

PENGOLAHAN AIR GAMBUT MENJADI AIR BERSIH DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI CAHAYA PELITA ANDIKA (CPA)

Hamonangan Nainggolan ¹⁾ dan Susilawati ²⁾

Abstrak Penelitian tentang penggunaan metode elektrokoagulasi untuk pengolahan / pemurnian air telah banyak dilakukan. Air gambut merupakan sumber air baku yang sangat potensial terutama di sebagian besar pulau Kalimantan dan sebagian pulau Sumatera. Lokasi pengambilan sampel terletak di area gambut perkebunan kelapa sawit CPA di desa Hutabalang Kecamatan Badiri Kabupaten Tapanuli Tengah, Propinsi Sumatera Utara. Penelitian dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama dilakukan dengan proses elektrokoagulasi, tahap kedua dilakukan penambahan larutan tawas (aluminium sulfat) dan tahap ketiga dilakukan proses elektrokoagulasi dengan penambahan larutan tawas. Sebagai elektroda digunakan plat aluminium dengan jumlah plat adalah 2 buah (1 katoda dan 1 anoda) pada jarak 6 cm. Untuk mempercepat terjadinya koagulasi dan flokulasi, pada sampel ditambahkan larutan tawas 17% sebanyak 10 ml/l sampel. Hasil yang diperoleh pada proses elektrokoagulasi dan penambahan larutan tawas bahwa terdapat kenaikan pH mendekati netral dan penurunan warna, turbiditas, COD, BOD, total organik dan kandungan logam Al, Fe, Mn, Zn, Cd dan Cu yang cukup signifikan. Sehingga metode ini cukup efektif digunakan untuk menghasilkan air bersih.

Kata kunci : elektrokoagulasi, pengolahan air gambut, tawas.

Abstract Research on the use of electrocoagulation method for processing / purification of water have been carried out. Peat water is a source of raw water with huge potential, especially in most of the islands of Borneo and parts of the island of Sumatra. Sampling

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

¹⁾ Departemen Kimia FMIPA Universitas Sumatera Utara (✉)
Jl. Bioteknologi No. 1 Kampus USU, Medan
email : hamonanganainggolan@yahoo.com

²⁾ Departemen Fisika FMIPA Universitas Sumatera Utara
Jl. Bioteknologi No. 1 Kampus USU, Medan

site is located in the peat area of oil palm plantations in the village CPA Hutabalang Badiri Tapanuli Middle District, North Sumatra Province. The study was conducted in three stages. The first stage is done by electrocoagulation process, the second phase of the addition of a solution of alum (aluminum sulfate) and the third stage of electrocoagulation process is carried out by adding a solution of alum. As the aluminum plate electrodes are used with the number plate is 2 pieces (1 cathode and an anode) at a distance of 6 cm. To accelerate the coagulation and flocculation, the sample was added a solution of alum 17% as much as 10 ml/l sample. The results obtained in the electrocoagulation process and the addition of a solution of alum that there is an increase and decrease in pH near neutral color, turbidity, COD, BOD, total organic and metal content of Al, Fe, Mn, Zn, Cd and Cu are quite significant. So this method is effectively used to produce clean water.

Keywords: electrocoagulation, peat water treatment, alum.

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang diperoleh dari berbagai sumber, tergantung pada kondisi daerah setempat. Kondisi sumber air pada setiap daerah berbeda-beda, tergantung pada keadaan alam dan kegiatan manusia yang terdapat di daerah tersebut. Penduduk yang tinggal di daerah dataran rendah dan berawa seperti di Sumatera dan Kalimantan menghadapi kesulitan memperoleh air bersih untuk keperluan rumah tangga, terutama air minum. Hal ini karena sumber air di daerah tersebut adalah air gambut yang berdasarkan parameter baku mutu air tidak memenuhi persyaratan kualitas air bersih (Depkes RI, 2002).

Air gambut adalah air permukaan yang banyak terdapat di daerah berawa maupun dataran rendah

terutama di Sumatera dan Kalimantan, yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: Intensitas warna yang tinggi (berwarna merah kecoklatan), pH yang rendah, Kandungan zat organik yang tinggi, kekeruhan dan kandungan partikel tersuspensi yang rendah, dan kandungan kation yang rendah. Air gambut di Indonesia merupakan salah satu sumber daya air yang masih melimpah, kajian Pusat Sumber Daya Geologi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral melaporkan bahwa sampai tahun 2006 sumber daya lahan gambut di Indonesia mencakup luas 26 juta ha yang tersebar di pulau Kalimantan ($\pm 50\%$), Sumatera ($\pm 40\%$) sedangkan sisanya tersebar di Papua dan pulau-pulau lainnya. Indonesia menempati posisi ke-4 terluas untuk lahan gambut setelah Canada, Rusia dan Amerika Serikat. (BPPT, 2006)

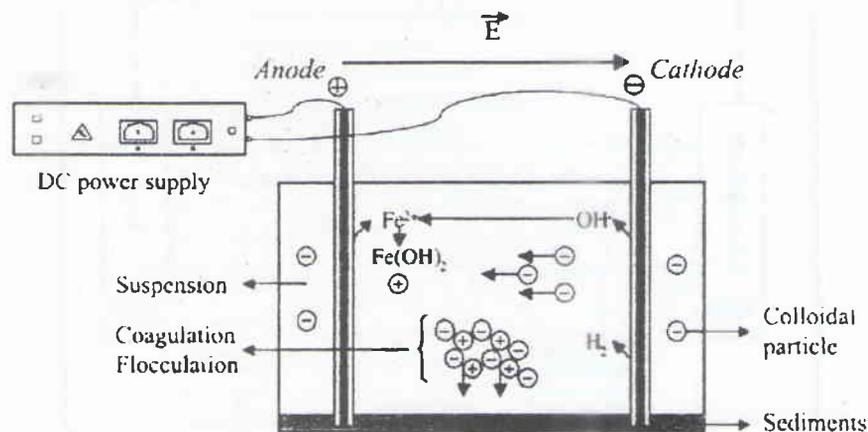
Berdasarkan data di atas, air gambut di Indonesia secara kuantitatif sangat potensial untuk dikelola sebagai sumber daya air yang dapat diolah menjadi air bersih atau air minum. Namun secara kualitatif penggunaan air gambut masih banyak mengalami kendala. Beberapa kendala penggunaannya sebagai air bersih adalah warna, kekeruhan, zat organik, dan kandungan logam-logam dalam air gambut (Al, Zn, Fe, Mn Cd dan Cu) sehingga tidak layak untuk digunakan sebagai air bersih (Kusnaedi, 2006).

Kenyataan di atas dihadapi oleh masyarakat yang tinggal di area gambut perkebunan kelapa sawit CPA yang masih cukup luas di daerah Tapanuli Tengah, khususnya di kecamatan Badiri. Masyarakat yang tinggal di areal gambut tersebut masih menggunakan air gambut untuk keperluan sehari-harinya tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

Pengolahan Air Gambut Dengan Metode Elektrokoagulasi

Pengolahan air gambut dapat dilakukan dengan metode elektrokoagulasi. Air gambut yang berwarna kuning/merah kecoklatan disebabkan oleh kandungan organik yang merupakan partikel koloid bermuatan negatif dan sulit dipisahkan dari cairannya karena ukurannya sangat kecil dan mempunyai sifat muatan listrik pada permukaannya yang menyebabkan partikel stabil. Dari penelitian yang telah dilakukan, khusus air gambut di lahan perkebunan kelapa sawit CPA perlu sedikit penambahan larutan tawas pada air gambut agar air gambut tersebut menjadi larutan bersifat koligatif. Hal ini dikaitkan dengan karakteristik air gambut yang bersifat spesifik, bergantung pada lokasi, jenis vegetasi dan jenis tanah tempat air gambut tersebut berada, ketebalan gambut, usia gambut, dan cuaca (Irianto, 1998).

Prinsip dasar sel elektrokoagulasi mengikuti prinsip dasar yang dipergunakan dalam sel elektrolisis, dimana anoda merupakan tempat berlangsungnya reaksi oksidasi dan katoda sebagai tempat berlangsung reaksi reduksi. Elektrolit berfungsi sebagai media transportasi ionik sekaligus mencegah terjadinya hubungan singkat antara anoda dan katoda. Elektron dari sumber arus mengalir menuju katoda, sehingga pada katoda terjadi reaksi reduksi. Reaksi elektrolisis merupakan suatu proses kimia heterogen yang mencakup perpindahan muatan dari atau ke sebuah elektroda. Untuk mencegah terjadi akumulasi muatan positif dan muatan negatif di suatu tempat dalam sel, maka jumlah elektron yang digunakan untuk proses oksidasi pada anoda harus sama (Ni'am *et al.*, 2007).



Gambar 1. Prinsip proses elektrokoagulasi (Ghernaout *et al.*, 2009)

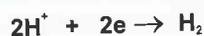
Mekanisme Reaksi

Reaksi pada Katoda (Kation)

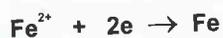
1. Jika larutan mengandung ion-ion logam alkali, ion-ion logam alkalitana, ion Al^{3+} dan ion Mg^{2+} , maka ion-ion logam ini tidak dapat direduksi dari larutan. Yang akan mengalami reduksi adalah pelarut (air), dan terbentuk gas hidrogen (H_2) pada katoda. Gas hidrogen terjadi dengan reaksi :



2. Kondisi asam, reaksi pembentukan gas hidrogen adalah sebagai berikut :



3. Jika larutan mengandung ion-ion lain, maka ion-ion logam ini akan direduksi menjadi masing-masing logamnya dan logam yang terbentuk itu diendapkan pada permukaan batang katoda,



Reaksi pada Anoda

Elektroda pada anoda, elektrodanya dioksidasi diubah menjadi ionnya.



Untuk penggunaan aluminium pada kedua elektroda, reaksinya adalah sebagai berikut:



Sedangkan proses pelepasan aluminium pada kutub katoda adalah sebagai berikut



BAHAN DAN METODE

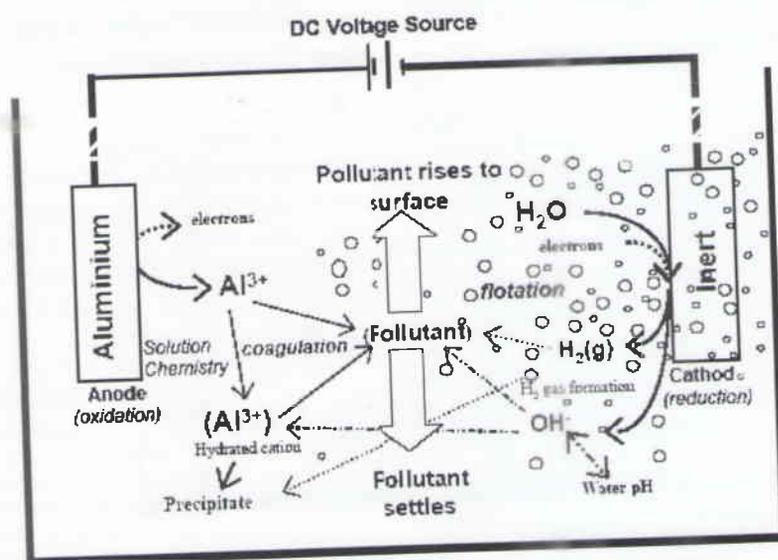
Teknik Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan adalah air gambut yang berasal dari perkebunan kelapa sawit CPA di Desa Hutabalang Kecamatan Badiri, Kabupaten Tapanuli Tengah, Propinsi Sumatera Utara.

Sampel di ambil secara acak. Dilakukan di beberapa titik perkebunan. Lalu dimasukkan ke dalam wadah kapasitas 5 liter. Kemudian di ukur pH nya, lalu dicatat tanggal dan waktu pengambilan sampel tersebut (ASTM D4687 – 95, 2006).

Proses Pengolahannya

Sebelum dianalisa sampel terlebih dahulu di preparasi dengan penambahan HNO_3 untuk mengawetkan bakteri pengurai di dalam air sehingga kadar logam yang terkandung masih tetap terjaga sampai dianalisa di labotaorium. Setelah di laboratorium, kemudian sampel dimasukkan kedalam bak perlakuan untuk dilakukan proses elektrokoagulasi sesuai dengan diagam alir penelitian (ASTM E882-87, 2003).



Gambar 2. Mekanisme dalam elektrokoagulasi (Holt et al., 2006).

Analisis terhadap pH, warna, Turbiditas, COD, BOD, total organik, dan kandungan logam

Untuk analisa pH dilakukan di tempat pengambilan sampel awal dengan menggunakan pH meter. Kadar COD dan BOD dilakukan dengan metode titrasi dengan penggunaan botol khusus. Total organik dilakukan dengan mengawetkan sampel di dalam kotak fiber yang berisi es dengan suhu 4°C. Sedangkan kandungan logam, digunakan metode spektrofotometer serapan atom (SSA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan air gambut untuk menghasilkan air bersih yang dilakukan hanya dengan metode elektrokoagulasi maupun hanya dengan penambahan larutan tawas tidak memberikan pengaruh yang signifikan (sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2). Hal ini disebabkan karena air gambut mengandung senyawa-senyawa organik yang lebih dominan daripada senyawa-senyawa anorganik.

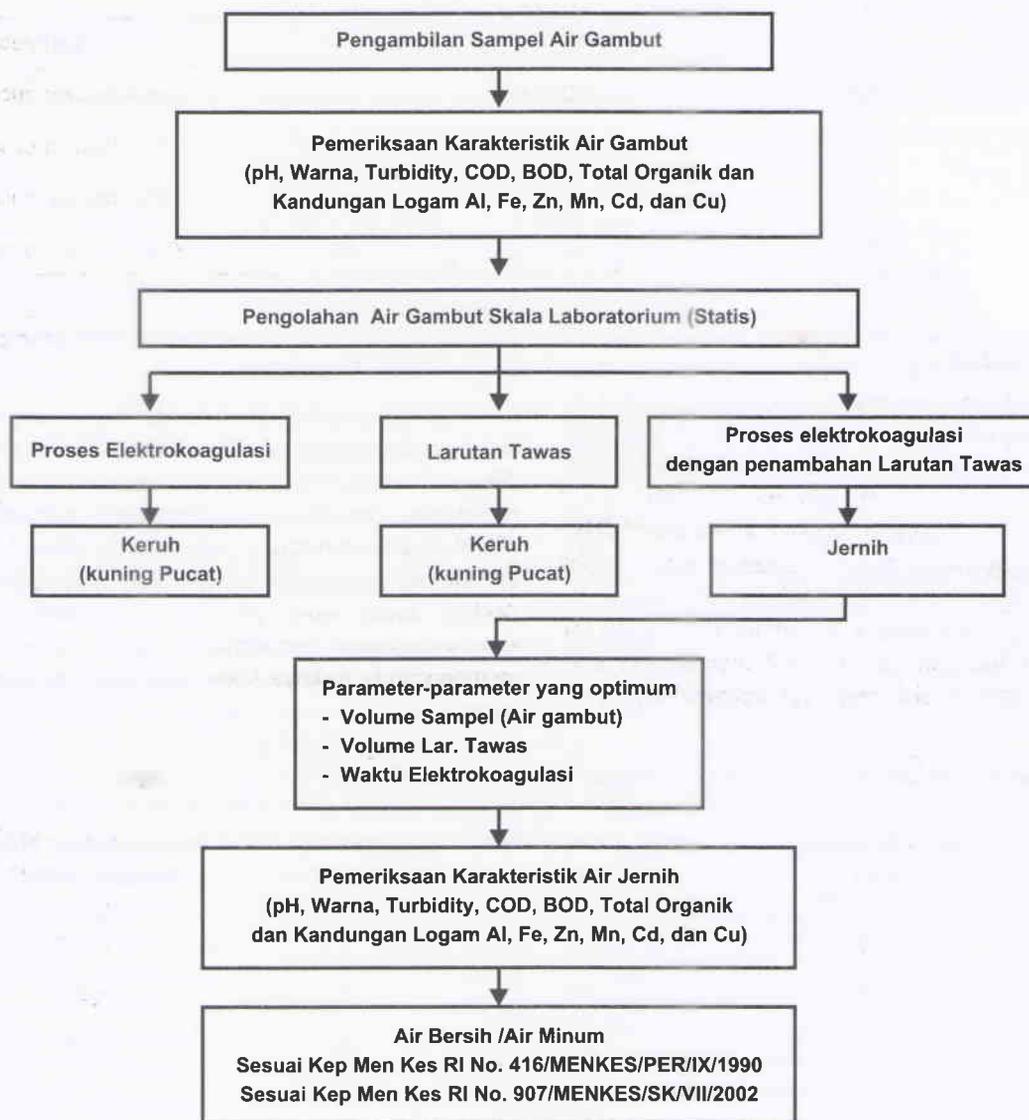


Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Pengaruh elektrokoagulasi terhadap pengolahan air gambut.

No.	VOL. AIR GAMBUT (ml)	WAKTU (menit)	PENGAMATAN WARNA (SECARA VISUAL)
1	1000	60	Keruh (kuning pucat)

Tabel 2. Pengaruh larutan tawas terhadap pengolahan air gambut.

No.	VOL. AIR GAMBUT (ml)	VOL. LAR. TAWAS (ml)	WAKTU (menit)	PENGAMATAN WARNA (SECARA VISUAL)
1	1000	10	60	Keruh (kuning pucat)
2	1000	20	60	Keruh (kuning pucat)
3	1000	30	60	Keruh (kuning pucat)
4	1000	40	60	Keruh (kuning pucat)
5	1000	50	60	Keruh (kuning pucat)

Penambahan larutan tawas ke dalam air gambut yang kemudian dielektrokoagulasi ternyata lebih baik digunakan dalam pengolahan air gambut (Tabel 3). Hal ini disebabkan larutan tawas dapat bertindak sebagai sumber ion elektrolit dalam proses koagulasi yang kemudian diikuti proses flokulasi yang membentuk flok-flok yang lebih besar berupa $Al(OH)_3$. Dengan terbentuknya flok-flok tersebut maka terjadi penurunan konsentrasi logam dan partikel-partikel lain yang larut di dalam sampel air gambut oleh karena pH air gambut berubah dari pH 4,7 menjadi pH 6,8. Larutan tawas di sini berfungsi sebagai membuat

koligatif larutan sehingga air gambut akan mempunyai larutan elektrolit didalamnya.

Optimalisasi penggunaan larutan tawas yang baik di dalam penjemihan air gambut adalah 10 ml/l air gambut dengan tawas 17% (kadar 1000 ppm) dan waktu elektrokoagulasi 45 menit disertai pengendapan 15 menit. Jika larutan tawas kurang dari 10 ml/l maka proses elektrokoagulasi berlangsung lambat dan jika larutan tawas lebih dari 10 ml/l maka proses elektrokoagulasi berlangsung cepat tetapi akan mempengaruhi naiknya kadar aluminium di dalam air gambut.

Tabel 3. Elektrokoagulasi air gambut dengan penambahan larutan tawas.

No.	VOL. AIR GAMBUT (ml)	VOL. LAR. TAWAS (ml)	WAKTU (menit)	PENGAMATAN WARNA (SECARA VISUAL)
1	1000	10	45	jernih
2	1000	20	35	jernih
3	1000	30	30	jernih
4	1000	40	25	jernih
5	1000	50	20	jernih

Tabel 4. Karakteristik air gambut, sebelum dan sesudah diolah dengan metode elektrokoagulasi dengan penambahan larutan tawas.

No	Parameter	Sat.	Hasil Uji			Standar Air Minum (Golongan A)	Standar Air Bersih (Golongan B)
			Sebelum	Sesudah	% Penurunan		
1	pH	-	4,7	6,9	-	6,5 – 8,5 ***	6,5 – 9 *
2	Warna	Pt-Co	93,565	7,238	92,26	15***	50*
3	Turbidity	NTU	66,90	0,98	98,53	5 ***	25 *
4	COD	mg/l	183	11,9	93,50	10 **	-
5	BOD	mg/l	22,8	1,07	95,31	2 **	-
6	Total Organik	g	0,0255	0,0200	21,57	-	-
7	Tembaga (Cu)	mg/l	0,0000	0,0000	-	2 ***	-
8	Kadmium (Cd)	mg/l	0,0090	0,0000	99,98	0.003 ***	0.005*
9	Aluminium (Al)	mg/l	0,0374	0,0873	1,33 ⁺	0.2 ***	-
10	Seng (Zn)	mg/l	0,0807	0,1696	1,10 ⁺	3 ***	15*
11	Besi (Fe)	mg/l	1,4258	0,3318	76,73	0.3 ***	1*
12	Mangan (Mn)	mg/l	0,1595	0,0966	39,43	0.1 ***	0.5 *

* = Per. Men. Kes. RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tgl. 3 September 1990

** = PP No. 82 tahun 2001

*** = Kep. Men. Kes. RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tanggal 29 Juli 2002

+ = Persentase kenaikan

Berdasarkan hasil analisa dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) terhadap konsentrasi logam (Al, Fe, Zn, Mn, Cd dan Cu) menunjukkan bahwa hasil elektrokoagulasi dengan penambahan larutan tawas telah memenuhi standar air bersih yang ditetapkan (Tabel 4). Konsentrasi logam Al dan Zn mengalami kenaikan setelah proses elektrokoagulasi. Konsentrasi Logam Al naik sebesar 1,33% (dari 0,0374 mg/l menjadi 0,0873 mg/l) hal ini karena pengaruh penambahan larutan tawas. Sedangkan logam Zn, naik sebesar 1,10% (dari 0,0807 mg/l menjadi 0,1696 mg/l). Naiknya konsentrasi logam Zn ini disebabkan plat Al yang digunakan sebagai elektroda adalah plat aluminium sembarang (bahan dasar seng yang dilapisi aluminium). Walaupun konsentrasi logam Al dan Zn mengalami kenaikan tetapi masih di bawah standar yang ditetapkan untuk persyaratan kualitas air bersih (Tabel 4). Untuk pengukuran turbiditas diperoleh persentase penurunan warna sebesar 91,79% (dari 94,295 Pt-Co menjadi 7,746 Pt-Co), kekeruhan sebesar 98,68% (dari 72,43 NTU menjadi 0,953 NTU). Sehingga air yang dihasilkan dari metode ini mampu digunakan masyarakat sebagai sumber air bersih yang dapat

dikonsumsi melalui proses perebusan maupun digunakan untuk lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengolahan air gambut menjadi air bersih di lahan gambut perkebunan kelapa sawit CPA dengan proses elektrokoagulasi dengan penambahan larutan tawas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- (1) Pengolahan air gambut menggunakan metode elektrokoagulasi dengan penambahan larutan tawas memberikan kinerja yang baik, karena mampu menghasilkan air bersih sesuai standar yang ditetapkan pemerintah melalui Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tanggal 3 September 1990 tentang persyaratan kualitas air bersih.
- (2) Optimasi yang baik dari pengolahan air gambut untuk menghasilkan air bersih dengan metode elektrokoagulasi dengan penambahan larutan tawas sangat dipengaruhi oleh kadar larutan tawas yang dimasukkan ke dalam sampel (air

gambut) yaitu 10 ml/l air gambut, dan waktu elektrokoagulasi (waktu kontak dengan plat aluminium sebagai elektroda) yaitu 45 menit.

Penggunaan metode elektrokoagulasi dengan penambahan larutan tawas mampu menghasilkan air bersih dengan kualitas yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D4687-95. 2006. Standard guide for general planning of waste sampling. ASTM International. 100 Barr Harbor Drive. West Conshohocken. PA. 19428-2959 USA.
- ASTM E882-87. 2003. Standard guide for accountability and quality control in the chemical analysis laboratory. ASTM International. 100 Barr Harbor Drive. West Conshohocken. PA. 19428-2959 USA.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). 2006. Mengemas air gambut asin menjadi siap minum. <http://nuansaonline.net>; akses 23 Januari 2009.
- Ghernaout, D., B. Ghernaout, A. Boucherit, M.W. Naceur, A. Khelifa, and A. Kellil. 2009. Study on mechanism of electrocoagulation with iron electrodes in idealised conditions and electrocoagulation of humic acid solution in batch using aluminium electrodes. *Desalination and Water Treatment*. 8. pp. 91-99.
- Departemen Kesehatan. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan RI, Nomor : 907/MENKES/SK/VII/2002, Tanggal 29 Juli 2002 tentang Persyaratan kualitas air minum. www.depkes.go.id; diakses tanggal 14 Nopember 2008.
- Departemen Kesehatan. 2001. Peraturan pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. www.depkes.go.id, diakses tanggal 14 Nopember 2008.
- Departemen Kesehatan. 1990. PERMENKES No. 416/Men Kes/Per/IX/1990 Tentang standar air minum dan air bersih. www.depkes.go.id, diakses tanggal 14 Nopember 2008.
- Holt, P.K., G.W. Barton, and C.A. Mitchell. 2006. Electrocoagulation as wastewater treatment. The Third Annual Australian Environmental Engineering Research Event, 23-26 Nopember 1999. Castlemaine, Victoria., Departemen of Chemical Engineering, The University of Sydney, New South Wales.
- Irianto. 1998. Kinetika penurunan warna & zat organik air gambut menggunakan tanah lempung gambut dengan sistem batch. Penelitian Puslitbang Pemukiman bekerja sama dengan PAU ITB.
- Kusnaedi. 2006. Mengolah air gambut dan kotor untuk air minum. Penerbit Swadaya. Jakarta. Hal. 17-20.
- Ni'am, M.F., F. Othman, J. Sohaili, and Z. Fauzia. 2007. Removal of COD and turbidity to improve wastewater quality using electrocoagulation technique, *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, Vol. 11(1) pp.198-205.