

TA/TL/2007/0168

PERPUSTAKAAN FTSP DI	
HADIAN/BELI	
TGL. TERIMA :	16 Mei 2007
NO. JUDUL :	002448
NO. INV. :	5100002448001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN TANAH GAMBUT SEBAGAI KOAGULAN UNTUK MENURUNKAN TSS DAN KEKERUHAN PADA AIR SUNGAI

*Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana S-1 Teknik Lingkungan*



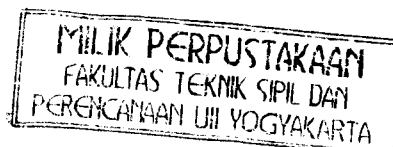
Disusun oleh :

SYAHRUL RAZAK

(01 513 031)

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

2007



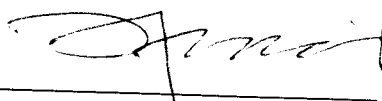
HALAMAN PENGESAHAN**PEMANFAATAN TANAH GAMBUT SEBAGAI KOAGULAN
UNTUK MENURUNKAN TSS DAN KEKERUHAN
PADA AIR SUNGAI**

Nama : Syahrul Razak
No. Mahasiswa : 01 513 031
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I
Luqman Hakim, ST, Msi

Dosen Pembimbing II
Hudori, ST


Tanggal : 9 Mei 2017


Tanggal :

ABSTRAKSI

Air sungai merupakan air permukaan yang mempunyai sifat yang sangat ditentukan oleh komponen penyusunnya. Adapun parameter pencemaran air sungai seperti TSS, kekeruhan dan lain-lain. Salah satu alternatif pengolahan adalah dengan proses koagulasi dan flokulasi. Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan tanah gambut sebagai koagulan. Tujuan dari pengolahan ini untuk mengetahui pengaruh koagulan tanah gambut untuk menurunkan TSS dan kekeruhan yang terkandung di dalam air sungai Selokan Mataram.

Pada proses koagulasi dan flokulasi dalam pengolahan ini menggunakan jar test. Penelitian dilakukan tiga kali yaitu dengan menggunakan koagulan tanah gambut, menggunakan koagulan tanah gambut dengan kapur dan menggunakan koagulan tawas dengan kapur. Koagulan tawas dengan kapur dilakukan untuk mengetahui perbandingan efisiensi antara koagulan tawas dan tanah gambut. Metode yang digunakan untuk analisa TSS menggunakan metode gravimetri yang mengacu pada SNI 06-6989.3-2004 dan analisa kekeruhan menggunakan metode spektrofometri dengan panjang gelombang 390 nm yang mengacu pada SNI 06-2413-1991.

Hasil analisa menunjukkan bahwa koagulan tanah gambut mempunyai efisiensi penurunan TSS mencapai 56,82% dan kekeruhan mencapai 71,50%. Ini disebabkan karena tanah gambut mampu mengadsorpsi partikel-partikel yang ada didalam air sungai. Koagulan tanah gambut dengan kapur mempunyai efisiensi penurunan TSS mencapai 79,68% dan kekeruhan 85,95%. Hal ini karena terjadi ikatan yang sempurna dari proses destabilisasi antara ion koloid dan koagulan. Koagulan tawas dengan kapur mempunyai efisiensi penurunan TSS sebesar 96,36% dan kekeruhan sebesar 94,41%. Ini disebabkan karena adanya ion-ion yang bermuatan berlawanan sehingga menimbulkan destabilisasi koloid. Kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap pembentukan flok. Apabila pengadukan terlalu lambat mengakibatkan lambatnya flok terbentuk dan sebaliknya apabila pengadukan terlalu cepat mengakibatkan pecahnya flok yang terbentuk.

Kata kunci : TSS, Kekeruhan, Koagulan tanah gambut, Koagulasi, Air sungai.

ABSTRACT

River water is surface water with a characteristic of very depended on the components in it. The parameters of water pollution in the river are TSS, turbidity, etc. One of management alternatives is by applying coagulation and flocculation process. The research is conducted by using peat soil as the coagulant. The objective of this management is to find out the influence of peat soil in decreasing the TSS and turbidity which are contained in the water of Selokan Mataram.

The coagulant and flocculation process in this management uses jar test. The research is conducted three times which are by using peat soil, using peat soil and lime coagulant, and using alum and lime coagulants. The alum and lime coagulant is used to find out the equivalent of alum coagulant and peat soil coagulant. The method used to analyze TSS is gravimetric method which refers to SNI 06-6989.3-2004 and the method used to analyze the turbidity is spectrophotometer with wave length of 390 nm which refers to SNI 06-2413-1991.

The result of the research shows that peat soil coagulant has efficiency in decreasing TSS up to 56.82% and turbidity up to 71.50%. It is due to the peat soil can absorb particles in river water. Peat soil and lime coagulant has efficiency in decreasing TSS up to 79.68% and he turbidity up to 85.95%. It is because from the destabilization process there is a perfect bound between colloid ion and coagulant. Alum and lime coagulant has efficiency in decreasing TSS up to 96.36% and the turbidity up to 94.41%. It is due to the presence of ions with opposite capacity so they create colloid destabilization. The speed in steering the water influences in the forming of flocks. If the steering is too slow, it causes the flocks are formed in a long period. On the contrary, if the steering is too fast, it causes the damage in the flocks which have been formed.

Key words: TSS, Turbidity, Peat soil coagulant, Coagulation, River water.

PERSEMBAHAN

Pada halaman persembahan ini penulis ingin mengutarakan perasaan dan ungkapan terima kasih dari lubuk hati yang paling dalam kepada insan berikut ini yang sangat berjasa dalam hidup saya:

- ❖ Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan hidayahnya serta inayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan ini.
- ❖ Ayah dan Ibunda tercinta yang selalu memberiku do'a dan dukungan baik secara moral maupun material.
- ❖ Kakak dan semua keluargaku yang selalu mendukung saya...
- ❖ Seseorang yang aku cintai terima kasih atas do'a, perhatianmu, dukungan dan kasih sayangmu selama ini.
- ❖ Almamaterku yang telah memberiku ilmu pengetahuan

MOTTO

“ Dan apabila dikatakan “ Berdirilah kamu maka berdirilah , niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan “. (Q.S Al- Mujaadilah : 11)

“ Dan barang siapa yang buta (hatinya) , didunia ini niscaya di akherat (nanti) ia akan lebih buta (pula) dan lebih tersesat dari jalan (yang lancar) “ (Q.S Al Israa : 72)

“ Jangan engkau campuri persoalan yang tidak engkau ketahui; setiap pendengaran, penglihatan, dan hati, masing-masing akan diminta pertanggung jawabannya.

(Q.S Al Israa : 36)

Jauhkan kecenderungan kepada dunia karena engkau tidak tau jika malam tiba apakah kau akan hidup sampai pagi, berapa banyak orang mati tanpa mengalami penyakit dan berapa orang yang sakit-sakitan malah berusia panjang. Barang siapa hidup seribu atau dua ribu tahun pasti pada suatu hari ia akan masuk keliang kubur.

Orang yang terus menerus mencari kebahagiaan tidak akan pernah menemukannya, sebab kebahagiaan itu tidak ditemukan melainkan diciptakan.

Karena cinta adalah anugrah dan cinta terlalu berharga untuk disia-siakan maka isilah hari-harimu dengan ketulusan sebuah cinta.....

.....Jika kita mencintai seseorang, jangan ragu tuk berkorban baginya, jangan pernah membutnya terluka, jangan pernah membutnya merasa terdesak memilih diantara yang dicintainya, jangan pernah biarkan dia merasa sendiri, jangan pernah ragu tuk menegurnya dan jangan pernah hilangkan percaya.

KATA PENGANTAR

Assalamu`alaikum Wr. Wb

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran 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 TSS DAN KEKERUHAN PADA AIR SUNGAI”**, 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. Bapak dan ibu tersayang, yang selama ini selalu memberikan motivasi sepiritual maupun material kepadaku,
7. Seseorang yang aku cintai, thanks ya atas semua dukungan dan bantuannya selama ini...!!!

8. Teman-teman dari TL '01
9. Dan semua yang telah membantuku yang tidak 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....

Wassalamu`alaihiukum Wr. Wb



Jogjakarta, 07 Maret 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAKSI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang masalah.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	4
1.4 Manfaat penelitian.....	4
1.5 Batasan masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Air	6
2.1.1 Standar kualitas air bersih	6
2.1.2 Persyaratan dalam penyediaan air bersih	9
2.2 Air Sungai	10
2.3 Padatan tersuspensi (TSS).....	11
2.4 Kekeruhan.....	12
2.5 Tanah gambut.....	14
2.5.1 Komposisi gambut	16
2.5.2 Proses terbentuknya lahan gambut.....	18
2.5.3 Mekanisme tanah gambut.....	20

2.5.4 Sifat-sifat tanah gambut.....	21
2.5.5 Kriteria tanah gambut sebagai koagulan.....	23
2.6 Koagulasi-flokulasi	23
2.6.1 Koagulasi.....	24
2.6.2 Flokulasi.....	24
2.6.3 Mekanisme koagulasi dan flokulasi.....	25
2.6.4 Sifat dan karakteristik koagulan.....	29
2.6.5 Kapur sebagai jenis koagulan pembantu.....	29
2.7 Mekanisme pembentukan flok.....	30
2.8 Bahan-bahan koagulan	33
2.9 Langkah-langkah dalam proses koagulasi.....	34
2.11 Metode Jar Test.....	35
2.12 Hipotesa.....	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	39
3.1 Lokasi penelitian	39
3.2 Obyek penelitian.....	39
3.3 Kerangka penelitian	40
3.4 Parameter dan variabel penelitian.....	40
3.4.1 Parameter penelitian.....	40
3.4.2 Variabel penelitian.....	41
3.5 Bahan dan alat penelitian.....	41
3.5.1 Bahan penelitian.....	41
3.5.2 Alat penelitian.....	41
3.6 Pelaksanaan penelitian	42
3.6.1 Persiapan tanah gambut.....	42
3.6.2 Proses koagulasi-flokulasi.....	43
3.7 Metodologi sampling	44
3.8 Metode pengumpulan data.....	45
3.9 Analisis data	45

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1 Hasil pengujian tanah gambut.....	46
4.2 Hasil pengujian parameter TSS setelah proses	
koagulasi-flokulasi.....	47
4.2.1 Koagulan tanah gambut.....	47
4.2.2 Koagulan tanah gambut dengan kapur.....	51
4.2.3 Koagulan tawas dengan kapur.....	56
4.3 Hasil pengujian kekeruhan setelah proses	
koagulasi-flokulasi.....	59
4.3.1 Koagulan tanah gambut.....	60
4.3.2 Koagulan tanah gambut dengan kapur.....	63
4.3.3 Koagulan tawas dengan kapur.....	68
4.4 Perbandingan efisiensi koagulan tanah gambut	
dengan koagulan tawas.....	71
4.4.1 Parameter TSS.....	71
4.4.2 Parameter kekeruhan.....	75
4.5 Pengaruh variasi kecepatan koagulasi-flokulasi	
terhadap penurunan TSS dan kekeruhan.....	79
4.5.1 Parameter TSS.....	79
4.5.2 Parameter kekeruhan.....	83
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	 87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran.....	87

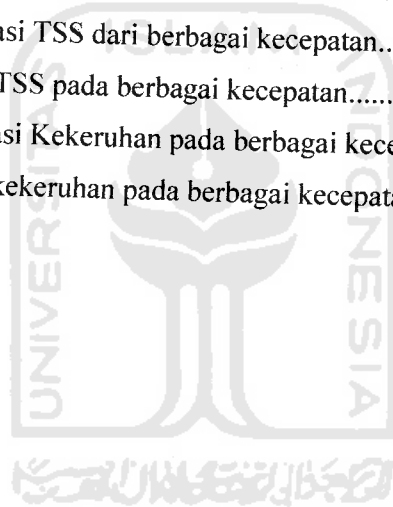
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanah gambut dan Air gambut.....	15
Gambar 2.2	Penampang Lapisan Tanah Gambut.....	23
Gambar 2.3	Skema koagulasi dan flokulasi dengan alat jar test.....	28
Gambar 2.4	Partikel Koloid Negatif Dengan sifat Elektrostatik.....	31
Gambar 2.5	Resultante Gaya tolak menolak zeta potensial dengan gaya tarik menarik <i>Van der Waals</i>	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 3.2	Diagram persiapan tanah gambut.....	42
Gambar 4.1	Konsentrasi TSS dengan koagulan tanah gambut.....	48
Gambar 4.2	Efisiensi TSS pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut.....	50
Gambar 4.3	Konsentrasi TSS pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut dengan kapur.....	51
Gambar 4.4	Efisiensi TSS pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut dengan kapur.....	55
Gambar 4.5	Konsentrasi TSS pada berbagai dosis dengan koagulan tawas dengan kapur.....	56
Gambar 4.6	Efisiensi TSS pada berbagai dosis dengan koagulan tawas dengan kapur.....	59
Gambar 4.7	Konsentrasi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut.....	60
Gambar 4.8	Efisiensi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut.....	63
Gambar 4.9	Konsentrasi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut dengan kapur.....	64
Gambar 4.10	Efisiensi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut dengan kapur.....	67

Gambar 4.11	Konsentrasi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tawas dengan kapur.....	68
Gambar 4.12	Efisiensi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tawas dengan kapur.....	71
Gambar 4.13	Perbandingan konsentrasi TSS pada koagulan tanah gambut dan koagulan tawas.....	72
Gambar 4.14	Perbandingan efisiensi TSS pada koagulan tanah gambut dan koagulan tawas.....	75
Gambar 4.15	Perbandingan konsentrasi kekeruhan pada koagulan tanah gambut dan koagulan tawas.....	76
Gambar 4.16	Perbandingan efisiensi kekeruhan pada koagulan tanah gambut dan koagulan tawas.....	79
Gambar 4.17	Konsentrasi TSS dari berbagai kecepatan.....	80
Gambar 4.18	Efisiensi TSS pada berbagai kecepatan.....	82
Gambar 4.19	Konsentrasi Kekeruhan pada berbagai kecepatan.....	84
Gambar 4.20	Efisiensi kekeruhan pada berbagai kecepatan.....	86



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spektrum Ukuran Partikel.....	13
Tabel 2.2	Jenis Partikel Koloid dan Tersuspensi.	14
Tabel 2.3	Komposisi kimia tanah gambut.....	17
Tabel 2.4	Hasil analisa tanah gambut di Kalimantan Barat.	18
Tabel 2.5	Tipe/Jenis Koagulan.....	34
Tabel 4.1	Data Analisis Tanah Gambut	47
Tabel 4.2	Hasil analisa TSS dengan koagulan tanah gambut	43
Tabel 4.3	Hasil analisa TSS dengan koagulan tanah gambut dengan kapur	51
Tabel 4.4	Hasil analisa TSS dengan koagulan tawas dengan kapur	56
Tabel 4.5	Hasil analisa kekeruhan dengan koagulan tanah gambut.....	60
Tabel 4.6	Hasil analisa kekeruhan dengan koagulan tanah gambut dengan kapur	63
Tabel 4.7	Hasil analisa kekeruhan dengan koagulan tawas dengan kapur.....	68
Tabel 4.8	Perbandingan TSS antara koagulan tanah gambut dan koagulan tawas.....	71
Tabel 4.9	Perbandingan kekeruhan antara koagulan tanah gambut dan koagulan tawas.....	75
Tabel 4.10	Pengaruh kecepatan terhadap penurunan TSS.....	80
Tabel 4.11	Pengaruh kecepatan terhadap penurunan kekeruhan.....	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Analisa Tanah Gambut
Lampiran II	Analisis TSS
Lampiran III	Analisis Kekeruhan
Lampiran IV	Dokumentasi
Lampiran V	SNI 06-6989.3-2004 (Cara uji TSS secara gravimetri)
Lampiran VI	SNI 06-2413-1991 (Metode pengujian kualitas fisika air)
Lampiran VII	SNI 03-7016-2004 (Tata Cara Sampling)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Air sungai merupakan air permukaan yang mempunyai sifat yang sangat ditentukan oleh komponen penyusunnya. Dari sifat tersebut dapat dibedakan menjadi tiga besar sifat air yaitu sifat fisik, kimia, dan biologi. Sifat fisik air banyak terlihat pada kejernihan air tersebut. Sedangkan sifat kimia air dapat berupa bahan organik maupun anorganik yang sering menimbulkan bau dan rasa yang tidak sedap. Pemeriksaan biologis biasanya untuk mengetahui bakteri patogen yang ada di dalam air. Air yang ada dipermukaan bumi akan mengalami berbagai perlakuan diantaranya air tertahan oleh benda-benda yang dilaluinya. Akibatnya air akan mengalami pencemaran. Bahan-bahan yang ada di dalam air sering tidak dikehendaki dan disebut bahan polutan. Bahan polutan tersebut harus dipisahkan dengan sistem pengolahan.

Sistem pengolahan air dapat dikelompokkan kedalam tiga metode yaitu pengolahan secara fisika, kimia dan biologi. Dalam prakteknya untuk mengolah air dapat diaplikasikan metode secara sendiri-sendiri atau kombinasi (proses serentak), metode pengolahan secara biologi dapat memanfaatkan mikroorganisme yang ada di dalam air untuk menguraikan bahan-bahan polutan menjadi gas dan sel mikroorganisme sebagai hasil pertumbuhan. Metode pengolahan fisika dapat mencontohkan seperti screening, filtrasi, pengendapan, flotasi. Sedangkan metode pengolahan secara kimia berarti polutan dalam air

tersebut diperlukan bahan-bahan kimia agar terjadi reaksi sehingga polutan tersebut dapat disisihkan. Koagulasi-flokulasi merupakan salah satu metode pengolahan air secara kimia.

Dampak yang akan timbul bila air tercemar yakni dapat menyebabkan kesehatan terganggu. Untuk mengatasi permasalahan air, ilmu dan teknologi tentang pengolahan air harus dikembangkan apalagi dimasa sekarang ini ketersediaan air sangat terbatas. Salah satu pengolahan air yang dikembangkan adalah dengan memanfaatkan bahan-bahan yang kurang berguna menjadi lebih berguna.

Air sungai dapat dikatakan air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Dengan demikian dapat diperkirakan bahwa air sungai salah satu sifat fisiknya adalah mengalami kekeruhan. Disamping itu juga air sungai banyak mengandung polutan kimia seperti zat besi (Fe), Mn, dan Ca tergantung indikasi salah satunya adanya warna. Bila air sungai berwarna agak kekuningan dan berbau amis, biasanya banyak mengandung zat besi. Air sungai pada dasarnya dapat dijadikan air bersih yang lebih bermanfaat untuk kesehatan. Salah satu cara untuk itu adalah dengan bahan koagulan. Salah satu ciri koagulan adalah bahan yang mengandung aluminium (Al) atau Besi (Fe) selama dapat diubah menjadi Al(OH)_3 sebagai inti flok.

Penelitian dengan menggunakan tanah gambut sebagai koagulan ini telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya seperti Widarawati Dewi (1998) menggunakan air gambut sebagai sampel airnya.. Selain itu Mohd. Asri MN

(2003) juga pernah melakukan penelitian dengan menggunakan tanah gambut sebagai koagulan dan limbah tekstil sebagai sampel.

Tanah gambut yang mengandung aluminium dan besi dapat dimanfaatkan sebagai bahan koagulan untuk pengolahan air sungai. Selain aluminium, tanah gambut juga mengandung SiO_2 . 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. (Suprihanto, 1994).

2.2. RUMUSAN MASALAH

1. Apakah tanah gambut sebagai koagulan pada proses koagulasi-flokulasi dapat menurunkan TSS dan kekeruhan?
2. Apakah dengan memanfaatkan tanah gambut sebagai koagulan dapat menghasilkan TSS dan kekeruhan yang memenuhi syarat air minum?
3. Apakah kecepatan pengadukan pada proses koagulasi-flokulasi berpengaruh terhadap penurunan TSS dan kekeruhan?

2.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Untuk mengetahui seberapa besar efisiensi tanah gambut sebagai koagulan dapat menurunkan TSS dan kekeruhan
- b) Untuk mengetahui dosis optimum koagulan tanah gambut.
- c) Untuk mengetahui perbandingan efisiensi antara koagulan tawas dan tanah gambut.
- d) Mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penurunan parameter TSS dan kekeruhan

2.4 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian ini adalah

- a) Dapat memberikan salah satu alternative pengolahan air sungai.
- b) Dapat memanfaatkan sumber daya alam (tanah gambut) sebagai bahan koagulan untuk pengolahan air sungai.
- c) Dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan bagi peneliti.

2.5. 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 dari kalimantan barat (Pontianak) yang digunakan sebagai bahan koagulan sudah dalam kondisi kering dan dibuat bubuk. Kapur tohor yang dipakai yaitu Ca(OH)_2 .
2. Air yang dipilih sebagai sample yaitu air Selokan Mataram Jogjakarta. Bahan pencemar yang dianalisis adalah Kekeruhan dan TSS.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari. Manusia, binatang, dan tumbuhan memerlukan air untuk kehidupannya. Saat ini masalah penyediaan air menjadi perhatian khusus baik bagi negara-negara maju maupun berkembang. Indonesia sebagai halnya negara berkembang tidak luput dari permasalahan air. Salah satu masalah pokok yang dihadapi adalah kurang tersedianya sumber air yang bersih. Beberapa sumber air baku yang dapat digunakan untuk penyediaan air bersih antara lain air hujan, air permukaan, air tanah, dan mata air. Air permukaan merupakan air hujan yang mengalir dipermukaan bumi seperti sungai, danau dan waduk. Pada umumnya air permukaan telah terkontaminasi dengan berbagai zat-zat yang dapat merugikan kesehatan, sehingga perlu pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi oleh masyarakat. Kontaminan atau zat pencemar itu berasal dari buangan domestik, buangan industri, maupun limbah pertanian. Zat-zat pencemar tersebut antara lain Total Suspended Solid (TSS) yang berpengaruh pada kekeruhan. (Anonim, 2001).

2.1.1 Standar kualitas air bersih

Untuk menetapkan standar air bersih tidaklah mudah, karena tergantung pada banyak faktor penentu. Faktor penentu tersebut antara lain adalah :

a. Kegunaan air

- Air untuk minum
- Air untuk keperluan rumah tangga
- Air untuk industri
- Air untuk mengairi sawah
- Air untuk kolam perikanan

b. Asal sumber air

- Air dari mata air
- Air danau
- Air sungai
- Air sumur
- Air hujan

Walaupun penetapan standar air yang bersih tidak mudah, namun ada kesepakatan bahwa air yang bersih tidak ditetapkan pada kemurnian air, akan tetapi didasarkan pada keadaan normalnya. Bila terjadi keadaan menyimpang dari keadaan normal, maka hal itu berarti air tersebut telah mengalami pencemaran.

Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, air menurut kegunaannya digolongkan menjadi :

- Kelas I : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas II : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, mandi, cuci, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas IV : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Air yang ada di bumi ini tidak pernah dalam keadaan murni bersih, tetapi selalu ada senyawa / mineral lain yang terlarut didalamnya. Hal ini tidak berarti semua air yang ada di bumi ini telah tercemar. Sebagai contoh air yang di ambil dari mata air di pegunungan dan air hujan. Keduanya dapat dianggap sebagai air bersih, namun senyawa atau mineral yang terdapat didalamnya berlainan.

seperti tampak dalam keterangan berikut ini :

- Air hujan mengandung : SO_4 , Cl , NH_3 , CO_2 , H , C , O_2 , dan debu.
- Mata air mengandung : Na , Mg , Ca , Fe , O_2

Selain itu air juga seringkali mengandung bakteri atau mikroorganisme lainnya. Air yang mengandung bakteri atau mikroorganisme tidak dapat langsung digunakan sebagai air minum, tetapi harus direbus dulu. Pada batas-batas tertentu air minum justru diharapkan mengandung mineral agar air itu terasa segar. Air murni tanpa mineral justru tidak enak untuk diminum.

Berdasarkan uraian tersebut dapat dipahami bahwa air tercemar apabila air tersebut telah menyimpang dari keadaan normalnya. Keadaan normal air masih tergantung pada faktor penentu, yaitu kegunaan air itu sendiri dan asal sumber air.

2.1.2 Persyaratan dalam penyediaan air bersih

Ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih. Persyaratan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut:

a. Persyaratan kualitatif

Persyaratan kualitatif menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisik, kimia, biologis dan radiologis. Syarat-syarat tersebut dapat dilihat berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI No.907/Menkes/SK/VII/2002.

b. Persyaratan kuantitatif

Persyaratan kuantitatif dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya, air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan jumlah penduduk yang akan dilayani. Selain itu jumlah air yang dibutuhkan sangat tergantung pada tingkat kemajuan teknologi dan sosial ekonomi masyarakat setempat. Sebagai contoh,

negara-negara yang telah maju memerlukan air bersih yang lebih banyak dibandingkan dengan negara-negara sedang berkembang.

c. Persyaratan kontinuitas

Persyaratan kontinuitas untuk penyediaan air bersih sangat erat hubungannya dengan kuantitas air yang tersedia yaitu air baku yang ada dialam. Arti kontinuitas disini adalah bahwa air baku untuk air bersih tersebut dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan.

2.2 Air Sungai

Air sungai adalah air yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air sungai ini akan tercampur oleh lumpur, daun-daunan, kotoran industri dan sebagainya. Pengotoran pada air sungai berbeda-beda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteriologik. Setelah mengalami suatu pengotoran, air sungai itu akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri yang dapat dijelaskan sebagai berikut. Udara yang mengandung Oksigen atau gas O_2 akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada air permukaan yang telah mengalami pencemaran, karena selama dalam perjalanan O_2 akan meresap ke dalam air permukaan.

Dalam penggunaannya sebagai air bersih, air sungai harus diolah secara sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang relatif tinggi. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan

akan air bersih pada umumnya dapat mencukupi. Zat-zat pencemar atau kontaminan yang biasa terdapat dalam air permukaan (air sungai) antara lain TSS dan Kekeruhan.

2.3 Padatan tersuspensi (TSS)

TSS adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Sebagai contoh, air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat tahan sampai berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat-zat lain, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan (Anonim, 2001)

Padatan tersuspensi total (TSS) merupakan bahan-bahan tersuspensi dengan diameter $>1 \mu\text{m}$ yang tertahan pada saringan milipore dengan diameter $0.45 \mu\text{m}$. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Bahan-bahan tersuspensi dan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan, dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan.

TSS adalah zat-zat padat yang berada dalam suspensi, dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloid (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). (Alaerts dan Santika, 1987)

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (efek tyndall) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual, sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan (presipitasi) yang merupakan keadaan kejenuhan dari suatu senyawa kimia. Partikel-partikel tersuspensi biasa, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak dapat dikatakan keruh, karena sebenarnya air di antara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang. (Alaerts dan Santika, 1987)

2.4. Kekeruhan

Air menjadi keruh karena adanya benda-benda lain yang tercampur atau larut dalam air seperti tanah liat, lumpur, benda-benda organik halus dan plankton. Kekeruhan didefinisikan sebagai suatu istilah untuk menggambarkan butiran-butiran tanah liat, pasir, bahan mineral dan sebagainya yang menghalangi cahaya atau sinar masuk kedalam air.

Kekeruhan sebenarnya tidak mempunyai efek langsung terhadap kesehatan tetapi tidak disukai masyarakat karena masalah estetika kurang baik. Persyaratan mutu dari kekeruhan air bersih maksimum yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/SK/2002 adalah 5 NTU.

Kekeruhan menunjukkan sifat optis air, yang mengakibatkan pembiasan cahaya kedalam air. Kekeruhan membatasi masuknya cahaya ke dalam air. Kekeruhan ini terjadi karena adanya bahan yang terapung dan terurainya zat tertentu, seperti bahan organik, jasad renik, lumpur, tanah liat dan benda lain yang melayang atau terapung dan sangat halus. Semakin keruh air, semakin tinggi daya hantar listriknya dan semakin banyak pula padatannya (Anonim, 2001).

Partikel yang terkandung dalam air dapat terjadi karena adanya erosi tanah yang dilalui oleh aliran air. Kation-kation yang terdapat dalam partikel lempung adalah Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , H^+ , Al^{2+} dan Fe^{2-} , berurutan menurut besarnya gaya adsorpsi yang dialami. Dari urutan kation tersebut, terlihat partikel yang mengandung Na^+ dan K^+ sangat stabil dan sukar mengendap karena hanya sedikit yang mengalami gaya adsorpsi, sedangkan partikel yang mengandung Al^{3+} dan Fe^{3+} kurang stabil dan mudah mengendap.

Adapun zat yang tidak dapat mengendap tanpa bantuan bahan kimia (koagulan) antara lain unsur organik dari limbah domestik. Jenis dan ukuran partikel koloid dalam air yang sukar mengendap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Spektrum Ukuran Partikel

No	Jenis Partikel	Bahan Penyusun	Ukuran (Mikron)
1	Molekul	-	10^{-10} - 10^{-8}
2	Koloid	-	
3	Tersuspensi	Clay FeOH CaCO ₃ SiO ₂	
4	Bakteri		10^{-6} - $10^{-5.5}$
5	Alga		10^{-6} - $10^{-4.5}$
6	Virus		$10^{-7.5}$ - $10^{-8.5}$

Sumber : Fair, 1968

Untuk menghilangkan zat-zat tersebut di atas, cara yang umum dilakukan adalah dengan proses sedimentasi, akan tetapi untuk ukuran partikel yang sangat kecil seperti partikel koloidal dan partikel tersuspensi memerlukan waktu yang sangat lama, seperti dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Jenis Partikel Koloid dan Tersuspensi.

No	Jenis partikel	Diameter (mm)	Waktu Pengendapan
1	Kerikil	10	0,3 Detik
2	Pasir halus	0,1	33 Detik
3	silt	0,01	38 Detik
4	Bakteri	0,001	55 Detik
5	Koloid	0,0001 - 0,000001	230 Hari - 6,3 Tahun

Sumber: Anonim, 1971.

2.5 Tanah gambut

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 & Soepraptohardjo, 1974).

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 Sumatera, misalnya pantai Riau, Jambi, Sumatera Selatan dan Lampung. Di Kalimantan Selatan dan sedikit di

pantai Kalimantan Timur. Pulau lain yang kemungkinan besar terdapat dalam kawasan cukup luas ialah di pantai bagian Selatan Irian Jaya.

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.



Gambar 2.1 Tanah gambut dan Air gambut

Dari segi pandangan geokologi tanah gambut bersifat khusus menurut banyak aspek. Aspek-aspek tersebut antara lain sebagai berikut :

- a. Basah berlebihan sepanjang tahun
- b. Selama kebanyakan waktu dalam setahun muka air tanah yang dangkal bersatu dengan air genangan membentuk fasa cair yang tidak terpisahkan
- c. Ketebalan air genangan dan jeluk air tanah tidak hanya menganyun mengikuti irama pasang surut
- d. Keadaan lingkungan alimiah sangat mendorong pembentukan endapan gambut dan pelonggokan senyawa-senyawa sulfida.
- e. Bahan endapan alas terdiri atas campuran bahan asal darat dan laut

2.5.1 Komposisi Gambut

Gambut adalah sisa timbunan-timbunan 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. Di lingkungan pengendapannya gambut ini selalu dalam keadaan jenuh air (>90%). Zat organik pembentuk gambut sama dengan tumbuhan dalam perbandingan yang berlainan sesuai dengan tingkat pembusukannya. 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 (O). 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 karbo (C) dan menurunkan kadar oksigen (O).

Di Indonesia tanah organik secara umum dinamakan tanah gambut. Definisi tanah gambut oleh Polak (Driessen dan Soepratoharjo, 1974) adalah sebagai tanah-tanah organik yang mengandung lebih dari 65 % bahan organik hingga kedalaman satu meter atau lebih hingga kedalaman 50 cm. 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.

Tabel 2.3 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 : Sucahyono, 1994)

Soepardi, (1983), mendapatkan hasil analisa tanah gambut pada tiga tempat di Kalimantan Barat seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2.4 Hasil analisa tanah gambut di Kalimantan Barat.

No	Unsur	Lokasi		
		Sumor Bor	Sei Kunyit	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 SiO₂ dan Al₂O₃ 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. (Suprihanto, 1994)

2.5.2 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 Tan (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. 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 (Tan, 1995).

2.5.3 Mekanisme Tanah Gambut

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

Unsur pembentuk tanah gambut adalah bahan organik yang terdiri dari karbon, nitrogen, oksigen, dan hidrogen serta sedikit unsur anorganik yang terdiri dari silika, kalium dan magnesium. Unsur organik tersebut membentuk rantai molekul besar yang terdiri dari asam humat, asam fulfat, humin, karbohidrat, lignin, protein serta banyak lagi senyawa organik lainnya (Sukandarmidi, 1994).

Dekomposisi bahan organik ditentukan oleh aktivitas mikroorganisme, dan ditentukan pula komposisi kimianya. Laju dekomposisi bahan organik ditentukan oleh nisbah antara kelompok yang mudah terdekomposisi (karbohidrat, protein) dan senyawa sukar terdekomposisi (lignin). Oleh karena itu pembentukan gambut tergantung pada aktivitas mikroorganisme, maka terbentuknya gambut juga ditentukan oleh suhu dan kelembaban lingkungan sekitarnya

2.5.4 Sifat-Sifat Tanah Gambut

a. 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, 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.

b. 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 faktor pembentuk gambut yang dapat dibedakan atas :

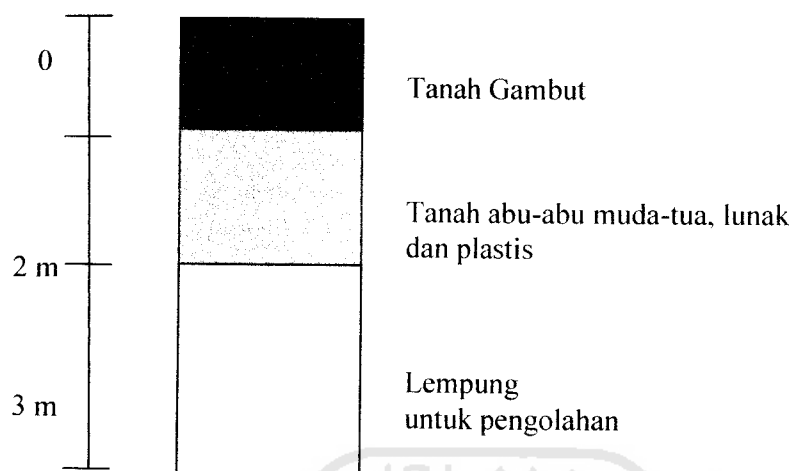
- a. Gambut Ombrogen yang terbentuk karena pengaruh curah hujan yang airnya tergenang.
- b. Gambut Topogen yang terbentuk karena pengaruh topografi
- c. Gambut pegunungan yang terbentuk di daerah yang tinggi sebagai akibat deperesi atau plato di puncak gunung api yang telah mati dan tidak menjadi telaga.

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.

2.5.6 Kriteria Tanah Gambut Yang Baik Sebagai Koagulan

Tanah gambut mempunyai lapisan-lapisan seperti pada gambar :



Gambar 2.2 Penampang Lapisan Tanah Gambut (Kusnaedi, 1995)

Tanah gambut yang paling baik digunakan sebagai bahan pengolah air gambut 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.

2.6 Koagulasi-Flokulasi

Koagulasi-flokulasi adalah proses kimia yang lazim dilakukan untuk penjernihan air baik dalam skala kecil maupun skala besar, merupakan proses penambahan reagen kimia pembentuk flok dalam air untuk memisahkan koloid yang tidak dapat mengendap dengan menghasilkan pengendapan jonjot secara cepat dan endapan yang terjadi dipisahkan secara sedimentasi.

2.6.1 Koagulasi

Koagulasi (pengaduk cepat) adalah destabilisasi muatan koloid dan zat padat terlarut dalam air (termasuk bakteri dan virus) oleh koagulan. Untuk aplikasinya menggunakan proses pengaduk cepat (*flash mixing*). Tujuan pengaduk cepat adalah untuk menyebarkan bahan kimia yang dibubuhkan kedalam air secara cepat dan merata. Secara umum, pengadukan cepat adalah pengadukan yang dilakukan pada gradien kecepatan berkisar antara 100 hingga 1000 perdetik selama 5 hingga 60 detik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi

Dalam pengolahan air, untuk mencapai proses koagulasi yang optimal, diperlukan pengaturan semua kondisi yang saling berkaitan dan mempengaruhi proses tersebut antara lain :

1. Derajat keasaman air (pH) dan alkalinitas
2. Tingkat kekeruhan air baku
3. Dosis koagulan dan jenis koagulan
4. Kondisi pengadukan
5. Temperatur

2.6.2 Flokulasi

Flokulasi (pengaduk lambat) adalah proses pengadukan air yang mengandung partikel hasil destabilisasi proses koagulasi, untuk membentuk flok. Tujuannya adalah menyediakan kondisi dan waktu yang sesuai untuk pembentukan flok, sedemikian rupa sehingga flok yang terbentuk cukup besar dan berat untuk dapat mengendap di bak pengendap

Flokulasi merupakan fase lanjut dari koagulasi, yaitu suatu fase yang didalamnya terjadi perkembangan dari partikel endapan kecil ke dalam bentuk flok yang lebih besar setelah mengalami pengadukan lambat, sehingga dapat terjadi pengendapan sempurna. Secara umum, pengadukan lambat adalah pengadukan yang dilakukan pada gradien kecepatan kurang dari 100 perdetik selama 10 hingga 60 menit. Kemudian lama pengendapan setelah flokulasi antara 40 – 45 menit. (Al-Layla, 1978)

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses flokulasi

1. Pengaruh gradien kecepatan (G)
2. Pengaruh lama pengadukan

2.6.3 Mekanisme koagulasi dan 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 :

- a. Akan menimbulkan tenaga yang dapat mengalami usaha pendekatan antar partikel koloid yang bermuatan sama (gaya tolak menolak elektrostatis).
 - b. 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.
- B. Netralisasi muatan adsorpsi
- a. Interaksi koagulan dengan koloid
Yang berperan disini adalah kemampuan interaksi yang dihasilkan kedua substansi untuk mengatasi efek elektrostatis.
 - b. 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.

- c. 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.

- d. 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.

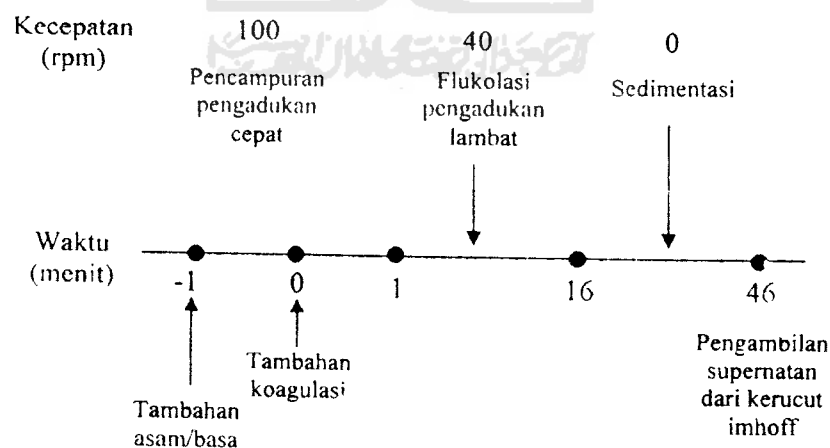
II Transportasi partikel koloid (proses flokulasi)

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 potensial zeta 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 terabsorpsi.



Gambar 2.3 Skema koagulasi dan flokulasi dengan alat jar test (Kusnaedi, 1995).

2.6.4 Sifat dan karakteristik koagulan

Sifat dan karakteristik koagulan adalah sebagai berikut :

1. Reange pH dimana koagulasi-flokulasi dapat bekerja dengan baik adalah pH 8–11
2. Memerlukan alkalinitas tambahan
3. Diatas pH asam akan teroksidasi menjadi ferri hidroksida, sehingga akan mengendap. (Pottier, 1968)

2.6.5 Kapur sebagai jenis koagulan pembantu

Kapur sebagai salah satu jenis koagulan memiliki sifat dan karakteristik sebagai berikut :

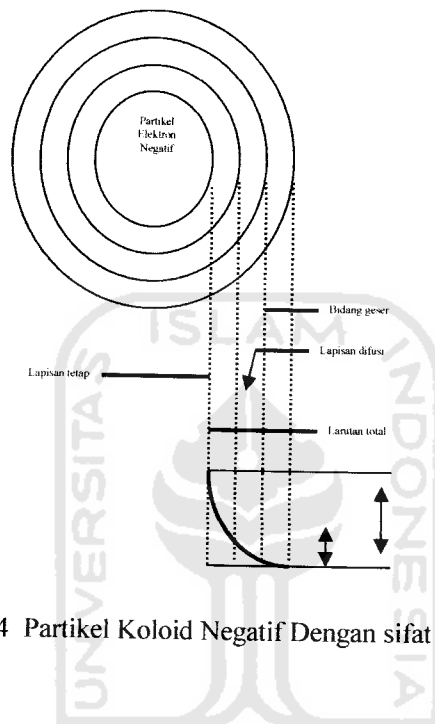
1. Kapur bersifat eletrolit, mudah tereletrolisasi membentuk ion Ca^+ dan OH^- yang akan menaikkan pH
2. Lebih sering digunakan untuk kontrol pH daripada sebagai koagulan tunggal.
3. Kapur bila berkontak dengan CO_2 segera membentuk CaCO_3 yang lebih mudah mengendap
4. Dalam pengolahan air dapat dipakai bersamaan dengan garam besi (Fe^{3+}) dan tawas.

2.7 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 elektrostatik antara keduanya, sehingga akan terjadi destabilan muatan partikel koloid.

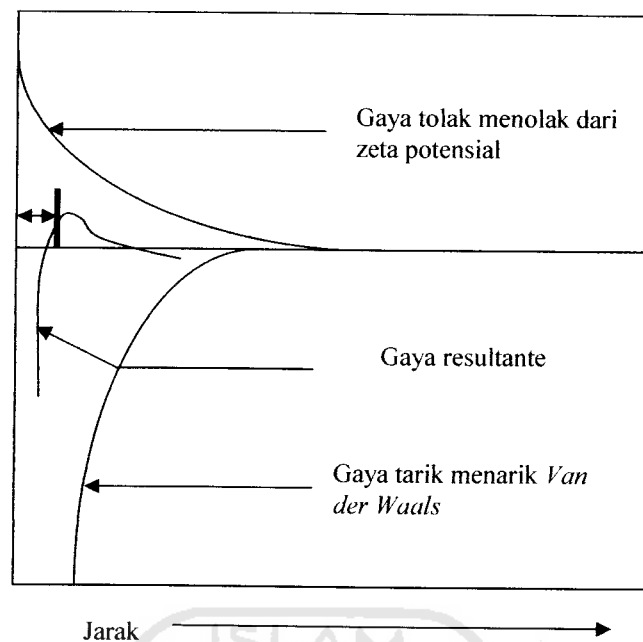
Koloid memiliki sifat elektrostatis pada sekitar air walaupun sangat relatif. Adanya daya elektrostatis pada partikel sangat penting guna mempertahankan dispersi koloid. Permukaan partikel koloid mengeluarkan arus elektrostatis dikarenakan terjadinya ionisasi dan adsorpsi ion gugus yang berada disekitar 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 koloida dalam sistem adalah tetap sehingga dikatakan terstabilkan dikarenakan adanya elektrostatis pada koloid. Karena pada umumnya muatan koloid adalah negatif dan saling tolak-menolak, maka koloid tinggal tetap dalam larutan. Dalam proses koagulasi penggabungan partikel koloida dilakukan dalam dua tahapan. Tahapan pertama adalah reduksi gaya tolak menolak antar partikel. Umumnya partikel koloida akan stabil karena mempunyai muatan elektrostatis 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 2.4 Partikel Koloid Negatif Dengan sifat Elektrostatis

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 2.5 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 alumunium dan besi.

2.8 Bahan-Bahan Koagulan

Bahan 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 $\frac{1}{8}$ 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. Caranya masukkan tawas ke dalam air yang akan dijernihkan. Banyaknya tawas tergantung dari volume air yang akan dijernihkan. Yang perlu diperhatikan adalah jangan sampai air berubah menjadi asam karena terlalu banyak tawas.

4. 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.

Tabel 2.5 Tipe/Jenis Koagulan

No	Jenis Koagulan	Rumus Kimia	Bentuk	Reaksi dlm Air
1	Alumunium Sulfat Alum	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Bongkah atau serbuk	Asam
2	Sodium Aluminat	NaAlO_2 atau Na_2AlO_4	Serbuk	Basa
3	Polyaluminium mchloride	$\text{Al}(\text{OH})$	Serbuk	Asam

Sumber : Anonim, 2001

2.9 Langkah-Langkah dalam Proses Koagulasi

Secara umum ada tiga langkah dalam proses koagulasi-flokulasi, yaitu :

1. Penambahan bahan koagulan dan pengatur pH ke dalam air sungai. Mula-mula air diukur pHnya sesuai range, kemudian tambahkan bahan koagulan ke dalam air sambil diaduk dengan cepat agar bahan koagulan tersebut terdispersi dengan cepat dan terdistribusi secara merata. Pengadukan ini sangat penting sebab jika tidak merata reaksi hanya akan berlangsung pada titik penambahan koagulan.

2. Koagulan terjadi karena reaksi kimia maupun fisika yang kompleks dan perubahan yang terjadi mengarah ke pembentukan endapan-endapan padat yang halus. Untuk membantu terjadinya penggumpalan endapan, maka muatan listrik dari masing-masing dispersi koloid harus dinetralkan untuk menghilangkan daya tolak menolak.
3. Dengan cara pengadukan perlahan-lahan terjadi flokulasi karena partikel-partikel halus berhubungan dan kontak satu sama lainnya membentuk gumpalan yang lebih besar. Gumpalan yang terdapat dalam cairan dengan cara pengikatan secara mekanis, adsorpsi dari koloid dengan gumpalan dan netralisasi dari muatan listrik positif benda koloid dengan muatan negatif gumpalan

2.11 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 (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.

c. Prinsip kerja jar-test

Menurut 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.

2.12. Hipotesa

Atas dasar tujuan dan landasan teori tersebut, maka dapat dibuat hipotesis penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Tanah gambut efisien dipergunakan sebagai koagulan untuk menutunkan TSS dan kekeruhan.

- b. Semakin banyak dosis yang diberikan ke dalam air sungai, maka Kekeruhan dan TSS yang ada dalam air tersebut akan semakin berkurang jumlahnya.
- c. Kecepatan pengadukan saat proses koagulasi-flokulasi sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi-lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Selokan Mataram, Yogyakarta.

Merupakan tempat pengambilan sampel air.

2. Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, Universitas Islam Indonesia.

Merupakan tempat penelitian dan pemeriksaan air sampel untuk mengetahui konsentrasi *Total Suspended Solids* (TSS) dan Kekeruhan.

3. Laboratorium Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM).

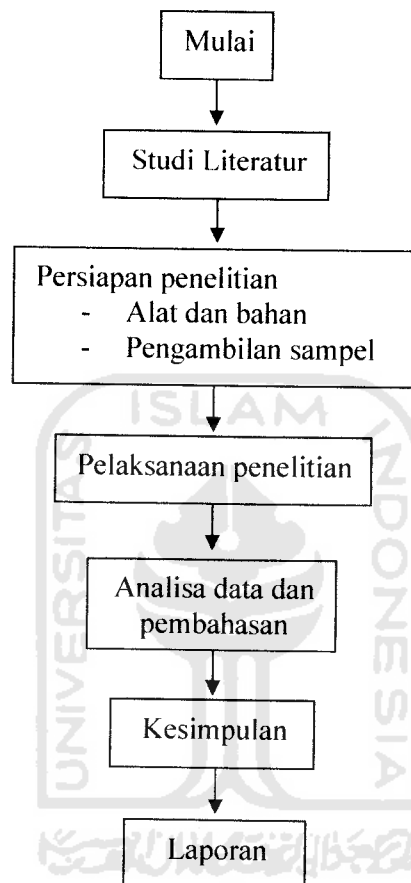
Merupakan tempat penelitian dan pemeriksaan tanah gambut untuk mengetahui kandungan unsur pada tanah gambut.

3.2. Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kadar *Total Suspended Solid* dan kekeruhan dari sumber air baku yaitu Selokan Mataram.

3.3 Kerangka penelitian

Adapun kerangka penelitian untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram penelitian , yaitu pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Parameter Dan Variabel Penelitian

3.4.1 Parameter Penelitian

Parameter yang akan diuji pada penelitian ini adalah kadar TSS dan kekeruhan air sungai pada setiap pemberian dosis koagulan.

3.4.2 Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

- 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

Konsentrasi Kekeruhan dan TSS setiap dosisi koagulan.

3.5 Bahan dan Alat Penelitian

3.5.1 Bahan penelitian

- Tanah gambut yang sudah dikeringkan dengan cara dijemur
- Tawas
- Kapur (Ca(OH)_2)
- Air Selokan Mataram
- Kertas saring
- Aquades

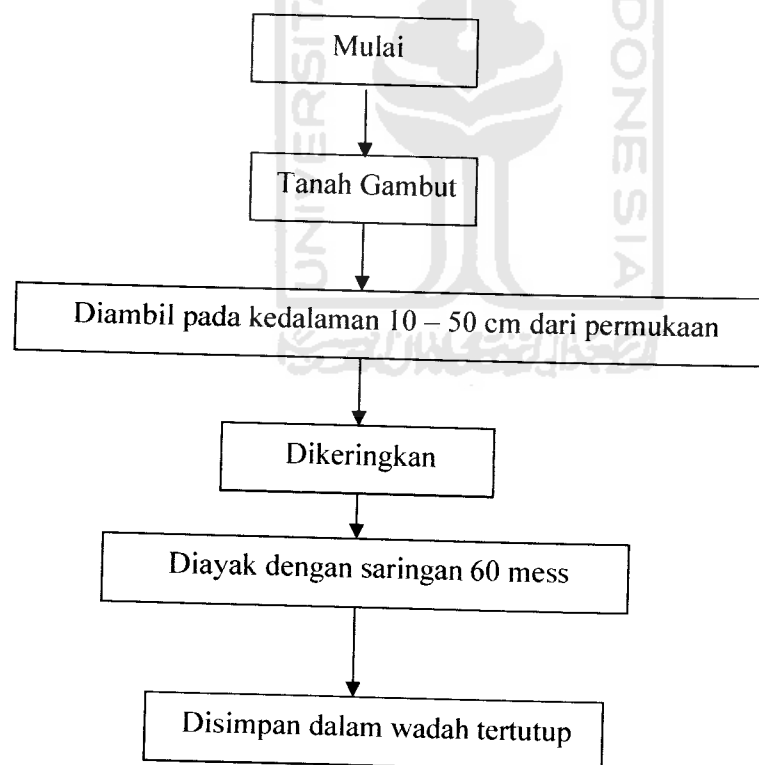
3.5.2 Alat penelitian

- Jar test
- Spektrofotometer dengan panjang gelombang 390 nm
- Desikator
- Oven
- pH meter

- Gelas
- Gelas beker 1000 ml sebanyak 5 buah
- Corong
- Ayakan/saringan partikel berbutir halus dengan diameter 60 mesh
- *Stop watch*
- Timbangan analitik
- Jerigen
- Tabung *inhoff* 5 buah

3.6 Pelaksanaan penelitian

3.6.1 Persiapan Tanah Gambut



Gambar 3.2 Diagram persiapan tanah gambut

3.6.2 Proses Koagulasi-Flokulasi

a. Proses koagulasi-flokulasi

1. Siapkan gelas beker 5 buah yang berukuran 1000 ml
2. Isi gelas beker masing-masing dengan air sampel sebanyak 1000 ml
3. Tambahkan kapur dengan dosis masing-masing 0.5 gr, 1 gr, 1.5 gr, 2 gr, dan 2.5 gr.
4. Kemudian tambahkan tanah gambut masing-masing 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, 10 gr dan dimasukkan ke dalam gelas beker tadi.
5. Lakukan pemeriksaan pH
6. Letakkan gelas beker ke jar test
7. Lakukan proses koagulasi melalui jar test, kecepatan pengadukan saat koagulasi 200 rpm dengan waktu pengadukan selama 1 menit. Kecepatan pengadukan untuk koagulasi adalah 100-200 rpm sedangkan untuk flokulasi 20-60 rpm
8. Lakukan proses flokulasi melalui jar test dengan kecepatan pengadukan 45 rpm dengan waktu pengadukan 15 menit.
9. Setelah itu, masukan air sampel kedalam tabung *inhoff* dan dibiarkan mengendap selama 45 menit.
10. Lakukan pengendapan selama 40-45 menit
11. Lakukan pemeriksaan, penurunan kekeruhan dan TSS maksimum dijadikan sebagai dosis optimum.

b. Percobaan untuk menentukan pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penurunan TSS dan kekeruhan .

Pada percobaan ini, dosis yang diambil adalah dosis optimum sesuai dengan percobaan b.

1. Siapkan gelas beker 3 buah yang berukuran 1000 ml
2. Isi gelas beker masing-masing dengan air sampel sebanyak 1000 ml
3. Tambahkan dosis optimum sesuai percobaan diatas.
4. Lakukan proses koagulasi (pengadukan cepat) melalui jar test, dengan variasi kecepatan pengadukan 120, 150, dan 200 rpm selama 1 menit.
5. Lakukan proses flokulasi (pengadukan lambat) melalui jar test, dengan variasi kecepatan pengadukan 30, 44, dan 60 rpm selama 15 menit.
6. Lakukan pengendapan selama 45 menit
7. Periksa TSS dan kekeruhan.

3.7 Metodologi Sampling

Lokasi pengambilan sampel tanah gambut adalah didaerah kalimantan barat (Pontianak), sedangkan sampling air pada Sungai Selokan Mataram Jogjakarta. Pengambilan sampel direncanakan dilakukan pada saat pagi hari. Alat sampling menggunakan jerigen. Metode sampling secara grab sampling (SNI 03-7016-2004).

3.8 Metode Pengumpulan Data

1. Data Primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan dan data laboratorium tentang kandungan Warna dan Zat Organik (KmnO_4).
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.

3.9 Analisis Data

Analisis data yang akan dipakai bersifat deskriptif dengan menggunakan tabel dan grafik, akan tetapi apabila grafik yang didapatkan nanti berkecenderungan membentuk satu garis lurus maka akan digunakan metode regresi linier untuk penganalisisan data, dengan rumus :

$$Y = ax \pm b$$

Atau dengan rumus efisiensi

$$\text{Efisiensi} = \frac{(A - B)}{A} \times 100 \%$$

A= Kadar sebelum pengujian

B= Kadar sesudah pengujian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 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).

Tabel 4.1. Data Analisis Tanah Gambut

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

Data primer, 2006

Unsur alumunium 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).

4.2 Hasil pengujian parameter TSS setelah proses koagulasi-flokulasi

Parameter TSS dianalisa dilaboratorim Teknik Lingkungan UII. Proses koagulasi-flokulasi dilakukan 3 percobaan yakni :

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

4.2.1 Koagulan tanah gambut

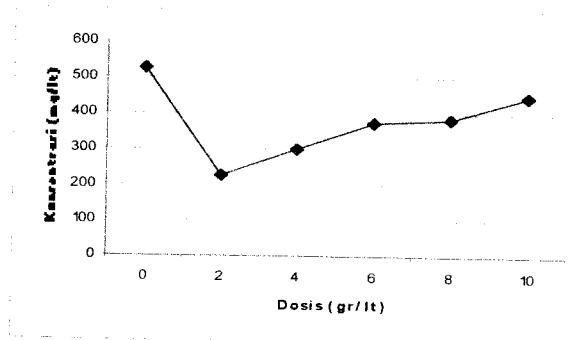
Hasil analisa TSS yang dilakukan setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.2 Hasil analisa TSS dengan koagulan tanah gambut

No	Sampel	Konsentrasi	Efisiensi	pH
		(mg/l)	(%)	
1	Awal	528	0	7,4
2	2 gr	228	56,82	5,5
3	4 gr	302	42,80	5,2
4	6 gr	374	29,17	5
5	8 gr	384	27,27	4,7
6	10 gr	450	14,77	4,5

Data primer, 2006

Dari Tabel 4.2 dapat dibuat gambar konsentrasi TSS berdasarkan variasi dosis masing-masing setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut yakni sebagai berikut:



Gambar 4.1 Konsentrasi TSS dengan koagulan tanah gambut

Dari hasil analisa diatas menunjukkan bahwa kualitas air di Selokan Mataram sebelum dilakukan pengolahan belum memenuhi standar Keputusan Menteri Kesehatan RI No.907/Menkes/SK/VII/2002

Pada pemeriksaan awal sebelum pengolahan, kadar TSS yang ada didalam air Selokan Mataram sebesar 528 mg/l. Setelah pengolahan dengan berbagai dosis maka hasil yang didapat berbeda-beda. Pada dosis 2 gr tanah gambut terjadi penurunan konsentrasi TSS dari 528 mg/l menjadi 228 mg/l. Hal ini dikarenakan koagulan mampu menarik partikel-partikel yang ada didalam air sebagai hasil daya tarik menarik elektrostatis yaitu antara partikel-partikel yang mempunyai muatan listrik yang berlawanan (Razif, 1985). Dalam proses koagulasi partikel koloid yang terdapat dalam air teradsorpsi (terserap) pada permukaan adsorben yaitu tanah gambut sehingga membentuk flok. Adapun fungsi dari tanah gambut untuk mengadsorpsi inti flok yang telah terbentuk pada proses koagulasi sehingga terjadi penggabungan inti flok pada permukaan tanah gambut (sebagai adsorben)

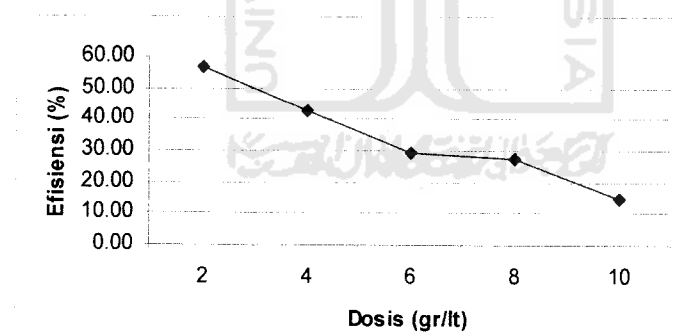
sehingga inti flok mudah untuk diendapkan. Adsorpsi merupakan fenomena kompleks yang melibatkan proses kimia-fisik antara fase padat (adsorbent) dan fase cair dimana zat yang akan diserap berada (disebut adsorbat). Menempelnya adsorbat pada permukaan adsorbent dapat terjadi akibat proses fisik, kimia ataupun pertukaran ion. Sedangkan jumlah adsorbat yang menempel pada adsorbent tergantung pada karakter adsorbent, seperti luas permukaan, dan struktur mineralogisnya, sementara konsentrasi adsorbat dan waktu kontak mempunyai pengaruh positif pada jumlah yang diserap.

Pada dosis 4 gr, 6 gr, 8 gr, dan 10 gr tanah gambut terjadi kenaikan konsentrasi TSS dari dosis 2 gr tanah gambut yakni menjadi 302 mg/l. Ini disebabkan karena pengaruh pH yang semakin rendah sehingga koagulan tidak dapat bekerja optimal dan tidak mampu mengadsorpsi partikel koloid. 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). Koagulan yang ditambahkan biasanya cenderung bersifat asam sehingga pada kondisi yang demikian tidak akan terjadi pembentukan flok atau gumpalan yang diinginkan dikarenakan dosis koagulan tidak mampu mengikat semua partikel sehingga masih banyak partikel yang tidak dapat diendapkan.

Proses koagulasi akan berjalan dengan baik apabila pada pH optimum. Untuk tiap jenis koagulan mempunyai daerah pH optimum 6-8 dikarenakan Al(OH)_3 tidak larut dalam jarak pH diatas. (Tjokrokusumo,1995).

Faktor lainnya seperti pada saat pengadukan kurang merata, sehingga hanya sebagian koagulan yang dibubuhkan bereaksi dengan partikel-partikel atau dengan ion-ion di dalam air yang kemudian terjadi ketidakseimbangan antara koagulan tanah gambut dan air sungai yang menyebabkan sebagian kecil tanah gambut terlarut dalam air sehingga tanah gambut tidak mengendap sebagai flok, sehingga terjadi penggumpalan koagulan yang akan menambah keruhnya air yang dikarenakan ketidakmampuan kontak sejumlah interpartikulat antara ion koloid dan ion tanah gambut. Selain itu karena tanah gambut sudah dalam kondisi jenuh yang disebabkan pori-pori yang terdapat dalam tanah gambut akan terisi penuh oleh partikel-partikel yang diserap karena tanah gambut mengandung bahan organik lebih dari 65% (Tan, 1995).

Tingkat efisiensi penyisihan konsentrasi TSS dengan menggunakan koagulan tanah gambut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.2. Efisiensi TSS pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut

4.2.2 Koagulan tanah gambut dengan kapur

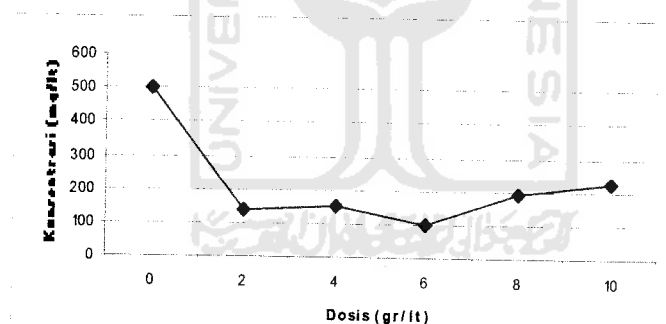
Hasil analisa TSS yang dilakukan setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut dengan kapur dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.3. Hasil analisa TSS dengan koagulan tanah gambut dengan kapur

No	Dosis		Konsentrasi (mg/l)	Efisiensi (%)	pH
	Tanah gambut (gr/l)	Kapur (gr/l)			
1	Awal	Awal	502	0	7,5
2	2	0.5	136	72,91	7,1
3	4	1	150	70,12	7,3
4	6	1.5	102	79,68	7,8
5	8	2	190	62,15	7,8
6	10	2.5	224	55,38	7,9

Data primer, 2006

Dari Tabel 4.3 dapat dibuat gambar konsentrasi TSS berdasarkan variasi dosis masing-masing setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut yakni sebagai berikut:



Gambar 4.3 Konsentrasi TSS pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut dengan kapur

Dari gambar diatas terlihat bahwa koagulan tanah gambut dengan kapur dapat menurunkan konsentrasi TSS. Pada percobaan ini koagulan ditambahkan kapur karena jika tidak ditambahkan maka proses koagulasi-flokulasi akan berjalan pada pH rendah, seperti percobaan pertama. Fungsi dari kapur yakni

dapat meningkatkan pH karena adanya OH^- . Dengan pH optimum maka efektifitas koagulan akan meningkat sehingga efisiensi penyisihan TSS akan meningkat. 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).

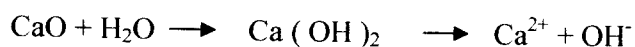
Pada percobaan ini konsentrasi TSS mengalami penurunan sampai dengan 79,68 % yang terjadi pada dosis 6 gr/l tanah gambut dengan 1,5 gr/l kapur. Ini dibuktikan juga oleh Karbito(1999) yang dapat menurunkan konsentrasi kekeruhan sebesar 97% pada air gambut. Hal ini terjadi karena setiap dosis koagulan selalu dikombinasikan dengan tawas dan kapur dimana perbandingannya 2:2:1 (Tanah gambut : tawas : kapur). Penelitian ini juga pernah dilakukan oleh Widarawati Dewi (1998) yang mampu menyisihkan sebesar 98,9%. Ini dikarenakan tanah gambut yang digunakan sebagai koagulan mengandung aluminium dan besi yang relatif tinggi.

Penurunan konsentrasi ini karena terjadi ikatan yang sempurna dari proses destabilisasi antara ion koloid dan koagulan. Ion aluminium dan besi yang terkandung dalam tanah gambut bermuatan positif berinteraksi dengan partikel-partikel tersuspensi dalam air yang bermuatan negatif, sehingga akan membentuk gumpalan-gumpalan besar dalam waktu singkat dan akhirnya mengendap. Pada proses ini terjadi proses pencampuran koagulan secara optimum, sehingga menyebabkan pembentukan flok yang lebih cepat dan besar. Penambahan ion-ion 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 sungai.

Pada proses ini terjadi proses pencampuran koagulan secara optimum, sehingga menyebabkan pembentukan flok yang lebih cepat dan besar. Antara koagulan tanah gambut dengan kapur terjadi keseimbangan sehingga akan terjadi proses pembentukan flok yang baik dan sempurna. Flok-flok ini akan mengumpulkan partikel-partikel kecil dan koloid tersebut dan akhirnya akan mengendap secara bersama-sama.

SiO₂ yang terkandung dalam tanah gambut dimanfaatkan sebagai bahan pembuat kekeruhan buatan sehingga dapat menyerap molekul-molekul. Sedangkan kapur dapat meningkatkan pH air karena adanya OH⁻ seperti ditunjukkan pada persamaan berikut :



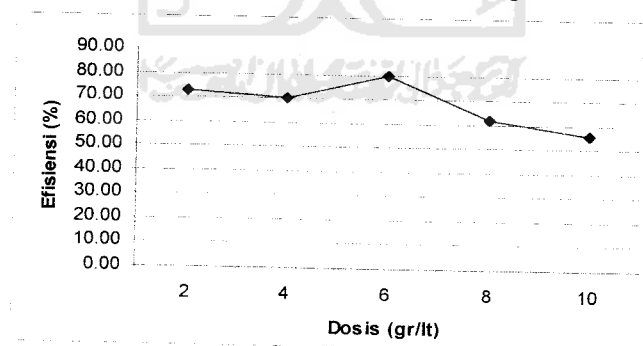
Dengan meningkatnya pH yang optimum maka efektifitas koagulan akan meningkat sehingga efisiensi penyisihan TSS akan meningkat. Setelah sampai pada pH yang sesuai untuk pengolahan, dilanjutkan dengan penambahan bahan

koagulan, diaduk, dan dilakukan pengendapan. Flok yang besar dan berat akan cepat mengendap. Apabila dilakukan pengolahan tanpa mengatur derajat keasaman (pH), penggumpalan kadangkala kurang sempurna dan membutuhkan waktu pengendapan relatif lama serta memerlukan dosis koagulan yang tinggi.

Pada tingkat kekeruhan air yang rendah proses destabilisasi akan sukar terjadi, sebaliknya pada kekeruhan air yang tinggi proses destabilisasi akan dapat berlangsung dengan cepat, untuk itu diperlukan zat bantu koagulasi berupa material kekeruhan yang berfungsi menambah konsentrasi koloid agar mampu berinteraksi secara efektif dengan koagulan sehingga mempermudah penggabungan partikel koloid tetapi apabila dalam kondisi tersebut dipakai koagulan dengan kemampuan rendah maka pembentukan flok kurang efektif. (Tjokrokusumo, 1995). Proses pembentukan flok untuk berbagai karakteristik kekeruhan air baku sangat dipengaruhi oleh dosis koagulan sedangkan dosis koagulan yang efektif sangat bergantung pada tingkat kekeruhan air baku dan macam koagulan yang digunakan. Dalam proses koagulasi partikel koloid yang terdapat dalam air teradsorpsi (terserap) pada permukaan adsorben yaitu tanah gambut sehingga membentuk flok. Adapun fungsi dari tanah gambut untuk mengadsorpsi inti flok yang telah terbentuk pada proses koagulasi sehingga terjadi penggabungan inti flok pada permukaan tanah gambut (sebagai adsorben) sehingga inti flok mudah untuk diendapkan. Karena di dalam tanah gambut mengandung unsur-unsur $\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{C}$ (Lya Meylani Setyawati, 1994), dan disebabkan karena adanya kesesuaian reaksi dan terjadi ikatan muatan antara muatan ion koloid dan muatan ion koagulan dimana mencapai penurunan

terendah, dan juga proses terjadinya penurunan partikel ini disebabkan kadar partikel ini diadsorpsi oleh tanah gambut maupun oleh unsur kimia yang terdapat di dalam tanah gambut yaitu oksida aluminium dan oksida besi (Suprihanto, 1994). Adsorpsi merupakan fenomena kompleks yang melibatkan proses kimia-fisik antara fase padat sebagai adsorbent dan fase cair dimana zat yang akan diserap berada (disebut adsorbat). Menempelnya adsorbat pada permukaan adsorbent dapat terjadi akibat proses fisik, kimia ataupun pertukaran ion. Sedangkan jumlah adsorbat yang menempel pada adsorbent tergantung pada karakter adsorbent, seperti luas permukaan, dan struktur mineralogisnya, sementara konsentrasi adsorbat dan waktu kontak mempunyai pengaruh positif pada jumlah yang diserap. Koloid yang membentuk gumpalan kimia (flok) yang mengadsorpsi, menangkap dan kemudian mengendapkan suspensi padat yang ada dalam air. (Anonim, 2001).

Tingkat efisiensi penyisihan konsentrasi TSS dengan menggunakan koagulan tanah gambut dengan kapur dapat dilihat pada gambar berikut:



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

4.2.3 Koagulan tawas dengan kapur

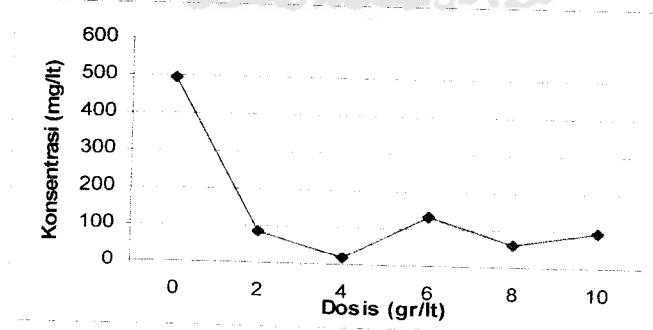
Proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan koagulan tawas dengan kapur dilakukan untuk mengetahui perbandingan koagulan terbaik antara tanah gambut dengan tawas. Hasil analisa TSS yang dilakukan setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tawas dengan kapur dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4. Hasil analisa TSS dengan koagulan tawas dengan kapur

No	Dosis		Konsentrasi (mg/l)	Efisiensi (%)	pH
	Tawas (gr/lt)	Kapur (gr/lt)			
1	Awal	Awal	494	0	7,6
2	2	0.5	84	83,00	7,5
3	4	1	18	96,36	7,8
4	6	1.5	134	72,87	7,9
5	8	2	64	87,04	7,9
6	10	2.5	94	80,97	8,0

Data primer, 2006

Dari Tabel 4.4 dapat dibuat gambar konsentrasi TSS berdasarkan variasi dosis masing-masing setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut yakni sebagai berikut:



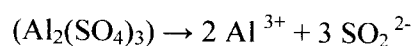
Gambar 4.5. Konsentrasi TSS pada berbagai dosis dengan koagulan tawas dengan kapur.

Pembubuhan koagulan tawas dengan kapur cukup efektif untuk menurunkan konsentrasi TSS 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. Proses aglomerasi terjadi antar mikroflok dan terbentuklah makroflok sehingga memudahkan pengendapan (Anonim, 2001).

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.

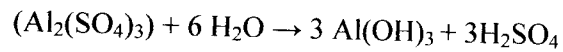
Aluminium sulfat atau tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) merupakan salah satu jenis koagulan yang biasa digunakan dalam proses koagulasi. Didalam aluminium sulfat terjadi reaksi :

1. Reaksi Penguraian (Disosiasi)



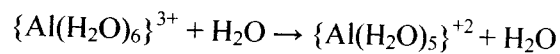
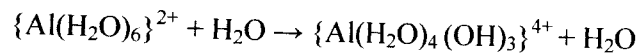
Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif pada destabilisasi koloid sehingga Al^{3+} akan terdifusi didalam koloid membentuk adanya muatan didalam koloid tersebut.

2. Reaksi Hidrolisa



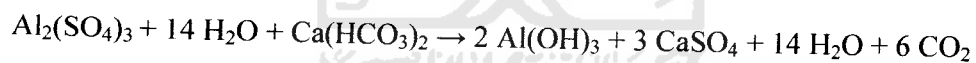
Al_2SO_4 merupakan presipitat atau endapan halus yang membentuk inti flok.

3. Reaksi Polimerisasi Ion Kompleks

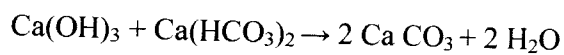
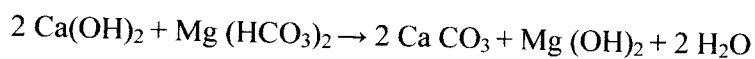


$\{\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_3\}^{4+}$ merupakan jembatan antar partikel.

Ion Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif dalam destabilisasi partikel koloid. Senyawa $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam bentuk presipitat berfungsi sebagai inti jonjot, sedangkan ion kompleks $\{\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2\}^{4+}$ akan berfungsi sebagai jembatan antar partikel. Dalam keadaan alkalis yang cukup tawas akan bereaksi dan menghasilkan flok hidroksid.



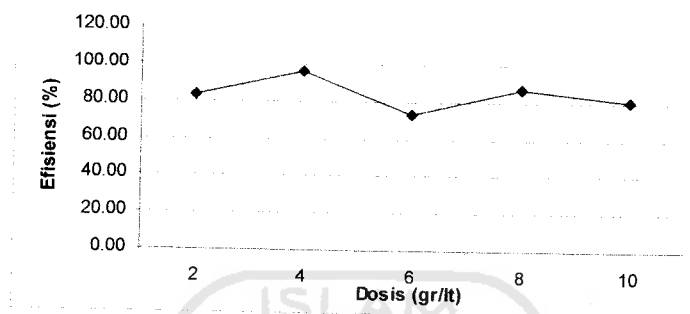
Sedangkan untuk reaksi dengan penambahan kapur adalah sebagai berikut :



Pengadukan merupakan salah satu faktor yang menunjang hasil dari proses koagulasi-flokulasi. Di dalam pelaksanaannya diperlukan proses pengadukan yang merata sehingga semua koagulan yang dibutuhkan dapat bereaksi dengan partikel ion-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).

Tingkat efisiensi penyisihan konsentrasi TSS dengan menggunakan koagulan tawas dengan kapur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.6. Efisiensi TSS pada berbagai dosis dengan koagulan tawas dengan kapur

4.3 Hasil pengujian parameter Kekeruhan setelah proses koagulasi-flokulasi

Analisa kekeruhan dilakukan di laboratorium kualitas air, teknik lingkungan menggunakan alat spektrofotometri. Percobaan dilakukan dengan tiga tahap yaitu:

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

4.3.1 Koagulan tanah gambut

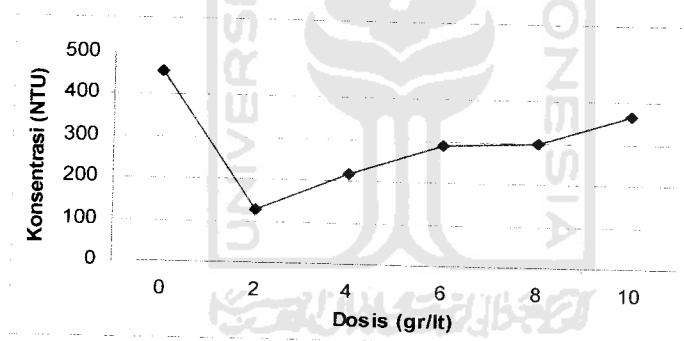
Hasil analisa kekeruhan yang dilakukan setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.5. Hasil analisa kekeruhan dengan koagulan tanah gambut

No	Dosis	Konsentrasi	Efisiensi	pH
		(NTU)	%	
1	Sampel awal	456,339	0	7,4
2	2 gr	130,036	71,50	5,5
3	4 gr	216,339	52,59	5,2
4	6 gr	290,521	36,34	5
5	8 gr	297,794	34,74	4,7
6	10 gr	365,673	19,87	4,5

Data primer, 2006

Dari Tabel 4.5 dapat dibuat gambar konsentrasi kekeruhan berdasarkan variasi dosis masing-masing setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut yakni sebagai berikut:



Gambar 4.7 Konsentrasi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut

Pada dosis 2 gr tanah gambut terjadi penurunan konsentrasi kekeruhan dari 456,339 NTU menjadi 130,036 NTU. Penurunan konsentrasi yang terjadi pada percobaan ini dikarenakan adanya kadar CaO , Al_2O_3 , SiO_2 dalam tanah gambut. 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

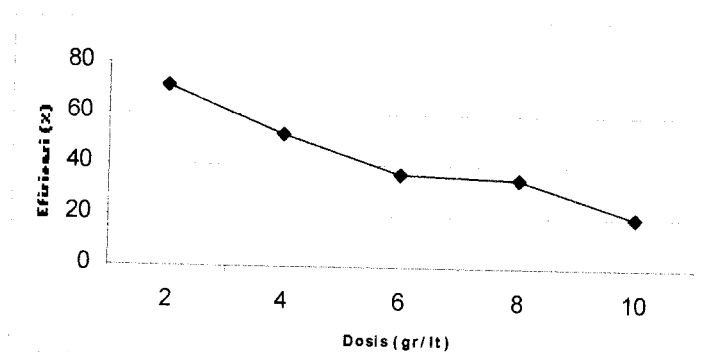
mengendap (Suprihanto, 1994). Selain itu dikarenakan koagulan mampu menarik partikel-partikel yang ada didalam air sebagai hasil daya tarik menarik elektrostatis yaitu antara partikel-partikel yang mempunyai muatan listrik yang berlawanan (Razif, 1985). Dalam proses koagulasi partikel koloid yang terdapat dalam air teradsorpsi (terserap) pada permukaan adsorben yaitu tanah gambut sehingga membentuk flok. Adapun fungsi dari tanah gambut untuk mengadsorpsi inti flok yang telah terbentuk pada proses koagulasi sehingga terjadi penggabungan inti flok pada permukaan tanah gambut (sebagai adsorben) sehingga inti flok mudah untuk diendapkan. Adsorpsi merupakan fenomena kompleks yang melibatkan proses kimia-fisik antara fase padat (adsorbent) dan fase cair dimana zat yang akan diserap berada (disebut adsorbat). Menempelnya adsorbat pada permukaan adsorbent dapat terjadi akibat proses fisik, kimia ataupun pertukaran ion. Sedangkan jumlah adsorbat yang menempel pada adsorbent tergantung pada karakter adsorbent, seperti luas permukaan, dan struktur mineralogisnya, sementara konsentrasi adsorbat dan waktu kontak mempunyai pengaruh positif pada jumlah yang diserap.

Pada dosis 4 gr, 6 gr, 8 gr, dan 10 gr tanah gambut terjadi kenaikan konsentrasi kekeruhan dari dosis 2 gr tanah gambut. Ini disebabkan karena pengaruh pH yang semakin rendah sehingga koagulan tidak dapat bekerja optimal dan tidak mampu mengadsorpsi partikel koloid. 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). Koagulan yang ditambahkan

biasanya cenderung bersifat asam sehingga pada kondisi yang demikian tidak akan terjadi pembentukan flok atau gumpalan yang diinginkan dikarenakan dosis koagulan tidak mampu mengikat semua partikel sehingga masih banyak partikel yang tidak dapat diendapkan. 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).

Faktor lainnya seperti pada saat pengadukan kurang merata, sehingga hanya sebagian koagulan yang dibubuhkan bereaksi dengan partikel-partikel atau dengan ion-ion di dalam air yang kemudian terjadi ketidakseimbangan antara koagulan tanah gambut dan air sungai yang menyebabkan sebagian kecil tanah gambut terlarut dalam air sehingga tanah gambut tidak mengendap sebagai flok, sehingga terjadi penggumpalan koagulan yang akan menambah keruhnya air yang dikarenakan ketidakmampuan kontak sejumlah interpartikulat antara ion koloid dan ion tanah gambut. Selain itu karena tanah gambut sudah dalam kondisi jenuh yang disebabkan pori-pori yang terdapat dalam tanah gambut akan terisi penuh oleh partikel-partikel yang diserap karena tanah gambut mengandung bahan organik lebih dari 65% (Tan, 1995).

Tingkat efisiensi penyisihan konsentrasi kekeruhan dengan menggunakan koagulan tanah gambut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.8. Efisiensi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut

4.3.2 Koagulan tanah gambut dengan kapur

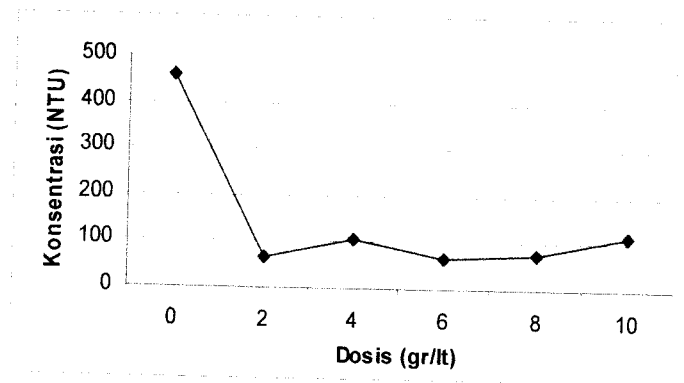
Hasil analisa kekeruhan yang dilakukan setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut dengan kapur dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.6. Hasil analisa kekeruhan dengan koagulan tanah gambut dengan kapur

No	Dosis		Konsentrasi (NTU)	Efisiensi %	pH
	Tanah gambut (gr/l)	Kapur (gr/l)			
1	Awal	Awal	459.733	0	7.5
2	2	0.5	67.491	85.32	7.1
3	4	1	105.794	76.99	7.3
4	6	1.5	64.582	85.95	7.8
5	8	2	73.794	83.95	7.8
6	10	2.5	115.491	74.88	7.9

Data primer, 2006

Dari Tabel 4.6 dapat dibuat gambar konsentrasi kekeruhan berdasarkan variasi dosis masing-masing setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tanah gambut dengan kapur yakni sebagai berikut:



Gambar 4.9. Konsentrasi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut dengan kapur

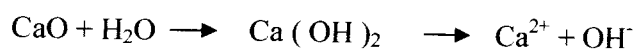
Dari gambar diatas terlihat bahwa koagulan tanah gambut dengan kapur dapat menurunkan konsentrasi kekeruhan. Pada percobaan ini koagulan ditambahkan kapur karena jika tidak ditambahkan maka proses koagulasi-flokulasi akan berjalan pada pH rendah, seperti percobaan pertama. Fungsi dari kapur yakni dapat meningkatkan pH karena adanya OH^- . Dengan pH optimum maka efektifitas koagulan akan meningkat sehingga efisiensi penyisihan kekeruhan akan meningkat. 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).

Pada percobaan ini konsentrasi kekeruhan mengalami penurunan sampai dengan 79,68 % yang terjadi pada dosis 6 gr/lt tanah gambut dengan 1,5 gr/lt kapur. Hal ini karena terjadi ikatan yang sempurna dari proses destabilisasi antara ion koloid dan koagulan. Ion aluminium dan besi yang terkandung dalam tanah gambut bermuatan positif berinteraksi dengan partikel-partikel tersuspensi dalam air yang bermuatan negatif, sehingga akan membentuk gumpalan-gumpalan besar dalam waktu singkat dan akhirnya mengendap. Pada proses ini terjadi proses

pencampuran koagulan secara optimum, sehingga menyebabkan pembentukan flok yang lebih cepat dan besar. Penambahan ion-ion 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 Schulz-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 sungai.

Pada proses ini terjadi proses pencampuran koagulan secara optimum, sehingga menyebabkan pembentukan flok yang lebih cepat dan besar. Antara koagulan tanah gambut dengan kapur terjadi keseimbangan sehingga akan terjadi proses pembentukan flok yang baik dan sempurna. Flok-flok ini akan mengumpulkan partikel-partikel kecil dan koloid tersebut dan akhirnya akan mengendap secara bersama-sama.

SiO₂ yang terkandung dalam tanah gambut dimanfaatkan sebagai bahan pembuat kekeruhan buatan sehingga dapat menyerap molekul-molekul. Sedangkan kapur dapat meningkatkan pH air karena adanya OH⁻ seperti ditunjukkan pada persamaan berikut :

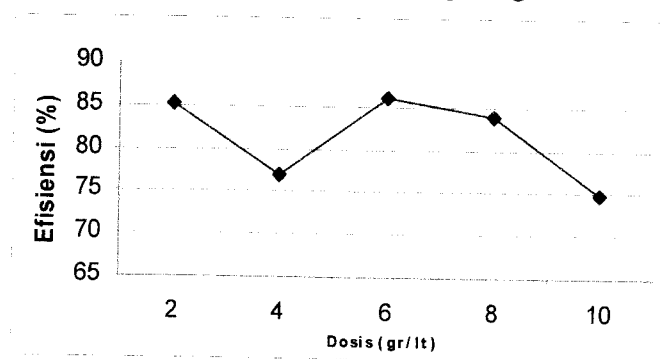


Dengan meningkatnya pH yang optimum maka efektifitas koagulan akan meningkat sehingga efisiensi penyisihan kekeruhan akan meningkat. Setelah sampai pada pH yang sesuai untuk pengolahan, dilanjutkan dengan penambahan bahan koagulan, diaduk, dan dilakukan pengendapan. Flok yang besar dan berat akan cepat mengendap. Apabila dilakukan pengolahan tanpa mengatur derajat keasaman (pH), penggumpalan kadangkala kurang sempurna dan membutuhkan waktu pengendapan relatif lama serta memerlukan dosis koagulan yang tinggi.

Pada tingkat kekeruhan air yang rendah proses destabilisasi akan sukar terjadi, sebaliknya pada kekeruhan air yang tinggi proses destabilisasi akan dapat berlangsung dengan cepat, untuk itu diperlukan zat bantu koagulasi berupa material kekeruhan yang berfungsi menambah konsentrasi koloid agar mampu berinteraksi secara efektif dengan koagulan sehingga mempermudah penggabungan partikel koloid tetapi apabila dalam kondisi tersebut dipakai koagulan dengan kemampuan rendah maka pembentukan flok kurang efektif. (Tjokrokusumo, 1995). Proses pembentukan flok untuk berbagai karakteristik kekeruhan air baku sangat dipengaruhi oleh dosis koagulan sedangkan dosis koagulan yang efektif sangat bergantung pada tingkat kekeruhan air baku dan macam koagulan yang digunakan. Dalam proses koagulasi partikel koloid yang terdapat dalam air teradsorpsi (terserap) pada permukaan adsorben yaitu tanah gambut sehingga membentuk flok. Adapun fungsi dari tanah gambut untuk mengadsorpsi inti flok yang telah terbentuk pada proses koagulasi sehingga terjadi penggabungan inti flok pada permukaan tanah gambut (sebagai adsorben) sehingga inti flok mudah untuk diendapkan. Karena di dalam tanah gambut

mengandung unsur-unsur $\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{C}$ (Lya Meylani Setyawati, 1994), dan disebabkan karena adanya kesesuaian reaksi dan terjadi ikatan muatan antara muatan ion koloid dan muatan ion koagulan dimana mencapai penurunan terendah, dan juga proses terjadinya penurunan partikel ini disebabkan kadar partikel ini diadsorpsi oleh tanah gambut maupun oleh unsur kimia yang terdapat di dalam tanah gambut yaitu oksida aluminium dan oksida besi (Suprihanto, 1994). Adsorpsi merupakan fenomena kompleks yang melibatkan proses kimia-fisik antara fase padat sebagai adsorbent dan fase cair dimana zat yang akan diserap berada (disebut adsorbat). Menempelnya adsorbat pada permukaan adsorbent dapat terjadi akibat proses fisik, kimia ataupun pertukaran ion. Sedangkan jumlah adsorbat yang menempel pada adsorbent tergantung pada karakter adsorbent, seperti luas permukaan, dan struktur mineralogisnya, sementara konsentrasi adsorbat dan waktu kontak mempunyai pengaruh positif pada jumlah yang diserap. Koloid yang membentuk gumpalan kimia (flok) yang mengadsorpsi, menangkap dan kemudian mengendapkan suspensi padat yang ada dalam air.

Tingkat efisiensi penyisihan konsentrasi kekeruhan dengan menggunakan koagulan tanah gambut dengan kapur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.10. Efisiensi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tanah gambut dengan kapur

4.3.3 Koagulan tawas dengan kapur

Proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan koagulan tawas dengan kapur dilakukan untuk mengetahui perbandingan koagulan terbaik antara tanah gambut dengan tawas. Tawas dicampur dengan kapur dikarenakan tawas bersifat asam, sehingga perlu penambahan kapur untuk mendapatkan pH yang optimum.

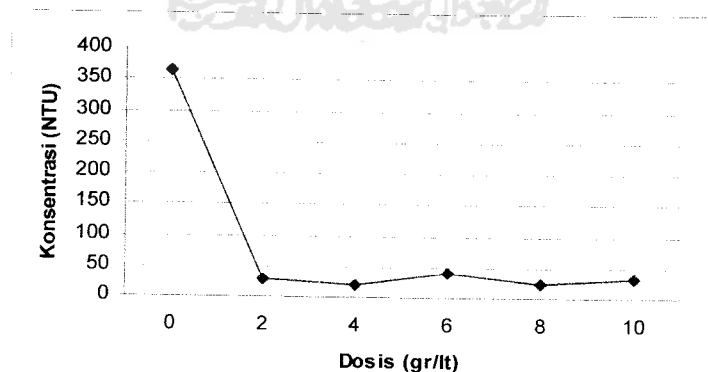
Hasil analisa kekeruhan yang dilakukan setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tawas dengan kapur dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.7. Hasil analisa kekeruhan dengan koagulan tawas dengan kapur

No	Dosis		Konsentrasi (NTU)	Efisiensi %	pH
	Tawas (gr/lt)	Kapur (gr/lt)			
1	Awal	Awal	366,158	0	7,6
2	2	0.5	29,678	91,90	7,5
3	4	1	20,461	94,41	7,8
4	6	1.5	40,339	88,98	7,9
5	8	2	23,854	93,49	7,9
6	10	2.5	31,612	91,37	8,0

Data primer, 2006

Dari Tabel 4.7 dapat dibuat gambar konsentrasi kekeruhan berdasarkan variasi dosis masing-masing setelah proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tawas dengan kapur yakni sebagai berikut:



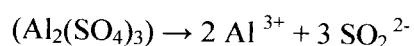
Gambar 4.11. Konsentrasi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tawas dengan kapur

Pembubuhan koagulan tawas dengan kapur cukup efektif untuk menurunkan konsentrasi kekeruhan 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. Proses aglomerasi terjadi antar mikroflokk dan terbentuklah makroflokk sehingga memudahkan pengendapan (Degreemont, 1991).

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.

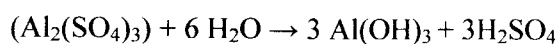
Aluminium sulfat atau tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) merupakan salah satu jenis koagulan yang biasa digunakan dalam proses koagulasi. Didalam aluminium sulfat terjadi reaksi :

1. Reaksi Penguraian (Disosiasi)



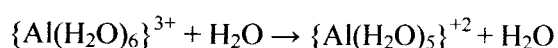
Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif pada destabilisasi koloid sehingga Al^{3+} akan terdifusi didalam koloid membentuk adanya muatan didalam koloid tersebut.

2. Reaksi Hidrolisa



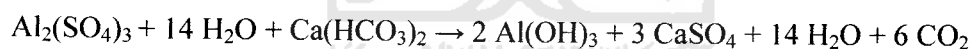
Al_2SO_4 merupakan presipitat atau endapan halus yang membentuk inti flok.

3. Reaksi Polimerisasi Ion Kompleks

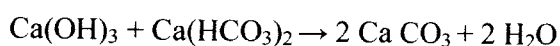
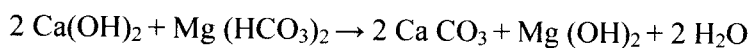
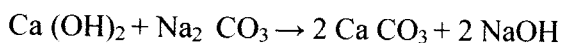


$\{\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_3\}^{4+}$ merupakan jembatan antar partikel.

Ion Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif dalam destabilisasi partikel koloid. Senyawa $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam bentuk presipitat berfungsi sebagai inti jonjot, sedangkan ion kompleks $\{\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2\}^{4+}$ akan berfungsi sebagai jembatan antar partikel. Dalam keadaan alkalis yang cukup tawas akan bereaksi dan menghasilkan flok hidroksid.



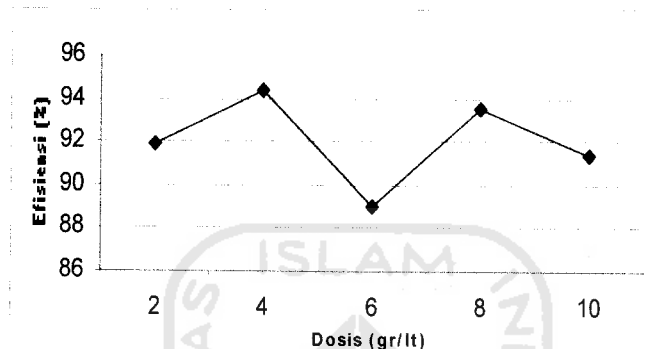
Sedangkan untuk reaksi dengan penambahan kapur adalah sebagai berikut :



Pengadukan merupakan salah satu faktor yang menunjang hasil dari proses koagulasi-flokulasi. Di dalam pelaksanaannya diperlukan proses pengadukan yang merata sehingga semua koagulan yang dibutuhkan dapat bereaksi dengan partikel

ion-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).

Tingkat efisiensi penyisihan konsentrasi TSS dengan menggunakan koagulan tawas dengan kapur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.12. Efisiensi kekeruhan pada berbagai dosis dengan koagulan tawas dengan kapur

4.4 Perbandingan efisiensi koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas

4.4.1 Parameter TSS

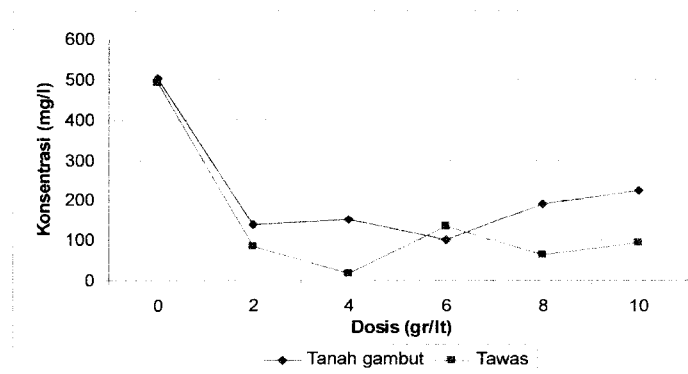
Pada penelitian ini dilakukan perbandingan antara koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas untuk mengetahui efisiensi koagulan terbaik.

Tabel 4.8. Perbandingan TSS antara koagulan tanah gambut dan koagulan tawas

No	Dosis	Tanah gambut (mg/Lt)	Efisiensi Tanah gambut (%)	Tawas (mg/Lt)	Efisiensi Tawas (%)
1	Awal	502	0	494	0
2	2 gr	136	72,91	84	83,00
3	4 gr	150	70,12	18	96,36
4	6 gr	102	79,68	134	72,87
5	8 gr	190	62,15	64	87,04
6	10 gr	224	55,38	94	80,97

Data primer, 2006

Dari tabel 4.8 dapat dibuat gambar perbandingan konsentrasi antara koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas sebagai berikut:



Gambar 4.13 Perbandingan konsentrasi TSS pada koagulan tanah gambut dan koagulan tawas

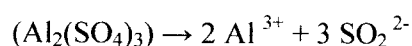
Pada perbandingan koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas dapat dilihat bahwa koagulan tawas lebih besar menyisihkan konsentrasi TSS daripada koagulan tanah gambut. Ini disebabkan karena koagulan tawas mempunyai ion aluminium dan ion besi yang bermuatan positif berinteraksi dengan partikel-partikel tersuspensi dalam air yang bermuatan negatif, sehingga akan membentuk gumpalan-gumpalan besar dalam waktu singkat dan akhirnya mengendap. 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. Sedangkan koagulan tanah gambut berinteraksi secara lambat karena tidak semuanya mengandung aluminium dan besi yang bermuatan positif sehingga interaksi dengan partikel-partikel tersuspensi dalam air yang bermuatan negatif tidak optimum.

Untuk koagulan tanah gambut proses pembentukan flok dalam proses koagulasi-flokulasi partikel koloid yang terdapat dalam air teradsorpsi (terserap) pada permukaan adsorben yaitu tanah gambut sehingga membentuk flok. Adapun fungsi dari tanah gambut untuk mengadsorpsi inti flok yang telah terbentuk pada proses koagulasi sehingga terjadi penggabungan inti flok pada permukaan tanah gambut (sebagai adsorben) sehingga inti flok mudah untuk diendapkan. Karena didalam tanah gambut mengandung unsur-unsur $\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{C}$ (Lya Meylani Setyawati, 1994). Koloid yang membentuk gumpalan kimia (flok) yang mengadsorpsi, menangkap dan kemudian mengendapkan suspensi padat yang ada dalam air. (Toobanoglous, 1979).

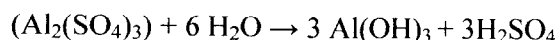
Untuk koagulan tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) proses pembentukan flok terjadi beberapa reaksi

1. Reaksi Penguraian (Disosiasi)



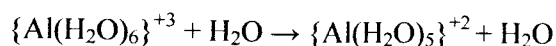
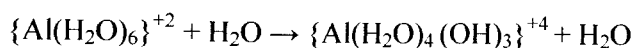
Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif pada destabilisasi koloid sehingga Al^{3+} akan terdifusi didalam koloid membentuk adanya muatan didalam koloid tersebut.

2. Reaksi Hidrolisa



Al_2SO_4 merupakan presipitat atau endapan halus yang membentuk inti flok.

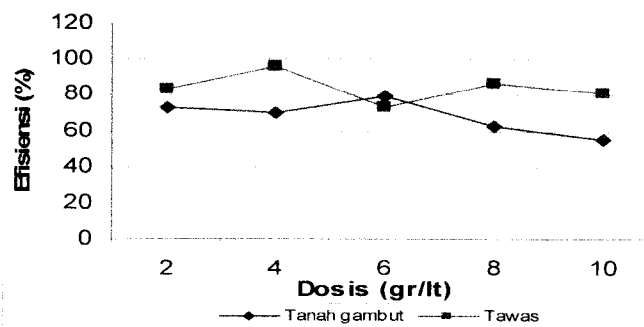
3. Reaksi Polimerisasi Ion Kompleks



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

Ion Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif dalam destabilisasi partikel koloid. Senyawa $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam bentuk presipitat berfungsi sebagai inti flok, sedangkan ion kompleks $\{\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2\}^{+4}$ akan berfungsi sebagai jembatan antar partikel. Pada proses pengolahan koagulan akan tinggal terlarut dalam air, dan molekul-molekul ini dapat menempel pada permukaan koloid dan akan mengubah muatan elektrisnya karena sebagian molekul Al bermuatan positif sedangkan koloid biasanya bermuatan negatif. Sebagian tawas tidak terlarut dalam air akan mengendap sebagai flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang dapat mengurung koloid dan membawanya ke bawah. Flok-flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang mengendap tersebut biasanya berwarna putih.

Dari perbandingan diatas maka koagulan tawas lebih baik daripada koagulan tanah gambut. Berikut gambar perbandingan efisiensi antara koagulan tawas dengan koagulan tanah gambut.



Gambar 4.14 Perbandingan efisiensi TSS pada koagulan tanah gambut dan koagulan tawas

4.4.2 Parameter kekeruhan

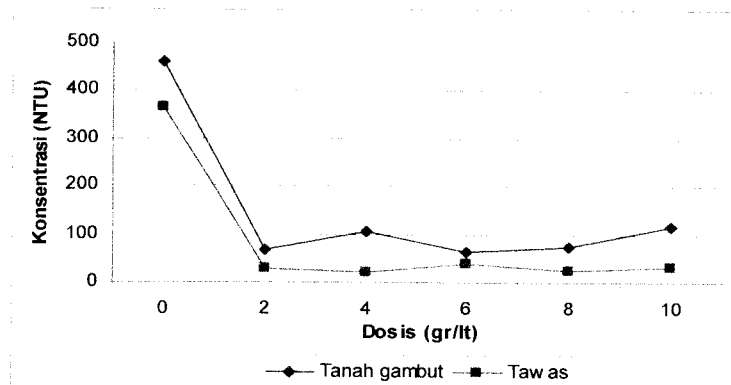
Sama halnya dengan parameter TSS, pada parameter kekeruhan juga dilakukan perbandingan antara koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas.

Tabel 4.9. Perbandingan kekeruhan antara koagulan tanah gambut dan koagulan tawas

No	Dosis	Tanah gambut	Efisiensi	Tawas	Efisiensi
		(NTU)	Tanah gambut (%)	(NTU)	Tawas (%)
1	Awal	459.733	0	366,158	0
2	2 gr	67.491	85.32	29,678	91,90
3	4 gr	105.794	76.99	20,461	94,41
4	6 gr	64.582	85.95	40,339	88,98
5	8 gr	73.794	83.95	23,854	93,49
6	10 gr	115.491	74.88	31,612	91,37

Data primer, 2006

Dari tabel 4.9 dapat dibuat gambar perbandingan konsentrasi antara koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas sebagai berikut :



Gambar 4.15 Perbandingan konsentrasi kekeruhan pada koagulan tanah gambut dan koagulan tawas

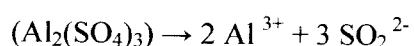
Sama halnya dengan parameter TSS, pada parameter kekeruhan perbandingan koagulan tanah gambut dengan koagulan tawas memiliki perbedaan. Koagulan tawas lebih besar menyisihkan konsentrasi kekeruhan daripada koagulan tanah gambut. Ini disebabkan karena koagulan tawas mempunyai ion aluminium dan ion besi yang bermuatan positif berinteraksi dengan partikel-partikel tersuspensi dalam air yang bermuatan negatif, sehingga akan membentuk gumpalan-gumpalan besar dalam waktu singkat dan akhirnya mengendap. 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.

Sedangkan koagulan tanah gambut berinteraksi secara lambat karena tidak semuanya mengandung aluminium dan besi yang bermuatan positif sehingga interaksi dengan partikel-partikel tersuspensi dalam air yang bermuatan negatif tidak optimum.

Untuk koagulan tanah gambut proses pembentukan flok dalam proses koagulasi-flokulasi partikel koloid yang terdapat dalam air teradsorpsi (terserap) pada permukaan adsorben yaitu tanah gambut sehingga membentuk flok. Adapun fungsi dari tanah gambut untuk mengadsorpsi inti flok yang telah terbentuk pada proses koagulasi sehingga terjadi penggabungan inti flok pada permukaan tanah gambut (sebagai adsorben) sehingga inti flok mudah untuk diendapkan. Karena didalam tanah gambut mengandung unsur-unsur $\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{C}$ (Lya Meylani Setyawati, 1994). Koloid yang membentuk gumpalan kimia (flok) yang mengadsorpsi, menangkap dan kemudian mengendapkan suspensi padat yang ada dalam air. (Toobanoglous, 1979).

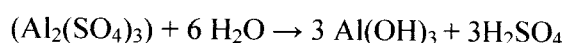
Untuk koagulan tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) proses pembentukan flok terjadi beberapa reaksi

1. Reaksi Penguraian (Disosiasi)



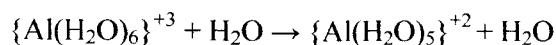
Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif pada destabilisasi koloid sehingga Al^{3+} akan terdifusi didalam koloid membentuk adanya muatan didalam koloid tersebut.

2. Reaksi Hidrolisa



Al_2SO_4 merupakan presipitat atau endapan halus yang membentuk inti flok.

3. Reaksi Polimerisasi Ion Kompleks

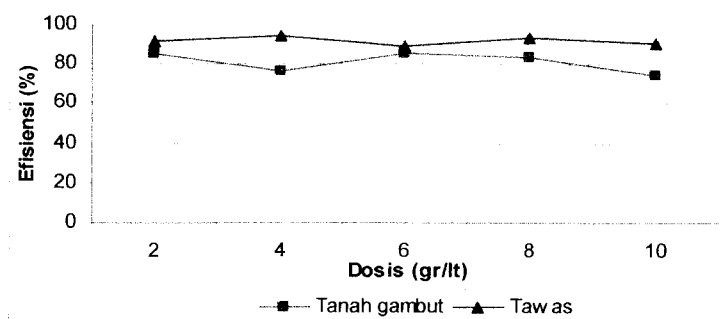


$\{\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_3\}^{+4}$ merupakan jembatan antar partikel.

Ion Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif dalam destabilisasi partikel koloid. Senyawa $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam bentuk presipitat berfungsi sebagai inti flok, sedangkan ion kompleks $\{\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2\}^{+4}$ akan berfungsi sebagai jembatan antar partikel.

Pada proses pengolahan koagulan akan tinggal terlarut dalam air, dan molekul-molekul ini dapat menempel pada permukaan koloid dan akan mengubah muatan elektrisnya karena sebagian molekul Al bermuatan positif sedangkan koloid biasanya bermuatan negatif. Sebagian tawas tidak terlarut dalam air akan mengendap sebagai flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang dapat mengurung koloid dan membawanya ke bawah. Flok-flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang mengendap tersebut biasanya berwarna putih.

Dari perbandingan diatas maka koagulan tawas lebih baik daripada koagulan tanah gambut. Berikut gambar perbandingan efisiensi antara koagulan tawas dengan koagulan tanah gambut.



Gambar 4.16 Perbandingan efisiensi kekeruhan pada koagulan tanah gambut dan koagulan tawas

4.5 Pengaruh variasi kecepatan koagulasi-flokulasi terhadap penurunan TSS dan Kekeruhan

4.5.1 Parameter TSS

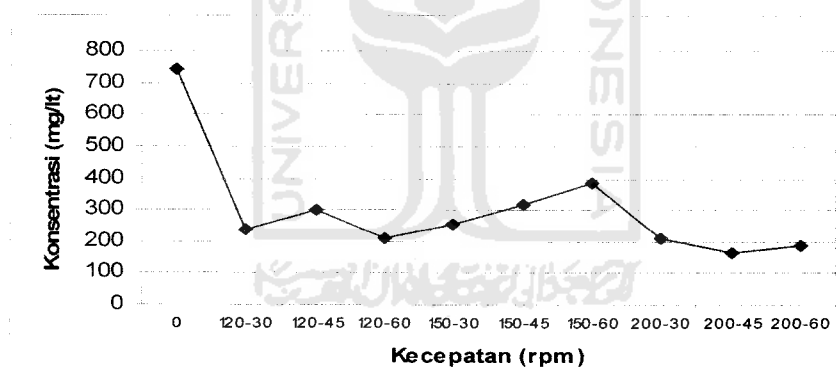
Kecepatan pengadukan dalam koagulasi-flokulasi sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok. Dalam pelaksanaannya diperlukan proses pengadukan yang benar-benar merata sehingga semua koagulan yang dibubuhkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel dalam air. Apabila pengadukan terlalu lambat akan mengakibatkan lambatnya pembentukan flok, sebaliknya apabila pengadukan terlalu cepat akan mengakibatkan pecahnya flok yang terbentuk. (Reynold, 1982)

Tabel 4.10 Pengaruh kecepatan terhadap penurunan TSS

No	Sampel		Konsentrasi (mg/l)	Efisiensi (%)	pH
	Koagulasi (rpm)	Flokulasi (rpm)			
1	Awal	Awal	744	0,00	7,4
2	120 rpm	30 rpm	240	51,08	7,4
3	120 rpm	45 rpm	298	45,20	7,3
4	120 rpm	60 rpm	210	54,12	7,4
5	150 rpm	30 rpm	254	49,66	7,5
6	150 rpm	45 rpm	316	43,37	7,3
7	150 rpm	60 rpm	388	36,08	7,4
8	200 rpm	30 rpm	210	54,12	7,3
9	200 rpm	45 rpm	166	58,58	7,2
10	200 rpm	60 rpm	190	56,14	7,3

Data primer, 2006

Dari Tabel 4.10 tersebut di atas maka akan dapat dibuat gambar konsentrasi kekeruhan dan efisiensi penurunannya berdasarkan variasi dosis masing-masing pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tawas dengan kapur dapat dilihat pada gambar berikut :



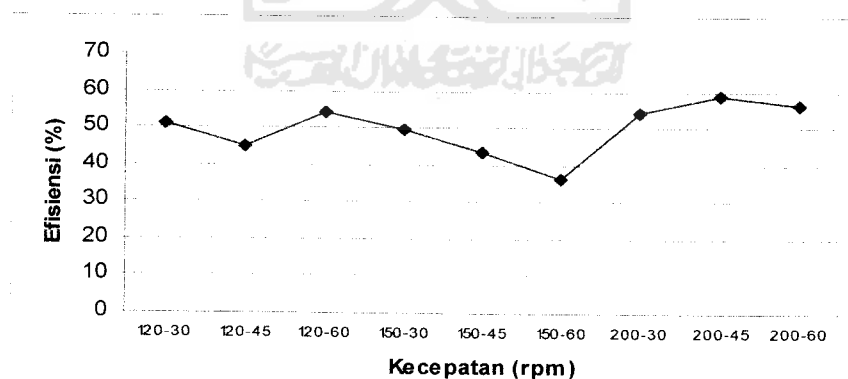
Gambar 4.17 Konsentrasi TSS dari berbagai kecepatan

Dari gambar dan tabel diatas dapat dilihat bahwa kecepatan sangat berpengaruh pada proses koagulasi-flokulasi. Pada kecepatan koagulasi 120 rpm dan flokulasi 30 rpm mampu menurunkan konsentrasi TSS dari 744 mg/l menjadi 240 mg/l. Pada dosis ini terjadi proses pencampuran koagulan secara optimum antara koagulan dengan partikel yang ada didalam air sehingga menyebabkan

pembentukan flok yang lebih cepat dan besar. Flok-flok ini akan mengumpulkan partikel-partikel kecil dan koloid tersebut dan akhirnya akan mengendap secara bersama-sama. Pada kecepatan koagulasi 120 rpm dan flokulasi 45 rpm hanya mampu menurunkan konsentrasi TSS dari 744 mg/l menjadi 298 mg/l, ini karena tidak terjadi pencampuran yang merata sehingga reaksi antara koagulan dengan partikel yang ada dalam air tidak berjalan sempurna. Dan pada kecepatan koagulasi 120 rpm dan flokulasi 60 rpm konsentrasi TSS mengalami penurunan lagi menjadi 210 mg/l. Pada dosis ini proses pengadukan kembali merata sehingga partikel koloid yang terdapat dalam air teradsorpsi. Pada kecepatan koagulasi 150 rpm dan flokulasi 30 rpm konsentrasi TSS penurunannya menjadi 254 mg/l. Namun pada kecepatan koagulasi 150 rpm dan flokulasi 45 rpm konsentrasi TSS terjadi peningkatan dibandingkan dengan kecepatan koagulasi 150 rpm dan flokulasi 30 rpm yakni menjadi 316 mg/l. Begitu pula pada kecepatan koagulasi 150 rpm dan flokulasi 60 rpm yang menjadi 388 mg/l. Ini jelas disebabkan oleh perbedaan kecepatan flokulasi. Sedangkan pada kecepatan koagulasi 200 rpm dan flokulasi 30 rpm konsentrasi TSS menjadi 210 mg/l. Pada dosis ini terlihat adanya peningkatan penurunan konsentrasi kekeruhan walaupun tidak begitu banyak ini dikarenakan oleh pada saat pengadukan koagulan tanah gambut tercampur merata pada air sungai. Pada kecepatan koagulasi 200 rpm dan flokulasi 45 rpm konsentrasi TSS mengalami penurunan yang sangat tinggi yakni menjadi 166 mg/l. Ini terjadi karena adanya pencampuran yang baik (homogen) antara unsur yang satu dengan yang lain, misalnya pencampuran air dengan bahan koagulan. Pada proses ini terjadi dispersi atau pencampuran yang sempurna

sehingga semua koagulan yang dibutuhkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel dan ion-ion yang ada dalam air. Dalam proses koagulasi partikel koloid yang terdapat dalam air teradsorpsi (terserap) pada permukaan adsorben yaitu tanah gambut sehingga membentuk flok. Koloid yang membentuk gumpalan kimia (flok) yang mengadsorpsi, menangkap atau mungkin mengendapkan suspensi padat yang ada dalam air.

Pengadukan merupakan salah satu faktor yang menunjang hasil dari kogulasi-flokulasi. Maka diperlukan proses pengadukan yang benar-benar merata sehingga semua koagulan yang dibutuhkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel dan ion-ion yang ada dalam air. Kecepatan pengadukan ini berpengaruh terhadap pembentukan flok, apabila pengadukan terlalu lambat mengakibatkan lambatnya flok terbentuk sebaliknya apabila pengadukan terlalu cepat mengakibatkan pecahnya flok yang terbentuk. (Reynold, 1982). Dan pada kecepatan koagulasi 200 rpm dan flokulasi 60 rpm konsentrasi TSS menjadi 190 mg/lt. Untuk tingkat efisiensi penurunan konsentrasi TSS dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.18 Efisiensi TSS pada berbagai kecepatan

Dari gambar efisiensi terlihat bahwa penurunan TSS pada kecepatan koagulasi 150 rpm dan flokulasi 60 rpm tingkat efisiensinya sangat rendah yakni sebesar 36,08 %. Sedangkan pada kecepatan koagulasi 200 rpm dan flokulasi 45 rpm tingkat efisiensinya 58,58 % yang merupakan efisiensi tertinggi dibandingkan dengan kecepatan-kecepatan yang lain. Derajat hasil flokulasi tergantung pada mudah dan kecepatan penggumpalan dan jumlah peruraian partikulat selama flokulasi, sehingga hasil flokulasi ditentukan oleh sifat flok dan gradien kecepatan dan waktu tinggal (Reynold, 1982). Agar dapat diperoleh koagulasi maupun flokulasi yang baik, pengadukan sangat berpengaruh untuk mencampurkan koagulan. Bila kecepatan pengadukan terlalu lambat akan mengakibatkan terlalu lambatnya pembentukan flok sedangkan bila kecepatan pengadukan terlalu besar akan mengakibatkan terpisahnya kembali flok-flok yang telah bergabung.

4.5.2 Parameter Kekereuhan

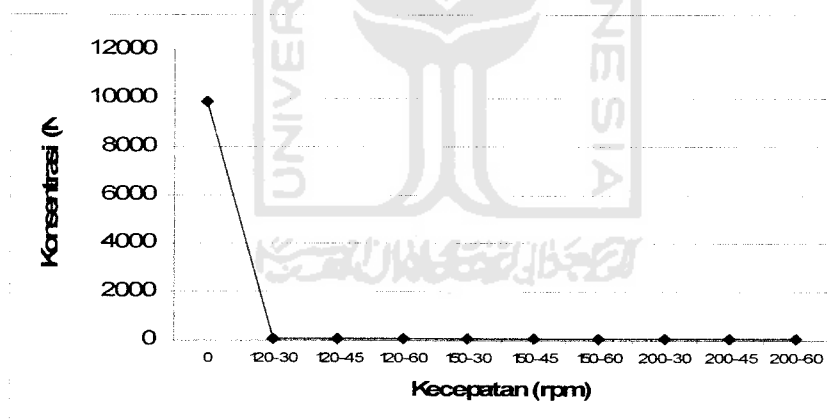
Selain konsentrasi dan dosis koagulan, kecepatan pengadukan juga memiliki peran yang sangat penting pada proses koagulasi-flokulasi untuk menurunkan kekereuhan. Saat proses pengadukan berlangsung, harus betul-betul merata atau homogen, sehingga semua koagulan yang dibubuhkan akan bereaksi dengan partikel-partikel atau dengan ion-ion dalam air.

Tabel 4.11 Pengaruh kecepatan terhadap penurunan kekeruhan

No	Sampel		Konsentrasi (NTU)	Efisiensi (%)	pH
	Koagulasi (rpm)	Flokulasi (rpm)			
1	Awal	Awal	9867,63	0.00	7,4
2	120 rpm	30 rpm	71,37	99.28	7,4
3	120 rpm	45 rpm	61,19	99.38	7,3
4	120 rpm	60 rpm	74,28	99.25	7,4
5	150 rpm	30 rpm	54,40	99.45	7,5
6	150 rpm	45 rpm	62,64	99.37	7,3
7	150 rpm	60 rpm	97,55	99.01	7,4
8	200 rpm	30 rpm	78,64	99.20	7,3
9	200 rpm	45 rpm	60,22	99.39	7,2
10	200 rpm	60 rpm	56,82	99.42	7,3

Data primer, 2006

Dari Tabel 4.11 tersebut di atas maka akan dapat dibuat gambar konsentrasi kekeruhan dan efisiensi penurunannya berdasarkan variasi dosis masing-masing pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tawas dengan kapur dapat dilihat pada gambar berikut :

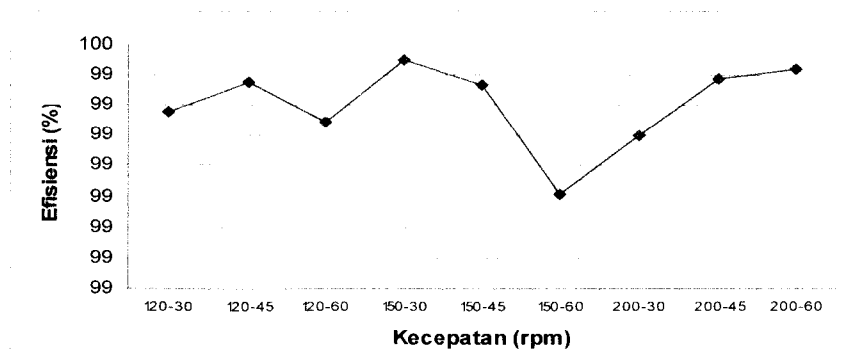


Gambar 4.19. Konsentrasi Kekeruhan pada berbagai kecepatan

Pada pengaruh kecepatan terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan terlihat jelas bahwa kecepatan koagulasi 150 rpm dan flokulasi 60 rpm merupakan dosis yang paling rendah menurunkan konsentrasi kekeruhan yakni dari 9867,63 NTU menjadi 97,55 NTU. Ini karena tidak terjadi pencampuran yang merata

sehingga reaksi antara koagulan dengan partikel yang ada dalam air tidak berjalan sempurna. Namun tingkat penurunan yang paling tinggi terjadi pada kecepatan koagulasi 150 rpm dan flokulasi 30 rpm yang mampu menurunkan konsentrasi kekeruhan dari 9867,63 NTU menjadi 54,40 NTU. Ini terjadi karena adanya pencampuran yang baik (homogen) antara unsur yang satu dengan yang lain, misalnya pencampuran air dengan bahan koagulan. Pada proses ini terjadi dispersi atau pencampuran yang sempurna sehingga semua koagulan yang dibubuhkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel dan ion-ion yang ada dalam air. Dalam proses koagulasi partikel koloid yang terdapat dalam air teradsorpsi (terserap) pada permukaan adsorben yaitu tanah gambut sehingga membentuk flok. Koloid yang membentuk gumpalan kimia (flok) yang mengadsorpsi, menangkap atau mungkin mengendapkan suspensi padat yang ada dalam air.

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



Gambar 4.20 Efisiensi kekeruhan pada berbagai kecepatan

Dari gambar efisiensi terlihat bahwa penurunan kekeruhan pada kecepatan koagulasi 150 rpm dan flokulasi 60 rpm tingkat efisiensinya sangat rendah yakni sebesar 99,01 %. Sedangkan pada kecepatan koagulasi 150 rpm dan flokulasi 30 rpm tingkat efisiensinya 99,45 % yang merupakan efisiensi tertinggi dibandingkan dengan kecepatan-kecepatan yang lain.

Kecepatan pengadukan dalam koagulasi-flokulasi sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok. Dalam pelaksanaannya diperlukan proses pengadukan yang benar-benar merata sehingga semua koagulan yang dibutuhkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel dan ion-ion yang ada dalam air. Apabila pengadukan terlalu lambat mengakibatkan lambatnya flok terbentuk, sebaliknya pada apabila pengadukan terlalu cepat mengakibatkan pecahnya flok yang terbentuk (Reynold, 1982). Untuk mendapatkan hasil flokulasi yang baik maka lama pengadukan sangat menentukan untuk mendapatkan sisa kekeruhan yang maksimal (Reynold, 1982). 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).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil penelitian serta pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Koagulan tanah gambut dengan kapur dapat menurunkan konsentrasi TSS dari 502 mg/l menjadi 102 mg/l atau sebesar 79,68 % sedangkan untuk konsentrasi kekeruhan penurunan dari 459,733 NTU menjadi 64,582 NTU atau sebesar 85,95 %.
2. Dosis terbaik untuk pengolahan air sungai dengan menggunakan koagulan tanah gambut dengan kapur untuk parameter TSS dan kekeruhan adalah 6 gr/l tanah gambut dengan 1,5 gr/l kapur.
3. Koagulan tawas lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS dan kekeruhan dibandingkan dengan menggunakan koagulan tanah gambut.
4. 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

5.2 Saran

1. Dalam proses koagulasi-flokulasi perlu memperhatikan pH air sampel karena sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok.

2. Penggunaan tanah gambut sebagai koagulan untuk memperbaiki kualitas air gambut hendaknya dijadikan suatu alternatif dalam pengolahan air bersih
3. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan variasi waktu pengendapan, sehingga dapat diketahui pada waktu pengendapan berapa efisiensi penurunan konsentrasi paling baik.
4. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan menggunakan parameter lainnya yang ada di air sungai.



DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, S dan Santika Sri Sumestri. 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional, Surabaya
- Al-Layla, M. Anis. 1978. *Water Supply Emgineering Design*. Ann Arbor Science Publishers.
- Anonim, 1997, *Kajian air buangan industri tahu untuk irigasi tanaman cabai dan tomat pada lahan gambut*. STTL, Yogyakarta
- Anonim, 2001, *Penurunan kadar minyak air buangan pencucian kendaraan bermotor dengan tanah gambut sebagai media adsorben*. STTL, Yogyakarta
- Darmawijaya, M Isa. 1990. *Klasifikasi Tanah*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Degremont, *Water treatment Hand Book, Sociate Genealed Epuration Et Assainissement*, Rucil, Halmaison, France.
- Driessen, P.M and Soepraptohardjo. 1974. *Soil For Agricultural Expansion in Indonesia*. Soil Research Institute Bogor. Buletin I.
- Effendi, H, 1998, *Telaah kualitas air*, Kanisius, Jogjakarta
- Idaman Said Nusa, 1987, *Pengolahan Air Sungai/Gambut Sederhana*
<http://www.enviro.bppt.go.id/~Kel-1/>
- J.Nobelina I, 2001, *Karakteristik penyisihan besi air gambut menggunakan proses koagulasi*. Jurnal Teknik Lingkungan ITB Vol 7
- Karbito, 1999, *Optimasi dosis tawas, tanah gambut dan kapur sebagai koagulan dalam pengolahan air gambut menjadi air bersih*. ITS, Surabaya.
- Kusnaedi. 1995. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor untuk Air Minum*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Masduki Ali, 2002, *Satuan operasi*, TL.ITS, Surabaya
- Mohd. Asri Mohd. Nawi. 2003, *Effectiveness of Peat Coagulant for the Removal of Textile Dyes from Aqueous Solution and Textile Wastewater*. Malaysian Journal of Chemistry, Vol. 5. No. 1, 034 – 043

- PDII-LIPI, 1991, *Penjernihan Air* <http://warintek.progressio.or.id/>
- Retno Susetyaningsih P, 2003, *Pengaruh tanah gambut sebagai adsorben untuk penurunan khrom pada limbah cair*. Jurnal Rekayasa Lingkungan. 22-26
- Reynolds, T.D. 1982. *Unit Operation And Processes In Environmental Enginering*. Books/ Cole Enginering Devision Monterey, California.
- Setyawati. L. M., 1994, "*Penelitian Pengolahan Air Berwarna dengan Koagulan Alami di Kalimantan*", Disajikan dalam Workshop Kualitas Air, Palangkaraya.
- Sumestri, Santika S and Alaerts, S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sucahyo, B. 1994. *Pemanfaatan Gambut untuk Energi atau Bahan Bakar dengan Proses Karbonisasi dan Dampak Lingkungan*. Hasil-hasil Lokakarya Energi.
- Sukandarrumidi. 1995. *Batu bara dan Gambut*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat Dan Ciri tanah*. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian I.P.B. Bogor.
- Suprihanto. 1994. *Pengolahan Air Gambut Terhadap Studi Laboratorium*. Tehnik Lingkungan, ITB. Bandung.
- Tan, Kim H. 1995. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Dalam Kimia Koloid Bahan Penyusun Tanah, terjemahan Didiek Hajar Gunadi, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal 55-65.
- Tjokrokusumo, K.R.T. 1995. *Pengantar Konsep teknologi Bersih*. STTL "YLH", Yogyakarta.
- Tjokrokusumo, K.R.T. 1998. *Pengantar Enjiniring Lingkungan*. STTL "YLH", Yogyakarta.
- Widarwati D, 1998. *Pengolahan air berwarna (air gambut) dengan menggunakan tanah gambut sebagai koagulan*. STTL "YLH", Yogyakarta.

LAMPIRAN 1

ANALISA TANAH GAMBUT



IAH MADR

IUM KIMIA ANALITIK

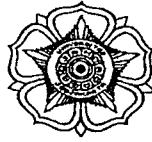
TIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Sekip Utara PO Box BLS 21,
Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 902740, 545188 pes. 116
Faks. 0274-545188

ISIL ANALISIS

No. : 1273/HA-KA/07/06
Pengirim : Isni Febriana, Feni Utami, Sahrul Rozak, Abdullah, Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta.
Jumlah sampel : 1
Penentuan : Kadar Al_2O_3 dan SiO_2 dalam sampel Tanah Gambut.
Tgl. Analisis : 25 Juli 2006

KODE SAMPEL	PARA METER	HASIL PENGUKURAN (ppm)			METODE
		I	II	III	
Tanah Gambut	Al_2O_3	1926,383	2009,060	1761,028	Atomic Absorption Spect.
	SiO_2	79013,963	83530,275	79917,225	"



UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN ILMU TANAH

Bulaksumur Yogyakarta, 55281 Telp. 62-274-548814

Hasil Analisis Tanah Order Sdr. Syahrul Razak.
Sebanyak 1 Contoh

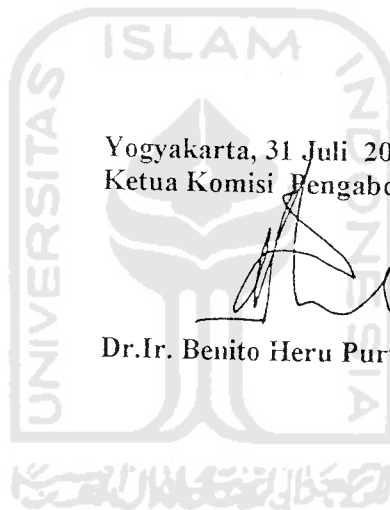
Kode	Kadar air	pH	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
	%	H ₂ O	%	%	%
Tanah Gambut	12,29	5,2	0,32	0,16	1,36

Mengetahui
Ketua Jurusan Ilmu Tanah,

Dr. Ir. Abdul Syukur, SU.

Yogyakarta, 31 Juli 2006
Ketua Komisi Pengabdian Masyarakat,

Dr. Ir. Benito Heru Purwanto, MP.



LAMPIRAN 2

ANALISA TSS



I. Hasil analisa TSS untuk koagulan tanah gambut

Berat kosong

No	Sampel	Timbangan	Timbangan	Timbangan
		I	II	III
1	0 gr	1.1604	1.1859	1.1830
2	2 gr	1.1685	1.1920	1.1867
3	4 gr	1.1569	1.1907	1.1763
4	6 gr	1.1799	1.1994	1.1976
5	8 gr	1.1937	1.1912	1.2050
6	10 gr	1.1952	1.1884	1.1949

Berat isi

No	Sampel	Timbangan	Timbangan	Timbangan
		I	II	III
1	0 gr	1.2094	1.2141	1.2015
2	2 gr	1.1755	1.1799	1.1821
3	4 gr	1.1851	1.1932	1.1014
4	6 gr	1.2126	1.2211	1.2163
5	8 gr	1.2156	1.2129	1.2043
6	10 gr	1.1997	1.2192	1.2178

Contoh perhitungan konsentrasi TSS:

$$0 \text{ gr} = \frac{1,2094 - 1,1830}{50} \times 1000 \times 1000 = 528 \text{ mg/l}$$

Untuk perhitungan dosis berikutnya dapat dilihat pada table:

No	Sampel	Konsentrasi (mg/l)
1	0 gr	528
2	2 gr	228
3	4 gr	302
4	6 gr	374
5	8 gr	384
6	10 gr	450

II. Hasil analisa TSS untuk koagulan tanah gambut dengan kapur

Berat kosong

No	Sampel	Timbangan	Timbangan	Timbangan
		I	II	III
1	0 gr	1.1850	1.1880	1.1918
2	2 gr	1.1564	1.1828	1.1804
3	4 gr	1.1465	1.1598	1.1702
4	6 gr	1.1713	1.1892	1.1916
5	8 gr	1.1882	1.1821	1.1934
6	10 gr	1.1982	1.2012	1.2049

Berat isi

No	Sampel	Timbangan	Timbangan	Timbangan
		I	II	III
1	0 gr	1.2110	1.2131	1.2132
2	2 gr	1.1904	1.1861	1.1871
3	4 gr	1.1768	1.1677	1.1786
4	6 gr	1.1922	1.1943	1.1943
5	8 gr	1.1977	1.1919	1.2076
6	10 gr	1.2039	1.2187	1.2124

Contoh perhitungan konsentrasi TSS:

$$0 \text{ gr} = \frac{1,2131 - 1,1880}{50} \times 1000 \times 1000 = 502 \text{ mg/l}$$

Untuk perhitungan dosis berikutnya dapat dilihat pada table:

No	Sampel		Konsentrasi (mg/l)
	Tanah gambut	Kapur	
1	0 gr	0 gr	502
2	2 gr	0.5 gr	136
3	4 gr	1 gr	150
4	6 gr	1.5 gr	102
5	8 gr	2 gr	190
6	10 gr	2.5 gr	224

III. Hasil analisa TSS untuk koagulan tawas dengan kapur

Berat kosong

No	Sampel	Timbangan	Timbangan	Timbangan
		I	II	III
1	0 gr	1.1723	1.1852	1.1814
2	2 gr	1.1951	1.1970	1.1869
3	4 gr	1.1873	1.1978	1.1936
4	6 gr	1.1868	1.1884	1.1900
5	8 gr	1.1582	1.1870	1.1826
6	10 gr	1.1573	1.1764	1.1765

Berat isi

No	Sampel	Timbangan	Timbangan	Timbangan
		I	II	III
1	0 gr	1.1957	1.2061	1.2153
2	2 gr	1.1993	1.2011	1.1920
3	4 gr	1.1945	1.1938	1.2047
4	6 gr	1.1907	1.1951	1.1967
5	8 gr	1.1858	1.1936	1.1829
6	10 gr	1.1725	1.1881	1.1892

Contoh perhitungan konsentrasi TSS:

$$0 \text{ gr} = \frac{1.2061 - 1.1814}{50} \times 1000 \times 1000 = 494 \text{ mg/l}$$

Untuk perhitungan dosis berikutnya dapat dilihat pada table:

No	Sampel		Konsentrasi (mg/l)
	Tawas	Kapur	
1	0 gr	0 gr	494
2	2 gr	0.5 gr	84
3	4 gr	1 gr	18
4	6 gr	1.5 gr	134
5	8 gr	2 gr	64
6	10 gr	2.5 gr	94

- IV. Hasil analisa TSS terhadap pengaruh kecepatan dengan dosis 6 gr/lt tanah gambut dengan 1,5 gr/l kapur.

Berat kosong

No	Koagulasi (rpm)	Flokulasi (rpm)	Timbangan I	Timbangan II	Timbangan III
1	Awal	Awal	1.2427	1.2287	1.2386
2	120	30	1.2387	1.2271	1.2328
3	120	45	1.1913	1.1812	1.1840
4	120	60	1.2098	1.2043	1.2054
5	150	30	1.1715	1.1778	1.1759
6	150	45	1.1827	1.1789	1.1836
7	150	60	1.1993	1.1802	1.1892
8	200	30	1.2060	1.1927	1.2008
9	200	45	1.1725	1.1612	1.1646
10	200	60	1.1795	1.1619	1.1756

Berat isi

No	Koagulasi (rpm)	Flokulasi (rpm)	Timbangan I	Timbangan II	Timbangan III
1	Awal	Awal	1.2758	1.2770	1.2486
2	120	30	1.2448	1.2228	1.2128
3	120	45	1.1989	1.1866	1.1745
4	120	60	1.1985	1.1835	1.1821
5	150	30	1.1886	1.1709	1.1645
6	150	45	1.1985	1.1835	1.1821
7	150	60	1.2086	1.1826	1.1750
8	200	30	1.2113	1.1994	1.1973
9	200	45	1.1729	1.1654	1.1486
10	200	60	1.1851	1.1705	1.1716

Contoh perhitungan konsentrasi TSS:

$$0 \text{ gr} = \frac{1,2758 - 1,2386}{50} \times 1000 \times 1000 = 744 \text{ mg/lt}$$

Untuk perhitungan dosis berikutnya dapat dilihat pada table:

No	Koagulasi	Flokulasi	Konsentrasi
	(rpm)	(rpm)	(mgl)
1	Awal	Awal	744
2	120	30	240
3	120	45	298
4	120	60	210
5	150	30	254
6	150	45	316
7	150	60	388
8	200	30	210
9	200	45	166
10	200	60	190





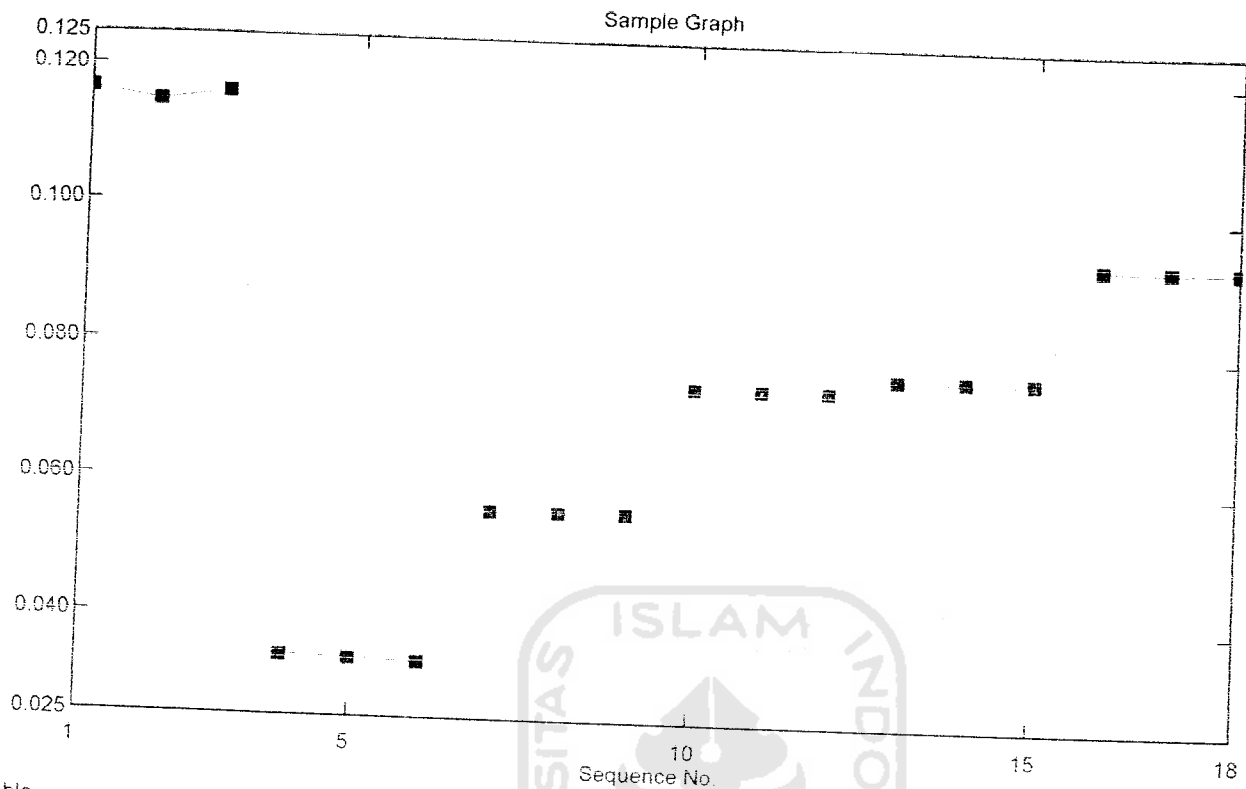
LAMPIRAN 3

ANALISA KEKERUHAN

Sample Table Report

12/23/2006 11:28:27 AM

me: D:\Hasil analisis Spektro\Syahrul\Syahrul Kekeruhan Tanah.pho



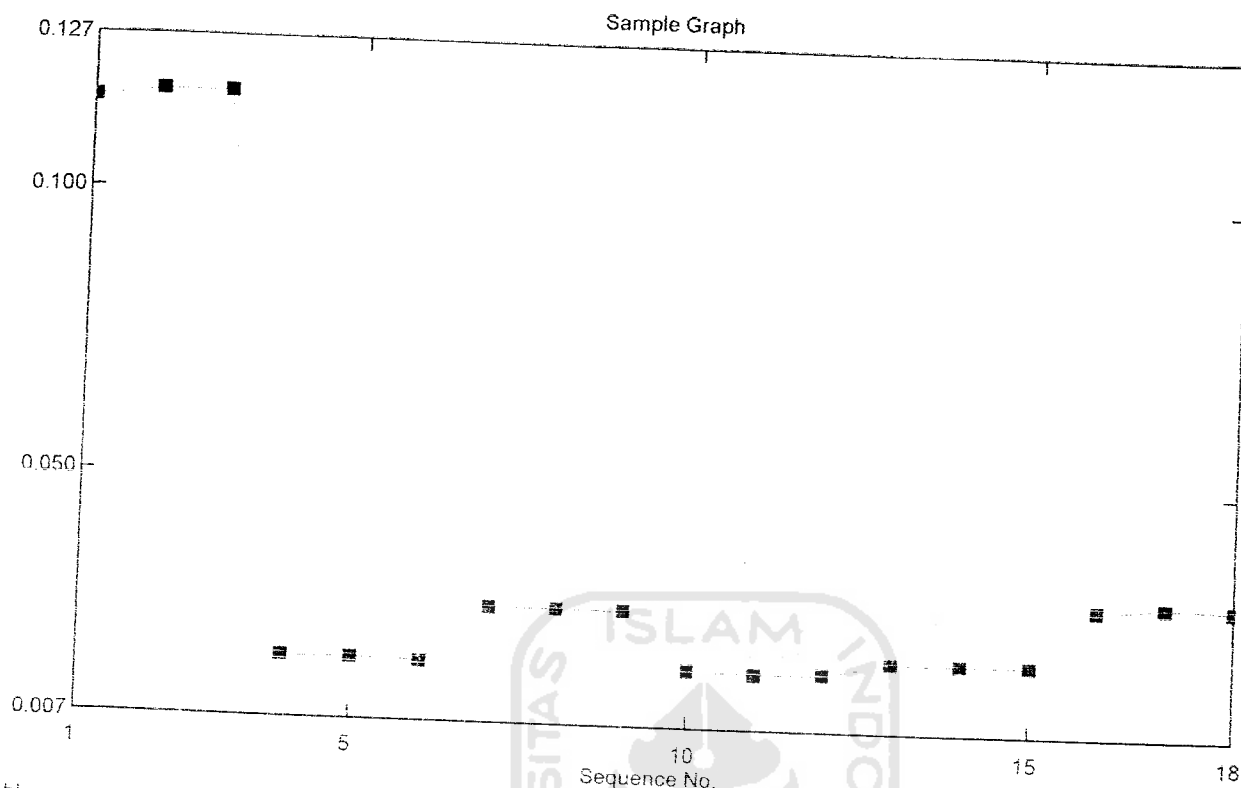
table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL390	Comments
wal 1	Unknown		1143.273	0.116	
wal 2	Unknown		1126.303	0.115	
wal 3	Unknown		1140.848	0.116	
.1	Unknown		327.515	0.034	
.2	Unknown		325.091	0.034	
.3	Unknown		321.455	0.034	
.1	Unknown		540.848	0.056	
.2	Unknown		540.848	0.056	
.3	Unknown		540.848	0.056	
.1	Unknown		726.303	0.074	
.2	Unknown		725.091	0.074	
.3	Unknown		726.303	0.074	
.1	Unknown		744.485	0.076	
.2	Unknown		744.485	0.076	
.3	Unknown		744.485	0.076	
10.1	Unknown		914.182	0.093	
10.2	Unknown		912.970	0.093	
10.3	Unknown		914.182	0.093	

Sample Table Report

12/23/2006 11:27:55 AM

ame: D:\Hasil analisis Spektro\Syahrul\Syahrul Kekruhan Tanah+Kapur.pho



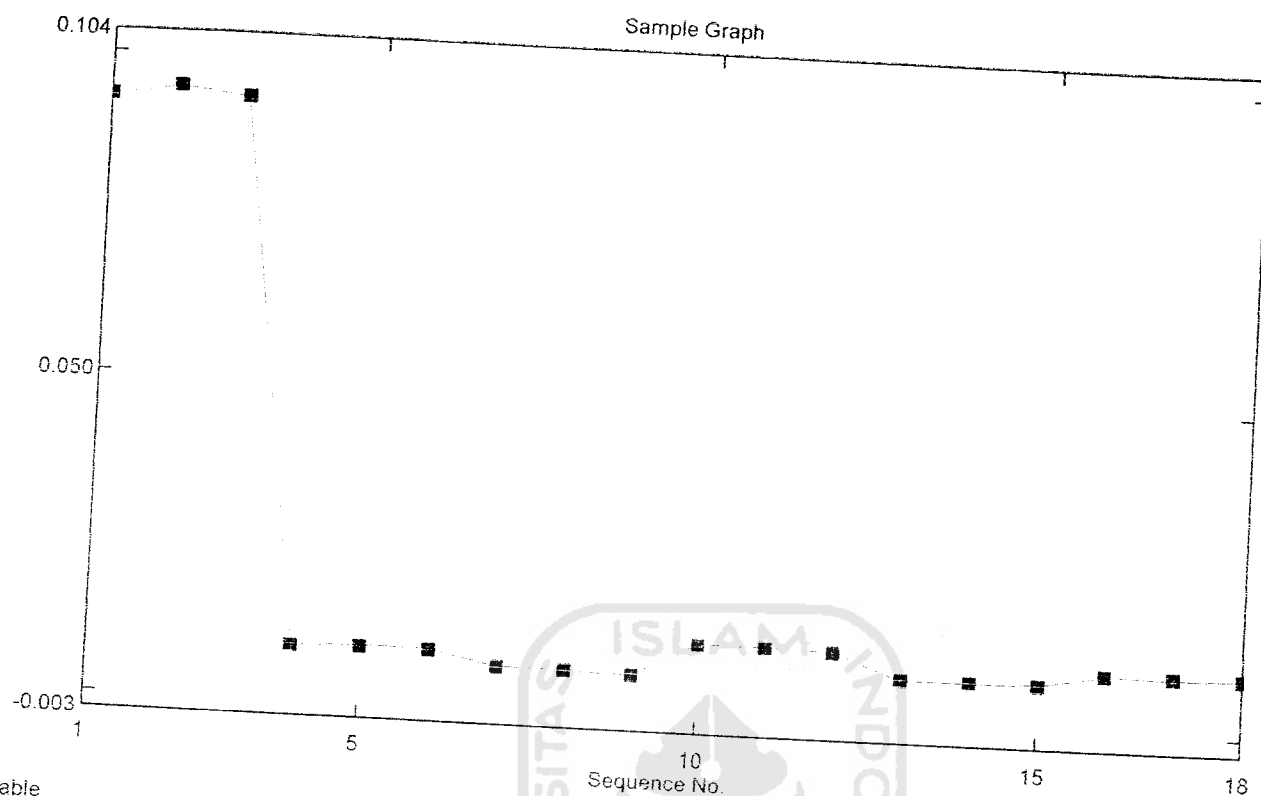
Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL390	Comments
Awal 1	Unknown		1136.000	0.116	
Awal 2	Unknown		1149.333	0.117	
Awal 3	Unknown		1149.333	0.117	
2.1	Unknown		168.727	0.018	
2.2	Unknown		169.939	0.018	
2.3	Unknown		167.515	0.018	
4.1	Unknown		264.485	0.028	
4.2	Unknown		264.485	0.028	
4.3	Unknown		263.273	0.028	
6.1	Unknown		163.879	0.018	
6.2	Unknown		160.242	0.017	
6.3	Unknown		161.455	0.018	
8.1	Unknown		184.485	0.020	
8.2	Unknown		184.485	0.020	
8.3	Unknown		184.485	0.020	
10.1	Unknown		283.879	0.030	
10.2	Unknown		293.576	0.031	
10.3	Unknown		288.727	0.030	

Sample Table Report

12/23/2006 11:26:23 AM

ame: D:\Hasil analisis Spektro\Syahrul\Syahrul Kekeruhan Tawas 2.pho



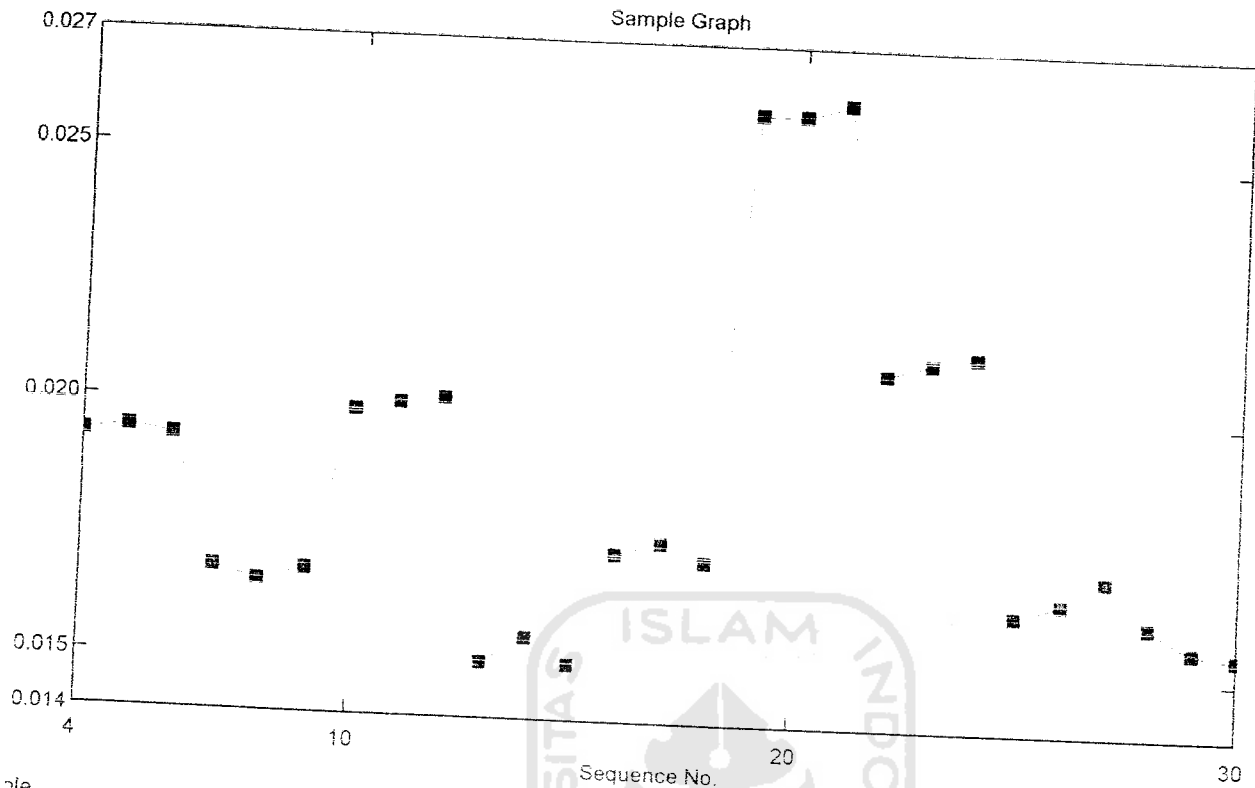
Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL390	Comments
Sampel Awal 1	Unknown		911.758	0.093	
Sampel Awal 2	Unknown		927.515	0.095	
Sampel Awal 3	Unknown		915.394	0.094	
2.1	Unknown		70.545	0.008	
2.2	Unknown		74.182	0.009	
2.3	Unknown		74.182	0.009	
4.1	Unknown		51.152	0.006	
4.2	Unknown		51.152	0.006	
4.3	Unknown		48.727	0.006	
5.1	Unknown		100.848	0.011	
5.2	Unknown		100.848	0.011	
5.3	Unknown		98.424	0.011	
8.1	Unknown		59.636	0.007	
8.2	Unknown		59.636	0.007	
8.3	Unknown		60.848	0.007	
10.1	Unknown		79.030	0.009	
10.2	Unknown		77.818	0.009	
10.3	Unknown		79.030	0.009	

Sample Table Report

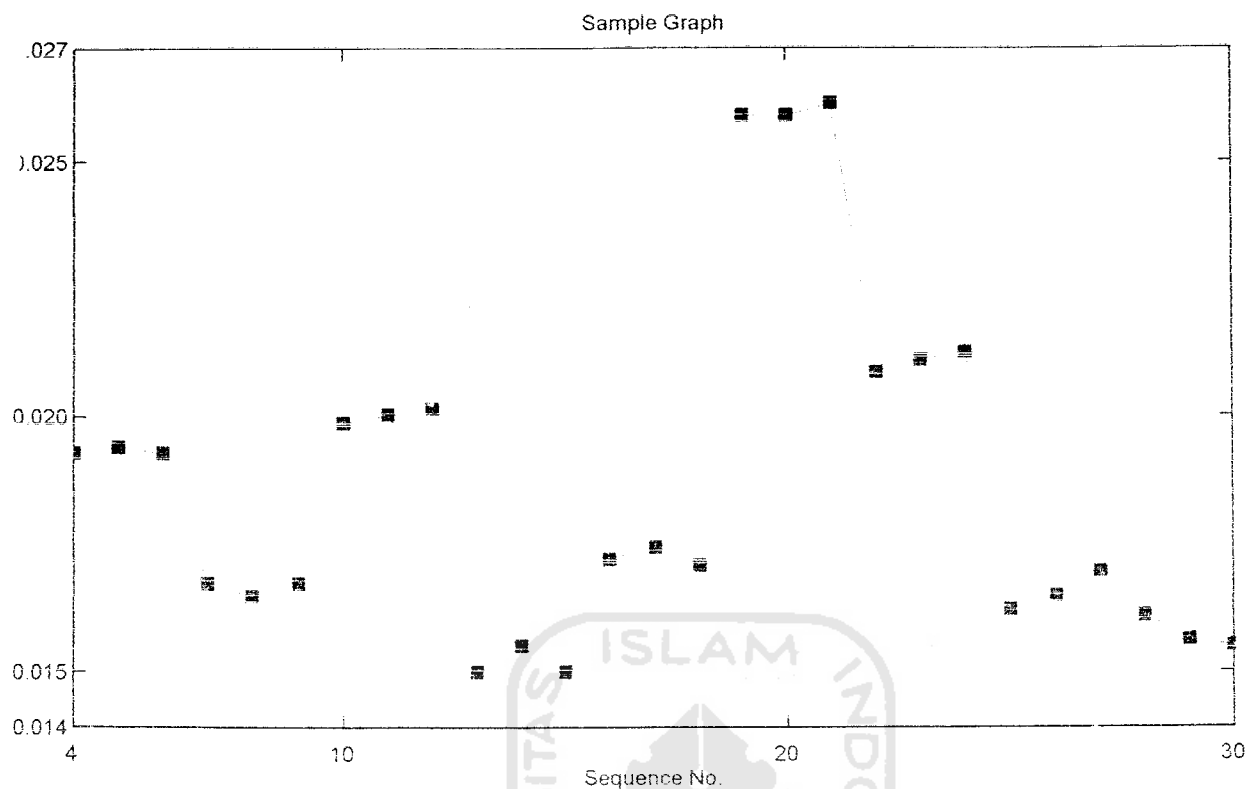
01/02/2007 03:09:07 PM

me: F:\kecepatan tanah + kapur.pho



Sample ID	Type	Ex	Conc	WL390	Comments
val 1	Unknown	✓	20780.848	2.094	
val 2	Unknown	✓	2472.970	0.250	10x
val 3	Unknown	✓	2466.909	0.250	10x
0 + 30 1	Unknown		178.424	0.019	
0 + 30 2	Unknown		179.636	0.019	
0 + 30 3	Unknown		178.424	0.019	
0 + 45 1	Unknown		152.970	0.017	
0 + 45 2	Unknown		150.545	0.016	
0 + 45 3	Unknown		152.970	0.017	
0 + 60 1	Unknown		184.485	0.020	
0 + 60 2	Unknown		185.697	0.020	
0 + 60 3	Unknown		186.909	0.020	
50 + 30 1	Unknown		136.000	0.015	
50 + 30 2	Unknown		140.848	0.016	
50 + 30 3	Unknown		136.000	0.015	
50 + 45 1	Unknown		157.818	0.017	
50 + 45 2	Unknown		160.242	0.017	
50 + 45 3	Unknown		156.606	0.017	

ie: F:\kecepatan tanah + kapur.pho

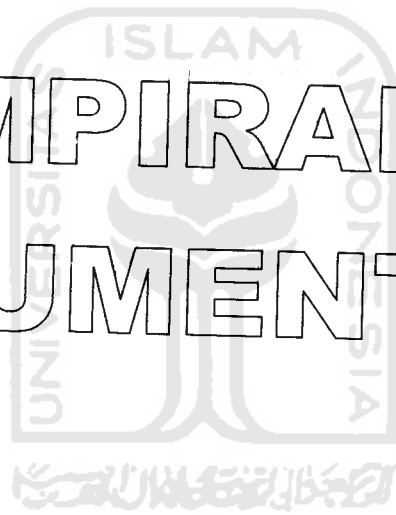


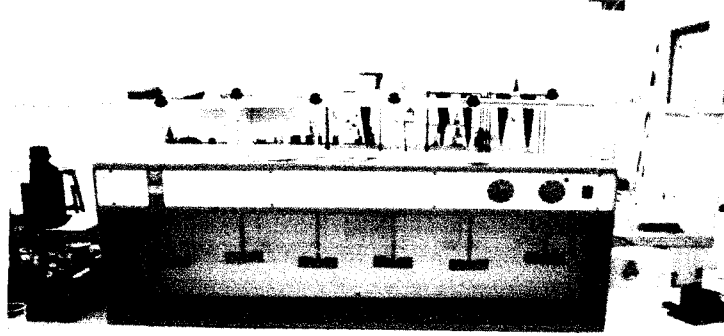
Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL390	Comments
150 + 60 1	Unknown		243.879	0.026	
150 + 60 2	Unknown		243.879	0.026	
150 + 60 3	Unknown		246.303	0.026	
200 + 30 1	Unknown		194.182	0.021	
200 + 30 2	Unknown		196.606	0.021	
200 + 30 3	Unknown		197.818	0.021	
200 + 45 1	Unknown		148.121	0.016	
200 + 45 2	Unknown		150.545	0.016	
200 + 45 3	Unknown		155.394	0.017	
200 + 60 1	Unknown		146.909	0.016	
200 + 60 2	Unknown		142.061	0.016	
200 + 60 3	Unknown		140.848	0.016	

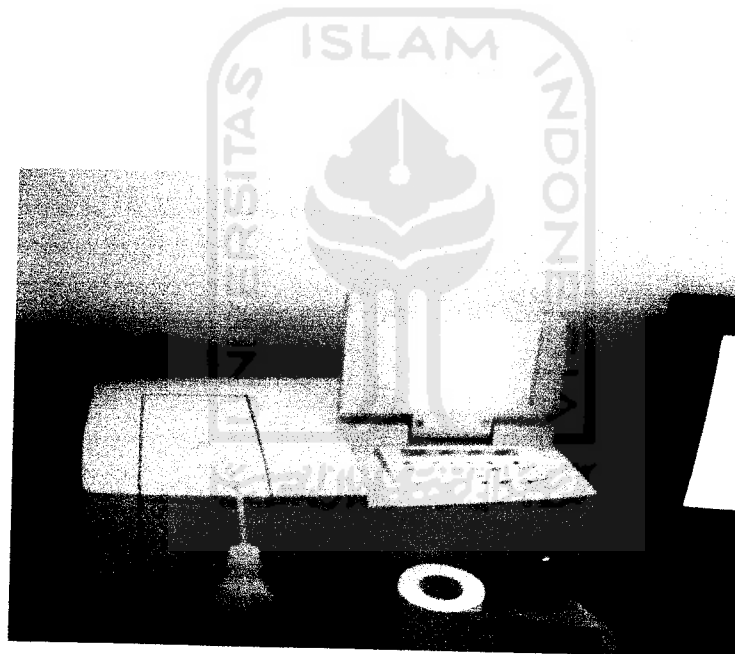
LAMPIRAN 4

DOKUMENTASI

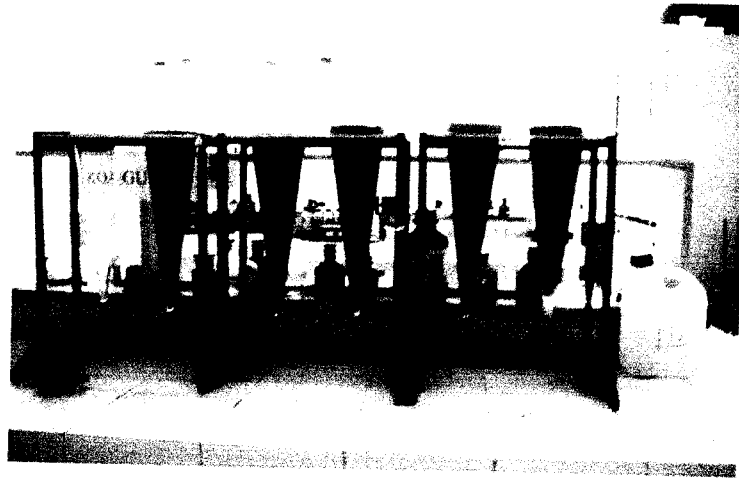




Gambar Jar Test



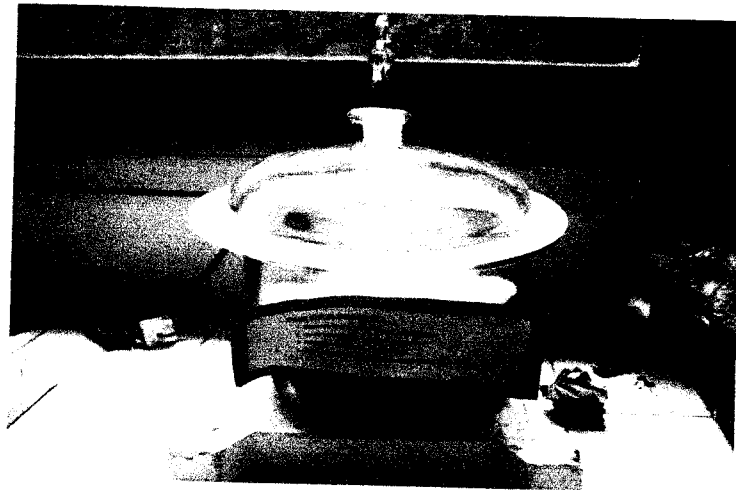
Gambar Spektrofotometri



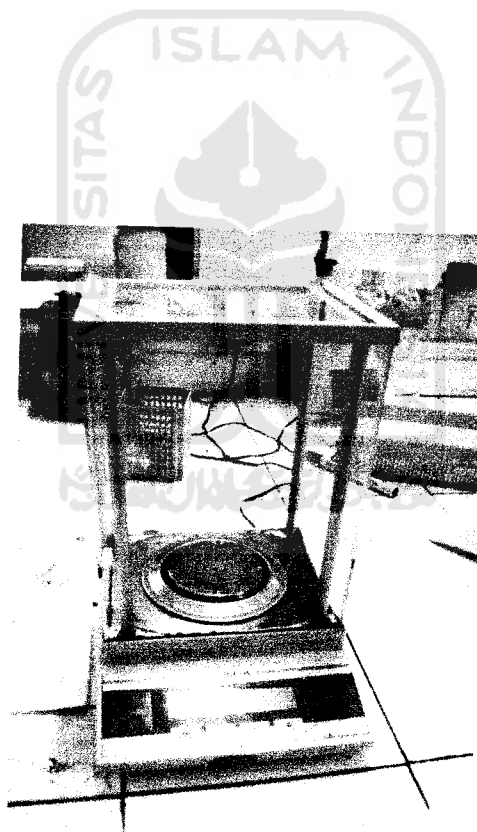
Gambar proses pengendapan setelah koagulasi-flokulasi



Gambar Tabung *inhoff*



Gambar Desikator



Gambar Timbangan analitik



Gambar Oven



Gambar saat pemeriksaan konsentrasi kekeruhan

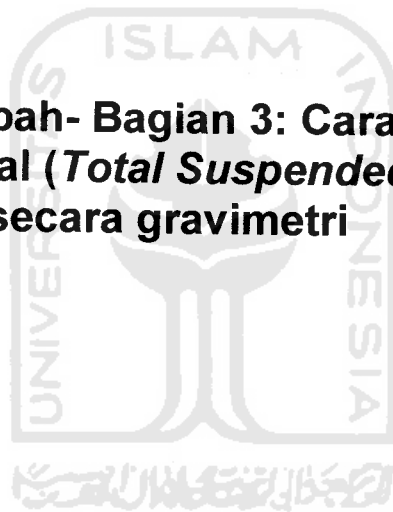
LAMPIRAN 5

SNI 06-6989.3-2004

(Cara uji TSS secara gravimetri)

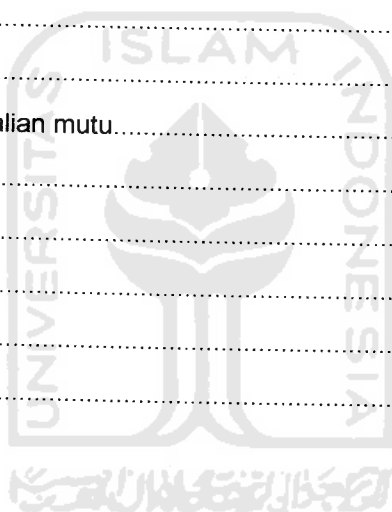


**Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji padatan
tersuspensi total (*Total Suspended Solid, TSS*)
secara gravimetri**



Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Istilah dan definisi	1
3 Cara uji	1
3.1 Prinsip	1
3.2 Bahan	1
3.3 Peralatan	1
3.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji	2
3.5 Persiapan pengujian	2
3.6 Prosedur	2
3.7 Perhitungan	3
4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu	3
4.1 Jaminan mutu	3
4.2 Pengendalian mutu	3
5 Rekomendasi	4
Lampiran A Pelaporan	5
Bobliografi	6



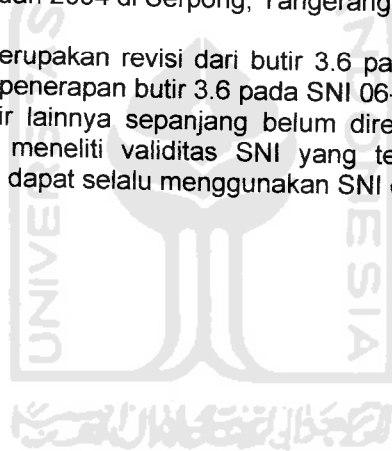
Prakata

Dalam rangka menyeragamkan teknik pengujian kualitas air dan air limbah sebagaimana telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu Air dan Nomor 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis Pengujian Kualitas air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan, maka dibuatlah Standar Nasional Indonesia SNI 06-6989.3-2004, *Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri*. SNI ini diterapkan untuk pengujian parameter-parameter kualitas air dan air limbah sebagaimana yang tercantum didalam Keputusan Menteri tersebut.

Metode ini merupakan hasil revisi dari butir 3.6 pada SNI 06-2413-1991, *Metode pengujian kualitas fisika air*. SNI ini menggunakan referensi dari metode standar internasional yaitu *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. Metode ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta di konsensuskan oleh Subpanitia Teknis Kualitas Air dari Panitia Teknis 207S, *Manajemen Lingkungan* dengan para pihak terkait.

Standar ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, ilmuwan, instansi teknis, pemerintah terkait dari pusat maupun daerah pada tanggal 30 Januari 2004 di Serpong, Tangerang – Banten.

Oleh karena SNI 06-6989.3-2004 merupakan revisi dari butir 3.6 pada SNI 06-2413-1991, maka dengan ditetapkannya SNI ini, penerapan butir 3.6 pada SNI 06-2413-1991 dinyatakan tidak berlaku lagi. Adapun butir-butir lainnya sepanjang belum direvisi masih dinyatakan berlaku. Pemakai SNI agar dapat meneliti validitas SNI yang terkait dengan metode pengujian kualitas fisika air, sehingga dapat selalu menggunakan SNI edisi terakhir.



Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid, TSS*) secara gravimetri

1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk menentukan residu tersuspensi yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah secara gravimetri. Metode ini tidak termasuk penentuan bahan yang mengapung, padatan yang mudah menguap dan dekomposisi garam mineral.

2 Istilah dan definisi

2.1

padatan tersuspensi total (TSS)

residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2µm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid

3 Cara uji

3.1 Prinsip

Contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji. Untuk memperoleh estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total.

3.2 Bahan

a) Kertas saring (*glass-fiber filter*) dengan beberapa jenis:

- 1) Whatman Grade 934 AH, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,5 µm (*Standar for TSS in water analysis*).
- 2) Gelman type A/E, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,0 µm (*Standar filter for TSS/TDS testing in sanitary water analysis procedures*).
- 3) E-D Scientific Specialities grade 161 (VWR brand grade 161) dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,1 µm (*Recommended for use in TSS/TDS testing in water and wastewater*).
- 4) Saringan dengan ukuran pori 0,45 µm.

b) Air suling.

3.3 Peralatan

- a) desikator yang berisi silika gel;
- b) oven, untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C;
- c) timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg;
- d) pengaduk magnetik;
- e) pipet volum;

- f) gelas ukur;
- g) cawan aluminium;
- h) cawan porselen/cawan *Gooch*;
- i) penjepit;
- j) kaca arloji; dan
- k) pompa vacum.

3.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji

3.4.1 Persiapan contoh uji

Gunakan wadah gelas atau botol plastik polietilen atau yang setara.

3.4.2 Pengawetan contoh

Awetkan contoh uji pada suhu 4°C, untuk meminimalkan dekomposisi mikrobiologikal terhadap padatan. Contoh uji sebaiknya disimpan tidak lebih dari 24 jam.

3.4.3 Pengurangan gangguan

- a) Pisahkan partikel besar yang mengapung.
- b) Residu yang berlebihan dalam saringan dapat mengering membentuk kerak dan menjebak air, untuk itu batasi contoh uji agar tidak menghasilkan residu lebih dari 200 mg.
- c) Untuk contoh uji yang mengandung padatan terlarut tinggi, bilas residu yang menempel dalam kertas saring untuk memastikan zat yang terlarut telah benar-benar dihilangkan.
- d) Hindari melakukan penyaringan yang lebih lama, sebab untuk mencegah penyumbatan oleh zat koloidal yang terperangkap pada saringan.

3.5 Persiapan pengujian

3.5.1 Persiapan kertas saring atau cawan *Gooch*

- a) Letakkan kertas saring pada peralatan filtrasi. Pasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 20 mL. Lanjutkan penyedotan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum, dan hentikan pencucian.
- b) Pindahkan kertas saring dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium. Jika digunakan cawan *Gooch* dapat langsung dikeringkan..
- c) Keringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator kemudian timbang.
- d) Ulangi langkah pada butir c) sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

3.6 Prosedur

- a) Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
- b) Aduk contoh uji dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
- c) Pipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik

- d) Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- e) Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan Gooch pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- f) Keringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- g) Ulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

CATATAN 1 Jika filtrasi sempurna membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, perbesar diameter kertas saring atau kurangi volume contoh uji.

CATATAN 2 Ukur volume contoh uji yang menghasilkan berat kering residu 2,5 mg sampai dengan 200 mg. Jika volume yang disaring tidak memenuhi hasil minimum, perbesar volume contoh uji sampai 1000 mL.

3.7 Perhitungan

$$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, mL}}$$

dengan pengertian:

- A adalah berat kertas saring + residu kering, mg;
- B adalah berat kertas saring, mg.

4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

4.1 Jaminan mutu

- a) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- a) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- b) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- c) Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu simpan maksimum 24 jam

4.2 Pengendalian mutu

- a) Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi.
- b) Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian analisis. Perbedaan persen relatif (*Relative Percent Different* atau RPD) terhadap dua penentuan (replikasi) adalah di bawah 5%, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{RPD} = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 + X_2) / 2} \times 100 \%$$

dengan pengertian:

- X₁ adalah kandungan padatan tersuspensi pada penentuan pertama;

X_2 adalah kandungan padatan tersuspensi pada penentuan ke dua.

Bila nilai RPD lebih besar 5%, penentuan ini harus diulang

5 Rekomendasi

Cantumkan jenis atau ukuran saringan/pori kertas saring yang digunakan.



Lampiran A

(normatif)

Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut.

- 1) Parameter yang dianalisis.
- 2) Nama analis.
- 3) Tanggal analisis.
- 4) Nomor contoh uji.
- 5) Tanggal penerimaan contoh uji.
- 6) Perhitungan.
- 7) Hasil pengukuran duplo.
- 8) Kadar Padatan Tersuspensi dalam contoh uji.



Bibliografi

Lenore S.Clesceri et al. "*Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*", 20th Edition, 1998, Metode 2540 D (*Total Suspended Solids Dried at 103⁰C -105⁰C*).



LAMPIRAN 6

SNI 06-2413-1991

(Metode pengujian kualitas fisika air)



METODE PENGUJIAN KUALITAS FISIKA AIR

Nomor SNI : SNI 06-2413-1991

Ruang Lingkup :

Metode ini memuat pengertian kualitas fisika air, persyaratan pengujian sifat fisika air dan cara pengujian kualitas fisika air yang meliputi : prinsip kerja, bahan, peralatan, cara kerja dan perhitungan hasil uji.

Ringkasan :

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian kualitas fisika air di lapangan dan laboratorium untuk memperoleh hasil uji sifat fisika air.

Materi yang disajikan dalam metode ini meliputi pengertian beberapa istilah terkait persyaratan pengujian air, bahan, air serta bahan kimia pereaksi, peralatan analisis, pola kerja, waktu pemeriksaan dan petugas pengukur. Bahan yang digunakan harus memenuhi mutu baku yang diperlukan untuk pengujian. Air keperluan laboratorium ialah air suling yang mengandung DHL < 0,5-2 μ mhos/cm dan disimpan ditempat yang aman. Bahan kimia untuk pereaksi berkualitas tinggi. Peralatan analisis meliputi instrumen analisis, alat timbangan, alat gelas.

Pola kerja harus memenuhi tahapan pekerjaan yang meliputi antara lain persyaratan pengambilan contoh kualitas air, pemeriksaan lapangan, pemeriksaan laboratorium dan data lapangan disalin ke formulir. Waktu pemeriksaan sebaiknya mengikuti ketentuan pemeriksaan parameter fisika air di lapangan dan pemeriksaan kejernihan air dilakukan siang hari. Petugas pengukur harus berpengetahuan dan berpengalaman.

Cara pengujian sifat fisika air yang berupa parameter-parameter; suhu, warna, kekeruhan, kejernihan, residu total, residu tersuspensi, residu terlarut, residu terurai dan residu terikat, residu mengendap, derajat keasamaan (pH), daya hantar listrik (DHL), dan kegaraman (salinitas). Cara pembuatan larutan yang meliputi; pembuatan larutan untuk pengujian warna, pembuatan larutan untuk pengujian kekeruhan metode Nephelometri, pengujian derajat keasamaan (pH), pengujian DHL dan pengujian salinitas (kegaraman).

Suhu air dapat dibaca pada skala termometer dalam derajat celcius dengan menggunakan termometer gelas atau termistor. Pemeriksaan suhu dilakukan pada permukaan air dan pada kedalaman tertentu.

Pemeriksaan warna dilakukan dengan membandingkan warna dari contoh dengan larutan baku warna, bahan baku warna yang digunakan adalah larutan platina kobalt dengan satuan PtCO yang dilakukan secara visual ataupun spektrofotometri.

Pemeriksaan kekeruhan dapat dilakukan dengan metode Nephelometri atau metode Helligemetry.

Pengukuran kejernihan dilakukan dengan mengukur jarak antara permukaan air dengan benda yang masih terlihat dengan mata pada saat cahaya matahari cukup.

Pemeriksaan residu total dilakukan dengan cara menimbang berat contoh yang telah dikeringkan pada suhu 100-103°C sehingga diperoleh berat tetap dibagi volume contoh pada saat uji dinaikan dan diturunkan.

Pemeriksaan residu tersuspensi dilakukan dengan cara menimbang berat residu didalam contoh yang tertahan pada kertas saring yang berpori 0,45 μ m dan telah dikeringkan pada suhu 103-105°C sehingga diperoleh berat tetap dibagi volume contoh.

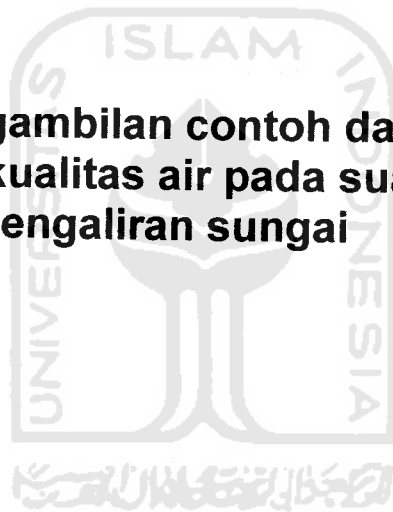
LAMPIRAN 7

SNI 03-7016-2004

(Tata Cara Sampling)

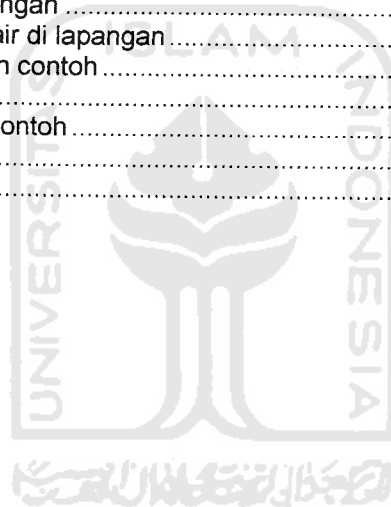


**Tata cara pengambilan contoh dalam rangka
pemantauan kualitas air pada suatu daerah
pengaliran sungai**



Daftar Isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Simbol dan singkatan istilah	1
5 Pemilihan lokasi pengambilan contoh	2
5.1 Dasar pertimbangan	2
5.2 Perencanaan lokasi pengambilan contoh	2
5.3 Penentuan lokasi pengambilan contoh	3
6 Penentuan frekuensi pengambilan contoh	4
6.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi frekuensi pengambilan contoh	4
6.2 Penentuan frekuensi pengambilan contoh	5
7 Pengambilan contoh	6
7.1 Jenis contoh.....	6
7.2 Cara pengambilan contoh.....	8
8 Pengelolaan contoh di lapangan	9
8.1 Pemeriksaan kualitas air di lapangan	9
8.2 Perlakuan pendahuluan contoh	10
8.3 Pengawetan contoh	10
8.4 Wadah penyimpanan contoh	11
8.5 Pengangkutan contoh	12
Bibliografi	13



Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) Tata cara pengambilan contoh dalam rangka pemantauan kualitas air ini disusun oleh Gugus Kerja Balai Lingkungan Keairan yang termasuk pada Sub Pantek Teknologi Sumber Daya Air yang berada di bawah Panitia Teknik 21S Konstruksi dan Bangunan.

Penyusunan standar ini melalui proses pembahasan pada tingkat Gugus Kerja, Prakonsensus dan Konsensus yang melibatkan para nara sumber dan pakar terkait.

SNI ini dapat digunakan sebagai pedoman untuk melakukan pengambilan contoh dalam rangka pemantauan kualitas air. Dengan menggunakan standar ini sebagai pedoman diharapkan pengambilan contoh dalam rangka pemantauan kualitas air dapat dilaksanakan dengan baik dan hasilnya dapat memuaskan. SNI ini sifatnya umum dan tidak merinci teknik-tekniknya secara mendalam. Untuk hal-hal yang sifatnya teknis dan mendalam maka perlu merujuk pada standar-standar yang sudah ada.



Pendahuluan

Sistem pengambilan contoh memegang peranan sangat penting dalam pemantauan kualitas air. Ketelitian analisis dan ketepatan sistem pengambilan contoh akan mempengaruhi data hasil analisis. Apabila terdapat kesalahan dalam pengambilan contoh, maka contoh yang diambil tidak representatif sehingga ketelitian dan teknik peralatan yang baik akan terbuang percuma. Selain dari pada itu dikhawatirkan kesimpulan yang diambil juga akan salah.

Untuk mendapatkan contoh yang baik dan representatif diperlukan beberapa persyaratan antara lain:

- (1) Pemilihan lokasi yang tepat
- (2) Penetapan frekuensi pengambilan contoh
- (3) Cara pengambilan contoh
- (4) Perlakuan contoh di lapangan.

Guna mengetahui lebih jauh tentang persyaratan-persyaratan dan filosofi dalam pengambilan contoh maka disusun suatu cara yang menguraikan tentang pengambilan contoh dalam rangka pemantauan kualitas air.



Tata cara pengambilan contoh dalam rangka pemantauan kualitas air pada suatu daerah pengaliran sungai

1 Ruang lingkup

Tata cara ini membahas masalah yang berhubungan dengan cara pengambilan yang meliputi pemilihan lokasi, penentuan frekuensi, cara pengambilan dan perlakuan contoh di lapangan dalam rangka pemantauan kualitas air.

2 Acuan

SNI 06-2412-1991, Metode pengambilan contoh uji kualitas air

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi berikut berlaku untuk pemakaian tata cara ini :

3.1

contoh

contoh air untuk keperluan pemeriksaan kualitas air

3.2

kualitas air

sifat-sifat air yang ditunjukkan dengan nilai dan/atau kadar makhluk hidup, zat, energi, termasuk bahan pencemar, dan/atau komponen lain yang ada dan/atau terkandung di dalam air

3.3

pemantauan kualitas air

pemeriksaan kualitas air yang dilakukan secara terus-menerus pada suatu lokasi tertentu

3.4

contoh sesaat (*grab sample*),

contoh air yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu

3.5

contoh gabungan waktu (*composite samples*),

campuran contoh-contoh sesaat yang diambil dari satu lokasi pada waktu yang berbeda.

3.6

contoh gabungan tempat (*integrated samples*),

campuran contoh-contoh sesaat yang diambil dari titik/lokasi yang berbeda pada waktu yang sama

4 Simbol dan singkatan istilah

Singkatan berikut berlaku untuk pemakaian tata cara ini.

- 4.1 KOB adalah kebutuhan oksigen biokimiawi
- 4.2 KOK adalah kebutuhan oksigen kimiawi
- 4.3 KOT adalah karbon organik total

5 Pemilihan lokasi pengambilan contoh

Dalam pemilihan lokasi pengambilan contoh, hal-hal berikut perlu diperhatikan

5.1 Dasar pertimbangan

Untuk mendapatkan kebenaran data harus diperhatikan bahwa data yang digunakan terjamin kebenarannya sehingga dalam pemantauan kualitas air perlu dipertimbangkan pemilihan lokasi secara berikut :

Tahap pertama dalam perencanaan sistem pemantauan air adalah pengumpulan data mengenai keadaan lingkungan serta karakteristik dan pemanfaatan sumber air. Berdasarkan data tersebut dapat direncanakan lokasi pengambilan contoh yang tepat sesuai dengan keperluannya. Dalam tata cara ini diberikan suatu penuntun pemilihan lokasi yang tepat. Ada tiga dasar yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pengambilan contoh.

- a) Kualitas air sebelum adanya pengaruh kegiatan manusia yaitu pada lokasi hulu sungai yang dimaksudkan untuk mengetahui kualitas air secara alamiah sebagai *base line station*.
- b) Pengaruh kegiatan manusia terhadap kualitas air dan pengaruhnya untuk pemanfaatan tertentu. Lokasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kegiatan manusia yang disebut "*impact station*".
- c) Sumber-sumber pencemaran yang dapat memasukkan zat-zat yang berbahaya kedalam sumber air. Lokasi ini dimaksudkan untuk mengetahui sumber penyebaran bahan-bahan yang berbahaya, sehingga dapat ditanggulangi. Letak lokasi dapat di hulu ataupun di hilir sungai, bergantung pada sumber dan jenis zat berbahaya tersebut apakah alamiah ataupun buatan.

5.2 Perencanaan lokasi pengambilan contoh

Dalam perencanaan lokasi pengambilan contoh ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan.

5.2.1 Pertimbangan kegunaan data

Tahap pertama dalam perencanaan lokasi pengambilan contoh, adalah mengetahui kegunaan data kualitas air yang akan dipantau. Kegunaan data adalah sebagai berikut :

- sumber informasi mengenai potensi kualitas air yang tersedia untuk keperluan pengembangan sumber daya air pada saat ini dan masa yang akan datang;
- penyelidikan dan pengkajian pengaruh lingkungan terhadap kualitas air dan pencemaran air;
- sumber data untuk keperluan penelitian;
- perlindungan terhadap pemakai;
- pengawasan terjadinya kasus pencemaran di suatu daerah tertentu;
- pertimbangan beban pencemaran yang dibuang melalui sungai ke laut.

5.2.2 Pertimbangan pemanfaatan sumber air

Pemilihan lokasi pengambilan contoh banyak dipengaruhi oleh bermacam-macam kepentingan pemanfaatan sumber air tersebut. Pemanfaatan sumber air di hilir sungai lebih besar resiko pencemarannya dibandingkan dengan pemanfaatan yang sama di lokasi hulu, sehingga diperlukan pengawasan kualitas air yang lebih intensif di lokasi hilir.

Selain itu sumber air yang digunakan sebagai sarana transportasi bahan kimia misalnya untuk pertanian ataupun pengawet kayu mempunyai resiko pencemaran yang lebih besar dari pada sumber air yang tidak digunakan untuk hal-hal tersebut. Oleh karena itu di lokasi-lokasi yang beresiko tinggi tersebut diperlukan pemantauan kualitas air. Disamping itu di lokasi-lokasi yang kualitas airnya sangat berpengaruh terhadap pemanfaatan tertentu misalnya untuk keperluan air rumah tangga atau industri tertentu, maka pemantauan kualitas airnya juga harus dilakukan secara intensif.

5.2.3 Pertimbangan sarana pengambilan contoh

Dalam perencanaan lokasi pengambilan contoh perlu diketahui fasilitas bangunan yang telah ada pada sumber air tersebut, yang dapat dimanfaatkan untuk sarana pengambilan contoh. Beberapa sarana berikut dapat dimanfaatkan dalam pengambilan contoh.

a) Jembatan

Pengambilan contoh dari jembatan lebih mudah dilaksanakan dan titik pengambilan contoh dapat diidentifikasi secara pasti.

b) Pos pengukur debit air

Pos pengukur debit air biasanya dilengkapi dengan alat pencatat tinggi muka air otomatis ataupun lintasan tali (*cable way*). Sarana tersebut dimanfaatkan untuk membantu pengambilan contoh. Selain itu data debit air dapat pula dimanfaatkan apabila diperlukan.

c) Bendung

Pengambilan contoh pada bendung juga sangat menguntungkan karena di lokasi bendung umumnya terdapat pengukur debit serta catatan-catatan lain yang berguna untuk evaluasi kualitas air.

5.3 Penentuan lokasi pengambilan contoh

Lokasi pengambilan contoh ditetapkan sedemikian rupa sehingga dapat diketahui kualitas air alamiah dan perubahan kualitas air yang diakibatkan oleh kegiatan manusia. Kualitas air alamiah diukur pada lokasi di hulu sungai yang belum mengalami perubahan oleh kegiatan manusia. Sedangkan perubahan kualitas air dapat diketahui di hilir sungai, setelah melalui suatu daerah permukiman, industri ataupun pertanian. Untuk perlindungan terhadap pemakai sumber air, diperlukan pula lokasi pengukuran pada setiap pemanfaatan sumber air antara lain sumber air minum, industri, perikanan, rekreasi dan lain-lain. Di daerah muara sungai diperlukan pula lokasi pengukuran untuk mengetahui pengaruh intrusi air laut. Pada danau atau waduk sekurang-kurangnya diperlukan tiga titik pengambilan contoh yaitu sebelum masuk, di tengah dan setelah keluar dari danau. Apabila danau disadap untuk keperluan pemanfaatan tertentu, maka diperlukan pula pengambilan contoh pada lokasi tersebut.

Penentuan lokasi pengambilan contoh secara rinci, dapat dilihat pada SNI 06-2412-1991, sub bab 3.1.

6 Frekuensi pengambilan contoh

6.1 Frekuensi pengambilan contoh

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi frekuensi pengambilan contoh yaitu: perubahan kualitas air, waktu pengambilan contoh dan debit air.

6.1.1 Perubahan kualitas air

Perubahan kualitas air disebabkan oleh perubahan kadar unsur yang masuk ke dalam air, kecepatan alir dan volume air. Perubahan tersebut dapat terjadi sesaat ataupun secara teratur dan terus menerus dalam suatu periode waktu. Sungai dan sumber air lainnya dapat mengalami perubahan yang sesaat maupun yang terus menerus. Sumber yang menyebabkan terjadinya perubahan tersebut dapat secara alamiah ataupun buatan. Kedua perubahan tersebut dapat dijelaskan dibawah ini.

6.1.1.1 Perubahan sesaat

Perubahan sesaat disebabkan oleh suatu kejadian yang tiba-tiba dan seringkali tidak dapat diramalkan. Sebagai contoh turunnya hujan lebat yang tiba-tiba akan menyebabkan bertambahnya debit air yang diikuti oleh terbawanya bahan-bahan pencemaran dari pengikisan di daerah sekitarnya. Tumpahan dan bocoran dari limbah industri atau pertanian dapat pula merubah kualitas air sesaat.

6.1.1.2 Perubahan terus-menerus

Perubahan secara terus menerus setiap tahun dapat terjadi karena turunnya hujan atau turunnya suhu yang beraturan tiap-tiap musim.

Perubahan musim akan menyebabkan terjadinya perubahan komposisi air serta kecepatan pembersihan air secara alamiah (*self purification*).

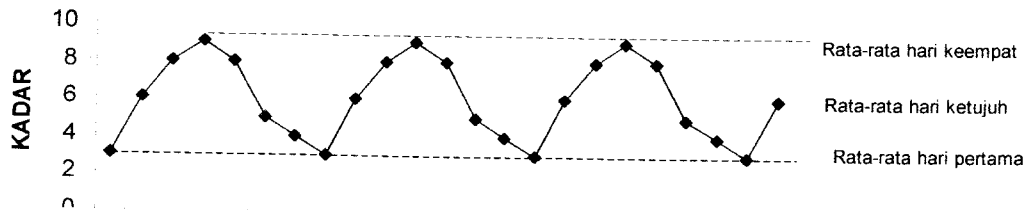
Perubahan secara teratur dapat pula terjadi setiap hari secara alamiah, misalnya perubahan pH, oksigen terlarut, suhu dan alkalinitas.

Kegiatan industri dan pertanian pada suatu daerah dapat pula mempengaruhi kualitas air secara teratur selama periode terjadinya kegiatan pembuangan limbahnya. Sedangkan kegiatan domestik dapat menyebabkan perubahan harian dan mingguan.

Perubahan kualitas air yang teratur dapat pula disebabkan oleh adanya pengaturan debit air yang dilakukan secara teratur dan terus menerus untuk keperluan tertentu.

6.1.2 Waktu pengambilan contoh

Perubahan kualitas air yang terus menerus perlu dipertimbangkan dalam penentuan waktu pengambilan contoh pada sumber air. Contoh perlu diambil pada waktu tertentu dan periode yang tetap sehingga data dapat digunakan untuk mengevaluasi perubahan kualitas air, akan tetapi kualitas air pada saat tersebut tidaklah menggambarkan kualitas air pada saat-saat yang lain. Hal ini terjadi terutama pada kualitas air yang berubah setiap waktu. Sebagai contoh pada Gambar 1 menunjukkan perubahan kualitas air yang sangat ekstrim selama pengukuran selama tiga minggu.



Gambar 1 Contoh perubahan kualitas air pada pengukuran selama 3 minggu

Dari gambar tersebut, perhitungan nilai rata-rata harian adalah 6,1. Akan tetapi apabila contoh hanya diambil setiap hari keempat, maka nilai rata-rata menjadi 9. Sedangkan bila diambil setiap hari pertama nilai rata-ratanya menjadi 3.

Untuk mengetahui kesalahan ini maka frekuensi pengambilan contoh setiap minggu diambil sebanyak dua kali, sehingga diperlukan 6 kali pengambilan dalam periode tiga minggu.

6.1.3 Debit air

Kadar dari zat-zat tertentu di dalam air dipengaruhi oleh debit air sungai atau volume sumber air. Selama debit aliran yang kecil dimusim kemarau, frekuensi pengambilan contoh perlu ditingkatkan terutama pada sungai yang menampung limbah industri, domestik dan pertanian.

Pengukuran debit air diperlukan pula untuk menghitung jumlah beban pencemaran dan diperlukan pula untuk membandingkan kualitas air pada debit rendah dan debit besar selama periode pemantauan.

6.2 Penentuan frekuensi pengambilan contoh

Untuk memperoleh data yang baik maka jumlah frekuensi pengambilan contoh air pada suatu lokasi perlu ditentukan secara sistematis. Guna menentukan jumlah frekuensi pengambilan contoh ini terdapat tahapan-tahapan yang perlu diperhatikan.

6.2.1 Pengumpulan informasi

Pengumpulan informasi meliputi:

- kondisi-kondisi yang mempengaruhi kualitas air pada suatu lokasi, misalnya sumber pencemaran, titik pemanfaatan dan sebagainya, di samping itu informasi ini juga diperlukan untuk menentukan titik pengambilan contoh air;
- data hasil analisis kualitas air yang ada dimana informasi ini digunakan untuk membantu memperkirakan perubahan kualitas air pada lokasi tersebut.

6.2.2 Penetapan parameter yang diperiksa

Setelah diketahui keperluan dari pemantauan yang akan dilakukan maka ditetapkan parameter-parameter yang penting untuk diperiksa sesuai dengan pemanfaatan airnya dan batasan kadar dari parameter-parameter tersebut sesuai standar kualitas air setempat. Hal ini akan mempengaruhi pemanfaatan air pada saat ini dan masa yang akan datang.

6.2.3 Studi pendahuluan

Studi pendahuluan perlu dilakukan untuk mengetahui kadar parameter-parameter dalam air di lokasi yang akan diambil dan juga untuk mengetahui perubahan-perubahan kualitas air yang terjadi. Sebagai perbandingan, studi pendahuluan di sungai dapat dilakukan dengan frekuensi pengambilan contoh sebagai berikut:

- a) setiap minggu selama satu tahun;
- b) setiap hari berturut-turut selama 7 hari, diulangi lagi setiap 13 minggu sekali (empat kali selama satu tahun);
- c) setiap empat jam selama 7 hari berturut-turut, diulangi setiap 13 minggu sekali.
- d) setiap jam selama 24 jam dan diulangi lagi setiap 13 minggu sekali;

Frekuensi pengambilan contoh seperti tersebut di atas masih dapat berubah disesuaikan fasilitas yang ada. Untuk meringankan beban pekerjaan, jumlah parameter yang dianalisis dapat dikurangi.

Untuk lokasi danau dianjurkan survai pendahuluan dilakukan lima hari berturut-turut diulangi setiap 13 minggu sekali. Sedangkan untuk lokasi yang telah tercemar dan dekat dengan titik pemanfaatan, maka frekuensi pengambilan contoh dapat diperbanyak.

Dari data yang diperoleh pada studi pendahuluan tersebut kemudian dihitung ketelitian dan *confidence limit* dari parameter utamanya.

6.2.4 Penetapan frekuensi pengambilan contoh air

Berdasarkan informasi yang telah dikumpulkan, termasuk data hasil studi pendahuluan, dapat diketahui parameter-parameter yang melebihi batas kriteria yang berlaku serta frekuensi terjadinya. Dengan demikian dapat ditetapkan frekuensi pengambilan contoh yang diperlukan dan pengambilan contoh secara rutin dapat dilaksanakan.

Apabila studi pendahuluan belum dilaksanakan atau ditangguhkan maka frekuensi pengambilan contoh (untuk sementara) dapat dilakukan sebagai berikut:

- a) untuk sungai, diambil setiap 2 minggu;
- b) untuk waduk atau danau, diambil setiap 8 minggu;
- c) untuk air tanah, diambil setiap 12 minggu.

Dalam penentuan frekuensi pengambilan contoh ini perlu juga dipertimbangkan kemampuan analisis dan ketelitian yang diperlukan. Apabila jumlah contoh yang dapat ditangani terbatas, maka lebih baik mengurangi jumlah lokasi dari pada mengurangi frekuensi pengambilan contoh.

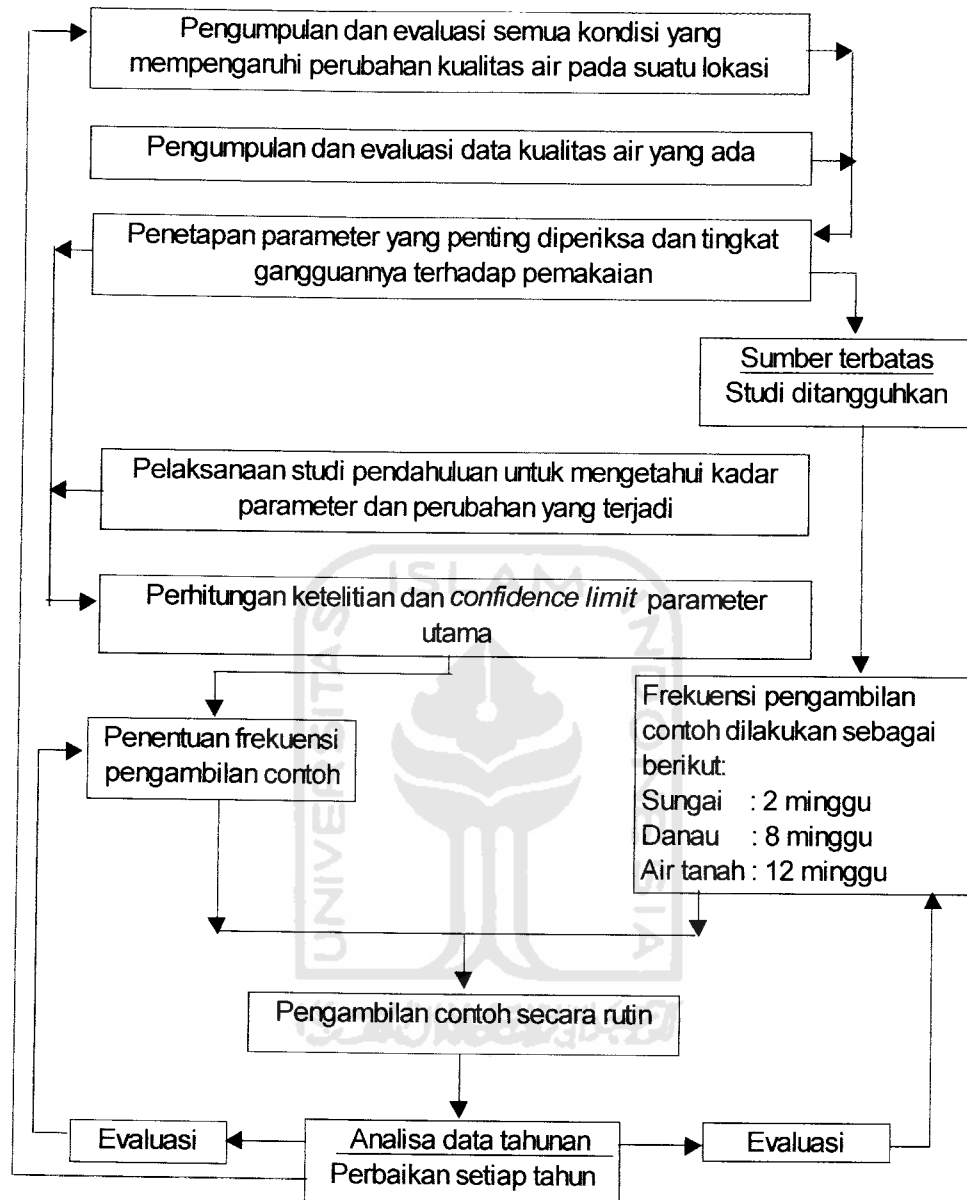
6.2.5 Evaluasi frekuensi pengambilan contoh air

Pada setiap akhir tahun harus dilakukan evaluasi dan uji statistik terhadap data yang telah ada dan frekuensi pengambilan contoh juga ikut dievaluasi. Rangkaian proses penentuan frekuensi pengambilan contoh seperti tersebut di atas dapat diskemakan seperti pada Gambar 2.

7 Pengambilan contoh

7.1 Jenis contoh

Debit air mungkin tidak banyak berubah selama beberapa waktu, akan tetapi banyak juga debit air yang selalu berubah dalam waktu yang singkat. Kualitas air sungai di daerah hulu umumnya hanya berubah karena pengaruh curah hujan, sehingga perubahan tersebut bersifat bulanan atau musiman.



Gambar 2 Skema penentuan frekuensi pengambilan contoh

Di daerah hilir yang telah terkena pencemaran oleh penduduk dan industri perubahan tersebut dapat bersifat harian bahkan jam-jaman. Untuk memperoleh contoh yang mewakili keadaan sesungguhnya dapatlah dipilih tiga jenis contoh: contoh sesaat, contoh gabungan waktu dan contoh gabungan tempat.

7.1.1 Contoh sesaat

Apabila suatu sumber air mempunyai karakteristik yang tidak berubah dalam suatu periode atau dalam batas jarak tertentu maka contoh sesaat cukup mewakili keadaan waktu dan tempat tersebut. Umumnya metode pengambilan contoh sesaat ini dapat dipakai untuk sumber alamiah, tetapi tidak mewakili keadaan air buangan atau sumber air yang banyak dipengaruhi bahan buangan.

Apabila suatu sumber air atau air buangan diketahui mempunyai karakteristik yang banyak berubah, maka beberapa contoh sesaat diambil berturut-turut untuk jangka waktu tertentu, dan pemeriksaannya dilakukan sendiri-sendiri tidak seperti pada metode contoh gabungan. Jangka waktu pengambilan contoh tersebut berkisar antara 5 menit sampai 1 jam atau lebih. Umumnya periode pekerjaan pengambilan contoh selama 24 jam. Pemeriksaan beberapa parameter tertentu memerlukan metode contoh sesaat seperti pengukuran suhu, pH, kadar gas terlarut, oksigen terlarut, karbon dioksida, sulfida, sianida dan klorin.

7.1.2 Contoh gabungan waktu

Hasil pemeriksaan contoh gabungan waktu menunjukkan keadaan rata-rata dari tempat tersebut dalam suatu periode. Umumnya pengambilan contoh dilakukan terus-menerus selama 24 jam, akan tetapi dalam beberapa hal dilakukan secara intensif untuk jangka waktu yang lebih pendek, misalnya hanya selama periode beroperasinya industri atau selama terjadinya proses pembuangan. Metode pengambilan contoh gabungan waktu ini tidak dapat dilakukan untuk pemeriksaan beberapa unsur yang memerlukan pemeriksaan contoh sesaat.

Untuk mendapatkan contoh gabungan waktu perlu diperhatikan agar setiap contoh yang dicampurkan mempunyai volume yang sama. Apabila volume akhir dari suatu contoh gabungan 2 liter sampai 3 liter, maka untuk selang waktu 1 jam selama periode pengambilan contoh 24 jam dibutuhkan volume contoh masing-masing sebanyak 100 sampai dengan 120 mL.

7.1.3 Contoh gabungan tempat

Hasil pemeriksaan contoh gabungan tempat menunjukkan keadaan rata-rata dari suatu daerah atau tempat pemeriksaan.

Metode pengambilan contoh gabungan tempat ini berguna apabila diperlukan pemeriksaan kualitas air dari suatu penampang aliran sungai yang dalam atau lebar, atau bagian-bagian penampang tersebut memiliki kualitas yang berbeda. Metode pengambilan contoh gabungan tempat ini umumnya tidak dilakukan untuk pemeriksaan kualitas air danau atau waduk, sebab pada umumnya kualitas air danau/waduk menunjukkan gejala yang berbeda kualitasnya karena kedalaman atau lebarnya. Dalam hal ini selalu digunakan metode pemeriksaan secara terpisah.

7.2 Cara pengambilan contoh

Pengambilan contoh dapat dilakukan secara manual atau secara otomatis tergantung dari keperluan dan fasilitas yang ada. Masing-masing cara mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam pelaksanaannya.

7.2.1 Cara manual

Pengambilan contoh secara manual mudah diatur waktu dan tempatnya, serta dapat menggunakan bermacam-macam alat sesuai dengan keperluannya. Apabila diperlukan volume contoh yang lebih banyak, contoh dapat diambil lagi dengan mudah. Selain itu biaya pemeliharaan alat dengan cara ini tidak besar bila dibandingkan dengan cara otomatis. Akan tetapi keberhasilan pengambilan contoh secara manual sangat tergantung pada keterampilan petugas yang melaksanakannya. Pengambilan contoh secara manual yang berulang-ulang dapat menyebabkan perbedaan perlakuan yang dapat mengakibatkan perbedaan hasil pemeriksaan kualitas air.

Pengambilan contoh secara manual sesuai untuk diterapkan pada pengambilan contoh sesaat pada titik tertentu dan untuk jumlah contoh yang sedikit. Sedangkan untuk pengambilan contoh yang rutin dan berulang-ulang dalam periode waktu yang lama cara manual memerlukan biaya dan tenaga kerja yang besar.

7.2.2 Cara otomatis

Pengambilan contoh cara otomatis sesuai untuk pengambilan contoh gabungan waktu dan contoh yang diambil rutin secara berulang-ulang. Contoh dapat diambil pada interval waktu yang tepat secara terus-menerus dan secara otomatis dapat dimasukkan ke dalam beberapa botol contoh secara terpisah atau ke dalam satu botol untuk mendapatkan contoh campuran. Pemeriksaan contoh secara terpisah dari tiap-tiap botol dapat menunjukkan kemungkinan adanya kelainan pada masing-masing contoh, serta dapat memberikan nilai minimum dan maksimum dalam periode waktu tertentu. Sedangkan hasil pemeriksaan dari contoh komposit merupakan hasil rata-rata selama periode pengukuran.

Dari hasil air komposit yang dicampur tidak dapat diperiksa parameter-parameter seperti: oksigen terlarut, pH, suhu, logam-logam terlarut dan bakteri. Hal ini disebabkan karena parameter-parameter tersebut dapat berubah oleh waktu atau dihasilkan suatu reaksi kimia antara zat-zat tersebut dari contoh-contoh yang berlainan.

Dewasa ini telah banyak peralatan mekanis yang dapat digunakan untuk mengambil contoh cara otomatis yang dirancang sesuai dengan keperluan pemakainya. Beberapa alat pengambil contoh otomatis dirancang khusus yang dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan karakteristik sumber air dan air limbah setiap waktu, debit air setiap waktu, berat jenis cairan dan kadar zat tersuspensi, serta terdapatnya bahan-bahan yang mengapung. Akan tetapi pengambilan contoh secara otomatis memerlukan biaya yang lebih mahal untuk konstruksi alat dan pemeliharaannya, serta memerlukan tenaga operator yang terlatih.

Cara pengambilan contoh secara rinci dapat dilihat pada SNI 06-2412-1991, sub bab 3.3.

8 Perlakuan contoh di lapangan

Dalam perlakuan contoh di lapangan, beberapa kegiatan berikut ini perlu dilakukan.

8.1 Pemeriksaan kualitas air di lapangan

Parameter yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan, maka pemeriksaannya harus dikerjakan di lapangan. Parameter tersebut antara lain adalah suhu, pH, alkalinitas, asiditas, oksigen terlarut dan penetapan gas lainnya. Penetapan gas tersebut seperti oksigen dan karbon dioksida, pemeriksaannya dapat ditangguhkan dalam waktu beberapa jam apabila contoh disimpan dalam botol KOB yang terisi penuh.

Pemeriksaan parameter lapangan biasanya dilakukan dengan peralatan lapangan yang telah dipersiapkan sebelumnya. Perlu diperhatikan agar peralatan yang dipergunakan di lapangan terlebih dahulu dikalibrasi dan ketelitian alat cukup memenuhi keperluannya. Selain itu juga diperlukan persiapan pereaksi, larutan standar dan alat-alat gelas secukupnya.

8.2 Perlakuan pendahuluan contoh

Perlakuan pendahuluan yang dilakukan terhadap contoh antara lain adalah penyaringan dan ekstraksi

8.2.1 Penyaringan

Penyaringan contoh diperlukan untuk pemeriksaan logam terlarut, silika dan fosfor terlarut. Penyaringan dilakukan dengan melewatkan contoh melalui kertas saring yang ukuran porinya 0,45 μm . Untuk mempercepat proses penyaringan dapat digunakan pompa isap.

8.2.2 Ekstraksi

Ekstraksi contoh diperlukan untuk pemeriksaan pestisida serta minyak dan lemak. Ekstraksi dilakukan dengan cara memasukkan contoh yang telah diukur volumenya kedalam labu pemisah. Kemudian ditambahkan larutan pengekstrak dengan volume tertentu. Kocok labu pemisah beberapa saat sampai terbentuk dua lapisan yang terlihat nyata. Pisahkan zat yang terekstrak ke dalam tempat khusus dan ditutup rapat untuk pemeriksaan selanjutnya.

8.3 Pengawetan contoh

8.3.1 Faktor yang mempengaruhi kualitas air

Pemeriksaan kualitas air sebaiknya dilakukan segera setelah pengambilan contoh. Hal ini disebabkan karena dalam waktu yang relatif singkat selama penyimpanan mulai berlangsung perubahan-perubahan yang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Reaksi-reaksi berikut merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kadar suatu zat selama penyimpanan.

8.3.1.1 Reaksi secara biologi

Aktifitas metabolisme dari mikroorganisme antara lain dapat mengubah kadar nitrat, nitrit, ammonia, N-organik, fosfat organik dan menurunkan kadar fenol serta indikator zat organik seperti KOB, KOK, KOT dan nilai permanganat. Selain dari pada itu aktifitas mikroorganisme dapat mereduksi sulfat menjadi sulfida.

8.3.1.2 Reaksi secara kimia

Terjadinya reaksi kimia dalam air dapat menyebabkan bahan-bahan polimer menjadi depolimer dan sebaliknya, serta terjadinya reaksi oksidasi dan reduksi. Selain itu perubahan kadar gas terlarut dalam air dapat pula merubah pH dan alkalinitas, sulfida, sulfit, ferro, sianida, dan iodida dapat hilang karena oksidasi. Kromium valensi 6 dapat direduksi menjadi valensi 3.

8.3.1.3 Reaksi secara fisika

Terjadinya reaksi fisika dapat menyebabkan penyerapan koloid, zat-zat terlarut, atau zat-zat tersuspensi oleh permukaan tempat wadah contoh. Penyimpanan air di dalam botol gelas dalam waktu yang cukup lama dapat menyebabkan terjadinya penggerusan natrium, silika dan boron. Selain itu dapat pula terjadi penggumpalan zat-zat koloid yang diserap oleh sedimen.

8.3.2 Cara pengawetan contoh

Apabila pemeriksaan air tidak dapat dilakukan segera setelah pengambilan contoh dan akan ditanggguhkan maka cara yang terbaik adalah dengan mendinginkan contoh pada suhu 4°C. Apabila hal ini tidak mungkin dilakukan, maka dapat digunakan zat pengawet tertentu dengan syarat zat tersebut tidak mengganggu atau mengubah kadar zat yang diperiksa. Salah satu tujuan pengawetan ialah untuk memperlambat perubahan komposisi kimia kualitas air. Penambahan bahan kimia sebagai bahan pengawet dapat menyebabkan contoh tersebut tidak sesuai lagi untuk penetapan parameter tertentu. Metode pengawetan dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam seperti dijelaskan berikut ini.

8.3.2.1 Pendinginan

Metode pengawetan dengan cara pendinginan dilakukan dengan menyimpan contoh pada suhu kurang lebih 4°C dan lebih baik lagi ditempat gelap. Perlakuan ini dimaksudkan untuk memperlambat aktifitas biologi dan mengurangi kecepatan reaksi secara kimia dan fisika. Keuntungan metode ini adalah tidak mengganggu unsur-unsur yang ditetapkan. Bila pendinginan tidak mungkin dilakukan pada suhu 4°C maka botol contoh dapat disimpan dalam bongkahan-bongkahan es.

8.3.2.2 Pengawetan secara kimia

Pengawetan secara kimia dapat dilakukan dengan beberapa metode.

a) Pengasaman

Pengawetan contoh dengan penambahan asam sampai pH lebih kecil atau sama dengan 2, biasanya dilakukan untuk pengawetan logam terlarut dan logam total sehingga pemeriksaannya dapat ditunda selama beberapa minggu. Khusus untuk logam merkuri waktu penyimpanan paling lama 7 hari dan bila perlu disimpan lebih lama lagi harus ditambahkan bahan pengoksidasi biasanya KMnO_4 atau $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Pengasaman menjadi $\text{pH} \leq 2$ juga dapat menghalangi aktifitas biologi, sehingga dapat digunakan untuk pemeriksaan unsur-unsur yang dapat mengalami perubahan secara biologi.

b) Biosida

Pengawetan contoh dengan penambahan biosida akan menghalangi aktifitas biologi. Salah satu bahan biosida yang umum digunakan ialah larutan HgCl_2 dimana konsentrasi HgCl_2 dalam contoh sekitar 20-40 mg/L. Penggunaan bahan ini harus hati-hati bila dalam laboratorium yang sama dilakukan pengukuran kadar merkuri dalam konsentrasi rendah karena dapat terkontaminasi oleh HgCl_2 .

c) Keadaan khusus

Penetapan unsur-unsur tertentu memerlukan perlakuan yang tersendiri. Sebagai contoh untuk pengawetan sianida ditambahkan larutan NaOH sehingga pH menjadi 10-11.

8.3.2.3 Pengaturan waktu

Dengan cara pengaturan waktu dapat dihindari kesalahan pemeriksaan yang disebabkan oleh perubahan unsur selama penyimpanan. Batas waktu pemeriksaan tidak boleh melebihi batas waktu maksimum penyimpanan agar tidak terjadi perubahan unsur yang tidak dikehendaki.

8.4 Penyimpanan contoh

Jenis penyimpanan yang dapat dipakai untuk menyimpan contoh dapat dibuat dari bahan gelas atau bahan plastik. Persyaratan kedua wadah tersebut harus dapat ditutup dengan kuat dan rapat untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan. Masing-masing wadah mempunyai kelebihan serta kekurangan. Keuntungan pemakaian wadah gelas antara lain adalah: mudah mencucinya, mengecek keadaannya serta mensterilisasikannya. Sedangkan kekurangannya adalah mudah pecah selama pengangkutan. Pemakaian wadah dari plastik tidak mudah pecah dan tahan terhadap pembekuan, akan tetapi sulit membersihkannya. Ada tiga hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan tempat wadah contoh yaitu:

- a) penyerapan zat-zat kimia dari bahan wadah oleh contoh, misalnya bahan organik dari plastik, natrium, boron dan silika dari gelas;
- b) penyerapan zat-zat kimia dari contoh oleh wadah, misalnya penyerapan logam-logam oleh gelas atau bahan-bahan organik oleh plastik;
- c) terjadinya reaksi langsung antara contoh dengan wadah, misalnya fluorida dengan gelas.

8.5 Pengangkutan contoh

8.5.1 Pengepakan dan pengangkutan contoh

Tiap-tiap contoh yang telah dimasukkan kedalam wadah sebelum diangkut ke laboratorium harus diberi label terlebih dahulu untuk menghindari tertukarnya contoh. Pada tiap-tiap label masing-masing dicantumkan lokasi pengambilan contoh, tanggal, jam, pengawet yang ditambahkan serta petugas yang mengambil contoh. Label tersebut kemudian ditempelkan pada tiap-tiap wadah dan diusahakan agar label tersebut tidak rusak atau hilang selama pengangkutan.

Botol-botol contoh ditutup rapat dan dimasukkan ke dalam kotak yang telah dirancang khusus sehingga contoh tidak pecah atau tumpah selama pengangkutan dari lapangan ke laboratorium.

8.5.2 Label contoh dan catatan lapangan

Petugas pengambil contoh harus mempunyai label yang berisi keterangan sebagai berikut : lokasi, tanggal dan waktu nomor dan jenis contoh, suhu air dan udara, tinggi muka air atau debit, keadaan cuaca, keadaan fisik sumber air, keadaan lingkungan lokasi pengambilan contoh, hasil pemeriksaan di lapangan dan nama petugas.

Bibliografi

Pedoman Pengamatan Kualitas Air, Jilid I: Pedoman Pengambilan Contoh Sumber Air, 1986, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1995, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 18th Edition, APHA, Washington DC.

United Nations Environment Programme, World Health Organization, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, World Meteorological Organization, *GEMS/Water Operational Guide*, 1992, Third Edition, National Water Research Institute, Burlington-Canada

