

OPTIMASI DOSIS TAWAS, TANAH GAMBUT DAN KAPUR TOHOR SEBAGAI KOAGULAN DALAM PENGOLAHAN AIR GAMBUT MENJADI AIR BERSIH

OPTIMUM CONTENT OF ALUM, PEAT SOIL, AND LIME USED AS COAGULANT TO TREAT PEAT RICH CONTENT WATER

Karbito¹⁾ dan Agus Slamet¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Lingkungan FTSP - ITS

Abstrak

Berdasarkan hasil penelitian diketahui pembubuhan kombinasi dosis tawas, tanah gambut dan kapur tohor dapat menetralkan pH, menurunkan warna, kekeruhan, dan kandungan zat organik. Dosis optimum penelitian ini diperoleh pada dosis tawas dan tanah gambut masing-masing-masing 40 gr/l dan kapur tohor 20 gr/l. Pada dosis tersebut diperoleh perubahan pH dari 7,06 menjadi 7,86, efisiensi penurunan warna 97,5 % (dari 500 TCU menjadi 12,5 TCU), penurunan kekeruhan 98,5 % (dari 119,66 NTU menjadi 1,8 NTU) dan penurunan kandungan zat organik 90 % (dari 476,55 mg/l menjadi 47,48 mg/l).

Kata kunci : kapur tohor, koagulan, tanah gambut, tawas

Abstract

Based on this study, it was revealed that the combination of alum, peat, and lime could neutralise pH and remove color, turbidity, and organic content. Optimum removal was achieved with alum, peat soil, and lime content of 40 gr/l; 40 gr/l, and 20 gr/l, consecutively. The pH changed from 7,06 to 7,86, while the removal of color, turbidity, and organic content was 97,5 % (from 500 TCU to 12,5 TCU), 98,5 % (from 119,66 TCU to 1,8 TCU), and 90 % (from 476,55 TCU to 47,48 TCU).

Keywords : lime, coagulant, peat soil, alum

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia, karena tanpa adanya air maka kehidupan tidak akan berlangsung lama. Bagi sebagian penduduk yang tinggal di daerah pasang surut (rawa) seperti di Kalimantan, Sumatera dan Irian Jaya mempunyai masalah tersendiri dengan sumber air bersih yang digunakan, dimana air yang ada berwarna merah kecoklatan atau yang disebut air gambut. Di daerah tersebut potensi air baku melimpah tetapi sebagian besar mempunyai kualitas yang kurang baik, terutama bila dilihat dari intensitas warna, kandungan zat organik dan derajat keasamannya. Melihat sumber air baku yang relatif banyak maka pengembangan dan variasi pengolahan air bersih dari air gambut merupakan upaya yang positif untuk membantu memecahkan permasalahan kekurangan air bersih, untuk itu dilakukan penelitian untuk memperbaiki kualitas air gambut dengan menggunakan kombinasi tawas, tanahgambut dan kapur tohor sebagai koagulan.

Kurang lebih $\frac{3}{4}$ bagian dari permukaan bumi terdiri air baik dalam bentuk cair, padat maupun gas. Air merupakan sumber daya yang mutlak harus ada bagi kehidupan. Tubuh manusia 70% terdiri atas air. Sebaliknya, di dalam air terdapat benda-benda hidup yang sangat menentukan karakteristik air tersebut, baik secara kimia, fisik dan biologis.

Untuk mencegah timbulnya penyebaran penyakit, maka perlu kiranya diketahui kriteria air bersih yang layak digunakan, menurut Permenkes R.I. No.416/Menkes/Per/IX/1990 yaitu syarat kuantitatif artinya bahwa air tersebut jumlahnya harus mencukupi kebutuhan sehari-hari dalam hal ini jumlah air ditentukan atau sejalan dengan taraf kehidupan masyarakat. Khusus di Indonesia terutama di daerah perkotaan kebutuhan air kurang lebih 60 lt/orang/hari sudah mencukupi kebutuhan sedangkan untuk daerah pedesaan kurang lebih 60 lt/orang/hari dianggap sudah memenuhi kebutuhan (Sanropie, 1984).

Syarat kualitatif dimana selain jumlah yang cukup maka dari segi kualitas juga amat perlu memper-timbangkan syarat fisik, kimia, bakteriologis dan radioaktifitas. Syarat fisika yang meliputi bau, jumlah zat padat terlarut (TDS), kekeruhan, rasa, suhu dan warna. Syarat Kimia meliputi tidak boleh terdapat zat-zat beracun, tidak boleh terdapat zat-zat yang dapat mengganggu kesehatan, tidak mengandung zat-zat yang melebihi kadar tertentu sehingga dapat menimbulkan gangguan fisiologis, tidak mengandung zat-zat kimia tertentu yang melebihi batas tertentu sehingga bisa menimbulkan gangguan teknis dan ekonomis.

Persyaratan Bakteriologis yaitu dengan adanya batas maksimum jumlah bakteri untuk air bersih bukan perpipaan adalah 50/100 ml untuk angka coliform tinja dan air perpipaan batas maksimumnya total coliform adalah 10/100 ml (Alaerts dan Santika, 1987).

Untuk persyaratan radioaktifitas pada sinar alpha batas tertinggi yang diperbolehkan adalah sebesar 0,1 bequerel/liter. Sedangkan sinar beta batas tertinggi yang diperbolehkan adalah sebesar 1,0 bequerel/liter.

Atas dasar tata guna air dan hubungannya dengan kriteria kualitas air maka sumber air dapat dibagi menjadi 4 golongan, yaitu golongan A, B, C dan golongan D. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa diolah terlebih dahulu. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga, tetapi harus diolah terlebih dahulu. Golongan C, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk perikanan dan pertanian. Golongan D, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk usaha perhotelan, industri dan tenaga listrik.

Air gambut merupakan air permukaan dari tanah bergambut yang banyak terdapat di daerah pasang surut dan berawa. Ciri khas pada umumnya adalah warna merah kecoklatan, mengandung zat organik yang tinggi, rasanya asam, pH antara 2-5, dan tingkat kesadahan rendah. Terjadinya air gambut dikarenakan banyaknya zat organik yang terlarut dalam air tersebut, terutama dalam bentuk asam humus dan derivatnya. Asam humus inilah yang merupakan salah satu senyawa yang menentukan terhadap terbentuknya warna merah kecoklatan. Banyaknya zat organik yang terkandung dalam air gambut me-

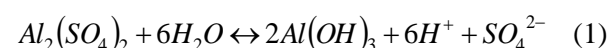
rupakan hasil dekomposisi organik seperti daun, pohon dan kayu dalam berbagai tingkat dekomposisi, walaupun umumnya telah mencapai tingkat atau kondisi stabil. Kehadiran zat organik dapat menyebabkan kekeruhan pada air tersebut. Dengan demikian air gambut tergolong tidak memenuhi persyaratan standar air bersih.

Beberapa unsur yang tidak memenuhi persyaratan standar air bersih adalah segi estetika, dengan adanya warna dan kekeruhan pada air, segi kesehatan; pH rendah dapat menimbulkan kerusakan gigi dan sakit perut dan menyebabkan air berasa asam, kandungan organik yang tinggi dapat merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme dalam air yang dapat menimbulkan bau apabila bahan organik tersebut terurai secara biologis dan jika dilakukan desinfeksi dengan larutan klor akan membentuk senyawa organoklorin yang bersifat karsinogenik.

Menurut Suprihanto (1994) pengolahan air gambut yang prospektif didasarkan pada proses koagulasi/flokulasi dan adsorpsi, sebelum diketahui proses lainnya. Proses koagulasi adalah proses pembentukan partikel koloidal yang stabil sehingga memungkinkan partikel tersebut bergabung dengan partikel lainnya dan dapat diendapkan. Adsorpsi adalah fenomena kompleks yang melibatkan proses kimia-fisik antara fase padat sebagai adsorbant dan fase cair dimana zat yang akan diserap berada.

Tanah gambut yang dapat digunakan sebagai koagulan (Kusnedi, 1995) yaitu lapisan tanah gambut permukaan (0 - 1 m), lapisan tanah lempung abu-abu muda-tua, lunak dan plastis (1 - 2,5 m) serta lapisan lempung untuk pengolahan (2,5 - 5 m).

Persenyawaan Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) atau sering disebut tawas, banyak digunakan sebagai koagulan karena ekonomis. Dengan pembubuhan tawas pada suatu larutan koloidal yang dianggap stabil dan susah mengendap, maka stabilitas tersebut akan terganggu. Proses pembentukan endapan $Al(OH)_3$ mengikuti Persamaan 1 berikut ini.



Reaksi pada Persamaan 1 ini menyebabkan pembebasan ion H^+ , sehingga pH larutan menjadi berkurang. Akibatnya proses flokulasi tidak dapat berlangsung baik dalam air yang mengandung Al yang tinggi karena pH terlalu rendah, sedangkan

untuk membentuk $Al(OH)_3$ dibutuhkan pH 6 sampai 8.

Kapur (lime) secara umum terdapat dalam dua bentuk yaitu CaO dan $Ca(OH)_2$. CaO adalah bahan mudah larut dalam air dan menghasilkan gugus hidroksil yaitu $Ca(OH)_2$ yang bersifat basa dan disertai keluarnya panas yang tinggi. Menurut Tarmiji (1986), penggunaan dari kapur antara lain di bidang kesehatan lingkungan untuk pengolahan air kotor, air limbah maupun industri lainnya. Pada pengolahan air kotor, kapur dapat mengurangi kandungan bahan-bahan organik. Cara kerjanya adalah kapur ditambahkan untuk mereaksikan alkali bikarbonat serta mengatur pH air sehingga menyebabkan pengendapan. Proses pengendapan ini akan berjalan secara efektif apabila pH air antara 6 - 8 .

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di desa Karyatani kecamatan Labuhan Maringgai Lampung Tengah pada tanggal 11-13 Januari 1999. Sedangkan obyek pada penelitian ini meliputi kualitas air sampel (air gambut), penentuan dosis tawas sebagai koagulan dan tanah gambut serta kapur tohor sebagai koagulan pembantu dengan metode jartest.

Parameter yang akan diteliti adalah pH, warna, kekeruhan, dan kandungan zat organik air sampel (air gambut) sebelum dan sesudah penelitian. Adapun variabel penelitian dalam hal ini meliputi variabel bebas yang terdiri dari tawas, tanah gambut dan kapur tohor. Variabel terikat yaitu kualitas air gambut. Sedangkan variabel pengganggu terdiri atas sumber air sampel, tawas, tanah gambut, dan kapur tohor.

Pengambilan sampel dilakukan dengan grab sample (sampel sesaat). Sampel diambil pada sumber dan dianggap mewakili kualitas pada saat dan tempat tertentu (Slamet,1994). Pengujian koagulan dilakukan dengan maksud untuk mengetahui jenis dan jumlah kandungan zat di dalamnya yang berperan dalam proses penyerapan dan pengendapan air gambut.

Pemeriksaan laboratorium untuk memperoleh data yang diperlukan, meliputi dosis koagulan dengan metode jartest, pH dengan pH meter, warna dengan colorimetri, kekeruhan dengan metode nephelometri serta kandungan zat organik dengan metode titimetri.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung efisiensi dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$Efisiensi = (A - B) / A \times 100 \% \tag{2}$$

Dimana : A = kadar zat sebelum pengolahan
 B = kadar zat sesudah pengolahan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas air gambut di desa Karya tani kecamatan Labuhan Maringgai, kabupaten Lampung Tengah, propinsi Lampung, yang meliputi parameter pH, warna,kekeruhan dan zat organik ($KMnO_4$) sebagai hasil analisis laboratorium sebelum pengolahan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Air Gambut Desa Karyatani Kecamatan Labuhan Maringgai Lampung Tengah Tahun 1999.

Paramater	Satuan	Hasil Analisa
pH	-	7.06
Warna	TCU	500
Kekeruhan	NTU	119.66
Zat organik	mg/l	476.55

Sumber : Analisis Laboratoeium Kesehatan Prop. Lampung, Januari 1999.

Dari hasil analisa pada Tabel 1, menunjukkan bahwa kualitas air gambut belum seluruhnya memenuhi persyaratan air bersih menurut Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990.

Analisa pengolahan dengan metode jar test dilakukan untuk menentukan dosis optimum tawas sebagai koagulan dan tanah gambut serta kapur tohor sebagai koagulan pembantu dalam pengolahan air gambut. Hasil pada pengolahan I, air gambut diberikan koagulan tawas saja untuk parameter pH, warna, kekeruhan, dan kandungan zat organik ($KMnO_4$) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengolahan I Dengan Variasi Dosis Tawas Per Liter Air Gambut Untuk pH, Warna, Kekeruhan, Dan Zat Organik

Dosis Tawas (gr/l)	Hasil Analisa			
	pH	Warna (TCU)	Kekeruhan (NTU)	Zat Organik (mg/l)
10	3,75	400	102,66	240,1
20	3,58	370	93,77	126,64
30	3,37	350	84,83	86,01
40	3,34	335	82,43	84,43
50	3,31	320	80,23	83,91
60	3,25	300	79,27	81,26

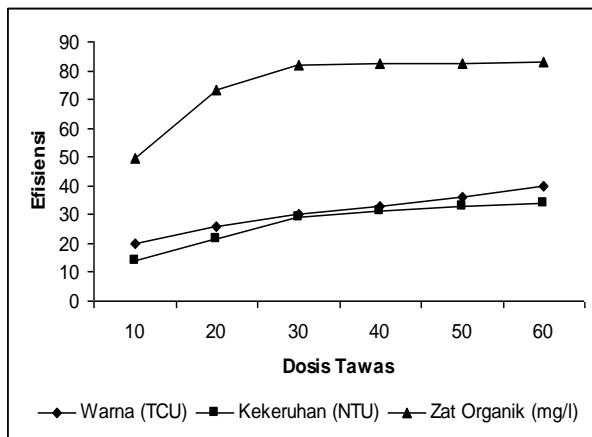
Sedangkan untuk pengolahan II air gambut diberikan kombinasi koagulan tawas, tanah gambut dan kapur tohor disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengolahan II Untuk Parameter pH, Warna, Kekeruhan, Dan Zat Organik

Tawas (g/l)	Tanah gambut (g/l)	Kapur tohor (g/l)	Hasil analisa			
			pH	Warna (TCU)	Kekeruhan (NTU)	Zat organik (mg/l)
10	10	5	10,23	20	2,53	287,57
20	20	10	9,98	18	2,3	91,77
30	30	15	7,71	15	2,0	58,56
40	40	20	7,86	12,5	1,8	47,48
50	50	25	8,05	20	4,0	56,98
60	60	30	8,6	25	4,2	74,4

Berdasarkan hasil analisa air gambut sebelum dilakukan pengolahan (pada Tabel 1), kualitas air gambut ternyata belum memenuhi persyaratan kualitas air bersih yang ditetapkan terutama untuk parameter warna, kekeruhan dan kandungan zat organik.

Pada pengolahan I ini ternyata mempunyai pengaruh terhadap penurunan warna, kekeruhan dan kandungan zat organik. Efisiensi penurunan dari masing-masing parameter tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Efisiensi Penurunan Warna, Kekeruhan Dan Zat Organik Akibat Penambahan Tawas

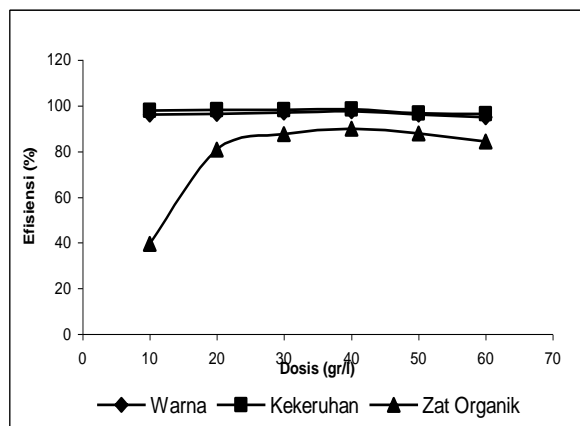
Diperoleh gambaran bahwa dengan penambahan tawas dapat mengurangi kadar warna, kekeruhan dan kandungan zat organik air gambut. Pada pengolahan cara pertama ini, meskipun terjadi perubahan kualitas air menjadi lebih baik, tetapi masih kurang efektif. Hal ini disebabkan penggunaan dosis tawas yang terlalu besar dan hasil pengolahannya juga masih tidak memenuhi syarat kualitas air bersih.

Penurunan warna ini terjadi karena dua kemungkinan yaitu, pertama warna yang disebabkan oleh zat organik tersebut diendapkan sebagai flok oleh proses koagulasi/flokulasi dengan adanya tawas. Mekanisme yang kedua yang mungkin terjadi adalah warna dalam bentuk zat organik yang terlarut tersebut diserap oleh flok kemudian mengendap. Selain itu presipitat yang mengandung $Al(OH)_3$ mempunyai daya adsorpsi yang kuat terhadap anion (Suprihanto, 1994).

Penambahan tawas untuk penurunan kekeruhan terjadi karena ion Al^{3+} yang dilepaskan oleh tawas akan menempel pada partikel koloid, menetralkan muatan, mereduksi gaya tolak menolak antar partikel dan sebagian lagi akan membentuk hidroksida ($Al(OH)_3$) yang dapat mengendap (Suprihanto, 1994).

Sedangkan penurunan zat organik disebabkan oleh terserapnya zat organik oleh flok dari koloid dan ($Al(OH)_3$) yang kemudian mengendap bersama-sama karena adanya gaya berat (Suprihanto, 1994).

Pada pengolahan II dilakukan kombinasi pembuahan koagulan tawas, tanah gambut dan kapur tohor. Jika dibandingkan dengan pengolahan I, maka hasil analisis pengolahan II ini jauh lebih efektif karena adanya koagulan pembantu yaitu tanah gambut dan kapur tohor. Gambar 2 menunjukkan efisiensi penurunannya.



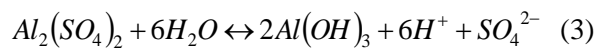
Gambar 2. Efisiensi Penurunan Warna, Kekeruhan Dan Zat Organik Akibat Kombinasi Penambahan Tawas, Tanah Gambut Dan Kapur Tohor.

Fungsi dari tanah gambut dalam hal ini adalah untuk membentuk kekeruhan buatan yang dapat menyerap warna yang diakibatkan oleh zat organik.

Perlu diketahui tanah gambut memiliki daya adsorpsi yang kuat karena mempunyai luas permukaan yang luas (mempunyai butir yang halus). Kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 yang relatif tinggi dalam tanah gambut memungkinkan terbentuknya flok-flok yang pada akhirnya dapat mengendap (Suprihanto, 1994).

Sedangkan pembubuhan kapur tohor untuk menambah kation dan menaikkan pH air yang rendah akibat penambahan tawas, karena kapur (CaO) di dalam air membentuk $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang bersifat basa sehingga dapat menetralkan pH. Dengan pH yang netral inilah proses pengendapan akan berjalan dengan baik. Jadi mekanisme penurunan warna, kekeruhan dan zat organik dalam air gambut saling berkait satu sama lain.

Pebubuhan tawas dapat menurunkan pH sehingga kondisi air menjadi asam, seperti pada Persamaan 3 berikut.

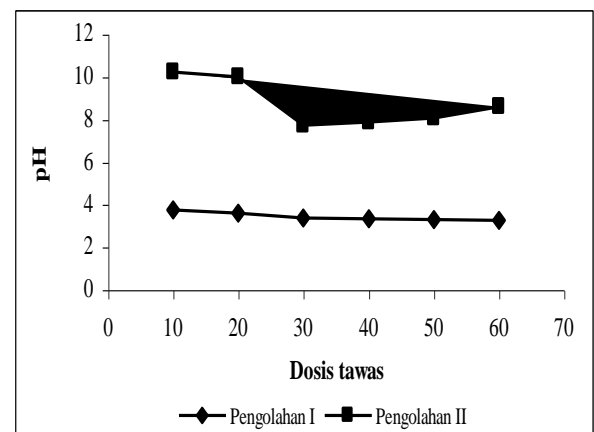


Reaksi ini membebaskan ion H^+ , sehingga pH larutan berkurang dan terjadi asam. Jika kondisi ini dibiarkan maka akan berpengaruh terhadap proses pengendapan. Asam dapat dinetralkan bila alkalinitas dalam air cukup tinggi atau dapat juga ditambahkan kapur tohor (CaO) dengan dosis tertentu. pH ideal untuk proses pengendapan adalah antara 6 sampai 8 (Alaerts dan Santika, 1987).

Pada pengolahan II proses pengendapan dapat terjadi lebih baik dan terbukti dengan penurunan warna, kekeruhan dan kandungan zat organik air gambut lebih efektif seperti pada Gambar 2. Pada proses ini pH optimum terjadi pada pH 7,86 (untuk dosis tawas 40 gr/l dan kapur tohor 20 gr/l), karena pada pH tersebut terjadi efisiensi penurunan warna air gambut 97,5%, kekeruhan 98,5% dan kandungan zat organik 90%.

Untuk mengetahui kelayakan air hasil pengolahan air gambut dengan tawas, tanah gambut, kapur tohor sebagai koagulan untuk sumber air bersih dibandingkan dengan standar kualitas air bersih sesuai Permenkes RI No.416/Menkes/Per/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan air.

Gambar 3 menunjukkan perbandingan penggunaan tawas pada pengolahan I dan Pengolahan II.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Pembubuhan Koagulan (Tawas) Terhadap Perubahan Ph Pada Pengolahan I Dan Pengolahan II.

Pada pengolahan dengan menggunakan tawas saja hasilnya belum optimum dan tidak memenuhi standar kualitas air bersih yang ditetapkan. Sedangkan setelah melalui pengolahan II hasilnya sudah sangat baik dan memenuhi standar, terutama untuk parameter pH warna, dan kekeruhan, sedangkan parameter zat organik sudah terjadi penurunan tetapi masih diatas standar (10 mg/l). Meskipun hasil pengolahan sudah efektif, namun pengolahan dengan kombinasi tawas, tanah gambut dan kapur tohor sangat sulit diterapkan karena membutuhkan dosis yang terlalu besar sehingga unit pengolahannya mahal dan biaya operasional mahal.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa laboratorium bahwa kualitas air sampel mempunyai ciri pH netral (7,06), kadar warna tinggi (500 TCU), kekeruhan tinggi (119,66 NTU) dan kandungan zat organik tinggi (476,55 mg/l). Pada pengolahan II hasilnya lebih efektif untuk menetralkan pH, menurunkan warna, kekeruhan dan kandungan zat organik tetapi juga diperlukan dosis yang terlalu besar. Pada pengolahan cara kedua hasilnya telah sesuai dengan persyaratan kualitas air bersih Permenkes RI No 416/Menkes/Per/1990. Dosis optimum untuk tawas 40 gr/l, tanah gambut 40 gr/l dan lapur tohor 20 gr/l. Pada dosis tersebut diperoleh hasil untuk parameter pH (7,86), warna (12,5 TCU), kekeruhan (1,8 NTU) dan zat organik (47,48 mg/l). Untuk pengolahan skala besar diperlukan unit pengolahan yang besar dan biaya yang mahal sehingga tidak sebanding dengan air yang dihasilkan.

5.2. Saran

Penggunaan tawas, tanah gambut dan kapur tohor sebagai koagulan untuk memperbaiki kualitas air gambut hendaknya dapat dijadikan suatu alternatif dalam pengolahan air bersih. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengkombinasikan koagulan tanah gambut dan kapur tohor sebagai pembanding untuk pengolahan air gambut dengan menggunakan koagulan tawas, tanah gambut dan kapur tohor. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang parameter lain yang terkandung dalam air gambut dan proses perbaikan kualitasnya sehingga air yang ada dapat benar-benar aman untuk dikonsumsi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika, S (1987). **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional Indonesia. Surabaya.
- Kusnedi. (1995). **Mengolah Air Gambut Dan Air Kotor Untuk Air Minum**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990. **Tentang Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih**.
- Sanropie, D. (1984). **Pedoman Bidang Studi Penyediaan Air Bersih**. Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
- Slamet, J.S. (1994). **Kesehatan Lingkungan**. Gajah Mada University Press. Bandung.
- Suprihanto. (1994). **Pengolahan Air Gambut**. LPPM ITB dan Direktorat Penyehatan Air Ditjen PPM & PLP Depkes RI.
- Suprihanto. (1994). **Pengolahan Air Gambut Kajian Terhadap Studi Laboratorium**. Teknik Lingkungan ITB. Bandung.
- Tarmiji, E. (1986). **Batu Kapur dan Pemanfaatannya**. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri. Medan.