukakan dari hasil penelitian yang dilakukannya bahwa warna organik di dalam air adalah koloid yang bermuatan negatif yang akan menimbulkan gaya tarik-menarik (*attractive force*) antar partikel, yang disebut sebagai gaya tarik-menarik *van der Waals* yang disebabkan oleh tenaga kohensif atom itu sendiri (Tjokrokusumo, 1995). Begitu juga pada dosis 4 gr/l dengan kapur 1 gr/l efisiensi sebesar 963.763 %, 6 gr/l dengan kapur 1.5 gr/l efisiensi 237.4365

%, dan 8 gr/l dengan kapur 2 gr/l efisiensi 135.8485 %, serta 10 gr/l dengan kapur 2.5 gr/l efisiensi 88.0755. hal ini karena ion koloid dan ion koagulan makin kuat dalam melakukan ikatan muatan yang berlawanan antara koagulan yang diberikan dengan partikel-partikel pencemar (koloid). Penambahan ion-ion dengan bermuatan yang berlawanan ini menimbulkan destabilisasi koloid, sehingga memungkinkan bekerjanya gaya tarik-menarik antar partikel. Partikel-partikel tersebut saling berikatan dan membentuk gumpalan yang disebut mikroflok. Proses aglomerasi terjadi antar mikroflok dan terbentuklah makroflok sehingga memudahkan pengendapan (Degreemont, 1991). Selain itu juga dipengaruhi oleh faktor alkalinitas. Alkalinitas dalam air ditentukan oleh kadar asam atau basa yang terjadi dalam air (Tjokrokusumo, 1992). Alkalinitas dalam air akan membantu pembentukan flok dengan menghasilkan hidroksida pada reaksi hidrolisa koagulan. Kandungan kalsium karbonat akan menyebabkan air bersifat alkalis, pH lebih dari 7 (Tjokrokusumo, 1995). Untuk mengetahui tingkat efisiensi warna dapat dilihat pada gambar berikut :





Gambar 4.6 Efisiensi warna pada berbagai dosis koagulan tawas dengan kapur

Pada Gambar 4.7 di atas terlihat adanya hasil analisis efisiensi tertinggi terjadi pada dosis 10 gr/l tawas dengan kapur 2.5 gr/l sebesar 96.05 %, Disebabkan karena ion koloid dan ion koagulan melakukan ikatan muatan dan terjadi kesesuaian reaksi dan terjadi ikatan antar muatan sehingga terbentuk gumpalan mikro flok dan makro flok dan akhirnya mengendap.

4.5 Pembahasan

4.5.1 Pengaruh Tanah Gambut pada Proses Koagulasi-Flokulasi

Gambut adalah sisa timbunan-tumbuhan yang telah mati dan kemudian diuraikan oleh bakteri anaerob dan aerob menjadi komponen yang lebih stabil. Selain zat organik yang membentuk gambut terdapat juga zat anorganik dalam jumlah yang sangat kecil. Kandungan utama tanah gambut dialam dan komponen utamanya adalah asam humik, lignin dan karbohidrat.

Dilihat dari Tabel 4.3 dan 4.4 bahwa koagulan tanah gambut tidak mampu menyerap zat warna dan zat organik dalam air limbah batik, karena zat warna dalam air limbah batik ada yang larut dalam air serta tidak larut dalam air sehingga koagulan tanah gambut sulit untuk mengikat ion atau partikel dalam air limbah batik. Disamping itu pH berpengaruh pada proses koagulasi dimana pH mampu untuk menurunkan kadar warna pada pH 6-7 menurut penelitian Bathacarya (1990).

Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Mohd Asri (2003), dimana pada proses koagulasi yang harus diperhatikan adalah parameter fisik yang mana mempunyai peranan yang sangat penting diantaranya pengadukan cepat, pengadukan lambat dan waktu detensi. Disamping parameter fisik yang perlu diperhatikan juga adalah pengaruh pH, dosis yang digunakan sebagai koagulan. Dari parameter fisik diatas, koagulan tanah gambut bisa meremoval atau menurunkan zat warna pada pH antara 3-5, sebaliknya pada $pH > 7$ akan terjadi peningkatan konsentrasi dan menurunnya efisiensi warna pada air limbah. Sedangkan $pH < 7$ koagulan tanah gambut mampu mengadsorpsi zat warna yang ada dalam air limbah.

Apabila makin banyak dosis yang ditambahkan pada saat tertentu akan terjadi kejenuhan dan terjadi pembalikan muatan (restabilisasi) dari sebagian koloid yang terkoagulasi sehingga memungkinkan inti flok yang telah terbentuk tidak bisa mengendap.

Tanah gambut mempunyai gugus SO_4 bermuatan tinggi dari (SO_4) $Al_2Fe_222H_2O$ mampu untuk menahan dan mempertukarkan kation yang tinggi dan

juga mempunyai kemampuan tarik-menarik (Septina, 2001). Adsorpsi senyawa organik oleh komponen tanah banyak melibatkan ikatan-ikatan fisik, hidrogen, elektrostatik dan koordinasi (Tan, 1991). Ikatan fisik, terjadi akibat tarikan gaya *Van der Waals*, terbatas hanya pada reaksi-reaksi permukaan luar. Ikatan hidrogen terjadi jika senyawa memiliki suatu gugus N-H atau OH yang dapat ditautkan ke O pada permukaan butir tanah. Ikatan elektrostatik terjadi antara kation dan anion organik dan komponen tanah. Kation-kation organik kebanyakan adsorpsi pada permukaan komponen tanah yang bermuatan negatif, sedangkan anion-anion organik lebih tertarik ke arah permukaan tanah.

Pada proses pengolahan dengan menggunakan koagulan tanah gambut tidak dapat menurunkan warna pada air limbah sedang adanya penambahan koagulan kapur sebagai koagulan pembantu masih tetap tidak bisa menurunkan konsentrasi serta efisiensi pada air limbah batik. Dengan demikian koagulan tanah gambut tidak efektif sebagai koagulan pada air limbah batik.

4.5.2 Pengaruh Warna pada Proses Koagulasi–Flokulasi

Warna yang terdapat pada air limbah batik nakula sadewa dihasilkan dari sisa-sisa zat warna yang masih terdapat dalam bekas larutan proses pencelupan. Selain mengganggu estetika, beberapa zat warna bersifat racun. Warna pada limbah cair batik umumnya sukar dihilangkan. Genangan air berwarna banyak menyerap oksigen terlarut, sehingga lama kelamaan membuat air berwarna hitam dan berbau.

Adapun kandungan warna yang terdapat dalam limbah cair batik nakula sadewa ini terdiri dari bahan sintetis dan bahan alami. Zat warna alami yang dipakai seperti zat warna jenis indigofera dan zat warna sintetis yang digunakan adalah azo atau biasa disebut naphthol. Zat warna naphthol adalah zat warna yang tidak larut dalam air, yang terdiri dari dua komponen yaitu naphthol dan garam diazonium.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dimana tingkat konsentrasi warna meningkat. Tidak adanya perubahan konsentrasi warna ini dapat disebabkan oleh zat warna yang digunakan oleh industri batik yang banyak menggunakan pewarnaan dari bahan sintetis sehingga proses koagulasi-flokulasi tidak mampu memecah ikatan zat warna yang ada dalam limbah batik tersebut. Karena zat warna sintetis hanya dapat diuraikan dengan melakukan penambahan zat kimia lain yang dapat mendegradable zat warna tersebut.

Hampir semua zat warna yang digunakan dalam industri batik merupakan zat warna sintetis, zat warna jenis ini mudah didapat dengan komposisi yang tetap, mempunyai aneka warna yang banyak, mudah cara pemakaiannya dan harga relatif murah. Berdasarkan struktur kimia, zat warna azo menduduki nomor teratas yang paling digunakan dalam industri (Heaton, 1994). Zat warna azo mempunyai sistem kromofor bergugus azo ($-N=N-$) yang berikatan dengan gugus aromatik.

4.5.3 Pengaruh Tawas pada Proses Koagulasi-Flokulasi

Pada hasil pemeriksaan air limbah batik Nakula Sadewa Sleman dan hasil pengolahan dengan proses koagulasi-flokulasi koagulan terlihat adanya penurunan kualitas warna pada air limbah batik, dimana air limbah tersebut menjadi berubah sebanding dengan variasi dosis. Pada percobaan ini digunakan koagulan tawas dengan kapur Pada proses koagulasi-flokulasi terjadi penurunan konsentrasi dan efisiensi dari konsentrasi awal sebesar 2229.675 mg/l turun menjadi 88.0755 mg/l yang berarti terjadi kenaikan nilai efisiensi. Hal ini karena koagulan tawas mampu menarik partikel-partikel yang lewat sebagai hasil daya tarik menarik elektrostatis yaitu antara partikel-partikel yang mempunyai muatan listrik yang berlawanan (Razif, 1985).

Pada variasi pertama mengalami penurunan konsentrasi sebesar 1553.194 mg/l dengan efisiensi sebesar 30.34 %, ini terjadi pada koagulan tawas sebesar 2 gr dengan kapur sebesar 0.5 gr disini terjadi gaya tarik menarik antara partikel-partikel yang ada pada koagulan dan air limbah batik tetapi terjadi hanya sebagian. Begitu juga pada variasi kedua, ketiga, keempat, serta dosis kelima. Pada variasi dosis kelima terjadi penurunan yang signifikan dengan konsentrasi sebesar 88.0755 mg/l dengan efisiensi 96.05 %. Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya dosis koagulan maka jumlah muatan ion yang berlawanan dengan muatan partikel koloid semakin besar, sehingga proses destabilisasi partikel koloid bekerja dengan baik. Partikel-partikel tersebut saling berikatan dan membentuk mikro flok yang dapat mudah mengendap dengan pH berkisar 6 – 8.

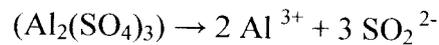
Koagulasi yang terjadi dengan penambahan koagulan tawas akan menghasilkan asam. Tingkat kritis koloidal akan menyempit pada kondisi asam, karena adanya saling menolak dan penyebaran kembali oleh ion yang telah berikatan dari selnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa pembentukan endapan tersebut dipengaruhi oleh kondisi pH. Oleh karena itu koagulan tawas selalu dicampurkan dengan kapur agar proses koagulasi-flokulasi berjalan pada pH optimum.

Pembubuhan koagulan tawas dengan kapur ternyata cukup efektif untuk menurunkan konsentrasi zat warna, ini disebabkan karena adanya ion-ion yang bermuatan berlawanan (bahan koagulan yang dimasukkan) dengan partikel-partikel pencemar (koloid). Penambahan ion-ion dengan bermuatan berlawanan ini menimbulkan destabilisasi koloid. Gaya tarik-menarik antar partikel bekerja sama dengan baik. Partikel-partikel tersebut saling berikatan membentuk gumpalan yang disebut mikro flok, selanjutnya mengalami aglomerasi sehingga membentuk makro flok yang dengan mudah dapat mengendap.

Pada dasarnya air limbah batik terdapat zat-zat tersuspensi, koloid maupun yang terlarut. Untuk zat yang terlarut ada yang berbentuk polimer-polimer yang tidak bermuatan (non elektrolit) dan ada juga yang bermuatan (elektrolit), dengan demikian zat-zat tersebut tidak dapat dipisahkan dengan cara lain, kecuali dengan $(Al_2(SO_4)_3)$ yang berfungsi untuk memecah ikatan atom polimer non-elektrolit yang menyelubungi polimer elektrolit, maka polimer-polimer non-elektrolit akan berubah menjadi polimer elektrolit dan akan mudah mengendap.

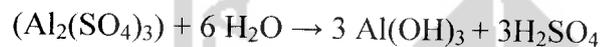
Aluminium sulfat atau tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) merupakan salah satu jenis koagulan yang biasa digunakan dalam proses koagulasi. Didalam aluminium sulfat terjadi reaksi :

1. Reaksi Penguraian (Disosiasi)



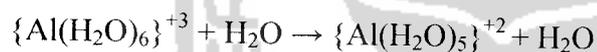
Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif pada destabilisasi koloid sehingga Al^{3+} akan terdifusi didalam koloid membentuk adanya muatan didalam koloid tersebut.

1. Reaksi Hidrolisa



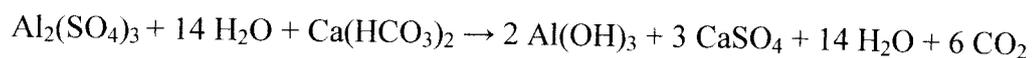
Al_2SO_4 merupakan presipitat atau endapan halus yang membentuk inti flok.

2. Reaksi Polimerisasi Ion Kompleks

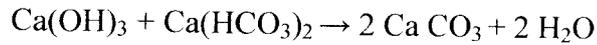


$\{\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_3\}^{+4}$ merupakan jembatan antar partikel.

Ion Al^{+++} berperan sebagai elektrolit positif dalam destabilisasi partikel koloid. Senyawa $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam bentuk presipitat berfungsi sebagai inti jonjot, sedangkan ion kompleks $\{\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2\}^{++++}$ akan berfungsi sebagai jembatan antar partikel. Dalam keadaan alkalis yang cukup tawas akan bereaksi dan menghasilkan flok hidroksid.



Sedangkan untuk reaksi dengan penambahan kapur adalah sebagai berikut :



Apabila semakin banyak dosis yang ditambahkan pada saat tertentu akan terjadi kejenuhan dan terjadi pembalikan muatan (restabilisasi) dari sebagian koloid yang terkoagulasi sehingga memungkinkan inti flok yang telah terbentuk tidak bisa mengendap.

4.6 Pengaruh Kecepatan Koagulasi -Flokulasi Terhadap Warna.

Selain konsentrasi dan dosis koagulasi, kecepatan pengadukan juga memiliki peran yang sangat penting pada proses koagulasi dan flokulasi untuk menurunkan warna.

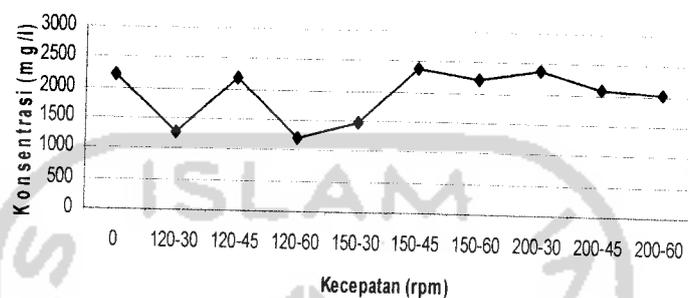
Berikut ini data perbandingan kecepatan pengadukan koagulasi-flokulasi terhadap terhadap penurunan warna pada air limbah batik :

Tabel 4.6. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penurunan warna

No	Proses		Kosentrasi mg / l	Efisiensi (%)	pH
	Koagulasi	Flokulasi			
1	Awal	Awal	2229.675	0.00	10.00
2	200	30	2392.8255	-7.32	10.86
3	200	45	2076.825	6.86	11.08
4	200	60	2030.6175	8.93	11.12
5	150	30	1458.8775	34.56	10.45
6	150	45	2384.64	-6.95	10.87
7	150	60	2221.4925	0.36	11.04
8	120	30	1271.805	57.04	10.60
9	120	45	2172.0825	2.58	10.94
10	120	60	1196.025	46.36	11.00

(Sumber, data primer 2006)

Dari Tabel 4.6 tersebut di atas maka akan dapat dibuat gambar konsentrasi warna dan efisiensi penurunannya berdasarkan pengaruh kecepatan pada gambar berikut :



Gambar 4.7 Hubungan konsentrasi warna dari berbagai kecepatan.

Data tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan tanah gambut optimum 2 gr/l yang ditambahkan kapur optimum 2 gr/l, waktu pengendapan 30 menit. Pada kecepatan 200+30 rpm terjadi peningkatan konsentrasi warna sebesar 2392.8255 mg/L. Hal ini dikarenakan tidak sesuainya antara kecepatan pengadukan yang dilakukan dalam proses koagulasi-flokulasi dengan penurunan konsentrasi warna. Pada proses koagulasi dengan kecepatan 200 rpm tidak dapat berikatan antara muatan atau ion yang berlawanan sebab semakin besar kecepatan pengadukan akan menyebabkan terpecahnya flok yang terbentuk. Pada proses flokulasi dengan kecepatan 30 rpm terlalu lambat sehingga pertumbuhan makro fok sulit terjadi dan pengendapan butuh waktu yang lama.

Pada kecepatan 200+45 rpm dan kecepatan 200+60 rpm terjadi penyisihan konsentrasi warna. Hal ini dikarenakan kesesuaiannya antara kecepatan pengadukan yang dilakukan dalam proses koagulasi-flokulasi dengan penurunan konsentrasi warna. Pada proses koagulasi dengan kecepatan 200 rpm muatan ion yang berlawanan dengan muatan partikel koloid semakin besar sehingga destabilisasi partikel koloid semakin besar sehingga pembentukan mikro flok lebih besar dari kecepatan sebelumnya, pada proses flokulasi dengan kecepatan 45 dan 60 rpm akan memperbanyak pertumbuhan makro fok dan mempercepat pengendapan.

Pada kecepatan 150+30 rpm terjadi penyisihan konsentrasi warna sebesar 1458.8775. Hal ini dikarenakan kesesuaiannya antara kecepatan pengadukan yang dilakukan dalam proses koagulasi-flokulasi dengan penurunan konsentrasi warna. Pada proses koagulasi dengan kecepatan 200 rpm muatan ion yang berlawanan dengan muatan partikel koloid semakin besar sehingga destabilisasi partikel koloid semakin besar sehingga pembentukan mikro flok lebih besar dari kecepatan sebelumnya, pada proses flokulasi dengan kecepatan 30 rpm akan memperbanyak pertumbuhan makro fok dan mempercepat pengendapan.

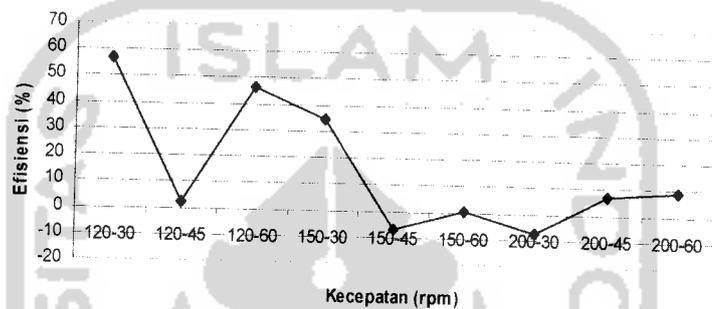
Pada kecepatan 150+45 rpm terjadi peningkatan konsentrasi warna sebesar 2384.64 mg/L. Hal ini dikarenakan pecahnya kembali mikro flok yang telah terbentuk. Dengan penambahan kecepatan pada proses flokulasi ini justru akan menjadikan pecahnya makro flok dan tentunya akan mempengaruhi terhadap besarnya penurunan konsentrasi warna. Pengadukan merupakan salah satu faktor

yang menunjang hasil dari proses koagulasi-flokulasi. Di dalam pelaksanaannya diperlukan proses pengadukan yang benar-benar merata, sehingga semua koagulan yang dibutuhkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel ion yang ada dalam air, kecepatan pengadukan ini berpengaruh terhadap pembentukan flok. Apabila pengadukan terlalu lambat mengakibatkan lambatnya flok terbentuk dan sebaliknya apabila pengadukan terlalu cepat mengakibatkan pecahnya flok yang terbentuk (Reynold, 1982).

Pada kecepatan 150+60 rpm terjadi penyisihan konsentrasi warna sebesar 2221.4925 mg/L. Hal ini dikarenakan sesuainya antara kecepatan pengadukan yang dilakukan dalam proses koagulasi-flokulasi dengan penurunan konsentrasi warna. Pada proses koagulasi dengan kecepatan 200 rpm muatan ion yang berlawanan dengan muatan partikel koloid semakin besar sehingga destabilisasi partikel koloid semakin besar sehingga pembentukan mikro flok lebih besar dari kecepatan sebelumnya, pada proses flokulasi dengan kecepatan 30 rpm akan memperbanyak pertumbuhan makro flok dan mempercepat pengendapan.

Pada kecepatan 120+30 rpm dan kecepatan 120+45 rpm serta 120+60 terjadi penurunan konsentrasi warna sebesar 57.04 mg/L dan 2.58mg/L serta 46.36 mg/L. Hal ini disebabkan pengadukan ini mampu mendispersikan pereaksi (koagulan) secara cepat dan terdistribusi secara merata sehingga proses destabilisasi partikel akan tercapai dan terjadi proses pembentukan flok. Pengadukan merupakan salah satu faktor yang menunjang

hasil dari proses koagulasi-flokulasi. Di dalam pelaksanaannya diperlukan proses pengadukan yang benar-benar merata, sehingga semua koagulan yang dibutuhkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel ion yang ada dalam air, kecepatan pengadukan ini berpengaruh terhadap pembentukan flok. Untuk mengetahui tingkat efisiensi warna dari berbagai kecepatan dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4.8 Hubungan efisiensi warna dari berbagai kecepatan.

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa kecepatan berpengaruh dalam proses koagulasi-flokulasi, dimana tingkat efisiensi terjadi naik turun sama halnya dengan tingkat konsentrasi. Pada kecepatan 200+30 rpm dengan efisiensi sebesar -7.32 %, sedangkan pada kecepatan 200+45 rpm dan 200+60 rpm dengan efisiensi sebesar 6.86 % dan 8.93 %.

Pada kecepatan 150+30 rpm dan 150+60 naik turun dengan efisiensi 34.56 % dan 0.36 % sedangkan pada kecepatan 150+45 rpm makin turun hingga ketinggian negatif dengan efisiensi sebesar -6.95 %.

Pada kecepatan 120+30 rpm dan kecepatan 120+45 rpm serta 120+60 terjadi naik turun dimana efisiensi terbesar terjadi pada kecepatan 120+30 rpm dengan tingkat efisiensi 57.04 %, sedangkan pada kecepatan 120+45 terjadi turun hingga 2.58 %, tetapi pada kecepatan 120+60 terjadi naik dengan efisiensi sebesar 46.36 %. Pada prinsipnya kondisi pengadukan pada proses koagulasi-flokulasi mampu mempengaruhi penurunan warna pada air limbah batik tetapi masih berada diatas ambang batas dari Baku Mutu Limbah Cair berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan Lingkungan Hidup No: Kep.02/MENLH/1998. Saat proses pengadukan berlangsung, harus betul-betul merata atau homogen, sehingga semua koagulan yang dibubuhkan akan bereaksi dengan partikel-partikel atau dengan ion-ion dalam air. Pada saat pengadukan sebaiknya dilakukan berangsur-angsur turun atau dari kecepatan cepat (koagulasi) menuju pengadukan lambat (flokulasi) jangan langsung diturunkan secara drastis melainkan dilakukan secara bertahap. Hal ini dimaksudkan agar flok yang telah terbentuk tidak terpecah kembali.

Dalam melakukan pengadukan untuk pertumbuhan flok ini maka kecepatan dari pengadukan mempunyai pengaruh yang cukup besar. Kecepatan pengadukan yang terlalu tinggi akan mengakibatkan terpisahnya kembali flok-flok yang telah tergumpal dan apabila kecepatan pengadukan terlalu lambat tidak terbentuk gumpalan flok yang besar karena kurangnya benturan antar flok (Tjokrokusumo, 1995).

4.7 Perbandingan Koagulan Tanah Gambut dengan Koagulan Tawas

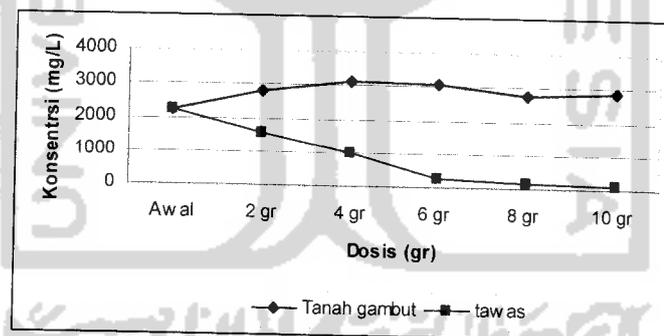
Pada penelitian ini dilakukan perbandingan antara koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas untuk mengetahui efisiensi koagulan terbaik.

Tabel 4.7 Perbandingan warna antara koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas

No	Dosis	Kosentrasi Tanah gambut (mg/l)	Efisiensi Tanah gambut (%)	Kosentrasi Tawas (mg/l)	Efisiensi Tawas %
1	Awal	2229.675	0	2229.675	0
2	2 gr	2801.602	-25.65	1553.194	30.34
3	4 gr	3106.388	-39.32	963.763	56.78
4	6 gr	3072.786	-37.81	237.4365	89.35
5	8 gr	2737.052	-22.76	135.8485	93.91
6	10 gr	2853.924	-27.1	88.0755	96.05

(Sumber, data primer 2006)

Dari tabel 4.6 dapat dibuat gambar perbandingan konsentrasi dan efisiensi antara koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas sebagai berikut

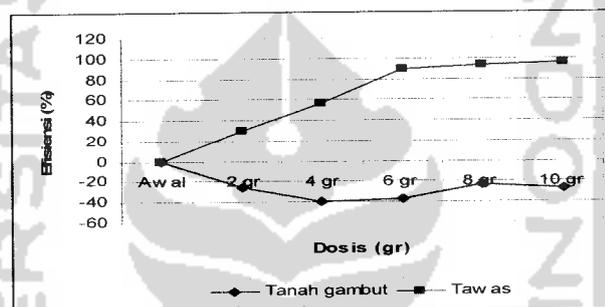


Gambar 4.9 Perbandingan konsentrasi warna pada koagulan tanah gambut dan koagulan tawas.

Pada perbandingan koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas dapat dilihat bahwa koagulan tawas lebih baik untuk menyisihkan konsentrasi warna daripada koagulan tanah gambut. Pada dosis 2 gr/l koagulan tawas mampu menurunkan konsentasi warna dari 2229.675 mg/l menjadi 1553.194 mg/l Ini disebabkan karena koagulan tawas sebagian larut dalam air sehingga berinteraksi secara cepat dengan partikel-partikel didalam air dan mempermudah penggabungan partikel koloid. Gerak cepat dari partikel-partikel koloid yang ditimbulkan karena adanya tumbukan molekul-molekul air akan mengakibatkan terjadinya gabungan antar partikel. Hal ini dapat terjadi bila ukuran partikel lebih kecil dari 100 milimicron. (Reynold, 1982).. Koagulan tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) yang sebagian tidak terlarut dalam air akan mengendap sebagai flok yang dapat mengurung koloid dan membawanya mengendap. Kemampuan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dalam mengurung koloid sehingga terbentuk suatu gumpalan yang disebabkan oleh adanya gaya tarik menarik (gaya van der waals) dengan dibantu dengan pengadukan yang perlahan.

Begitu juga pada dosis 4 gr/l, 6 gr/l, 8 gr/l dan 10 gr/l makin turun, dengan demikian makin besar penambahan koagulan tawas makin makin besar pula tingkat penurunan konsentrasi. Sebaliknya untuk koagulan tanah gambut dengan dosis 2 gr/l dengan konsentrasi awal sebesar 2229.675 naik menjadi 2801.602 mg/l. Begitu juga dengan dosis 4 mg/l, 6 mg/l 8 mg/l, dan 10 mg/l terjadi peningkatan konsentrasi. Makin besar penambahan dosis koagulan tanah gambut makin besar pula tingkat konsentrasi yang terjadi dan menyebabkan kadar warna pada air limbah batik menjadi

naik, ini disebabkan oleh adanya zat-zat yang tersuspensi, koloid maupun yang terlarut. Untuk zat yang terlarut ada yang berbentuk polimer-polimer yang tidak bermuatan (non elektrolit) dan ada yang bermuatan (elektrolit), dengan demikian zat-zat tersebut tidak dapat dipisahkan dengan cara koagulan tanah gambut, dengan demikian koagulan tanah gambut tidak mampu menarik partikel-partikel yang terkandung dalam air limbah batik, sehingga muatan ion yang berlawanan dengan muatan koloid tidak terbentuk atau mengikat satu sama lain.



Gambar 4.10 Perbandingan efisiensi warna pada koagulan tanah gambut dan koagulan tawas.

Pada perbandingan efisiensi koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas dapat dilihat pada gambar diatas. Dimana koagulan tawas lebih baik untuk menyisahkan efisiensi warna daripada koagulan tanah gambut.

Pada dosis 2 gr/l koagulan tawas mampu menurunkan konsentrasi warna dari 2229.675 mg/l menjadi 1553.194 mg/l dengan efisiensi menjadi 30.34 %, Ini disebabkan karena koagulan tawas sebagian larut dalam air sehingga berinteraksi

secara cepat dengan partikel-partikel didalam air dan mempermudah penggabungan partikel koloid. Gerak cepat dari partikel-partikel koloid yang ditimbulkan karena adanya tumbukan molekul-molekul air akan mengakibatkan terjadinya gabungan antar partikel. Hal ini dapat terjadi bila ukuran partikel lebih kecil dari 100 milimicron. (Reynold, 1982). Sama halnya pada dosis tawas 4 gr/l, 6 gr/l, 8 gr/l, serta 10 gr/l terjadi kenaikan efisiensi sampai 96.05 %. Sedangkan koagulan tanah gambut dengan dosis 2 gr/l dengan konsentrasi sebesar 2229.675 naik menjadi 2801.602 mg/l dengan efisiensi -25.65 %, ini terjadi karena koagulan tanah gambut tidak dapat berinteraksi dengan ion-ion atau zat-zat tersuspensi maupun terlarut yang terkandung dalam air limbah batik. Sama halnya pada dosis 4 mg/l, 6 mg/l 8 mg/l, dan 10 mg/l makin turun tingkat efisiensi, ini disebabkan oleh adanya zat-zat yang tersuspensi, koloid maupun yang terlarut . Untuk zat yang terlarut ada yang berbentuk polimer-polimer yang tidak bermuatan (non elektrolit) dan ada yang bermuatan (elektrolit), dengan demikian zat-zat tersebut tidak dapat dipisahkan dengan cara koagulan tanah gambut, dengan demikian koagulan tanah gambut tidak mampu menarik partikel-partikel yang terkandung dalam air limbah batik, sehingga muatan ion yang berlawanan dengan muatan koloid tidak terbentuk atau mengikat satu sama lain.

Dari tabel dan gambar diatas dapat diketahui bahwa tanah gambut tidak efektif sebagai koagulan pada air limbah batik, hal ini disebabkan oleh koagulan tanah gambut memiliki kandungan zat organik yang tinggi serta asam humat, sedangkan zat organik itu sendiri merupakan penyebab warna pada air limbah dan juga dikarenakan

oleh komposisi kimia pada tanah gambut yang digunakan sebagai koagulan seperti SiO_2 dan Al_2O_3 hanya sedikit, seperti Al_2O_3 sebesar 0,19 % dan SiO_2 sebesar 8,08 % sehingga pembentukan flok kurang sempurna. Kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 dalam tanah gambut ini akan membentuk kekeruhan buatan dan membentuk flok-flok yang pada akhirnya akan mengendap. Kandungan Fe_2O_3 yang ada pada tanah gambut sebesar 1,36 %, ini menyebabkan kurangnya daya adsorpsi terhadap ion. Pada proses ini partikel-partikel tersebut tidak dapat menyatu dan bergabung karena adanya ketidakseimbangan antara koagulan tanah gambut dengan air limbah yang mempunyai kandungan zat warna yang tinggi serta zat organik yang tidak mudah larut dalam air.

Pada proses koagulasi-flokuasi dengan menggunakan tawas sebagai koagulan lebih efektif, hal ini disebabkan pada saat proses pengolahan berlangsung tawas yang ditambahkan akan mengalami disosiasi dan bereaksi dengan air sehingga muatan positif dari tawas (Al^{3+}) akan bereaksi dengan air membentuk aluminium hidroksida ($\text{Al}(\text{OH})_3$). Aluminium hidroksida yang terbentuk akan mengadsorpsi ion zat organik penyebab warna yang bermuatan negatif melalui dinding permukaan dan dinding pori-pori. Al^{3+} akan masuk lapisan yang melindungi zat organik dengan proses difusi dan ion metal Al^{3+} akan menetralkan muatan negatif dari zat organik sehingga zat organik menjadi tidak stabil. Proses adsorpsi tersebut akan meningkatkan gaya tarik-menarik antar partikel sehingga tumbukan antar partikel akan semakin besar. Tawas yang ditambahkan sebagai koagulan membentuk aluminium hidroksida ($\text{Al}(\text{OH})_3$)

yang berfungsi mengikat zat organik sehingga menjadi tidak stabil akan bertumbukan dan bersatu menjadi gumpalan yang mempunyai berat jenis lebih besar sehingga akan mempercepat pengendapan. Semakin banyak aluminium hidroksida yang terbentuk maka akan lebih banyak zat organik yang dinetralkan, sehingga zat organik penyebab warna yang terendapkan akan lebih banyak.

Berdasarkan hasil analisa perbandingan tanah gambut dengan tawas diatas, bahwa koagulan tawas lebih efektif dari pada koagulan tanah gambut untuk menurunkan kadar warna pada air limbah batik.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dirumuskan beberapa kesimpulan antara lain, sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisa bahwa koagulan tanah gambut tidak efektif sebagai koagulan untuk air limbah batik.
2. Dosis koagulan optimum terjadi pada koagulan tanah gambut dengan kapur, dengan dosis tanah gambut 2 gr/l dan kapur 0.5 gr/l, dengan efisiensi sebesar 43.35 %.
3. Dilihat dari hasil perbandingan koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas terjadi perbedaan yang sangat mencolok, dimana koagulan tanah gambut tidak dapat bereaksi dengan air limbah sebaliknya koagulan tawas dapat bereaksi dengan air limbah batik untuk menurunkan efisiensi.
4. Pada variasi kecepatan terjadi naik turun pada konsentrasi dan efisiensi, tetapi masih belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

5.2 Saran

1. Penggunaan tanah gambut sebagai koagulan untuk memperbaiki kualitas air limbah batik tidak mampu bekerja sebagai koagulan, sedangkan tawas mampu menurunkan kadar warna dengan efisiensi sebesar 96.05 %, dan tawas hendaknya dijadikan suatu tolak ukur untuk penelitian lebih lanjut.
2. Perlu dicari range dosis yang tepat sebelum dilakukan penelitian.
3. Untuk penelitian selanjutnya perlu dikaji ulang untuk penggunaan koagulan tanah gambut.



DAFTAR PUSTAKA

- Aleart.G dan Sumestri.S, Metode Penelitian Air, Usaha Nasional, Surabaya.
- Amsyari,F. 1997, Prinsip-prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan, Khalia Indonesia, Jakarta hal; 50-52.
- Anonim, 1978, Panduan Pencegahan dan Pengendalian Pencemaran Air Buangan Industri Tekstil, Direktorat Jendral Industri tekstil, Departemen Perindustrian RI.
- Anonim, Suprihanto, 1994, Pengolahan Air Gambut terhadap Studi Laboratorium, TL.ITB,Bandung.
- Boestang, G dan Suryananto, 1991, “Masalah Tanah Gambut di Indonesia”, UGM, Yogyakarta.
- Chandra. P., 1994, “Bahan Kimia Untuk Pengolahan Air Berwarna”, Disajikan dalam Workshop Kualitas Air, Palangkaraya.
- Darmawijaya, M. Isa, 1990, “Klasifikasi Tanah”, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.
- Dix, H.M. 1981, *Environmental pollution, atmosphere, land, water and noise*, John wiley and sons, chichers,P
- Effendi, H, Telaah kualitas air, Kanisius, Jogjakarta.
- Gintings, P, 1995, Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri. Penerbit: Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.

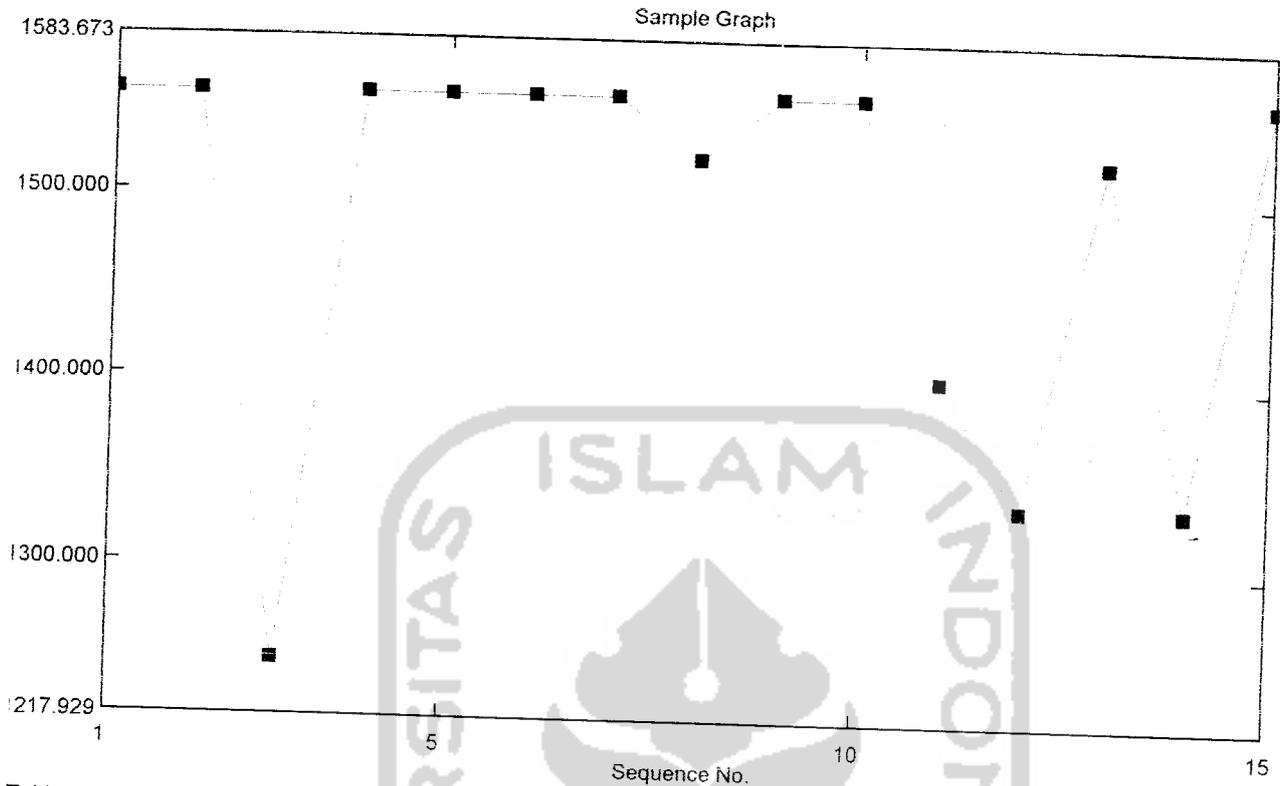
- Hassett, J.J. and Wayne, L. Banwart. 1992. *"Soils and Their Environment"*. Prentice Hall Eaglewood Cliffs. New Jersey.
- Jackson, M.W, 1980, *Handbook of Acute toxicity of chemicals to fish and aquatics invertebrates*. Departement of the intvario fish and wild animal service / Resource publications 137, Washington.
- Nawi. M, Asri M *"Effectiveness of peat coagulant nfor the removal of textile dyes from aqueous solution and textile wastewater"*, Malaysian journal of Chemistri, 2003, Vol. 8. No. 1, 034-042.
- Rizali Fakhmy.M, 1995 *"Pemanfaatan Tanah Gambut Adsorben Logam Berat Khorm (Cr) pada Limbah Cair Industri Kulit" STTL "YLH"*, Yogyakarta.
- Setyawati. L. M., 1994, *"Penelitian Pengolahan Air Berwarna dengan Koagulan Alami di Kalimantan"*, Disajikan dalam Workshop Kualitas Air, Palangkaraya.
- Sukandarrumidi, 1994, *"Batu Bara dan Gambut"*, UGM, Jogjakarta.
- Sukandarrumidi, 1995, *"Batu Bara dan Gambut"*, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.
- Soepardi, G, 1983, *"Sifat Dan Ciri Tanah"*, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian I.P.B.
- Tan, Kim. H. 1991. *"Dasar-Dasar Kimia Tanah"*. Gadjah Mada University press. Jogjakarta. (terjemahan).

- Tan, Kim. H, 1992, "Dasar-Dasar Kimia Tanah", Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.
- Tan, K.H, 1995, "Dasar-dasar Kimia Tanah", Dalam Kimia Koloid Bahan Penyusun Tanah, terjemahan Didiek Hajar Gunadi, Gadjah Mada University, Press, Jogjakarta. Hal 55-65.
- Tjokrokusumo. K, 1995, "Konsep teknologi bersih", STTL, Jogjakarta.
- Tom. D. Reynolds, 1982, "*Unit Operation and Processes Environmental Engineering*", PWS Publisher.
- Widarawati, Dewi, 1998, "Pengolahan Air Berwarna (Air Gambut) Dengan Menggunakan Tanah Gambut Sebagai Koagulan", STTL "YLH", Jogjakarta.
- Widiatmoko, P. Hendro, 1999, "Pengaruh Waktu Pengendapan dengan Koagulan Tanah Liat Terhadap Penurunan Warna dan Zat Organik Air Tanah Lahan Gambut", STTL "YLH", Jogjakarta.
- Wirda, Septina, 2001, "Penurunan Kadar Minyak Air Buangan Pencucian Kendaraan Bermotor dengan Tanah Gambut Sebagai Media Adsorben". STTL, "YLH", Jogjakarta.

Sample Table Report

12/23/2006 11:34:42 AM

Name: D:\Hasil analisis Spektro\Abdul\Abdullah tanah.pho



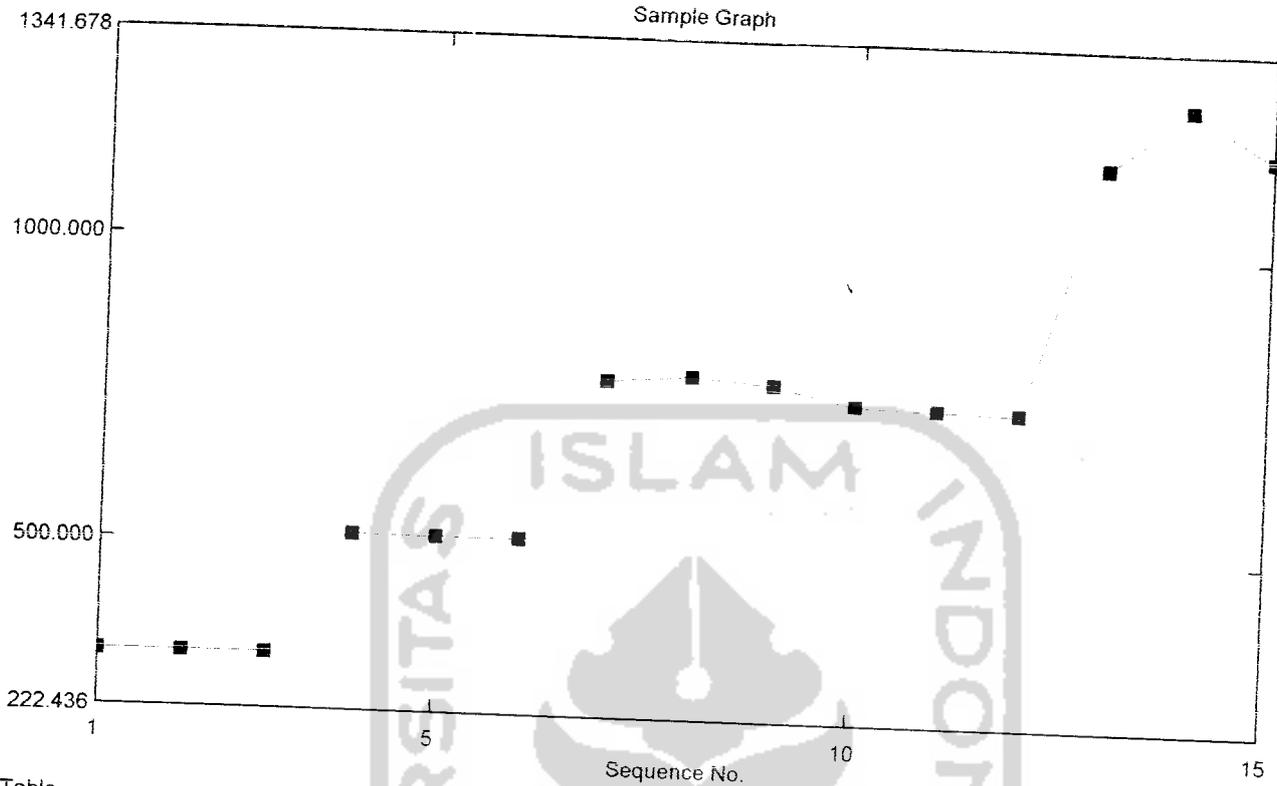
Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
2.1	Unknown		1553.194	4.000	
2.2	Unknown		1553.194	4.000	
2.3	Unknown		1248.408	3.215	
4.1	Unknown		1553.194	4.000	
4.2	Unknown		1553.194	4.000	
4.3	Unknown		1553.194	4.000	
6.1	Unknown		1553.194	4.000	
6.2	Unknown		1519.592	3.913	
6.3	Unknown		1553.194	4.000	
8.1	Unknown		1553.194	4.000	
8.2	Unknown		1402.720	3.612	
8.3	Unknown		1334.332	3.436	
10.1	Unknown		1519.592	3.913	
10.2	Unknown		1334.332	3.436	
10.3	Unknown		1553.194	4.000	

Sample Table Report

12/23/2006 11:33:31 AM

Name: D:\Hasil analisis Spektro\Abdul\Abdullah Tanah+kapur.pho



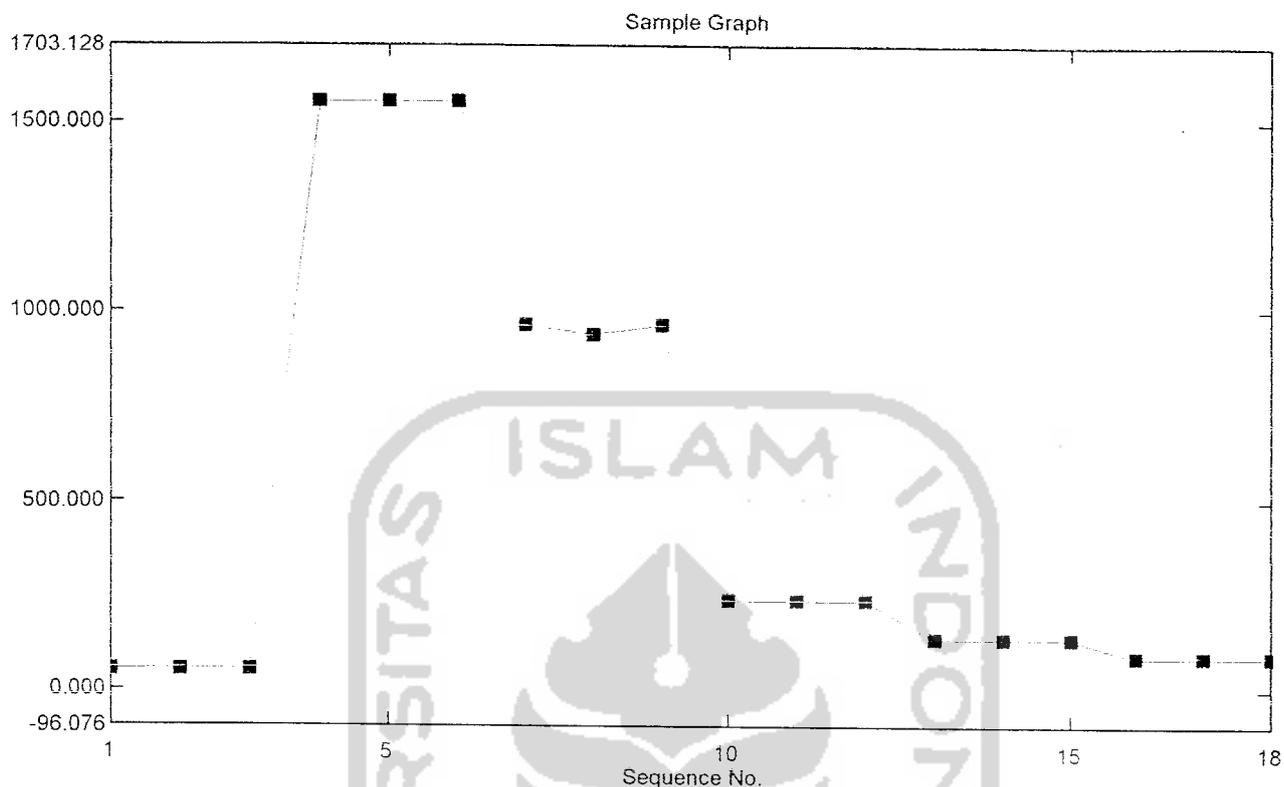
Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
2.1	Unknown		315.706	0.813	10x
2.2	Unknown		315.801	0.813	
2.3	Unknown		315.991	0.813	
4.1	Unknown		512.294	1.319	
4.2	Unknown		511.820	1.318	
4.3	Unknown		512.294	1.319	
6.1	Unknown		776.749	2.000	
6.2	Unknown		787.412	2.027	
6.3	Unknown		776.749	2.000	
8.1	Unknown		746.464	1.922	
8.2	Unknown		743.005	1.913	
8.3	Unknown		739.640	1.904	
10.1	Unknown		1149.355	2.960	
10.2	Unknown		1248.408	3.215	
10.3	Unknown		1168.976	3.010	

Sample Table Report

12/23/2006 11:34:06 AM

File Name: D:\Hasil analisis Spektro\Abdul\Abdullah Tawas Kapur.pho



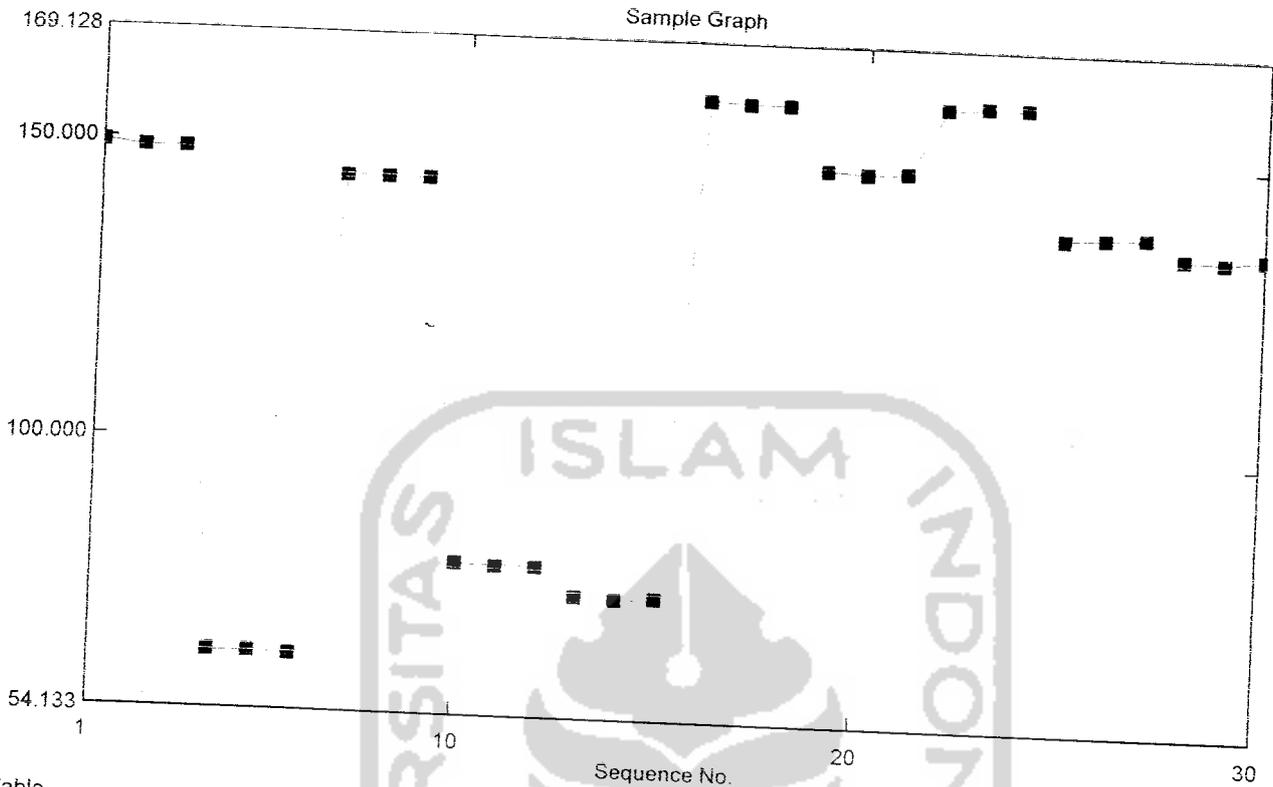
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
Awal 1	Unknown		53.858	0.138	10x
Awal 2	Unknown		54.948	0.141	
Awal 3	Unknown		54.190	0.139	
2.1	Unknown		1553.194	4.000	
2.2	Unknown		1553.194	4.000	
2.3	Unknown		1553.194	4.000	
4.1	Unknown		963.763	2.482	
4.2	Unknown		940.588	2.422	
4.3	Unknown		963.763	2.482	
6.1	Unknown		237.318	0.611	
6.2	Unknown		238.028	0.612	
6.3	Unknown		237.555	0.611	
8.1	Unknown		135.801	0.349	
8.2	Unknown		136.038	0.350	
8.3	Unknown		135.896	0.349	
10.1	Unknown		87.981	0.226	
10.2	Unknown		88.028	0.226	
10.3	Unknown		88.123	0.226	

Sample Table Report

01/02/2007 02:52:24 PM

Name: F:\Abdul kecepatan warna 2.pho



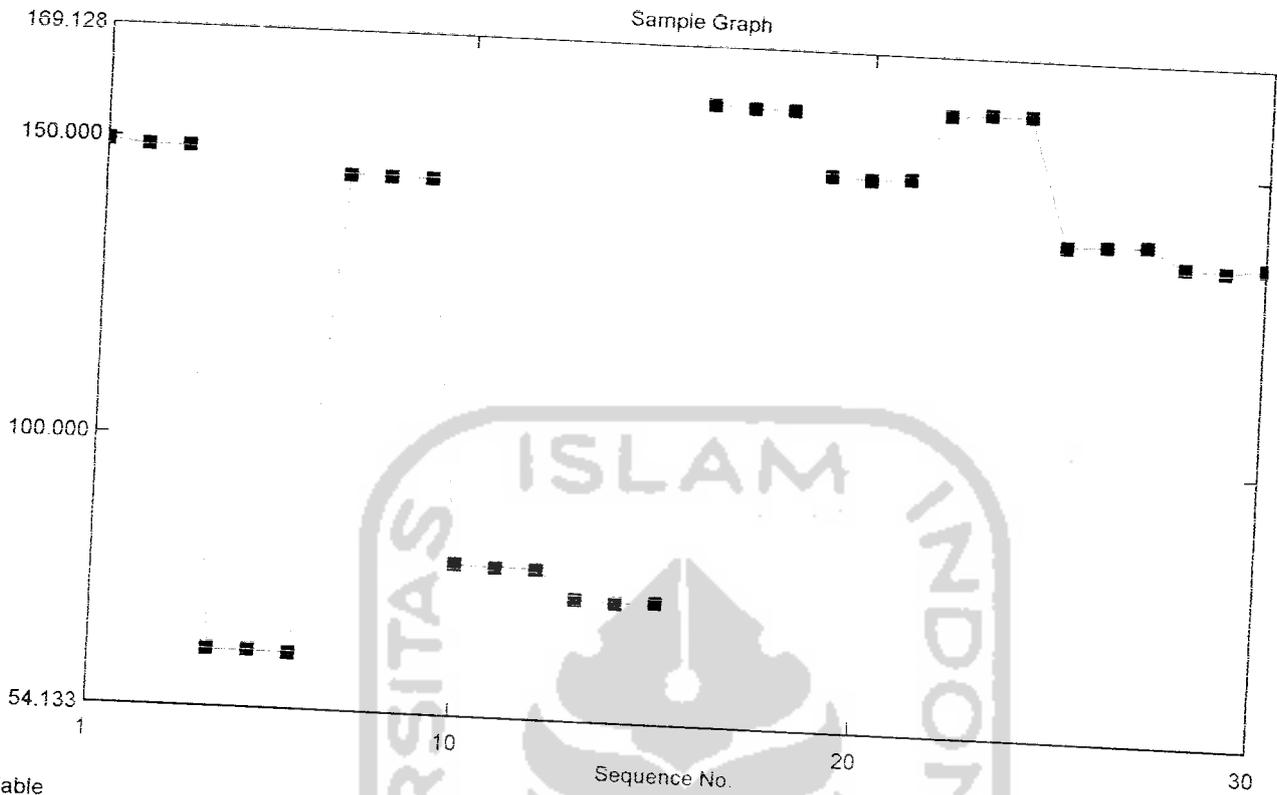
Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
Awal 1	Unknown		149.498	0.384	
Awal 2	Unknown		148.645	0.382	
Awal 3	Unknown		148.645	0.382	
120 + 30 1	Unknown		63.858	0.164	
120 + 30 2	Unknown		63.858	0.164	
120 + 30 3	Unknown		63.716	0.163	
120 + 45 1	Unknown		144.853	0.372	
120 + 45 2	Unknown		144.758	0.372	
120 + 45 3	Unknown		144.711	0.372	
120 + 60 1	Unknown		79.782	0.205	
120 + 60 2	Unknown		79.735	0.205	
120 + 60 3	Unknown		79.735	0.205	
150 + 30 1	Unknown		74.805	0.192	
150 + 30 2	Unknown		74.616	0.192	
150 + 30 3	Unknown		74.711	0.192	
150 + 45 1	Unknown		159.450	0.410	
150 + 45 2	Unknown		158.976	0.409	
150 + 45 3	Unknown		158.976	0.409	

imple Table Report

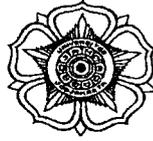
01/02/2007 02:52:24 PM

Name: F:\Abdul kecepatan warna 2.pho



Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
150 + 60 1	Unknown		146.265	0.381	
150 + 60 2	Unknown		147.744	0.380	
150 + 60 3	Unknown		147.934	0.380	
200 + 30 1	Unknown		159.213	0.409	
200 + 30 2	Unknown		159.545	0.410	
200 + 30 3	Unknown		159.498	0.410	
200 + 45 1	Unknown		138.028	0.355	
200 + 45 2	Unknown		138.313	0.356	
200 + 45 3	Unknown		138.597	0.356	
200 + 60 1	Unknown		135.232	0.348	
200 + 60 2	Unknown		134.995	0.347	
200 + 60 3	Unknown		135.517	0.348	



UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN ILMU TANAH

Bulaksumur Yogyakarta, 55281 Telp. 62-274-548814

Hasil Analisis Tanah Order Sdr. Isni Febriana
Sebanyak 1 Contoh

Kode	Kadar air	pH	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
	%	H ₂ O	%	%	%
Tanah Gambut	12,29	5,2	0,32	0,16	1,36

Mengetahui
Ketua Jurusan Ilmu Tanah,


Dr. Ir. Abdul Syukur, SU.

Yogyakarta, 31 Juli 2006
Ketua Komisi Pengabdian Masyarakat,


Dr. Ir. Benito Heru Purwanto, MP.

HASIL ANALISIS

No. : 1273/HA-KA/07/06
 Pengirim : **Isnri Febriana, Feni Utami, Sahrul Rozak, Abdullah**, Universitas Islam Indonesia
 Yogyakarta.
 Jumlah sampel : 1
 Penentuan : Kadar Al₂O₃ dan SiO₂ dalam sampel Tanah Gambut.
 Tgl. Analisis : 25 Juli 2006

NO	KODE SAMPEL	PARA METER	HASIL PENGUKURAN (ppm)			METODE
			I	II	III	
1.	Tanah Gambut	Al ₂ O ₃	1926,383	2009,060	1761,028	Atomic Absorption Spect.
2.		SiO ₂	79013,963	83530,275	79917,225	"