



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENGARUH PEMBAKARAN MEMBRAN KERAMIK MODIFIKASI
SATU SISI DENGAN TITANIA TERHADAP EFISIENSINYA DALAM
PENJERNIHAN AIR RAWA GAMBUT**

SKRIPSI



RESTIYANI HARAHAHAP

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2012**

Pengaruh Pembakaran Membran Keramik Modifikasi Satu Sisi dengan Titania Terhadap Efisiensinya dalam Penjernihan Air Rawa Gambut, skripsi oleh Restiyani Harahap (No.BP 0810412038) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sain (Strata 1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang.



Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Admin Alif

NIP: 195308081980031005

Dr. Mai Efdi, M.Si

NIP: 1972305301999031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia

Dr. Adlis Santoni

NIP : 196212031988111002

ABSTRAK

PENGARUH PEMBAKARAN MEMBRAN KERAMIK MODIFIKASI SATU SISI DENGAN TITANIA TERHADAP EFISIENSINYA DALAM PENJERNIHAN AIR RAWA GAMBUT

Oleh:
Restiyani Harahap

Sarjana Sain (S.Si) dalam bidang Kimia Fakultas MIPA Universitas Andalas
Dibimbing oleh Prof. Dr. Admin Alif dan Dr. Mai Efdi, M.Si

Telah dilakukan penelitian pengaruh pembakaran membran keramik modifikasi satu sisi dengan titania terhadap efisiensinya dalam penjernihan air rawa gambut. Bahan untuk membran keramik yang digunakan dalam penelitian ini merupakan keramik lantai yang telah dihaluskan dan diasah dengan ketebalan tertentu. Keramik tersebut dimodifikasi satu sisi dengan titania menggunakan proses sol-gel sehingga dapat menyaring komponen asam humat air rawa gambut. Pada penelitian ini dilakukan variasi pengulangan pembakaran terhadap membran keramik yang telah dimodifikasi, dimana dengan semakin banyaknya pengulangan pembakaran diharapkan jumlah pori membran keramik semakin meningkat sehingga fluks aliran air hasil penjernihan juga meningkat. Dari hasil perhitungan diperoleh fluks aliran untuk tiga kali pembakaran meningkat dua kali lebih tinggi dibandingkan untuk satu kali pembakaran. Fluks aliran air hasil penjernihan juga dipengaruhi oleh pompa (pembakuman). Untuk tiga kali pengulangan pembakaran tanpa menggunakan pompa fluks alirannya adalah $0,361 \text{ ml/jam/cm}^2$ sedangkan dengan menggunakan pompa meningkat menjadi $0,636 \text{ ml/jam/cm}^2$. Hasil analisa dari penjernihan air rawa gambut didapatkan bahwa pengulangan pembakaran juga dapat meningkatkan efisiensi penjernihan, dimana dengan tiga kali pengulangan pembakaran membran keramik tingkat penjernihan meningkat dari 41,17% menjadi 52,94%. Namun, berdasarkan beberapa parameter kimia dan fisika, air hasil penjernihan ini masih belum memenuhi persyaratan baku mutu air minum.

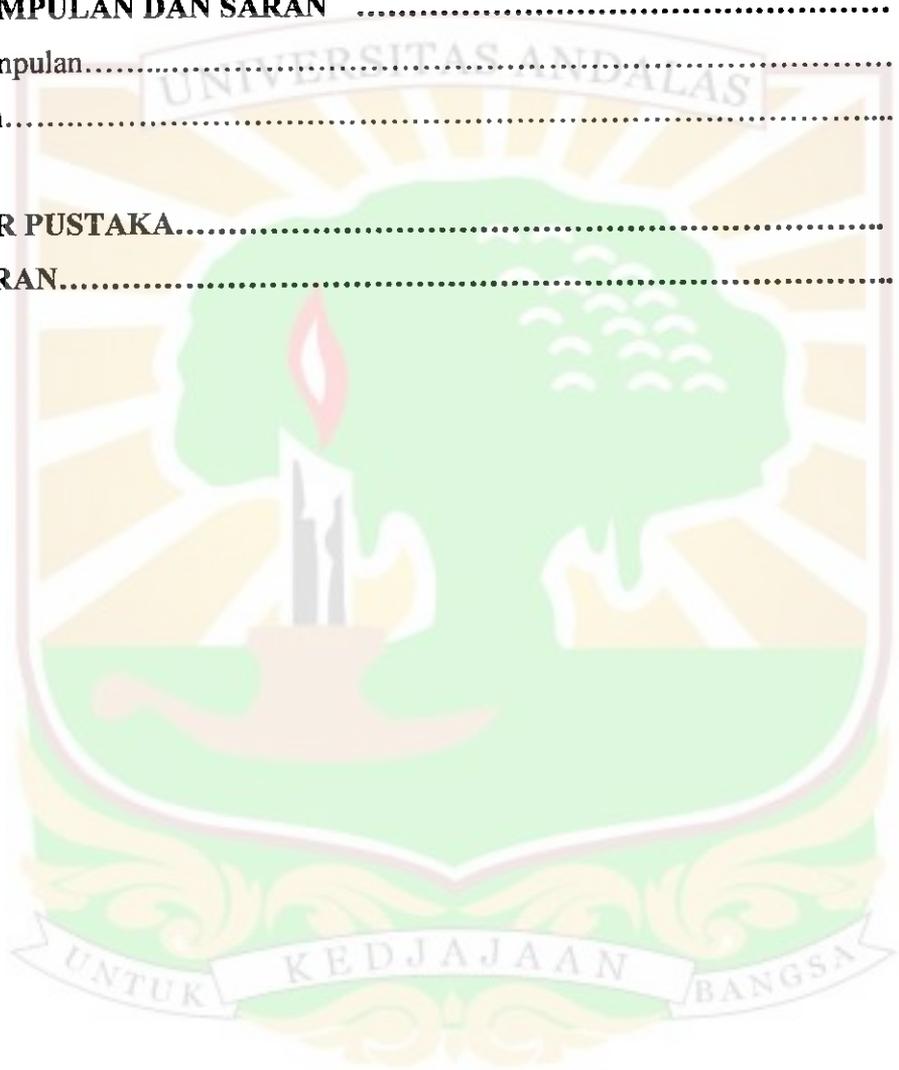
Kata kunci: Membran keramik, titania, pembakaran, efisiensi, air rawa gambut

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengolahan Air Minum.....	4
2.1.1 Standar Baku Mutu Air Minum.....	5
2.2 Air Rawa Gambut	6
2.3 Keramik.....	7
2.3.1 Klasifikasi Keramik.....	8
2.3.2 Komposisi Keramik.....	8
2.3.3 Sifat Keramik.....	9
2.4 Membran Keramik.....	9
2.5 Titanium Oksida.....	10
2.6 Proses Sol-gel.....	10
2.7 Karakterisasi Air Rawa Gambut.....	11
2.7.1 Derajat Keasaman (pH).....	11
2.7.2 Spektrofotometer UV-Vis.....	11

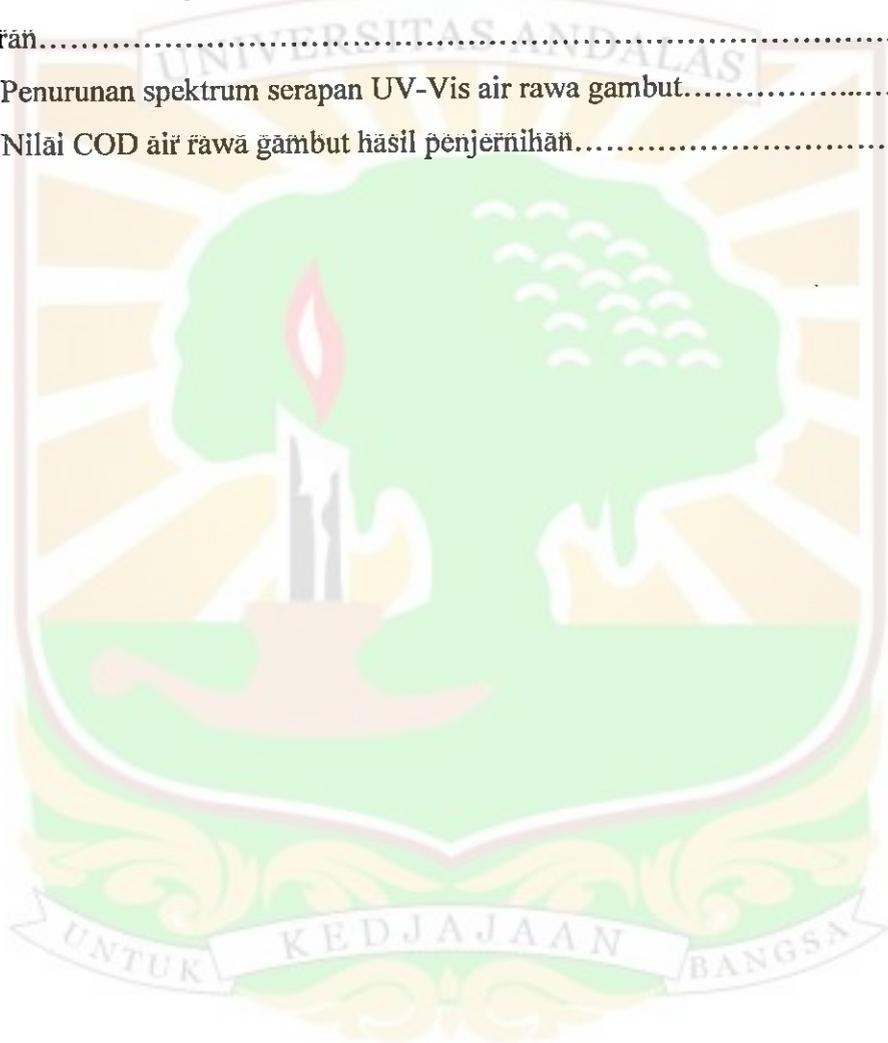
2.7.3	Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	13
2.7.4	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD).....	14
2.7.5	Uji Mikroorganisme.....	14
III. METODA PENELITIAN.....		15
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	15
3.2	Alat dan Bahan.....	15
3.2.1	Alat.....	15
3.2.2	Bahan	15
3.3	Prosedur Penelitian.....	15
3.3.1	Persiapan Membran Keramik	15
3.3.2	Pembuatan Sol Titanium Oksida (TiO ₂)	16
3.3.3	Proses Penyaringan.....	16
3.4	Karakterisasi Air Rawa Gambut	17
3.4.1	Analisis Sifat Fisik Air Rawa Gambut.....	17
3.4.2	Pengukuran pH Air Rawa Gambut.....	17
3.4.3	Pengukuran Spektrum Serapan Air Rawa Gambut.....	17
3.4.4	Pengukuran Absorpsi Serapan Atom Air Rawa Gambut.....	17
3.4.5	Pengukuran COD Air Rawa Gambut	18
3.4.6	Pengujian Mikroorganisme.....	18
IV. HASIL DAN DISKUSI		19
4.1	Pembuatan Membran Keramik Modifikasi Satu Sisi dengan TiO ₂	19
4.2	Penentuan Fluks Aliran Air Hasil Penjernihan.....	20
4.3	Karakterisasi Air Rawa Gambut.....	22
4.3.1	Analisis Sifat Fisik Air.....	22
4.3.2	Pengukuran pH Air Rawa Gambut.....	23
4.3.3	Pengukuran Spektrum Serapan UV-Vis Air Rawa Gambut.....	25
a.	Pengukuran Spektrum Serapan Air Rawa Gambut Sebelum Penyaringan	25
b.	Pengukuran Spektrum Serapan Air Rawa Gambut Setelah Penyaringan	26
4.3.4	Penentuan COD Air Rawa Gambut.....	28
4.3.5	Pengukuran Absorpsi Serapan Atom Air Rawa Gambut.....	29
a.	Logam Cu.....	29

b.	Logam Ca.....	30
c.	Logam Mg.....	30
d.	Logam Zn.....	31
e.	Logam Fe.....	31
4.3.6	Analisis Bakteri E.Coli dan Coliform.....	31
V. KESIMPULAN DAN SARAN		33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....		34
LAMPIRAN.....		36



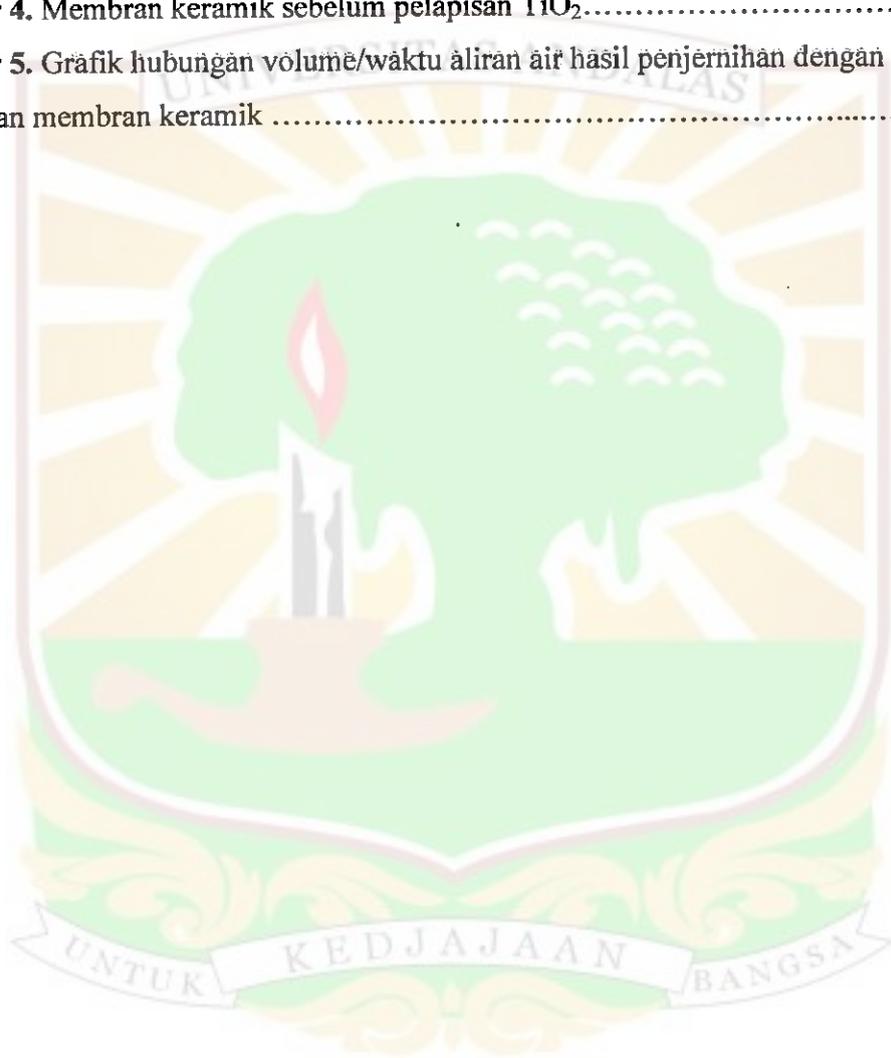
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik dari fasa-fasa TiO_2	10
Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisik air.....	22
Tabel 3. Nilai pH air rawa gambut hasil penyaringan dengan membran keramik modifikasi satu sisi dengan TiO_2 dengan berbagai variasi pengulangan pembakaran.....	24
Tabel 4. Penurunan spektrum serapan UV-Vis air rawa gambut.....	27
Tabel 5. Nilai COD air rawa gambut hasil penjernihan.....	28



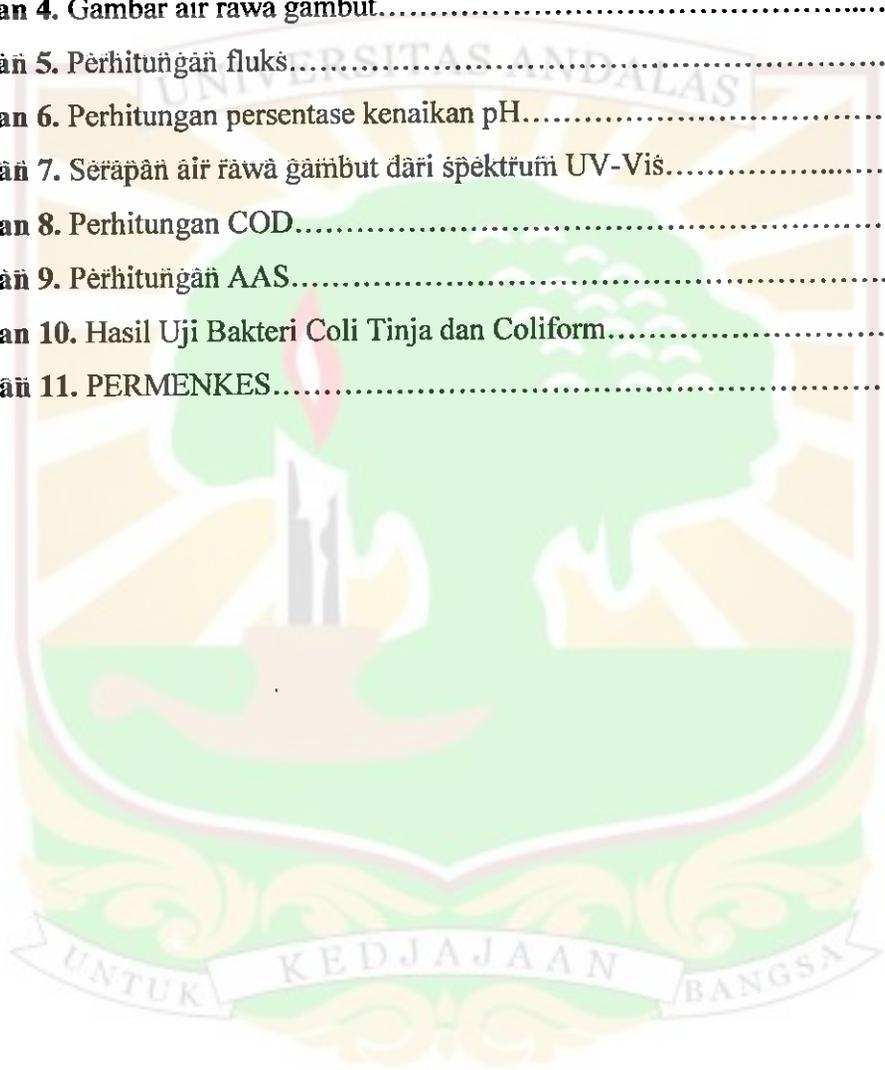
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur asam humat.....	7
Gambar 2. Skema spektrofotometer.....	13
Gambar 3. Skema spektrofotometer serapan atom.....	13
Gambar 4. Membran keramik sebelum pelapisan TiO_2	19
Gambar 5. Grafik hubungan volume/waktu aliran air hasil penjernihan dengan hari pemakaian membran keramik	21



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur penelitian.....	36
Lampiran 2. Skema rangkaian alat	38
Lampiran 3. Gambar membran keramik.....	39
Lampiran 4. Gambar air rawa gambut.....	41
Lampiran 5. Perhitungan fluks.....	42
Lampiran 6. Perhitungan persentase kenaikan pH.....	44
Lampiran 7. Serapan air rawa gambut dari spektrum UV-Vis.....	45
Lampiran 8. Perhitungan COD.....	49
Lampiran 9. Perhitungan AAS.....	52
Lampiran 10. Hasil Uji Bakteri Coli Tinja dan Coliform.....	59
Lampiran 11. PERMENKES.....	60



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan makhluk hidup lainnya dan fungsinya bagi kehidupan tersebut tidak akan dapat digantikan oleh senyawa lainnya. Sebahagian besar tubuh makhluk hidup terdiri dari air karena itu keberadaannya sangat penting dalam menunjang kelangsungan hidup di bumi. Air yang digunakan harus memenuhi syarat dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Secara kualitas, air harus tersedia pada kondisi yang memenuhi syarat kesehatan. Kualitas air dapat ditinjau dari segi fisika, kimia dan biologi.^[1,2]

Dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan akan air bersih juga semakin bertambah sehingga kelangkaan air bersih tak jarang terjadi. Bagi kebanyakan masyarakat di Indonesia kebutuhan sarana air bersih belum memadai, terutama bagi penduduk yang tinggal di daerah pasang surut dan daerah rawa atau daerah tanah gambut seperti halnya penduduk di daerah rawa Sumatra dan Kalimantan yang masih saja kesulitan dalam memperoleh air bersih. Pengadaan air bersih di daerah-daerah berawa sangat susah dipenuhi. Hal ini disebabkan karena sumber air yang terdapat di daerah rawa gambut berwarna coklat dan bersifat asam.^[2,3]

Air rawa gambut merupakan air permukaan dari tanah gambut yang bewarna merah kecoklatan, bersifat asam, berbau kurang sedap dan kandungan zat organik yang relatif tinggi. Warna merah kecoklatan dari air rawa gambut ini disebabkan komponen asam humatnya, disamping komponen asam fulvat dan humin.^[4]

Berdasarkan parameter standar baku mutu air minum, ternyata kondisi air rawa gambut tidak memungkinkan untuk dijadikan air minum karena tidak memenuhi persyaratan baik secara fisika, kimia dan mikrobiologi. Meskipun demikian, banyak penduduk yang terpaksa memanfaatkan air tersebut. Padahal air yang tidak bagus kualitasnya akan berakibat kurang baik bagi kesehatan masyarakat. Keterbatasan pengetahuan dan sarana penunjang air bersih menjadi salah satu faktor penyebabnya. Oleh karena itu, perlu adanya teknologi tepat guna untuk mengubah air rawa gambut menjadi air minum sesuai dengan standar baku mutunya.

Penjernihan air rawa gambut dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain melalui koagulasi, filtrasi dan sedimentasi. Proses koagulasi umumnya menggunakan bahan-bahan kimia, sedangkan proses filtrasi dengan cara tradisional masih menggunakan pasir tidak efektif untuk air rawa gambut. Salah satu cara yang dapat dikembangkan untuk mengolah atau untuk menjernihkan air rawa gambut adalah filtrasi dengan menggunakan membran keramik. Membran keramik merupakan salah satu bagian dari membran padat yang memiliki pori-pori yang kecil, ukuran diameter lubang penyaring (pori-pori) dari membran keramik yaitu berkisar dari 0,01 μm sampai 10 μm . Namun, ukuran pori ini masih terlalu besar untuk ukuran asam humat yang terdapat dalam air rawa gambut.^[4]

Pada penelitian ini, dilakukan pelapisan satu sisi dengan titania (TiO_2) yang bertujuan untuk memperkecil pori-pori keramik sehingga dapat digunakan untuk menyaring senyawa organik dan anorganik yang terdapat pada air rawa gambut. Beberapa penelitian penjernihan air rawa gambut dengan menggunakan membran keramik telah dilakukan. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa membran keramik modifikasi titania memberikan efek yang baik dibandingkan tanpa modifikasi. Pelapisan dengan menggunakan TiO_2 memberikan efektifitas tingkat penjernihan hingga 80% untuk 5 kali pelapisan. Selain itu, juga dapat menaikkan pH dan menurunkan COD.^[4]

Suci Daniati juga telah melakukan penelitian dengan menggunakan membran keramik modifikasi TiO_2 dan SiO_2 . Hasil yang didapatkan memperlihatkan bahwa membran keramik yang dilapisi dengan TiO_2 lebih baik hasilnya dibandingkan dengan SiO_2 .^[3]

Selain dengan pelapisan, efisiensi penjernihan menggunakan membran keramik juga dapat dilakukan dengan proses pembakaran. Proses pembakaran dapat mengubah struktur mikro pori membran keramik menjadi lebih kecil dan dapat meningkatkan jumlah pori sehingga dapat digunakan untuk menyaring air rawa gambut menjadi air yang jernih.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil analisa air rawa gambut sebelum dan sesudah penyaringan?

2. Bagaimana pengaruh pengulangan pembakaran membran terhadap hasil yang diperoleh?
3. Apakah hasil penyaringan terhadap air rawa gambut telah memenuhi baku mutu air minum?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menjernihkan air rawa gambut dengan cara menyaring air rawa gambut menggunakan membran keramik modifikasi satu sisi dengan titania dan melihat pengaruh pembakaran terhadap efisiensi membran keramik modifikasi satu sisi dengan titania dalam penjernihan air rawa gambut.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya proses penyaringan dengan menggunakan membran keramik ini, dapat diperoleh informasi kelayakan air rawa gambut hasil penjernihan menggunakan membran keramik modifikasi satu sisi dengan titania sebagai air minum oleh masyarakat yang ketersediaannya tidak memenuhi persyaratan kesehatan terutama bagi masyarakat yang berada di sekitar lahan gambut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Air Minum

Proses pengolahan air minum merupakan proses perubahan sifat fisik, kimia dan biologi air baku agar memenuhi syarat menjadi air minum.^[2]

Adapun proses pengolahan air diantaranya:

1. Pengolahan air secara fisik

Pengolahan air secara fisik adalah proses pengolahan air secara sederhana tanpa penambahan zat kimia tertentu. Pengolahan ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

a. Penyaringan (filtrasi)

Penyaringan merupakan proses pemisahan antara padatan/koloid dengan cairan. Proses penyaringan bisa merupakan proses awal (*primary treatment*) atau penyaringan dari proses sebelumnya, misalnya penyaringan dari hasil koagulasi.

b. Sedimentasi (pengendapan)

Sedimentasi merupakan proses pengendapan bahan padat dari air olahan. Prinsip sedimentasi adalah pemisahan bagian padat dengan memanfaatkan gaya gravitasi sehingga bagian yang padat berada di dasar kolam pengendapan, sedangkan air murni di atas.

c. Absorpsi dan Adsorpsi

Absorpsi merupakan penyerapan ion bebas dalam air olahan oleh suatu adsorben. Sebagai contoh, penyerapan ion oleh karbon aktif. Adsorpsi merupakan pengikatan ion-ion bebas di dalam air oleh adsorben.

d. Elektrodialisis

Elektrodialisis merupakan proses pemisahan ion-ion yang larut di dalam air limbah dengan memberikan dua kutub listrik yang berlawanan dari arus searah (*direct current*, DC). Ion positif akan bergerak ke kutub negatif (katoda), sedangkan ion negatif akan bergerak ke kutub positif (anoda).

2. Pengolahan air secara kimia

Pengolahan air secara kimia adalah proses pengolahan air dengan melakukan penambahan bahan kimia tertentu untuk memperbaiki kualitas air. Pengolahan ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

a. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan melalui reaksi kimia. Reaksi koagulasi dapat berjalan dengan membubuhkan zat pereaksi (koagulan) sesuai dengan zat yang terlarut. Koagulan yang banyak digunakan adalah kapur, tawas dan kaporit.

b. Aerasi

Aerasi merupakan suatu sistem oksigenasi melalui penangkapan O_2 dari udara pada air olahan yang akan diproses. Pemasukan oksigen ini bertujuan agar oksigen yang ada di udara bereaksi dengan kation yang ada dalam air olahan. Reaksi kation dengan oksigen menghasilkan oksida logam yang sukar larut sehingga dapat mengendap.

3. Pengolahan air secara mikrobiologi

Upaya memperbaiki mikrobiologi air minum yang paling konvensional adalah dengan cara mematikan mikroorganisme. Proses ini bisa dilakukan sekaligus dengan proses koagulasi ataupun melalui praktek sederhana dengan mendidihkan air hingga $100^\circ C$.

2.1.1 Standar Baku Mutu Air Minum

Standar mutu air minum atau air untuk kebutuhan rumah tangga ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Standar baku air minum tersebut disesuaikan dengan Standar Internasional yang dikeluarkan oleh *World Health Organization* (WHO).

Standarisasi kualitas air tersebut bertujuan untuk memelihara, melindungi dan mempertinggi derajat kesehatan masyarakat, terutama bagi pengelolaan air atau kegiatan usaha mengolah dan mendistribusikan air minum untuk masyarakat umum. Kualitas air yang digunakan sebagai air minum sebaiknya memenuhi persyaratan secara fisik, kimia dan mikrobiologi.^[2]

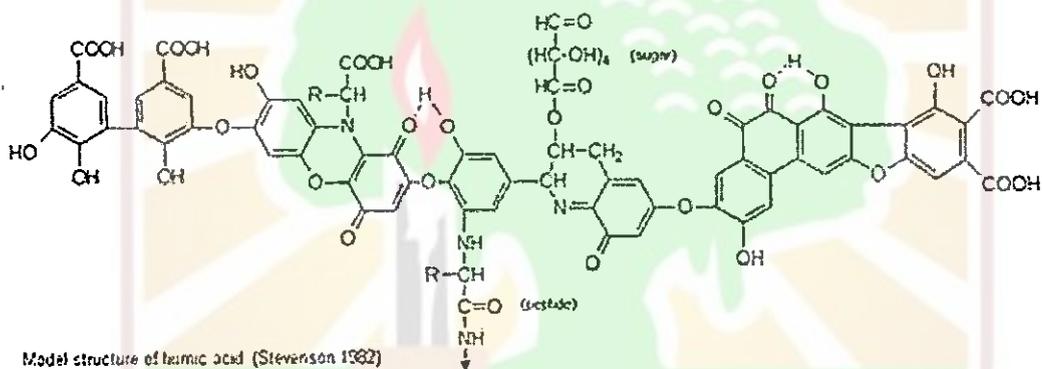
1. Tahap koagulasi, flokulasi, absorpsi dan sedimentasi

Tahap ini berlangsung dengan mencampurkan zat koagulasi yang dilengkapi pengaduk. Bahan koagulan yang dapat digunakan antara lain kapur, tawas, dan tanah liat.

2. Tahap penyaringan (filtrasi)

Bahan yang digunakan untuk penyaringan adalah pasir dan batu kerikil. Pasir yang terdapat di daerah gambut merupakan pasir kuarsa yang mengandung kalsium dan magnesium.

Air rawa gambut banyak mengandung komponen asam humat. Berikut merupakan gambar struktur asam humat:



Gambar 1. Struktur Asam Humat

2.3 Keramik

Keramik berasal dari bahasa Yunani 'Keramos' yang berarti bahan yang dibakar atau tembikar. Keramik merupakan salah satu material tertua yang dibuat manusia dan sampai saat ini, keramik banyak diaplikasikan secara luas dalam kehidupan. Keramik dapat didefinisikan sebagai senyawa padat yang terbentuk dari gabungan unsur logam dengan non logam melalui proses pemanasan atau pemanasan dan tekanan.^[7,8]

Istilah keramik mencakup material sintetik yang komponen pentingnya berupa material nonlogam anorganik. Defenisi yang luas ini meliputi semen, beton dan kaca disamping produk lempung yang dibakar yang lebih tradisional seperti batu bata, genteng, tembikar, dan porselen.^[9]

2.3.1 Klasifikasi Keramik

Keramik dapat dibagi atas dua jenis, yaitu: ^[8]

1. Keramik tradisional

Keramik tradisional yaitu keramik yang dibuat dengan menggunakan bahan alam seperti: kuarsa, kaolin, dan lain-lain. Yang termasuk keramik tradisional adalah barang pecah belah, keperluan rumah tangga dan barang industri.

2. Keramik modern

Keramik modern biasa juga dikenal dengan *advanced ceramic* adalah keramik yang dibuat dengan menggunakan oksida-oksida logam seperti Al_2O_3 , ZrO_2 , dan MgO . Keramik ini dapat digunakan sebagai elemen pemanas, semikonduktor, komponen turbin dan di bidang medis.

2.3.2 Komposisi Keramik

Adapun bahan baku keramik pada umumnya terdiri dari tiga bahan utama, yaitu: ^[3,10,11]

1. Lempung

Lempung telah didefinisikan sebagai tanah koheren dan lengket bila dicampur dengan air. Ketika basah, tanah ini mudah dibentuk tetapi jika dikeringkan akan menjadi keras dan rapuh serta mempertahankan bentuknya. Tembikar terbuat dari lempung dan bahan mineral lainnya yang mengandung silika yang dibakar pada temperatur 900-1200°C.

2. Feldspar

Kebanyakan feldspar tersedia berupa sodium atau potassium feldspar maupun feldspar campuran. Feldspar digunakan pada aplikasi industri yang membutuhkan kandungan feldspar berupa amunina dan alkali. Sebagian besar produk yang terbuat dari feldspar antara lain: gelas minum, lantai keramik, bak mandi dan peralatan makan. Rumus kimia feldspar secara umum adalah $X Al (Al,Si) Si_2O_8$ dengan X berupa sodium, potassium atau barium. ^[11]

3. Pasir Kuarsa

Pasir kuarsa adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO ,

MgO dan K₂O, berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya.

2.3.3 Sifat Keramik

Keramik bersifat keras dan kuat tapi rapuh, stabil, dapat bersifat magnetik dan nonmagnetik serta sifat listriknya dapat berupa isolator, semikonduktor, konduktor, bahkan superkonduktor. Keramik biasanya memiliki ikatan yang kuat, ikatannya yaitu ikatan kovalen, ikatan ionik atau campuran dari kedua ikatan tersebut. Keramik memiliki kelebihan dalam hal kekakuan, kekerasan, dan tahan korosi (terutama oleh oksigen dan air). Keramik memiliki kerapatan lebih kecil dari kebanyakan logam sehingga dapat digunakan sebagai pengganti logam bila bobot merupakan hal yang dipertimbangkan. Kebanyakan keramik merupakan isolator listrik yang baik pada suhu normal, suatu sifat yang dimanfaatkan dalam elektronika. Keramik bisa bertahan dengan baik pada suhu tinggi. Selain kelebihan tersebut, keramik juga memiliki kelemahan. Keramik biasanya memiliki kekuatan tarik yang rendah sehingga mudah retak.^[8,7,9]

2.4 Membran Keramik

Salah satu cara yang dapat dikembangkan untuk mengolah atau untuk menjernihkan air rawa gambut adalah filtrasi dengan menggunakan teknologi membran. Membran terdiri dari dua macam yaitu membran padat dan membran cair. Membran keramik merupakan salah satu bagian dari membran padat. Membran keramik memiliki kelebihan diantaranya yaitu inert dan stabil pada temperatur yang tinggi. Kestabilan ini membuat aplikasi membran mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi cocok digunakan dalam bidang makanan, bioteknologi, dan di bidang kesehatan. Membran keramik ini memiliki pori-pori yang kecil, ukuran diameter lubang penyaring (pori-pori) dari membran keramik yaitu berkisar dari 0,01 µm sampai 10 µm.^[4,12]

Akan tetapi, ukuran ini masih cukup besar bila digunakan untuk penyaringan air dengan tujuan sebagai air minum. Untuk itu, pada penelitian ini membran keramik yang digunakan dimodifikasi dengan titania (TiO₂) untuk dapat memperkecil pori membran. Proses ini dilakukan dengan metoda pencelupan atau *dip coating*.



2.5 Titanium Oksida

Titania merupakan senyawaan biner dari titanium, dimana titania pada umumnya berupa padatan inert, non toksik, tahan terhadap panas, dan dapat digunakan untuk pembuatan membran keramik serta untuk pigmen warna putih pada cat.^[13]

Sifat titanium diantaranya:

1. Sangat tahan terhadap serangan asam atau basa
2. Tahan terhadap korosi
3. Dapat larut dalam HCl panas
4. Logam yang paling ringan

Di alam, titanium oksida terjadi dalam tiga bentuk fasa seperti brookite (orthorhombic), anatase (tetragonal) and rutile (tetragonal). Penggunaan titanium dioksida (TiO_2) sintetis baik dalam bentuk tetragonal rutile ataupun anatase sangat banyak dipakai dalam industri antara lain sebagai pigmen warna putih pada cat, bahan utama keramik untuk elektronik (BaTiO_3), dan bahan baku untuk pelapisan optik (*film-optic*).^[14,15]

Tabel 1. Karakteristik dari fasa-fasa TiO_2 ^[15]

Karakteristik	Rutile	Anatase	Brookite
Bentuk Kristal	Tetragonal	Tetragonal	Orthorombic
Massa jenis (g/cm^3)	4,27	3,9	4,13
Indeks bias	2,72	2,52	2,63
Band gap (eV)	3,05	3,26	-
Konstanta kisi c/a (nm)	0,644	2,51	0,944
Titik leleh ($^\circ\text{C}$)	1825	Transformasi ke rutile	Transformasi ke rutile

2.6 Proses Sol-Gel

Sol adalah suatu larutan koloid dimana partikel padat terdispersi di dalam suatu cairan dengan ukuran partikel 1-100 μm , sedangkan gel adalah jaringan tiga dimensi yang terbentuk dari peristiwa kondensasi bertingkat dari larutan koloid (sol). Proses sol-gel merupakan suatu proses pembentukan bahan dasar menjadi sol lalu menjadi gel dan selanjutnya dilakukan perlakuan panas hingga didapatkan bentuk yang diinginkan.^[16]

Prinsip dasar sol-gel adalah pembentukan larutan prekursor dari senyawa yang diinginkan dalam pelarut organik, polimerisasi larutan untuk pembentukan gel, pengeringan dan pembakaran gel untuk menghilangkan senyawa organik dan membentuk oksida anorganik akhir. Proses sol-gel ini memiliki dua metoda yang dikenal dengan metoda alkoksida dan koloid. Metoda alkoksida yaitu proses sol-gel dengan menggunakan logam alkoksida sebagai prekursor, sedangkan metoda koloid yaitu proses sol-gel yang menggunakan selain alkoksida sebagai prekursor, seperti nitrat, karboksilat, asetil asetonat dan klorida.^[17]

Reaksi kimia didalam proses sol-gel dapat ditulis sebagai berikut:

a. Reaksi Hidrolisis



b. Reaksi Kondensasi

Reaksi ini melalui dua cara yaitu :

a. Kondensasi yang menghasilkan alkohol



b. Kondensasi yang menghasilkan air



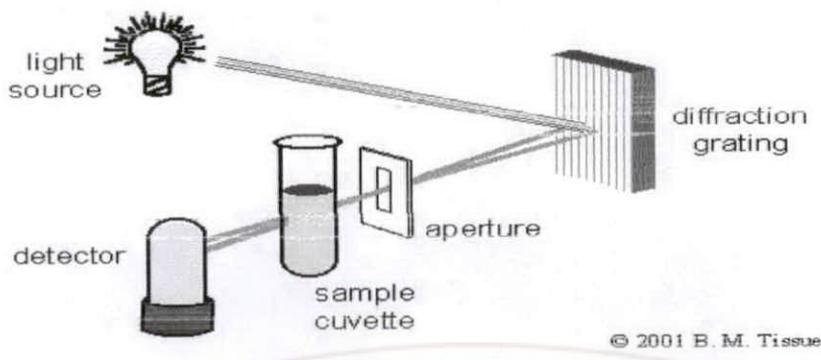
2.7 Karakterisasi Air Rawa Gambut

2.7.1 Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. pH juga salah satu cara untuk menyatakan konsentrasi ion H^+ . Dalam penyediaan air, pH merupakan suatu faktor yang harus dipertimbangkan mengingat bahwa derajat keasaman dari air akan sangat mempengaruhi aktivitas pengolahan yang akan dilakukan, misalnya dalam melakukan koagulasi, desinfeksi dan pencegahan korosi. Organisme sangat sensitif terhadap perubahan ion hidrogen. Pada proses penjernihan air dan air limbah, pH menjadi indikator untuk meningkatkan efisiensi proses penjernihan.^[5]

2.7.2 Spektrofotometer UV-Vis

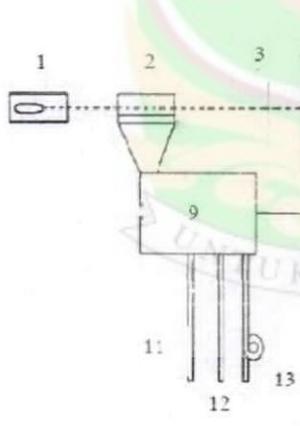
Analisis spektrofotometri merupakan suatu metoda analisa yang didasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu larutan berwarna pada panjang



Gambar 2. Skema spektrofotometer

2.7.3 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Metode spektrofotometer serapan atom (SSA) berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang tertentu mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Transisi elektronik suatu atom bersifat spesifik. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Dalam peralatan AAS ada suatu alat yang digunakan untuk mengatomisasi atom yang akan dianalisa, yaitu atomizer. Atomisasi ini dapat dilakukan baik dengan nyala maupun tungku grafit.^[19]



- Keterangan :**
- 1 : Lampu katoda
 - 2 : Tungku
 - 3 : Entrance Slit
 - 4 : Monokromator
 - 5 : Exit Slit
 - 6 : Foto Detektor
 - 7 : Amplifier
 - 8 : Skala Pembacaan
 - 9 : Nebulizer
 - 10 : Sampel
 - 11 : Gas Asetilen
 - 12 : Udara
 - 13 : Buangan

Gambar 3. Skema Spektrofotometer Serapan Atom



2.7.4 Kebutuhan Oksigen Kimia (Chemical Oxygen Demand COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen (mg O₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi KMnO₄ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi. Prinsip pengukuran COD dilakukan dengan menggunakan larutan KMnO₄ sebagai sumber oksigen dan pada suasana asam.^[20]

Rumus penentuan COD:

$$\text{COD (ppm)} = \frac{(B-C) \times N \text{ tiosulfat} \times 8000}{\text{Volume sampel}} \times P$$

Dimana:

B : ml Na₂S₂O₃ untuk blanko

C : ml Na₂S₂O₃ untuk sampel

P : faktor pengenceran

2.7.5 Uji Mikroorganisme

Salah satu kualitas air yaitu kualitas biologis yang berhubungan dengan adanya mikroba patogen (penyebab penyakit, terutama penyakit perut), pencemar (terutama bakteri Coli) dan penghasil toksin. Koliform merupakan suatu grup bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu dan produk-produk susu. Adanya bakteri koliform di dalam makanan/minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan. Untuk mengetahui jumlah koliform di dalam contoh digunakan metode *Most Probable Number* (MPN).^[21]

III. METODA PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Elektro/Fotokimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang, dari bulan Januari 2012 sampai April 2012. Uji warna, kekeruhan dan mikroorganisme dilakukan di Laboratorium Kesehatan. Pengukuran logam sampel di Laboratorium Air, Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Andalas. Pengukuran serapan UV-Vis di Laboratorium Sentral Pengukuran, Universitas Andalas.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas, wadah plastik, stirrer bar, magnetic stirrer, pipa paralon, pH meter, furnace, oven dan spektrofotometer UV-Vis.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah titanium isopropoksida (TIP) digunakan sebagai larutan prekursor, isopropanol digunakan sebagai pelarut, dietanol amin (DEA) digunakan sebagai zat aditif, aquades digunakan sebagai pembilas membran keramik saat dibersihkan, dan air rawa gambut yang berasal dari kawasan Mutiara Agam, Tiku.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Membran Keramik

Membran keramik yang digunakan diperoleh dari keramik lantai yang ada di pasaran yaitu dengan menggunakan empat buah keramik dengan merek yang sama. Keramik tersebut diambil hanya bagian dalamnya saja sedangkan bagian yang licinnya dibuang. Membran keramik ini dibentuk seperti lingkaran berdiameter 4,5 cm kemudian ditipiskan hingga ketebalannya 1 mm.

3.3.2 Pembuatan Sol Titanium Oksida (TiO₂)

Proses pembuatan sol TiO₂ dilakukan dengan menambahkan 22,5 ml isopropanol ke dalam 3 ml DEA 1,5 M dilanjutkan dengan penambahan 4,5 ml TIP 0,75 M. Kemudian dilakukan pengadukan (distirrer) selama ± 4 jam pada suhu kamar. Selanjutnya untuk pelapisan, keramik dicelupkan ke dalam sol TiO₂ selama ± 30 detik. Proses pelapisan hanya dilakukan pada satu sisi membran keramik. Setelah itu dilakukan proses pemanasan dan pengeringan yaitu lapisan yang telah melekat pada membran keramik diuapkan pelarutnya dengan pemanasan di dalam oven bersuhu 100°C selama ±30 menit. Kemudian dibakar dalam furnace pada suhu 400°C selama 1 jam. Proses pelapisan hingga pembakaran dilakukan berulang kali hingga tiga kali ulangan.

Setelah proses pembakaran diperoleh membran keramik modifikasi satu sisi dengan TiO₂ dengan satu kali pengulangan pembakaran. Untuk mendapatkan variasi dua kali pengulangan pembakaran, pembakaran membran keramik kembali dilanjutkan pada suhu yang sama. Begitu juga untuk mendapatkan variasi tiga kali pengulangan pembakaran, pembakaran membran keramik kembali dilanjutkan setelah dua kali pengulangan pembakaran. Kemudian membran keramik ditempelkan pada *water moor* dari rangkaian alat yang disiapkan dan dialirkan air rawa gambut hingga diperoleh air yang siap untuk dianalisa.

3.3.3 Proses Penyaringan

Proses penyaringan dilakukan dengan menggunakan rangkaian alat dari pipa paralon yang telah dirancang. Pada rangkaian tersebut dibuat dua jalur aliran, dimana aliran pertama dibuat melewati butiran arang dan keramik sedangkan aliran kedua tidak melewati keduanya. Butiran arang dan keramik ini telah ditumbuk dan diayak sehingga didapatkan ukuran yang sama. Keduanya digunakan sebagai prefiltrasi sebelum akhirnya air rawa gambut melewati membran keramik modifikasi satu sisi dengan titania. Jalur aliran pertama ini dibuat bercabang tiga yang diujungnya ditempatkan tabung reaksi, yakni untuk menampung air pada variasi pengulangan pembakaran satu, dua dan tiga kali. Sedangkan jalur aliran kedua digunakan sebagai perbandingan analisa air yang tanpa prefiltrasi dengan membran keramik.

3.4 Karakterisasi Air Rawa Gambut

3.4.1 Analisis Sifat Fisik Air Rawa Gambut

Parameter yang dilakukan pada analisis fisik ini yaitu warna dan kekeruhan. Analisis yang digunakan untuk kedua parameter ini dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Untuk parameter kekeruhan digunakan SNI:06-6989.(1)25-2005, sedangkan untuk parameter warna digunakan SNI:06-6989.(1)24-2005.

3.4.2 Pengukuran pH Air Rawa Gambut

Pengukuran pH air rawa gambut dilakukan sebelum dan sesudah penjernihan dengan menggunakan pH meter. Sebelum digunakan untuk mengukur pH air rawa gambut, batang elektroda pH meter dibilas dulu ke dalam aquades, kemudian dimasukkan ke dalam buffer pH 7 dan buffer pH 4. Air rawa gambut yang telah disaring dimasukkan ke dalam beaker gelas 100 ml sebanyak ± 10 ml lalu diukur pH-nya.

3.4.3 Pengukuran Spektrum Serapan Air Rawa Gambut

Pengukuran spektrum serapan air rawa gambut dilakukan dengan alat spektrofotometer UV-Vis pada daerah 200-700 nm untuk melihat tingkat kejernihannya yang ditunjukkan dengan menurunnya pola spektrum serapan pada daerah UV-Vis akibat berkurangnya senyawa organik seperti asam humat. Pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis dilakukan sebelum dan sesudah penjernihan dengan cara 4 ml air rawa gambut dimasukkan ke dalam kuvet yang telah disediakan lalu diukur dengan alat spektrofotometer UV-Vis.

3.4.4 Pengukuran Spektrum Absorpsi Atom Air Rawa Gambut

Pengukuran serapan absorpsi atom air rawa gambut dilakukan dengan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Pengukuran dengan AAS ini dilakukan untuk menganalisis kandungan logam Cu, Ca, Mg, Zn, dan Fe yang terdapat pada sampel air rawa gambut sebelum dan sesudah penjernihan. Pada analisis ini sebelumnya dilakukan pengukuran absorpsi larutan standar masing-masing logam sehingga didapatkan persamaan regresi untuk mengetahui kandungan logam tersebut di dalam air rawa gambut sebelum dan sesudah penjernihan.

IV. HASIL DAN DISKUSI

4.1 Pembuatan Membran Keramik Modifikasi Satu Sisi dengan TiO_2

Membran keramik yang digunakan berasal dari keramik yang ada di pasaran, dimana bagian licinnya dibuang terlebih dahulu. Setelah itu, keramik dipotong membentuk lingkaran hingga ukuran diameternya 4,5 cm dan diasah secara manual menggunakan batu asahan hingga ketebalannya 1 mm (Gambar 3b). Ukuran diameter membran keramik ini dibuat dan disesuaikan dengan *water moor* pada rangkaian alat. Sedangkan ukuran ketebalan dibuat agar diperoleh jumlah air hasil penyaringan yang banyak dalam waktu yang relatif singkat.



(a)

(b)

Gambar 4. Membran keramik sebelum pelapisan TiO_2 . (a) Membran keramik sebelum perlakuan. (b) Membran keramik yang telah dipotong dengan ukuran diameter 4,5 cm dan tebal 1 mm.

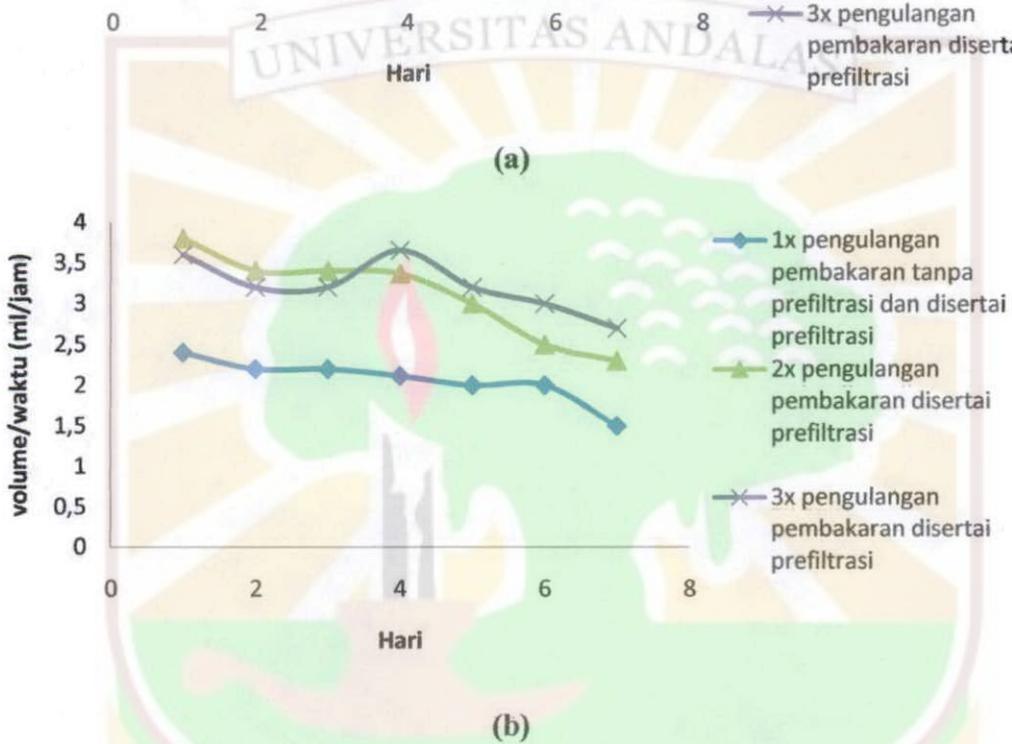
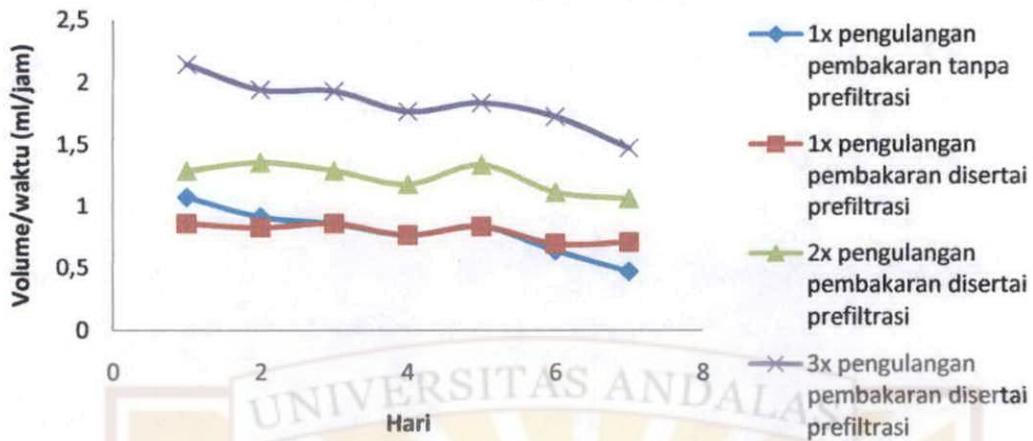
Pembuatan membran keramik modifikasi satu sisi dengan TiO_2 dilakukan dengan cara mencelupkan membran keramik yang telah disiapkan ke dalam sol TiO_2 , dimana larutan sol TiO_2 ini dibuat dengan proses sol-gel. Pada pelapisan membran keramik ini, bagian yang dicelupkan hanya satu sisi sedangkan sisi yang lain tidak dilapisi sol TiO_2 sehingga dihasilkan membran keramik modifikasi satu sisi dengan TiO_2 . Proses pelapisan dengan TiO_2 bertujuan untuk memperkecil pori membran keramik sehingga asam humat yang terkandung di dalam air rawa gambut dapat tersaring.

Pada pembuatan membran keramik modifikasi satu sisi dengan titania ini dilakukan proses pembakaran yang bertujuan untuk menyempurnakan pembentukan TiO_2 . Dengan semakin banyaknya pengulangan pembakaran yang dilakukan, pembentukan TiO_2 akan semakin sempurna. TiO_2 yang terbentuk ini akan menyumbat pori-pori membran keramik sehingga pori-pori membran akan semakin kecil. Pori-pori yang kecil ini dapat menyaring asam humat pada air rawa gambut sehingga dihasilkan air hasil penyaringan yang jernih. Pembakaran membran keramik modifikasi dengan TiO_2 ini juga dapat meningkatkan jumlah pori. Hal ini dapat terjadi karena pembakaran dapat mengubah struktur mikropori membran keramik menjadi lebih kecil dan meningkatkan porositas membran keramik. Semakin banyaknya pengulangan pembakaran yang dilakukan, porositas membran juga akan semakin meningkat sehingga laju alir dari air hasil penyaringan juga akan semakin meningkat. Dengan demikian, jumlah air hasil penyaringan yang diperoleh juga akan semakin banyak.

4.2 Penentuan Fluks Aliran Air Hasil Penjernihan

Fluks aliran air hasil penjernihan yang dihitung merupakan jumlah volume air hasil penjernihan yang didapatkan selama 1 jam dengan luas permukaan membran $5,064\text{cm}^2$. Dalam penelitian ini diamati fluks aliran air dengan menggunakan pompa (pempvakuman) dan tanpa menggunakan pompa atau secara gravitasi. Dengan menggunakan pompa (pempvakuman), jumlah air hasil penyaringan yang diperoleh lebih banyak bila dibandingkan dengan penyaringan tanpa menggunakan pompa. Hal ini disebabkan oleh adanya pengaruh tekanan.

Dari grafik pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin lama laju alir air semakin berkurang. Hal ini disebabkan oleh adanya penyumbatan pada membran keramik sehingga laju alir akan menurun seiring bertambahnya waktu pemakaian membran keramik.



Gambar 5. Grafik hubungan volume/waktu aliran air hasil penjernihan dengan hari pemakaian membran keramik: (a) tanpa menggunakan pompa, (b) dengan menggunakan pompa

Dari hasil perhitungan (lampiran 5) juga dapat dilihat bahwa dengan semakin banyaknya pengulangan pembakaran yang dilakukan maka didapatkan bahwa fluks aliran air hasil penyaringan semakin meningkat. Kondisi ini membuktikan bahwa semakin banyaknya pengulangan pembakaran yang dilakukan, jumlah pori akan semakin meningkat sehingga jumlah air hasil penyaringan juga akan semakin banyak. Dengan demikian, fluks aliran air yang tertinggi dicapai pada penyaringan dengan pengulangan pembakaran terbanyak yaitu tiga kali disertai prefiltrasi dengan fluks

sebesar 0,361 ml/jam/cm² tanpa menggunakan pompa dan 0,636 ml/jam/cm² dengan menggunakan pompa.

4.3 Karakterisasi Air Rawa Gambut

4.3.1 Analisis Sifat Fisik Air

Parameter untuk analisis sifat fisik air yang dilakukan yaitu kekeruhan, dan warna. Berikut merupakan Tabel 2 hasil pengujian sifat fisik air:

UNIVERSITAS ANDALAS

Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisik air

Kode Sampel	Parameter	
	Kekeruhan (NTU)	Warna (TCU)
1	16,0	120,2
2	8,0	67,7
3	6,0	49,6
4	4,0	56,5
5	<0,01	45,1
Baku Mutu	5	15
Metode	SNI: 06-6989. (1)25-2005	SNI: 06-6989. (1)24-2005

Keterangan:

- 1: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

Untuk parameter kekeruhan, didapatkan nilai kekeruhan air rawa gambut sebesar 16,0 NTU (Tabel 2). Nilai ini tidak memenuhi persyaratan sebagai air minum berdasarkan PERMENKES No.492/Menkes/Per/IV/2010, dimana kadar maksimum yang diperbolehkan yaitu 5 NTU. Setelah dilakukan penjernihan dengan variasi pengulangan pembakaran, kekeruhan semakin berkurang. Hal ini menyatakan bahwa semakin banyak dilakukan pengulangan pembakaran, air hasil penjernihan yang diperoleh semakin jernih. Akan tetapi, tidak semua air hasil penjernihan yang memenuhi kadar maksimum yang diperbolehkan. Air hasil penjernihan dengan pengulangan pembakaran satu kali tanpa prefiltrasi dan disertai prefiltrasi tidak

asam humat yang menyebabkan pH bersifat asam dapat meningkatkan nilai pH air rawa gambut.

Tabel 3. Nilai pH air rawa gambut hasil penyaringan dengan membran keramik modifikasi satu sisi dengan TiO₂ dengan berbagai variasi pengulangan pembakaran

Perlakuan Penjernihan Air Rawa Gambut	pH	Kenaikan pH (%)
Air rawa gambut tanpa penjernihan	6,72	-
Air hasil penjernihan dengan 1x pembakaran membran keramik tanpa prefiltrasi	7,93	18,006
Air hasil penjernihan dengan 1x pembakaran membran keramik disertai prefiltrasi	7,95	18,300
Air hasil penjernihan dengan 2x pembakaran membran keramik disertai prefiltrasi	7,95	18,300
Air hasil penjernihan dengan 3x pembakaran membran keramik disertai prefiltrasi	8,07	20,090

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan variasi pengulangan pembakaran membran keramik terhadap efisiensinya dalam menyaring air rawa gambut. Dari data Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin banyak pengulangan pembakaran membran keramik, pH air rawa gambut semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh pengaruh pengulangan pembakaran terhadap membran keramik modifikasi satu sisi dengan titania. Dengan semakin banyaknya pengulangan pembakaran yang dilakukan maka porositas membran keramik akan semakin meningkat sehingga menyebabkan air hasil penjernihan semakin jernih. Oleh karena itu, pH air rawa gambut hasil penjernihan dengan pengulangan pembakaran membran keramik tiga kali sebesar 8,07 mencapai kenaikan tertinggi yaitu 20,09%. (lampiran 6)

Air hasil penjernihan dengan pengulangan pembakaran membran keramik satu dan dua kali memberikan nilai pH yang berkisar sama atau tidak mengalami kenaikan yang signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh ketebalan membran yang tidak sama karena pembuatan membran dilakukan secara manual sehingga pH air hasil penyaringan dengan pengulangan pembakaran membran keramik satu dan dua kali bernilai sama yaitu 7,95.

Adanya prefiltrasi dengan butiran arang dan keramik yang dilakukan juga dapat meningkatkan nilai pH air rawa gambut secara tidak signifikan. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan nilai pH air hasil penyaringan dengan adanya prefiltrasi dan tanpa prefiltrasi. Nilai pH dengan dan tanpa adanya prefiltrasi pada pengulangan pembakaran satu kali tidak terlalu berbeda jauh. pH air rawa gambut tanpa prefiltrasi yaitu 7,93 dan pH air rawa gambut dengan adanya prefiltrasi yaitu 7,95. Prefiltrasi dengan butiran arang dan keramik ini bertujuan untuk menyerap bau dan warna dari air rawa gambut sehingga didapatkan air hasil penjernihan yang tidak berbau dan jernih. Dengan adanya perbandingan nilai pH dengan dan tanpa prefiltrasi yang tidak signifikan, menunjukkan bahwa prefiltrasi disamping berpengaruh dalam menyerap asam humat yang terkandung di dalam air rawa gambut juga dapat menyerap senyawa-senyawa lain yang bersifat basa secara hampir proporsional.

pH air rawa gambut baik sebelum dan sesudah penyaringan ini telah memenuhi persyaratan kualitas air secara kimiawi berdasarkan PERMENKES tahun 2010, dimana rentang pH yang diperbolehkan untuk air minum yaitu 6,5 – 8,5. Hal ini menunjukkan bahwa dari segi pH, air rawa gambut baik sebelum dan sesudah penyaringan dapat digunakan sebagai sumber air minum.

4.3.3 Pengukuran Spektrum Serapan UV-Vis Air Rawa Gambut

Spektrum serapan air rawa gambut diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran spektrum serapan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penjernihan air rawa gambut. Air rawa gambut yang jernih akan memiliki nilai absorban yang rendah. Hal ini disebabkan oleh rendahnya konsentrasi senyawa organik yang terkandung di dalam air rawa gambut. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa semakin rendah nilai absorban pada spektrum serapan maka jumlah senyawa organik yang terkandung di dalamnya akan semakin kecil.

a. Pengukuran Spektrum Serapan UV-Vis Air Rawa Gambut Sebelum Penyaringan

Pada spektrum serapan air rawa gambut sebelum penjernihan (lampiran 7) dapat diamati adanya puncak-puncak kecil berupa gerigi di sekitar panjang gelombang 230,20 nm, 234,88 nm, dan 239,77 nm. Hal ini menunjukkan bahwa di dalam air rawa gambut terdapat berbagai senyawa organik dengan berbagai gugus fungsi. Dari

Tabel 4. Penurunan spektrum serapan UV-Vis air rawa gambut

Kode Sampel	λ (nm)	A	Penurunan serapan (%)
1		0,85	-
2		0,50	41,17
3	270	0,45	47,06
4		0,44	48,25
5		0,40	52,94

Keterangan:

- 1: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

Dari Tabel 4 di atas juga dapat dilihat bahwa spektrum serapan untuk penjernihan dengan satu kali pengulangan pembakaran disertai prefiltrasi juga mengalami penurunan, dimana nilai absorbannya yaitu 0,45 dengan penurunan serapan sebesar 47,06%. Bila dibandingkan dengan absorbansi air hasil penjernihan dengan satu kali pengulangan pembakaran tanpa prefiltrasi, nilai absorbansi tersebut lebih rendah. Data ini menunjukkan bahwa adanya prefiltrasi dengan karbon dan keramik berpengaruh dalam menurunkan nilai absorbansi air hasil penjernihan. Dengan adanya prefiltrasi, air hasil penjernihan dengan nilai yang rendah tampak lebih jernih. Hal ini disebabkan oleh prefiltrasi dapat menyerap warna dari air rawa gambut.

Begitu juga dengan air hasil penjernihan dua kali pengulangan pembakaran. Nilai absorbansi air hasil penjernihan tersebut lebih rendah dari air hasil penjernihan tanpa prefiltrasi, dimana nilai absorbannya yaitu 0,44. Dari hasil perhitungan, didapatkan bahwa penurunan serapan air rawa gambut dengan dua kali pengulangan pembakaran adalah 48,23%. (lampiran 7.2)

Dari perbandingan spektrum pada lampiran 7.1 dapat dilihat bahwa semakin banyak pengulangan pembakaran yang dilakukan terhadap membran keramik yang dilapisi satu sisi dengan titania, serapan air rawa gambut menjadi semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa pengulangan pembakaran mempengaruhi efisiensi membran keramik dalam menyaring air rawa gambut. Semakin banyak dilakukan pengulangan pembakaran maka serapan dari air rawa gambut menjadi menurun sehingga air hasil penjernihan dengan pengulangan pembakaran tiga kali lebih jernih

dari pada pengulangan satu dan dua kali pembakaran. Berdasarkan data pada panjang gelombang 270 nm, nilai absorban air hasil penjernihan dengan tiga kali pembakaran yaitu 0,40. Dengan demikian, dari hasil perhitungan diperoleh bahwa penurunan spektrum serapan tertinggi dicapai pada penjernihan dengan tiga kali pengulangan pembakaran membran keramik modifikasi satu sisi dengan TiO_2 , yaitu 52,94%.(lampiran 7.2)

4.3.4 Penentuan COD Air Rawa Gambut

Penentuan nilai COD dilakukan dengan cara titrasi dengan natrium tiosulfat, amilum sebagai indikator dan KMnO_4 sebagai oksidator. Dari hasil perhitungan (lampiran 8) maka diperoleh nilai COD dari air rawa gambut sebelum penjernihan sebesar 267,456 mg O_2/l . Tingginya nilai COD air rawa gambut sebelum penjernihan ini disebabkan oleh banyaknya kandungan zat organik pada air rawa gambut. Kondisi ini menjadikan air rawa gambut tidak memenuhi persyaratan untuk air minum. Sesudah dilakukan penjernihan dengan berbagai variasi pengulangan pembakaran membran keramik modifikasi satu sisi dengan TiO_2 nilai COD air rawa gambut menjadi menurun (Tabel 5). Menurunnya nilai COD menunjukkan bahwa kandungan zat organik pada air rawa gambut menjadi berkurang.

Tabel 5. Nilai COD air rawa gambut hasil penjernihan

Perlakuan Penyaringan Air Rawa Gambut	Nilai COD (mg O_2/l)	Penurunan COD (%)
Air rawa gambut tanpa penjernihan	267,456	-
Air hasil penjernihan dengan 1x pembakaran membran keramik tanpa prefiltrasi	71,3216	73,33
Air hasil penjernihan dengan 1x pembakaran membran keramik disertai prefiltrasi	62,4064	76,66
Air hasil penjernihan dengan 2x pembakaran membran keramik disertai prefiltrasi	62,4064	76,66
Air hasil penjernihan dengan 3x pembakaran membran keramik disertai prefiltrasi	53,4912	80

Dari Tabel 5 dapat dilihat adanya penurunan nilai COD sesudah penjernihan dengan membran keramik modifikasi satu sisi dengan TiO_2 dengan berbagai variasi pengulangan pembakaran. Pelapisan dengan TiO_2 yang bertujuan untuk mengecilkkan

pori-pori membran keramik dapat menyaring zat-zat organik yang terkandung di dalam air rawa gambut. Hal ini dapat dilihat dengan persentase penurunan COD.

Penurunan nilai COD juga bertambah seiring meningkatnya pengulangan pembakaran yang dilakukan pada membran keramik modifikasi satu sisi dengan titania. Kondisi ini dapat diamati dengan adanya penurunan nilai COD tertinggi yang dicapai pada penjernihan dengan pengulangan pembakaran membran keramik tiga kali yaitu 80% (lampiran 8.5) dengan nilai COD sebesar 80 mg O₂/l. Dengan adanya pengulangan pembakaran yang meningkatkan porositas pada membran, kadar zat organik di dalam air rawa gambut yang disaring akan semakin berkurang sehingga nilai COD menjadi turun. Penurunan nilai COD ini menunjukkan tingkat kejernihan air rawa gambut hasil penjernihan yang dilakukan, dimana semakin menurun nilai COD maka kejernihan air rawa gambut akan semakin meningkat. Akan tetapi, penurunan nilai COD ini tidak dapat menjadikan air rawa gambut dikonsumsi sebagai air minum. Hal ini disebabkan oleh nilai COD air rawa gambut sebelum dan sesudah penjernihan ini tidak memenuhi persyaratan baku mutu air minum PERMENKES tahun 2010. Nilai COD yang diperbolehkan yaitu 10 mg/l.

4.3.5 Pengukuran Spektrum Absorpsi Atom Air Rawa Gambut

Pengukuran spektrum absorpsi atom dilakukan dengan menggunakan AAS. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam di dalam air rawa gambut. Kandungan logam yang diukur pada penelitian ini yaitu Cu, Fe, Ca, Mg dan Zn.

a. Logam Cu

Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa kandungan Cu yang ada di dalam air rawa gambut sebelum penjernihan yaitu 3,26 ppm. Hasil ini tidak memenuhi persyaratan berdasarkan PERMENKES tahun 2010, dimana batas maksimum logam Cu yang diperbolehkan yaitu 2 ppm. Setelah dilakukan penjernihan terjadi penurunan kandungan Cu, dimana semakin banyak pengulangan pembakaran membran keramik yang dilakukan kandungan Cu semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya peningkatan jumlah pori akibat pembakaran, logam Cu dapat tersaring dengan baik menggunakan membran keramik modifikasi satu sisi dengan titania ini. Data penurunan kandungan Cu ini dapat dilihat pada lampiran 9.1.2. Pada

pengulangan satu kali pembakaran tanpa prefiltrasi diperoleh kandungan Cu 2,02 ppm. Hasil ini masih belum memenuhi persyaratan standar baku air minum. Akan tetapi, pada penjernihan yang disertai prefiltrasi, kandungan Cu yang ada pada air hasil penjernihan berada pada rentang di bawah 2 ppm. Hasil ini menyatakan bahwa air hasil penjernihan tersebut memenuhi persyaratan dari segi kandungan Cu berdasarkan PERMENKES tahun 2010.

b. Logam Ca

Setelah dilakukan pengukuran, diperoleh kandungan Ca air rawa gambut sebelum penjernihan yaitu 23,238 ppm. Kadar Ca di dalam air yang diperbolehkan untuk air minum yaitu berkisar antara 50-100 mg/l. Hal ini berarti kandungan Ca air rawa gambut memenuhi persyaratan kadar Ca untuk air minum. Setelah dilakukan penjernihan, kadar Ca air rawa gambut menurun seiring meningkatnya jumlah pengulangan pembakaran membran keramik yang dilakukan. Data penurunan kandungan Ca ini dapat dilihat pada lampiran 9.2.2. Pengukuran kandungan logam Ca ini perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat kesadahan air rawa gambut. Adanya kandungan garam-garam yang dapat larut di dalam air terutama Ca dan Mg akan membuat kesadahan air tinggi. Dari data pengukuran, nilai kandungan Ca pada air rawa gambut sebelum dan sesudah penjernihan masih berada pada rentang yang diperbolehkan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa tingkat kesadahan air rawa gambut tersebut masih rendah.

c. Logam Mg

Sehubungan dengan logam Ca, kandungan logam Mg juga berhubungan dengan tingkat kesadahan. Oleh karena itu, kadar logam Mg di dalam air rawa gambut juga perlu diketahui. Dari hasil pengukuran diperoleh bahwa kandungan logam Mg air rawa gambut sebelum penjernihan adalah 19,20 ppm. Setelah dilakukan penjernihan dengan variasi pengulangan pembakaran membran keramik, terjadi penurunan kandungan logam Mg (lampiran 9.3.2). Penurunan kadar logam Mg terbesar mencapai 76,19% pada penjernihan dengan pengulangan pembakaran membran keramik tiga kali. Persyaratan kadar logam Mg yang diperbolehkan untuk air minum sama dengan kadar logam Ca yaitu 50-100 mg/l. Hal ini berarti, berdasarkan

kandungan logam Mg air rawa gambut sebelum dan sesudah penjernihan telah memenuhi persyaratan sebagai air minum.

d. Logam Zn

Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa nilai kandungan logam Zn di dalam air rawa gambut sebelum penjernihan yaitu 7,833 ppm. Berdasarkan PERMENKES tahun 2010, kadar logam Zn tersebut menjadikan air rawa gambut tidak memenuhi persyaratan sebagai air minum. Kadar maksimum yang diperbolehkan yaitu 3 mg/l. Setelah dilakukan penjernihan, didapatkan penurunan kadar logam Zn (lampiran 9.4.2). Akan tetapi, air hasil penjernihan yang memenuhi kadar maksimum tersebut hanya air dengan pengulangan pembakaran membran keramik tiga kali dengan kadar logam Zn sebesar 2,762 ppm.

e. Logam Fe

Setelah dilakukan pengukuran, diperoleh nilai kandungan logam Fe air rawa gambut sebelum penjernihan sebesar 22,739 ppm. Pada air hasil penjernihan dengan membran keramik yang dilakukan terjadi penurunan kandungan logam Fe (lampiran 9.5.2). Penurunan terbesar dicapai pada penjernihan dengan tiga kali pengulangan pembakaran membran keramik yaitu 74% dengan kadar logam Fe sebesar 5,913 ppm. Berdasarkan PERMENKES tahun 2010, kadar Fe maksimum yang diperbolehkan yaitu 0,3 mg/l. Hal ini menyatakan bahwa berdasarkan kandungan logam Fe, air rawa gambut sebelum dan sesudah penjernihan tidak memenuhi persyaratan sebagai air minum.

4.3.6 Analisis Bakteri *E.coli* dan *Coliform*

Dari analisis yang telah dilakukan didapatkan jumlah bakteri *E.coli* dan *Coliform* pada air rawa gambut sebanyak 12 MPN/100 ml (lampiran 11). Adanya bakteri *E.coli* ini menyatakan bahwa air rawa gambut tercemar secara biologis. Hal ini membuat air rawa gambut sebelum penjernihan tidak memenuhi persyaratan secara mikrobiologis berdasarkan PERMENKES tahun 2010, dimana pada persyaratannya tidak diperbolehkan adanya bakteri *E.coli* maupun *Coliform*. Kondisi ini disebabkan oleh adanya gangguan kesehatan yang ditimbulkan dari air yang mengandung kedua

V: KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa membran keramik modifikasi satu sisi dengan titania dapat menyaring komponen asam humat air rawa gambut. Pengulangan pembakaran yang dilakukan terhadap membran keramik meningkatkan efisiensi penjernihan, dimana dengan tiga kali pengulangan pembakaran membran keramik tingkat penjernihan mencapai 52,94%. Fluks aliran meningkat dengan peningkatan pengulangan pembakaran lebih kurang dua kali lipat (untuk tiga kali pembakaran). Dari beberapa parameter kimia dan fisika, didapatkan bahwa air hasil penjernihan belum memenuhi standar baku mutu air minum.

5.2 Saran

Agar air hasil penjernihan lebih baik kualitasnya maka diperlukan pelapisan titania pada seluruh bagian membran keramik. Selain itu, untuk meningkatkan jumlah pori dapat dilakukan pengulangan pembakaran yang lebih banyak sehingga air hasil penjernihan akan lebih baik secara kualitas maupun kuantitasnya dan dapat memenuhi persyaratan sebagai air yang layak untuk dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

1. R. Ahmad, *Kimia Lingkungan*, Andi, Yogyakarta, 2004.
2. M. M. Kusnaedi, *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*, Penebar Swadaya, Jakarta, 2010.
3. S. Daniati, *Penggunaan Membran Keramik Modifikasi TiO₂ dan SiO₂ dalam Penjernihan Air Rawa Gambut*, Skripsi sarjana kimia, Universitas Andalas (2007).
4. A. Alif, O. T. Norita, dan M. Efdi, *Penggunaan Membran Keramik Modifikasi Titania dalam Penjernihan Air Rawa Gambut*, pada Proceeding Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN Wilayah Barat, Bengkulu, Mei 13-14, 2008.
5. C. S. Totok, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Rineka Cipta, Jakarta. 2003
6. A. Fahmuddin dan I.G. Made Subiksa, *Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*, Balai Penelitian Tanah Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor, 2008.
7. J. C. Anderson, K.D. Laever, R.D. Rawlings, dan J.M. Alexander, *Material Science 4th Edition*, Chapman & Hall, London, 1990.
8. M. W. Barsoum, *Fundamental of Ceramics*, McGraw-Hill Companies, New York, 1997.
9. D.W Oxtoby, H.P. Gillis, N. H. Nachtrieb, *Prinsip-prinsip Kimia Modern, Edisi ke- 4, Jilid 2*, Terjemahan I, Erlangga, Jakarta, 2003.
10. V. Sunappan, P.L. Vadiveloo, L.L Wai, W. Fan, C.W. Lu, *Processing and Electrical Characterization of Co-Sintered Composite Glass Ceramic, 8thed, Electronics Packaging Technology Conference*, 2003.
11. E. Indiani, dan N. A. K. Umiati, *Keramik Porselen Berbasis Feldspar Sebagai Bahan Isolator Listrik*, Skripsi sarjana kimia, Universitas Diponegoro.
12. R. W. Baker, *Membran Technology and Application*, McGraw-Hill, California, 2000.
13. Yuliani, *Pengaruh Pelarut Terhadap Pembentukan Komposit Silika-Titania Melalui Proses Sol-gel*, Skripsi sarjana kimia, Universitas Andalas (2001).
14. A. Vomvas, K. Pomoni, C. Trapalis, dan N. Todorova, *Photoconductivity in Sol-Gel TiO₂ Thin Films With and Without Ammonia Treatment*, Universitas Patras (2007).
15. W. Septina, *Sintesa Nanokristal Mesopori TiO₂ dengan Metoda Sol-Gel*, Institut Teknologi Bandung (2007).

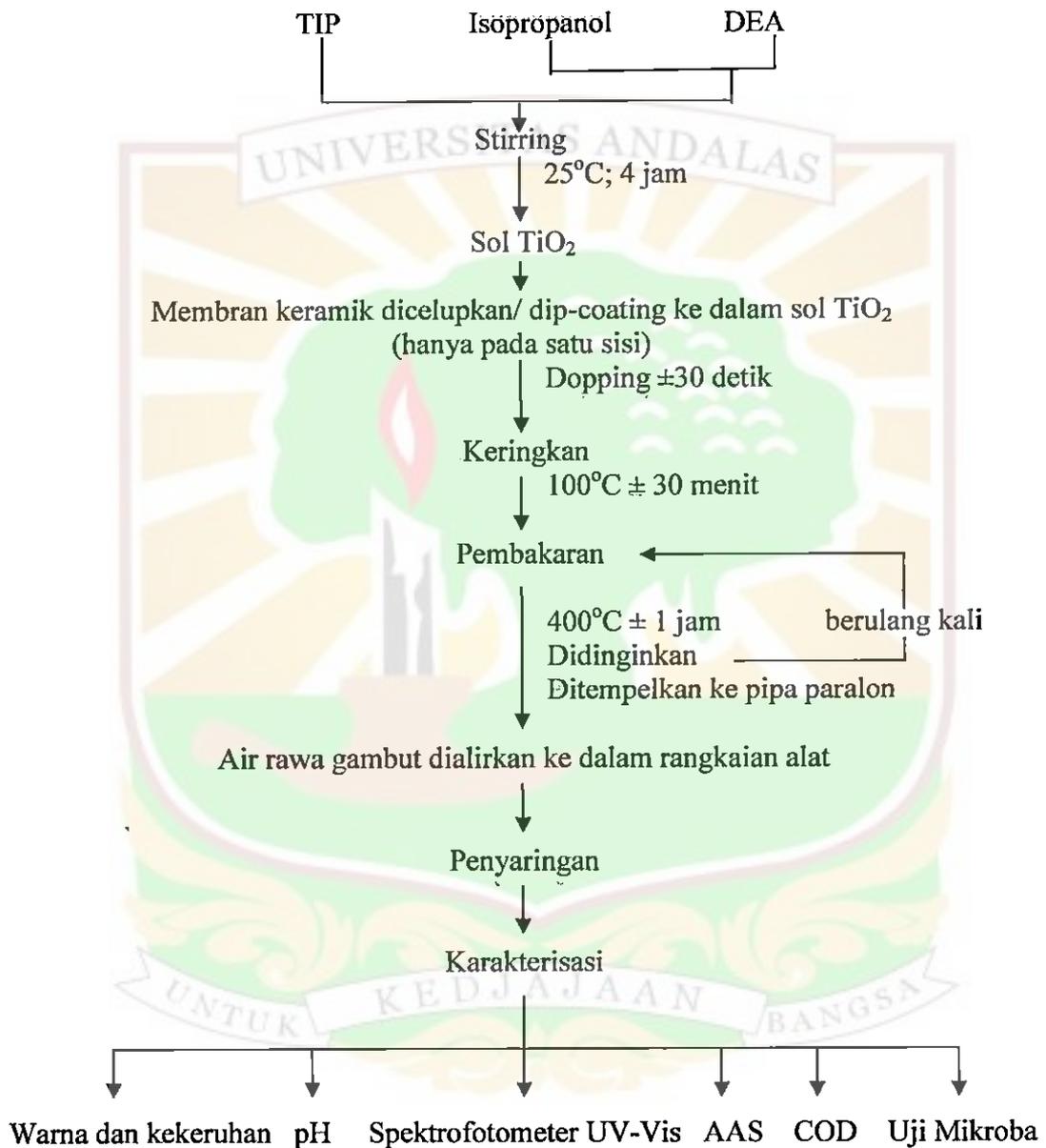
16. N. Indayaningsih, *Pembuatan Bahan Sistem SiO₂-Al₂O₃-MgO Menggunakan Proses Sol-Gel*, Puslitbang Fisika Terapan, LIPI Serpong (2007).
17. C. J. Brinkey, dan G. W. Scherer, *Sol Gel Science*, Academic Press (1990).
18. S.M. Khopkar, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, UI Press (2003).
19. R.A. Jr. Day dan A.L Underwood, *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi ke VI*, Erlangga, Jakarta, 2002.
20. A. Ismayana, P. Suprihatin, M. Y. Dwi, dan Setyaningsih, *Pengantar Praktikum Laboratorium Lingkungan*, Institut Pertanian Bogor, 2002.
21. N. L. P. M. Widiyanti, dan N. P. Ristiati. 2004, *Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang Di Kota Singaraja Bali*, IKIP Bali (2004).



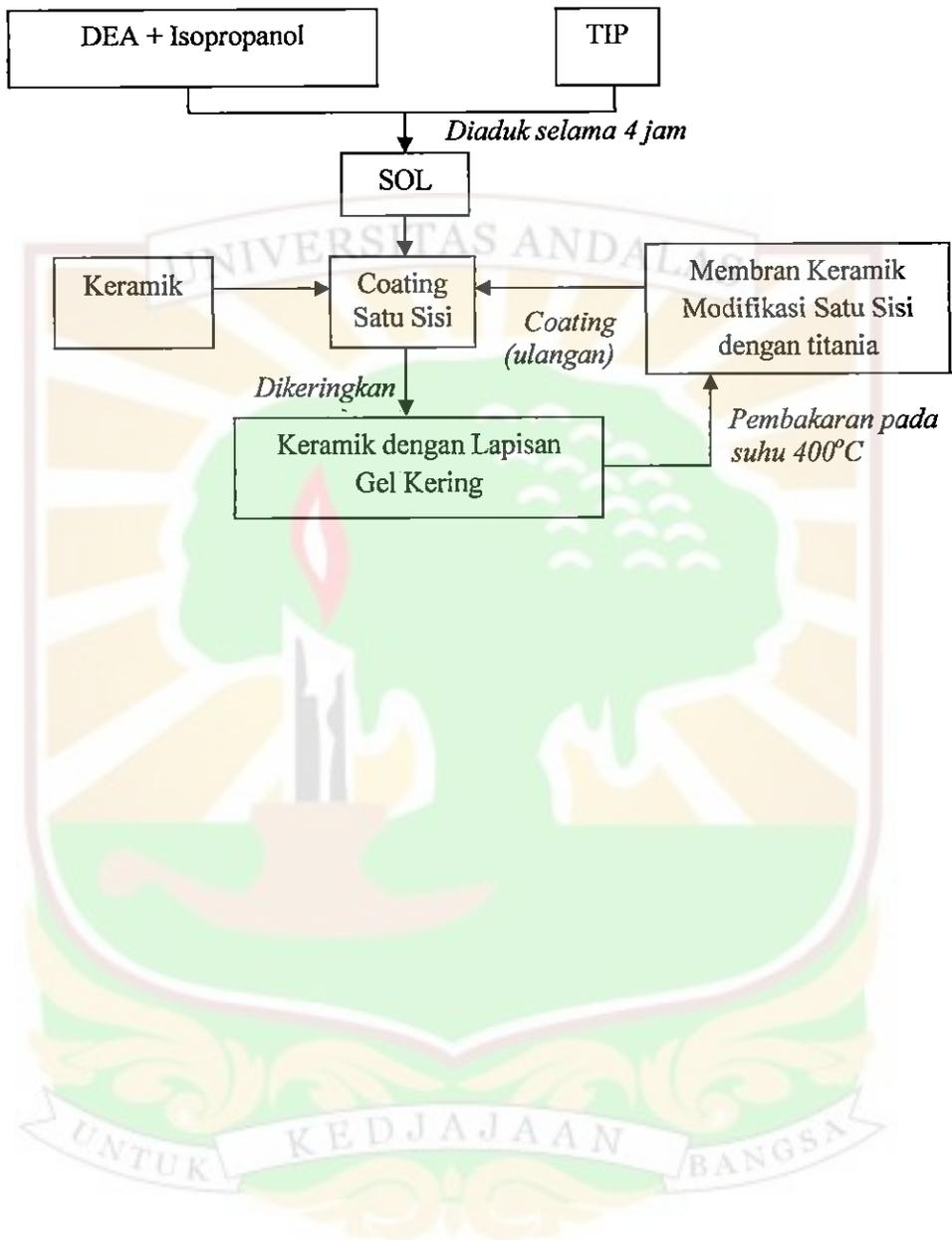
LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Penelitian

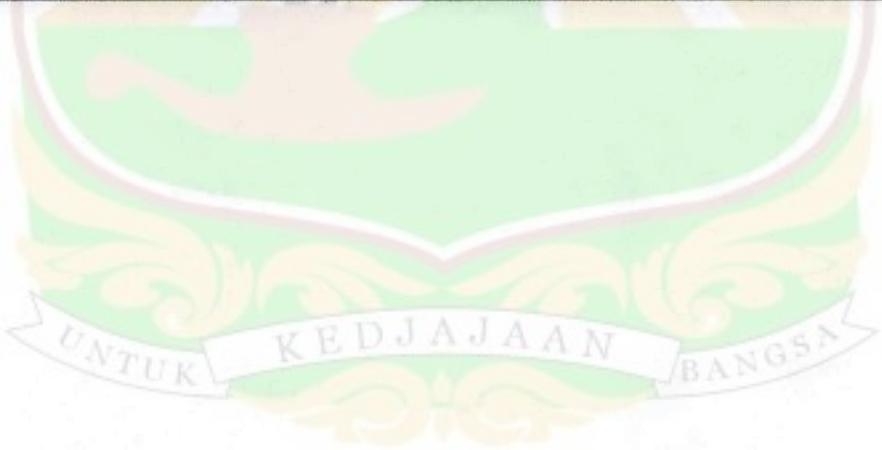
1.1 Skema Kerja



1.2 Diagram Proses Pelapisan Keramik dengan Metoda Sol-Gel

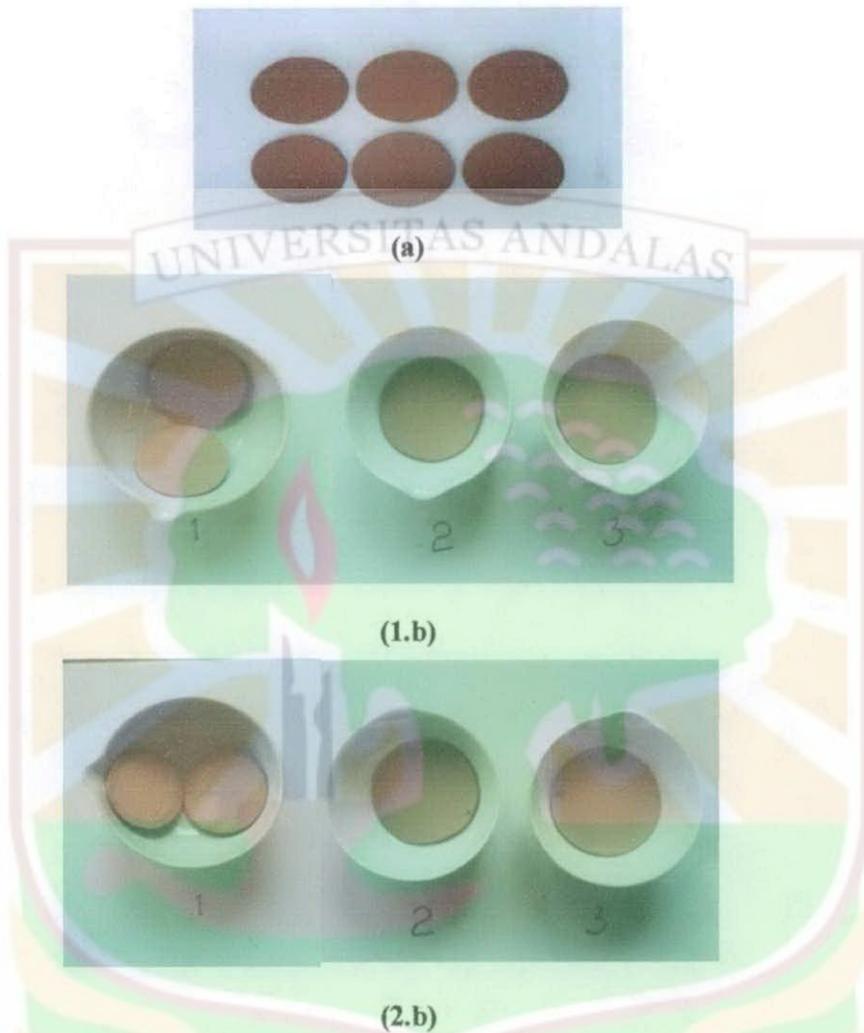


Lampiran 2. Skema Rangkaian Alat



Lampiran 3. Gambar membran keramik

3.1 Gambar membran keramik sebelum penyaringan



Keterangan :

- a. Membran keramik sebelum pelapisan dengan TiO_2
- b. Membran keramik setelah pelapisan satu sisi dengan TiO_2
 - 1.b Bagian sisi yang dilapisi dengan TiO_2 (bagian depan)
 - 1.b.1 Membran keramik dengan 1x pembakaran
 - 1.b.2 Membran keramik dengan 2x pembakaran
 - 1.b.3 Membran keramik dengan 3x pembakaran
 - 2.b Bagian sisi yang tidak dilapisi dengan TiO_2 (bagian belakang)
 - 2.b.1 Membran keramik dengan 1x pembakaran
 - 2.b.2 Membran keramik dengan 2x pembakaran
 - 2.b.3 Membran keramik dengan 3x pembakaran

3.2 Gambar membran keramik setelah penyaringan



Keterangan:

- a. Bagian sisi membran keramik yang dilapisi dengan TiO_2
 - a.1 Membran keramik dengan 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
 - a.2 Membran keramik dengan 1x pembakaran disertai prefiltrasi
 - a.3 Membran keramik dengan 2x pembakaran disertai prefiltrasi
 - a.4 Membran keramik dengan 3x pembakaran disertai prefiltrasi
- b. Bagian sisi membran keramik yang tidak dilapisi dengan TiO_2
 - a.1 Membran keramik dengan 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
 - a.2 Membran keramik dengan 1x pembakaran disertai prefiltrasi
 - a.3 Membran keramik dengan 2x pembakaran disertai prefiltrasi
 - a.4 Membran keramik dengan 3x pembakaran disertai prefiltrasi

Lampiran 4. Gambar air rawa gambut



Keterangan:

- 1: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

Lampiran 5. Perhitungan fluks

5.1 Perhitungan laju alir tanpa menggunakan pompa

Hari	Volume/waktu (ml/jam)			
	1	2	3	4
Hari 1	1,071	0,857	1,286	2,143
Hari 2	0,912	0,824	1,353	1,941
Hari 3	0,857	0,857	1,286	1,928
Hari 4	0,765	0,765	1,176	1,765
Hari 5	0,833	0,833	1,333	1,833
Hari 6	0,639	0,694	1,111	1,722
Hari 7	0,470	0,706	1,058	1,470
Jumlah Volume/waktu (ml/jam)	$\Sigma = 5,547$	$\Sigma = 5,536$	$\Sigma = 8,603$	$\Sigma = 12,802$
Volume/waktu rata-rata (ml/jam)	$\frac{\bar{v}}{t} = 0,792$	$\frac{\bar{v}}{t} = 0,791$	$\frac{\bar{v}}{t} = 1,229$	$\frac{\bar{v}}{t} = 1,829$

Keterangan:

- 1: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

5.1.2 Perhitungan fluks tanpa menggunakan pompa

Data :

Diameter lingkaran membran = 1 inci = 2,54 cm

Jari-jari lingkaran membran = $\frac{2,54 \text{ cm}}{2} \cong 1,27 \text{ cm}$

Rumus:

Luas penampang membran :

$$A = \pi r^2$$

$$A = 3,14 \cdot (1,27 \text{ cm})^2$$

$$A = 5,064 \text{ cm}^2$$

Rumus:

$$\text{Fluks} = \frac{\bar{v}/t}{A}$$

$$\text{Fluks}_1 = \frac{0,792 \text{ ml/jam}}{5,064 \text{ cm}^2} = 0,1564 \text{ ml/jam/cm}^2$$

$$\text{Fluks}_2 = \frac{0,791 \text{ ml/jam}}{5,064 \text{ cm}^2} \cong 0,1562 \text{ ml/jam/cm}^2$$

$$\text{Fluks}_3 = \frac{1,229 \text{ ml/jam}}{5,064 \text{ cm}^2} = 0,243 \text{ ml/jam/cm}^2$$

$$\text{Fluks}_4 = \frac{1,829 \text{ ml/jam}}{5,064 \text{ cm}^2} = 0,361 \text{ ml/jam/cm}^2$$

5.2 Perhitungan laju alir dengan menggunakan pompa

Hari	Volume/waktu (ml/jam)			
	1	2	3	4
Hari 1	2,4	2,4	3,8	3,6
Hari 2	2,2	2,2	3,4	3,2
Hari 3	2,2	2,2	3,4	3,2
Hari 4	2,115	2,115	3,365	3,654
Hari 5	2,0	2,0	3,0	3,2
Hari 6	2,0	2,0	2,5	3,0
Hari 7	1,5	1,5	2,3	2,7
Jumlah	$\Sigma = 14,415$	$\Sigma = 14,415$	$\Sigma = 21,765$	$\Sigma = 22,554$
Volume/waktu (ml/jam)				
Volume/waktu Rata-rata (ml/jam)	$\frac{\bar{v}}{t} = 2,059$	$\frac{\bar{v}}{t} = 2,059$	$\frac{\bar{v}}{t} = 3,109$	$\frac{\bar{v}}{t} = 3,222$

Keterangan:

- 1: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

5.2.2 Perhitungan fluks dengan menggunakan pompa

Rumus:

$$\text{Fluks} = \frac{\bar{V}/t}{A}$$

$$\text{Fluks}_1 = \frac{2,059 \text{ ml/jam}}{5,064 \text{ cm}^2} = 0,406 \text{ ml/jam/cm}^2$$

$$\text{Fluks}_2 = \frac{2,059 \text{ ml/jam}}{5,064 \text{ cm}^2} = 0,406 \text{ ml/jam/cm}^2$$

$$\text{Fluks}_3 = \frac{3,109 \text{ ml/jam}}{5,064 \text{ cm}^2} = 0,614 \text{ ml/jam/cm}^2$$

$$\text{Fluks}_4 = \frac{3,222 \text{ ml/jam}}{5,064 \text{ cm}^2} = 0,636 \text{ ml/jam/cm}^2$$

Lampiran 6. Perhitungan persentase kenaikan pH

Kode Sampel	pH	Kenaikan pH (%)
1	6,72	-
2	7,93	18,006
3	7,95	18,30
4	7,95	18,30
5	8,07	20,09

Keterangan:

- 1: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

Rumus :

$$\% = \frac{\text{pH air hasil penyaringan} - \text{pH air sebelum penyaringan}}{\text{pH air sebelum penyaringan}} \times 100\%$$

$$\%_2 = \frac{7,93 - 6,72}{6,72} \times 100\% = 18,006\%$$

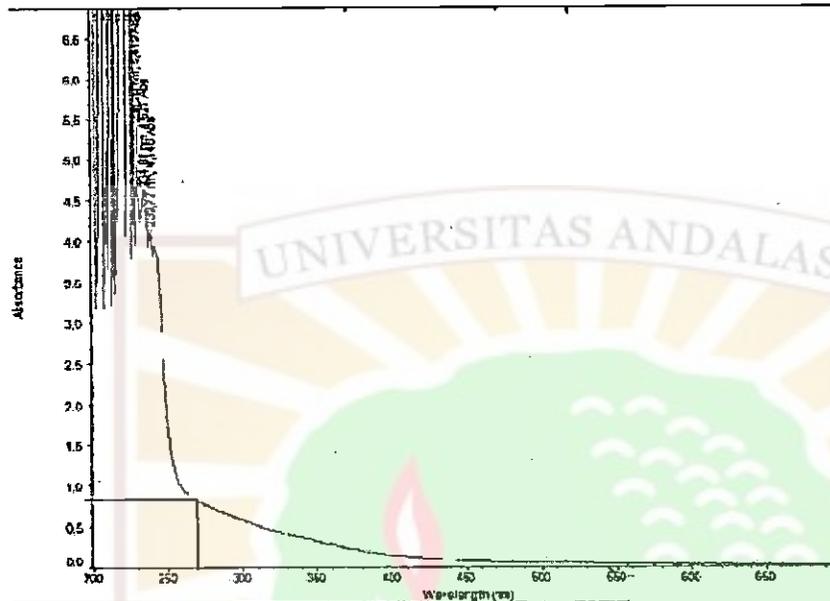
$$\%_3 = \frac{7,95 - 6,72}{6,72} \times 100\% = 18,30\%$$

$$\%_4 = \frac{7,95 - 6,72}{6,72} \times 100\% = 18,30\%$$

$$\%_5 = \frac{8,07 - 6,72}{6,72} \times 100\% = 20,09\%$$

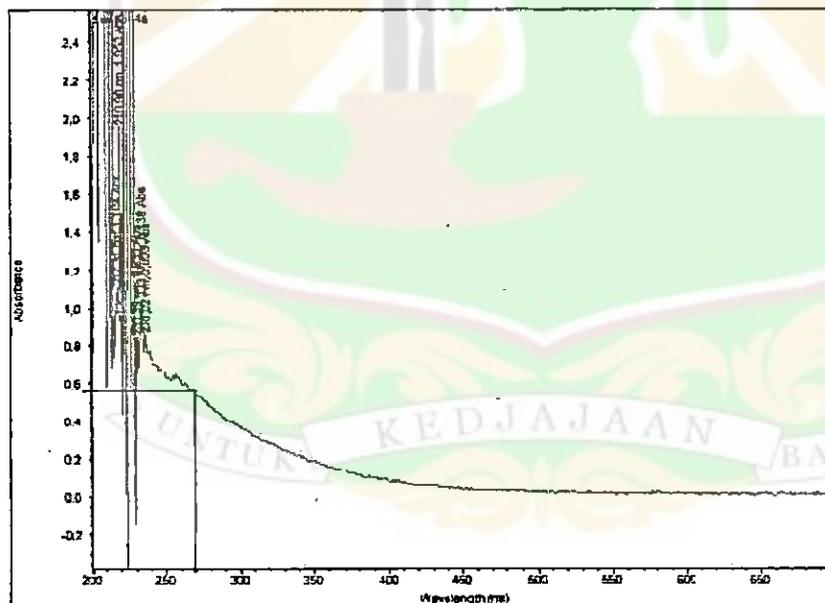
Lampiran 7. Serapan air rawa gambut dari spektrum UV-Vis

7.1 Spektrum UV-Vis air rawa gambut



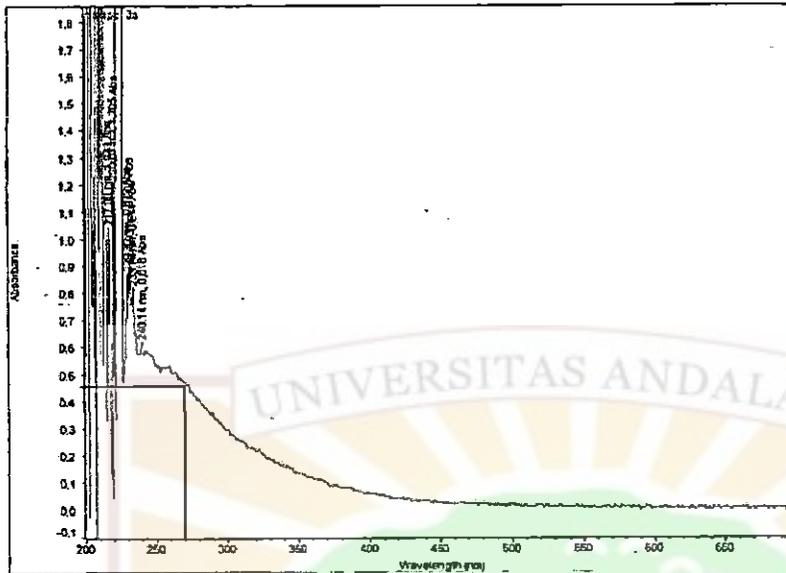
(1)

Spektrum UV-Vis serapan air rawa gambut sebelum penjernihan

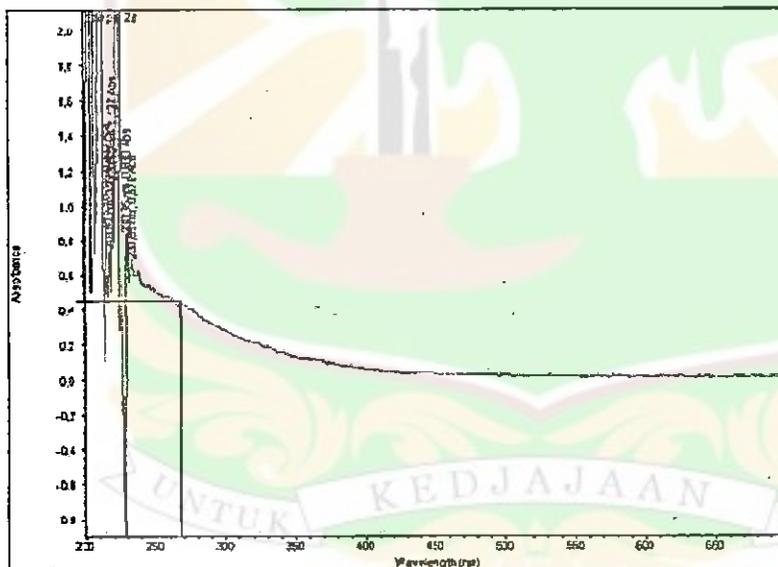


(2)

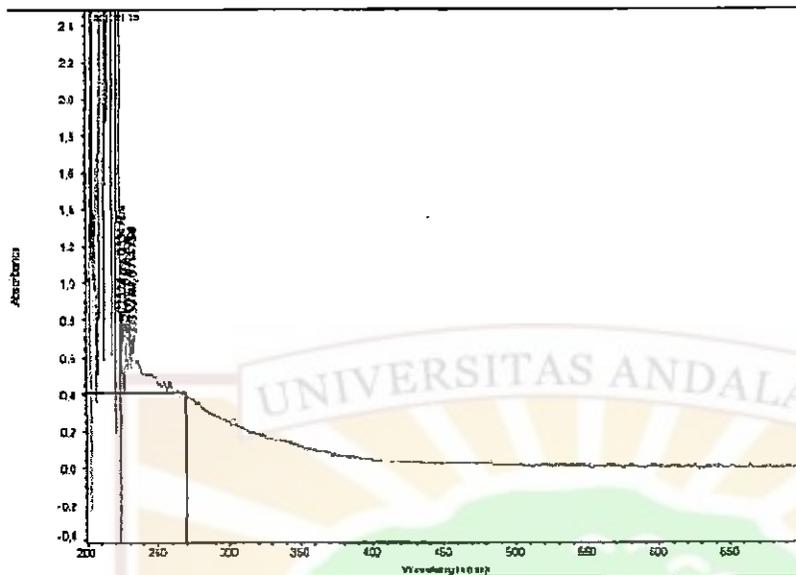
Spektrum UV-Vis air hasil penjernihan dengan satu kali pengulangan pembakaran membran keramik tanpa prefiltrasi



(3)
 Spektrum UV-Vis air hasil penjernihan dengan satu kali pengulangan pembakaran dengan prefiltrasi



(4)
 Spektrum serapan air hasil penjernihan dengan dua kali pengulangan pembakaran membran keramik



(5)

Spektrum serapan air hasil penjernihan dengan tiga kali pengulangan pembakaran membran keramik

7.2 Perhitungan penurunan serapan UV-Vis air rawa gambut

Kode Sampel	λ (nm)	A	Penurunan serapan (%)
1	270	0,85	-
2	270	0,50	41,17
3	270	0,45	47,06
4	270	0,44	48,25
5	270	0,40	52,94

Keterangan:

- 1: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

Rumus :

$$\% = \frac{A \text{ air sebelum penyaringan} - A \text{ air hasil penyaringan}}{A \text{ air sebelum penyaringan}} \times 100\%$$

Maka:

$$\%_2 = \frac{0,85 - 0,50}{0,85} \times 100\% = 41,17\%$$

$$\%_3 = \frac{0,85 - 0,45}{0,85} \times 100\% = 47,06\%$$

$$\%_4 = \frac{0,85 - 0,44}{0,85} \times 100\% \cong 48,23\%$$

$$\%_5 = \frac{0,85 - 0,40}{0,85} \times 100\% = 52,94\%$$



Lampiran 8. Perhitungan COD

8.1 Pembuatan larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,1 N

Rumus :

$$\text{Vol} \times N \times \text{BE} = m$$

Dimana :

- V : Volume pengenceran (ml)
N : Normalitas $K_2Cr_2O_7$ (N)
BE : Berat Ekuivalen $K_2Cr_2O_7 = 1/6 \text{ BM } K_2Cr_2O_7$
m : massa $K_2Cr_2O_7$ (mg)

Maka :

$$\begin{aligned} m &= 250 \text{ ml} \times 0,1 \text{ N} \times 49 \\ &= 1225 \text{ mg} \\ &= 1,225 \text{ g} \end{aligned}$$

Massa $K_2Cr_2O_7$ yang tertimbang : $1,2287 \text{ g} = 1228,7 \text{ mg}$

Berarti:

$$\begin{aligned} V \times N \times \text{BE} &= m \\ 250 \text{ ml} \times N \times 49 &= 1228,7 \text{ mg} \\ N &= 0,1003 \text{ N} \end{aligned}$$

8.2 Penentuan Normalitas NaS_2O_3

Rumus :

$$V_1 \cdot N_1 \text{ (tiosulfat)} = V_2 \cdot N_2 \text{ (} K_2Cr_2O_7 \text{)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} 3,6 \text{ ml} \cdot N_{\text{tio}} &= 10 \text{ ml} \cdot 0,1003 \text{ N} \\ N_{\text{tio}} &= 0,2786 \text{ N} \end{aligned}$$

8.3 Tabel volume titrasi dengan tiosulfat

Kode Sampel	Volume tiosulfat (ml)		Volume tiosulfat (ml)
	1	2	
1	9,8	10	9,9
2	9,4	9,2	9,3
3	9,1	9,1	9,1
4	9,1	9,3	9,2
5	9,3	9,1	9,2
6	9,3	9,3	9,3

Keterangan:

- 1: Blanko
- 2: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 6: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

8.4 Penentuan nilai COD

Rumus :

$$\text{COD} = \frac{(\text{B}-\text{C}) \times \text{N tiosulfat} \times 8000}{\text{Volume sampel}} \times \text{P}$$

Dimana:

B : Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk blanko (ml)

C : Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk sampel (ml)

P : faktor pengenceran

$$\text{COD}_2 = \frac{(9,9 \text{ ml} - 9,3 \text{ ml}) \times 0,2786 \text{ N} \times 8000 \times 5}{25 \text{ ml}} = 267,456 \text{ mgO}_2/\text{l}$$

$$\text{COD}_3 = \frac{(9,9 \text{ ml} - 9,1 \text{ ml}) \times 0,2786 \text{ N} \times 8000 \times 1}{25 \text{ ml}} = 71,3216 \text{ mgO}_2/\text{l}$$

$$\text{COD}_4 = \frac{(9,9 \text{ ml} - 9,2 \text{ ml}) \times 0,2786 \text{ N} \times 8000 \times 1}{25 \text{ ml}} = 62,4064 \text{ mgO}_2/\text{l}$$

$$\text{COD}_5 = \frac{(9,9 \text{ ml} - 9,2 \text{ ml}) \times 0,2786 \text{ N} \times 8000 \times 1}{25 \text{ ml}} = 62,4064 \text{ mgO}_2/\text{l}$$

$$\text{COD}_6 = \frac{(9,9 \text{ ml} - 9,3 \text{ ml}) \times 0,2786 \text{ N} \times 8000 \times 1}{25 \text{ ml}} = 53,4912 \text{ mgO}_2/\text{l}$$

8.5 Perhitungan persentase penurunan COD

Rumus :

$$\% = \frac{\text{COD air sebelum penyaringan} - \text{COD air hasil penyaringan}}{\text{COD air sebelum penyaringan}} \times 100\%$$

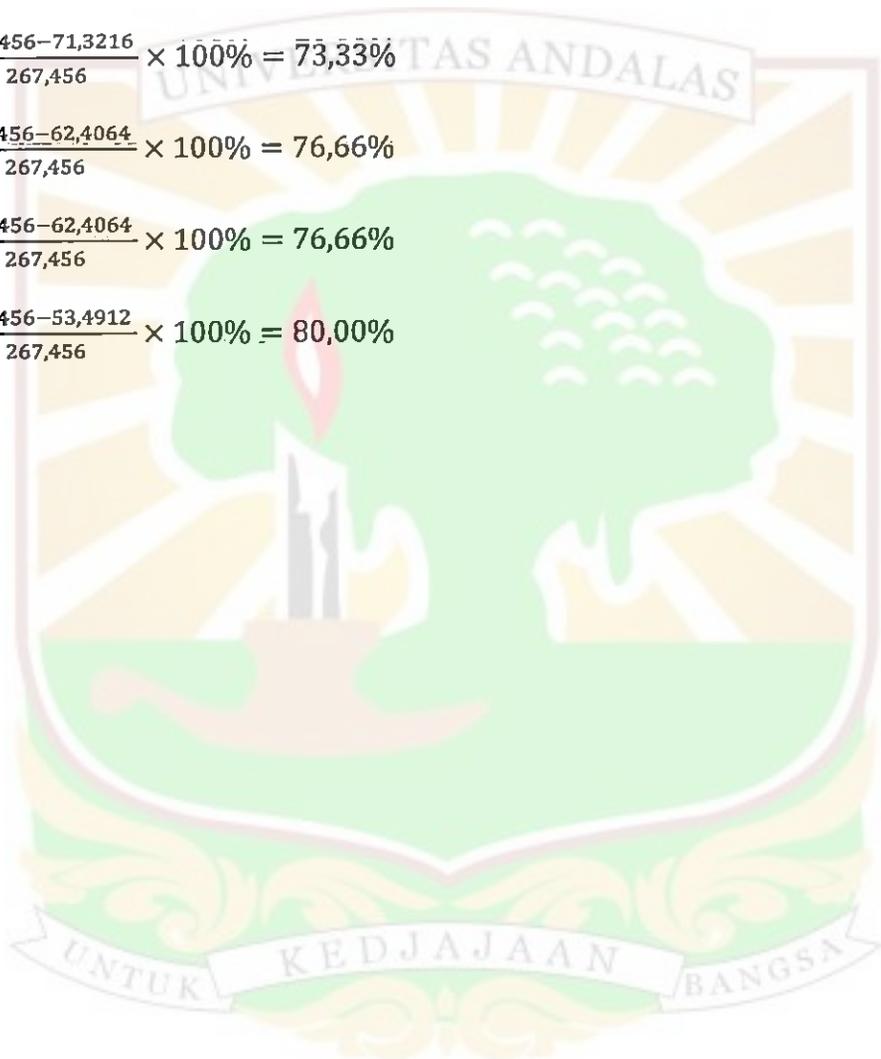
Maka:

$$\%_2 = \frac{267,456 - 71,3216}{267,456} \times 100\% = 73,33\%$$

$$\%_3 = \frac{267,456 - 62,4064}{267,456} \times 100\% = 76,66\%$$

$$\%_4 = \frac{267,456 - 62,4064}{267,456} \times 100\% = 76,66\%$$

$$\%_5 = \frac{267,456 - 53,4912}{267,456} \times 100\% = 80,00\%$$

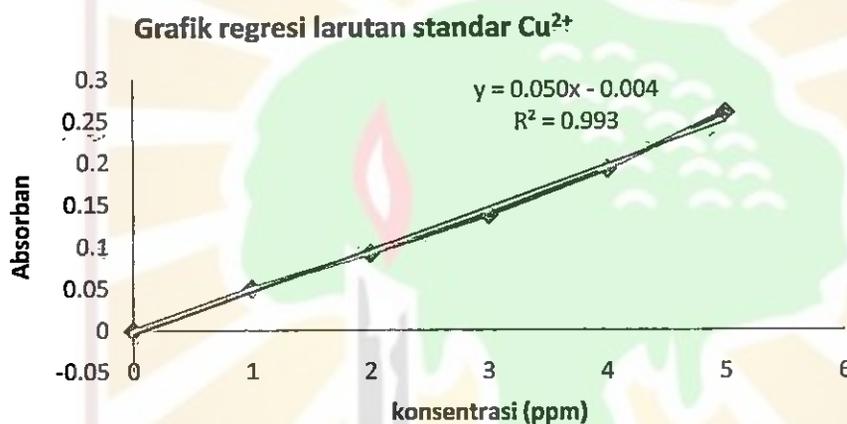


Lampiran 9. Perhitungan AAS

9.1 Perhitungan logam Cu

9.1.1 Absorban Larutan Standar Cu

Konsentrasi (ppm)	A
0	0
1,0	0,050
2,0	0,092
3,0	0,138
4,0	0,192
5,0	0,259



9.1.2 Konsentrasi Cu^{2+} di dalam air rawa gambut

Kode Sampel	A	Konsentrasi (ppm)	Penurunan [Cu^{2+}] (%)
1	0,159	3,260	-
2	0,097	2,020	38,04
3	0,094	1,960	39,88
4	0,051	1,100	66,26
5	0,025	0,580	82,21

Keterangan :

- 1: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

9.1.3 Perhitungan penurunan konsentrasi Cu^{2+} di dalam air rawa gambut

Rumus :

$$\% = \frac{[\text{Cu}^{2+}] \text{ air sebelum penyaringan} - [\text{Cu}^{2+}] \text{ air hasil penyaringan}}{[\text{Cu}^{2+}] \text{ air sebelum penyaringan}} \times 100\%$$

$$\%_2 = \frac{3,26 - 2,02}{3,26} \times 100\% = 38,04\%$$

$$\%_3 = \frac{3,26 - 1,96}{3,26} \times 100\% = 39,88\%$$

$$\%_4 = \frac{3,26 - 1,10}{3,26} \times 100\% = 66,26\%$$

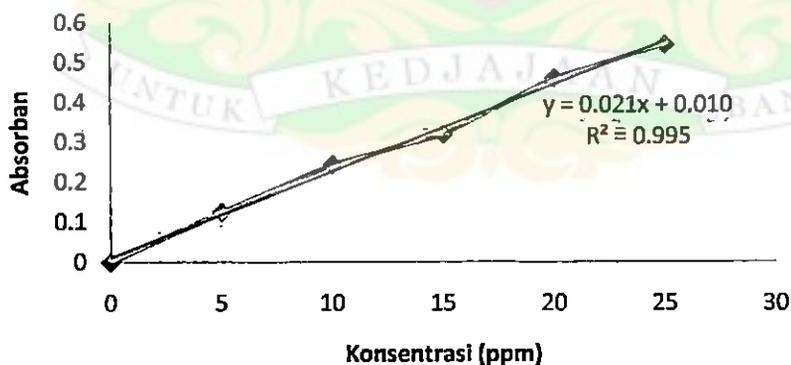
$$\%_2 = \frac{3,26 - 0,58}{3,26} \times 100\% = 82,21\%$$

9.2 Perhitungan Ca

9.2.1 Absorban larutan standar Ca

Konsentrasi (ppm)	A
0	0,000
5,0	0,125
10,0	0,243
15,0	0,318
20,0	0,458
25,0	0,542

Grafik regresi larutan standar Ca^{2+}



9.2.2 Konsentrasi Ca^{2+} di dalam air rawa gambut

Kode Sampel	A	Konsentrasi (ppm)	Penurunan $[\text{Ca}^{2+}]$ (%)
1	0,498	23,238	-
2	0,313	14,428	37,91
3	0,248	11,333	51,23
4	0,159	7,095	69,47
5	0,106	4,571	80,33

Keterangan :

- 1: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

9.2.3 Perhitungan penurunan konsentrasi Ca^{2+} di dalam air rawa gambut

Rumus :

$$\% = \frac{[\text{Ca}^{2+}] \text{ air sebelum penyaringan} - [\text{Ca}^{2+}] \text{ air hasil penyaringan}}{[\text{Ca}^{2+}] \text{ air sebelum penyaringan}} \times 100\%$$

$$\%_2 = \frac{23,238 - 14,428}{23,238} \times 100\% = 37,91\%$$

$$\%_3 = \frac{23,238 - 11,333}{23,238} \times 100\% = 51,23\%$$

$$\%_4 = \frac{23,238 - 7,095}{23,238} \times 100\% = 69,47\%$$

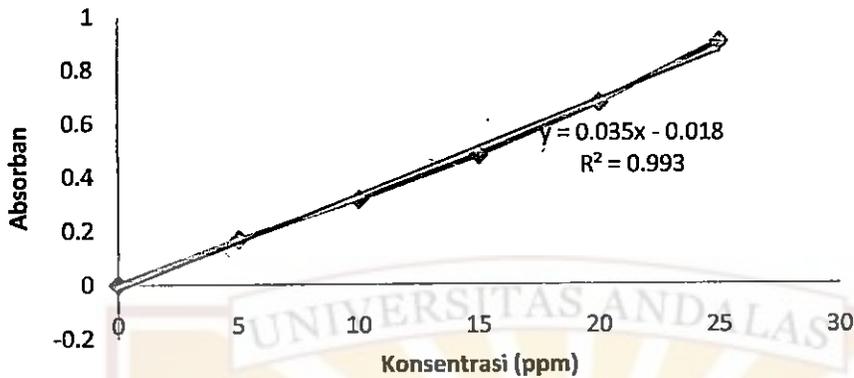
$$\%_5 = \frac{23,238 - 4,571}{23,238} \times 100\% = 80,33\%$$

9.3 Perhitungan Mg

9.3.1 Absorbansi larutan standar Mg

Konsentrasi (ppm)	A
0	0,000
5,0	0,168
10,0	0,315
15,0	0,478
20,0	0,672
25,0	0,899

Grafik regresi larutan standar Mg^{2+}



9.3.2 Konsentrasi Mg dalam air rawa gambut

Kode Sampel	A	Konsentrasi (ppm)	Penurunan $[Mg^{2+}]$ (%)
1	0,654	19,20	-
2	0,520	15,371	19,94
3	0,415	12,371	35,57
4	0,301	9,114	52,53
5	0,142	4,571	76,19

Keterangan :

- 1: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

9.3.3 Perhitungan penurunan konsentrasi Mg^{2+} di dalam air rawa gambut

Rumus :

$$\% = \frac{[Mg^{2+}] \text{ air sebelum penyaringan} - [Mg^{2+}] \text{ air hasil penyaringan}}{[Mg^{2+}] \text{ air sebelum penyaringan}} \times 100\%$$

$$\%_2 = \frac{19,20 - 15,371}{19,20} \times 100\% = 19,94\%$$

$$\%_3 = \frac{19,20 - 12,371}{19,20} \times 100\% = 35,57\%$$

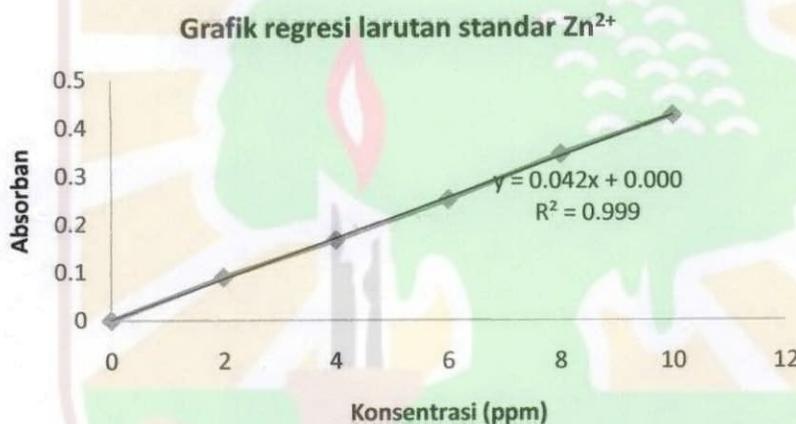
$$\%_4 = \frac{19,20 - 9,1140}{19,20} \times 100\% = 52,23\%$$

$$\%_5 = \frac{19,20 - 4,5710}{19,20} \times 100\% = 76,19\%$$

9.4 Perhitungan Zn

9.4.1 Absorban larutan standar Zn

Konsentrasi (ppm)	A
0	0,000
2,0	0,090
4,0	0,167
6,0	0,251
8,0	0,345
10,0	0,425



9.4.2 Konsentrasi Zn dalam air rawa gambut

Kode Sampel	A	Konsentrasi (ppm)	Penurunan [Zn ²⁺] (%)
1	0,329	7,833	-
2	0,274	6,524	16,71
3	0,219	5,214	33,43
4	0,129	3,071	60,79
5	0,116	2,762	64,74

Keterangan :

- 1: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

9.4.3 Perhitungan penurunan konsentrasi Zn^{2+} di dalam air rawa gambut
Rumus :

$$\% = \frac{[Zn^{2+}] \text{ air sebelum penyaringan} - [Zn^{2+}] \text{ air hasil penyaringan}}{[Zn^{2+}] \text{ air sebelum penyaringan}} \times 100\%$$

$$\%_2 = \frac{7,833 - 6,524}{7,833} \times 100\% = 16,71\%$$

$$\%_3 = \frac{7,833 - 5,214}{7,833} \times 100\% \approx 33,43\%$$

$$\%_4 = \frac{7,833 - 3,071}{7,833} \times 100\% = 60,79\%$$

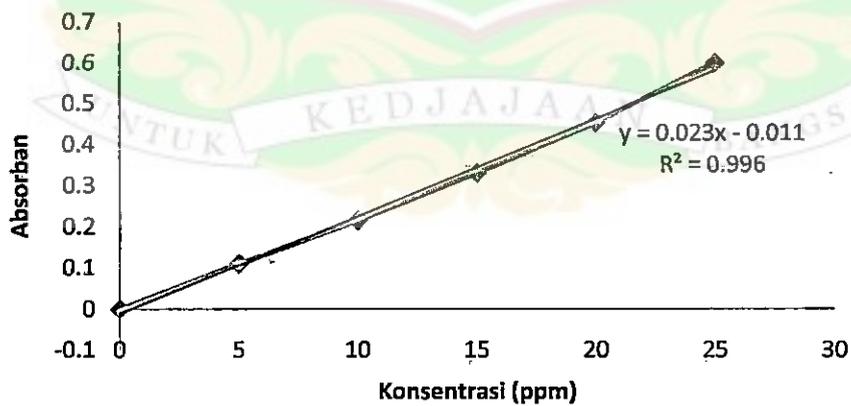
$$\%_5 \approx \frac{7,833 - 2,762}{7,833} \times 100\% \approx 64,74\%$$

9.5 Perhitungan Fe

9.5.1 Absorban larutan standar Fe

Konsentrasi (ppm)	A
0	0,000
5,0	0,110
10,0	0,215
15,0	0,329
20,0	0,452
25,0	0,598

Grafik regresi larutan standar Fe^{2+}



9.5.2 Konsentrasi Fe dalam air rawa gambut

Kode Sampel	A	Konsentrasi (ppm)	Penurunan [Fe ²⁺] (%)
1	0,512	22,739	-
2	0,358	16,043	29,45
3	0,219	10,00	56,02
4	0,205	9,391	58,70
5	0,125	5,913	74,00

Keterangan :

- 1: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi

9.5.3 Perhitungan penurunan konsentrasi Fe²⁺ di dalam air rawa gambut

Rumus :

$$\% = \frac{[\text{Fe}^{2+}] \text{ air sebelum penyaringan} - [\text{Fe}^{2+}] \text{ air hasil penyaringan}}{[\text{Fe}^{2+}] \text{ air sebelum penyaringan}} \times 100\%$$

$$\%_2 = \frac{22,739 - 16,043}{22,739} \times 100\% = 29,45\%$$

$$\%_3 = \frac{22,739 - 10,00}{22,739} \times 100\% = 56,02\%$$

$$\%_4 = \frac{22,739 - 9,391}{22,739} \times 100\% = 58,70\%$$

$$\%_5 = \frac{22,739 - 5,913}{22,739} \times 100\% = 74,00\%$$

Lampiran 10. Hasil Uji Bakteri Coli Tinja dan Coliform

Kode Sampel	Parameter	
	MPN Coli Tinja/100 ml	MPN Coliform/100 ml
1	12	12
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0

Keterangan :

- 1: Air rawa gambut sebelum penyaringan
- 2: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran tanpa prefiltrasi
- 3: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 1x pembakaran disertai prefiltrasi
- 4: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 2x pembakaran disertai prefiltrasi
- 5: Air hasil penyaringan dengan membran keramik 3x pembakaran disertai prefiltrasi



Lampiran 11. PERMENKES



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	DC	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIC INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

II. PARAMETER TAMBAHAN

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	KIMIAWI		
a.	Bahan Anorganik		
	Air Raksa	mg/l	0,001
	Antimon	mg/l	0,02
	Barium	mg/l	0,7
	Boron	mg/l	0,5
	Molybdenum	mg/l	0,07
	Nikel	mg/l	0,07
	Sodium	mg/l	200
	Timbal	mg/l	0,01
	Uranium	mg/l	0,015
b.	Bahan Organik		
	Zat Organik (KMnO ₄)	mg/l	10
	Deterjen	mg/l	0,05
	Chlorinated alkanes		
	Carbon tetrachloride	mg/l	0,004
	Dichloromethane	mg/l	0,02
	1,2-Dichloroethane	mg/l	0,05
	Chlorinated ethenes		
	1,2-Dichloroethene	mg/l	0,05
	Trichloroethene	mg/l	0,02
	Tetrachloroethene	mg/l	0,04
	Aromatic hydrocarbons		
	Benzene	mg/l	0,01
	Toluene	mg/l	0,7
	Xylenes	mg/l	0,5
	Ethylbenzene	mg/l	0,3
	Styrene	mg/l	0,02
	Chlorinated benzenes		
	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	mg/l	1
	1,4-Dichlorobenzene (1,4-DCB)	mg/l	0,3
	Lain-lain		
	Di(2-ethylhexyl)phthalate	mg/l	0,008
	Acrylamide	mg/l	0,0005
	Epichlorohydrin	mg/l	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/l	0,0006



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIC INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitrilotriacetic acid (NTA)	mg/l	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/l	0,02
	Aldicarb	mg/l	0,01
	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,00003
	Atrazine	mg/l	0,002
	Carbofuran	mg/l	0,007
	Chlordane	mg/l	0,0002
	Chlorotoluron	mg/l	0,03
	DDT	mg/l	0,001
	1,2- Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	mg/l	0,001
	2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	mg/l	0,03
	1,2-Dichloropropane	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	MCPA	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metolachlor	mg/l	0,01
	Molinate	mg/l	0,006
	Pendimethalin	mg/l	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/l	0,009
	Permethrin	mg/l	0,3
	Simazine	mg/l	0,002
	Trifluralin	mg/l	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA		
	2,4-DB	mg/l	0,090
	Dichlorprop	mg/l	0,10
	Fenoprop	mg/l	0,009
	Mecoprop	mg/l	0,001
	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5
	Hasil sampingan		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6 -Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Chlorinated acetic acids		
	Dichloroacetic acid	mg/l	0,05
	Trichloroacetic acid	mg/l	0,02
	Chloral hydrate		
	Halogenated acetonitriles		
	Dichloroacetonitrile	mg/l	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/l	0,07
	Cyanogen chloride (sebagai CN)	mg/l	0,07
2.	RADIOAKTIFITAS		
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1
	Gross beta activity	Bq/l	1

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA