

APLIKASI KOAGULAN CAIR HASIL EKSTRAKSI 0,4 MOL H₂SO₄ UNTUK PENGOLAHAN AIR GAMBUT

Catrain Susanty , Muhdarina , Akmal Mukhtar

**Laboratorium Riset Sains Material Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*catrain.caan@hotmail.com***

ABSTRACT

Clay is an abundant natural product that has been used in various fields, one of them as a coagulant in water treatment. Cengar clay contains aluminium and iron that can be extracted to be liquid coagulant. The liquid coagulant was prepared through extraction of 500°C calcined Cengar clay by 0,4 mol of sulfuric acid at various temperatures (30, 60, and 100°C) and extraction times (1, 2, and 3 hours). These coagulants were applied to coagulation process of peat water. Several parameters of peat water that were analyzed are turbidity, total dissolve solid (TDS), and total suspended solid (TSS). The turbidity result was compared to PERMENKES RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 “About Requirement and Water Quality Control”, whereas TDS and TSS were compared to Government Regulation No. 82 of 2001 “About Water Quality Treatment and Water Pollution Control” class I (raw drinking water). The result showed that liquid coagulants can fix all of peat water parameters that were analyzed. The optimum coagulant was K₆₀₋₃, made through extraction at 60°C for 3 hours, with removal percentage of turbidity was 82,69%; TSS 94,06%, and TDS 84,75%.

Keywords: Cengar natural clay, liquid coagulant, peat water

ABSTRAK

Lempung merupakan produk alam yang melimpah dan telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah sebagai koagulan dalam pengolahan air. Lempung Cengar mengandung aluminium dan besi yang dapat diekstraksi menjadi koagulan cair. Koagulan cair dibuat melalui proses ekstraksi lempung Cengar yang telah dikalsinasi 500°C menggunakan 0,4 mol asam sulfat dengan variasi temperatur (30, 60, dan 100°C) dan waktu ekstraksi (1, 2, dan 3 jam). Koagulan yang dihasilkan diaplikasikan dalam proses koagulasi air gambut. Beberapa parameter air gambut yang dianalisis adalah kekeruhan, total zat padat terlarut (TDS), dan total zat padat tersuspensi (TSS). Hasil analisis kekeruhan yang didapatkan dibandingkan dengan PERMENKES RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 “Tentang Syarat-syarat Dan

Pengawasan Kualitas Air”, sedangkan untuk nilai TDS dan TSS dibandingkan dengan PP 82 Tahun 2001 “Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air” kelas I (air baku air minum). Koagulasi menunjukkan bahwa koagulan cair mampu memperbaiki semua parameter air gambut yang dianalisis. Koagulan yang memberikan hasil optimum adalah K₆₀₋₃, yaitu koagulan yang dibuat melalui ekstraksi pada temperatur 60°C selama 3 jam, dengan persen penurunan terhadap kekeruhan adalah 82,69%; TSS 94,06%, dan TDS 84,75%.

Kata kunci: air gambut , koagulan cair, lempung alam Cengar

PENDAHULUAN

Riau merupakan salah satu provinsi yang memiliki banyak cadangan lempung. Andriyani (2010) melaporkan, mineral lempung terdapat pada beberapa lokasi di daerah Riau seperti di desa Lipat Kain Kabupaten Kampar, desa Sukamaju Kecamatan Indragiri Hulu, desa Kulim Kecamatan Bukit Raya dan desa Cegar Kabupaten Kuantan Singingi. Menurut Muhdarina (2011), lempung Cengar memiliki kandungan logam Al₂O₃ 14,73% dan Fe₂O₃ 1,01%. Berdasarkan kandungan Al dan Fe yang ada di dalam lempung Cengar, maka lempung tersebut berpotensi untuk dijadikan sumber.

Kegunaan lempung sebagai koagulan telah diteliti oleh beberapa peneliti. Elma (2006) menggunakan lempung sebagai koagulan padat dalam penjernihan air gambut untuk memperbaiki pH dan menurunkan warna, tingkat kekeruhan, jumlah TDS, konsentrasi Mn dan Fe. Hasil yang diperoleh menunjukkan koagulan lempung mampu memperbaiki kualitas air gambut. Hamid (2013) telah menggunakan lempung Cengar sebagai sumber koagulan cair untuk penjernihan air gambut. Hasil yang sama diperoleh oleh Hamid yaitu koagulan dari lempung mampu memperbaiki kualitas

air gambut yaitu dari segi warna, kekeruhan, jumlah TDS dan TSS.

Koagulan merupakan zat kimia yang dapat mengikat partikel-partikel koloid dan pengotor pada proses koagulasi. Koagulan bertindak sebagai larutan elektrolit yang mendestabilisasi partikel koloid (Wang dkk., 2005). Koagulan yang umum digunakan adalah garam aluminium dan garam besi.

Air gambut merupakan sumber air yang banyak ditemukan di Riau, namun penggunaannya terkendala, baik oleh kondisi air maupun keadaan lingkungan. Air gambut mengandung zat organik terlarut yang tinggi, dalam bentuk asam humat dan turunannya (Syarfi dan Herman, 2007). Kandungan ini menyebabkan air gambut berwarna coklat hingga gelap, asam, keruh dan berbau. Salah satu cara mengolah air gambut adalah dengan proses koagulasi. Koagulasi selalu diikuti oleh proses flokulasi. Flokulasi adalah penggabungan dari partikel-partikel hasil koagulasi menjadi partikel yang lebih besar dan mempunyai kecepatan mengendap yang lebih besar (Wang dkk., 2005)

Berdasarkan fasenyanya, koagulan dapat berupa padatan dan cairan. Koagulan padat biasanya berupa oksida logam, sedangkan koagulan cair berupa ion-ion logam. Penggunaan koagulan cair akan memberikan hasil koagulasi

yang lebih optimum. Koagulan cair akan lebih cepat berinteraksi dengan partikel koloid dibandingkan dengan koagulan padat. Hal ini disebabkan karena kation logam pada koagulan cair berupa ion-ion sehingga ketika ditambahkan pada air, ion-ion tersebut dapat langsung mendestabilisasi partikel koloid, sementara koagulan padat harus terionisasi terlebih dahulu.

Pada penelitian ini, koagulan cair dibuat dengan cara ekstraksi lempung Cengar terkalsinasi 500°C oleh 0,4 mol H₂SO₄ pada variasi temperatur (30, 60, dan 100°C) dan waktu ekstraksi (1,2, dan 3 jam). Koagulan yang didapat diaplikasikan dalam proses koagulasi pada air gambut. Beberapa parameter yang dianalisis adalah kekeruhan, total zat terlarut (TDS), dan total zat padat tersuspensi (TSS).

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Furnace optic ivymen system*, *oven heraeus instrument D-63450*, Spektrofotometer Serapan Atom (*Ray Leight WFX-320*), Turbidimeter Orbeco-Hellige model 8000 seri 12791, *hotplate* seri 502, ayakan 100 dan 200 mesh, lumpang kayu, oven, desikator, vakum *Buchner (Brinkman B-169)*, *magnetic stirrer*, *sampling bottle*, kertas saring *whatman* No. 42, neraca analitis Mettler Toledo AL204, dan peralatan gelas lainnya.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lempung Cengar yang tersedia di Laboratorium Sains Material Jurusan Kimia FMIPA Universitas Riau, bahan kimia sebagai pelarut adalah 0,4 mol H₂SO₄, larutan buffer pH 4, 7, 10, dan sampel air

gambut yang diambil di Desa Rimbo Panjang.

b. Sintesis dan Karakterisasi Koagulan

Lempung Cengar dibersihkan, dikering-anginkan, digerus dan diayak dengan ukuran $100 < x < 200$ mesh, kemudian dikalsinasi pada suhu 500°C selama 3 jam. Sebanyak 30 g sampel diekstraksi dengan 0,4 mol H₂SO₄ sebanyak 360 mL. Campuran diaduk dengan kecepatan 700 rpm. Waktu dan temperatur ekstraksi bervariasi selama 1, 2, dan 3 jam pada temperatur 30, 60, dan 100°C. Selanjutnya campuran disaring dengan menggunakan vakum *buchner* yang dilengkapi dengan kertas saring *whatman* No. 42 sehingga didapatkan filtrat yang merupakan koagulan cair. Nilai pH dari masing-masing koagulan cair diukur dengan alat pH meter.

c. Proses Koagulasi dan Analisis Parameter Air Gambut

Sampel air gambut diambil dari salah satu sumur penduduk di Desa Rimbo Panjang, Km 18 Jalan Raya Pekanbaru-Bangkinang. Pengambilan sampel dilakukan pada bagian permukaan, pertengahan dan dasar sumur (kedalaman sumur $\pm 1,5$ m). Ketiga sumber sampel air dicampur homogen, dilbalut dengan aluminium foil, disimpan di dalam kotak pendingin dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis sebelum diberi perlakuan. Parameter sampel air gambut yang dianalisis yaitu kekeruhan, TDS dan TSS.

Proses koagulasi dilakukan dengan mencampurkan 10 mL koagulan cair dengan 100 mL air gambut di

dalam 9 erlenmeyer. Campuran diaduk dengan kecepatan 160 rpm selama 2 menit, kemudian diperlambat menjadi 40 rpm selama 10 menit lalu dihentikan. Campuran diendapkan selama 6 jam dan disaring dengan menggunakan kertas saring. Kekeruhan, TDS dan TSS sesudah koagulasi ditentukan. Kekeruhan dianalisis dengan alat turbidimeter, sedangkan TDS dan TSS secara gravimetri. Hasil analisis kekeruhan yang didapatkan dibandingkan dengan standar kualitas air baku air minum yaitu PERMENKES RI No. 416/ MENKES/PER/IX/1990 “Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air”, sedangkan untuk nilai TDS dan TSS dibandingkan dengan PP 82 Tahun 2001 “Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air” kelas I (air baku air minum).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakterisasi Koagulan Cair

Larutan asam sulfat yang digunakan berperan untuk menarik kation logam yang ada pada lempung Cengar. Menurut Nurpiyenti (2013), kation-kation yang terekstraksi adalah Al^{3+} , Fe^{3+} , K^+ , Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Namun, kation yang berperan dalam proses koagulasi adalah Al^{3+} dan Fe^{3+} , karena menurut Wang dkk. (2005), salah satu syarat kation logam dapat digunakan sebagai koagulan adalah bervalensi tiga.

Tabel 1 menunjukkan nilai pH dari masing-masing koagulan yang didapatkan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dilihat bahwa rata-rata pH koagulan sangat asam. Hal ini dipengaruhi oleh ekstraktor yang digunakan, yaitu 0,4 mol H_2SO_4 . Sifat asam dari H_2SO_4 ini menyebabkan

koagulan yang didapatkan menjadi bersifat asam.

Tabel 1: pH koagulan yang bersumber dari lempung Cengar

Kondisi ekstraksi		Kode	pH
T, °C	t, jam		
30	1	K ₃₀₋₁	1,69
	2	K ₃₀₋₂	1,64
	3	K ₃₀₋₃	1,61
60	1	K ₆₀₋₁	1,80
	2	K ₆₀₋₂	1,90
	3	K ₆₀₋₃	5,27
100	1	K ₁₀₀₋₁	4,90
	2	K ₁₀₀₋₂	4,97
	3	K ₁₀₀₋₃	1,84

Berdasarkan Tabel 1, tampak bahwa secara keseluruhan koagulan bersifat sangat asam. Namun pada kondisi ekstraksi di atas 60°C 2 jam, pH koagulan tidak terlalu asam (K₆₀₋₃, K₁₀₀₋₁, dan K₁₀₀₋₂), tetapi dengan kondisi di atas 100°C 2 jam menyebabkan pH koagulan menurun kembali. Semakin tinggi temperatur ekstraksi, maka daya tarik asam terhadap logam yang ada di dalam lempung semakin kuat sehingga Al dan Fe akan berikatan dengan sulfat membentuk $Al_2(SO_4)_3$ dan $Fe_2(SO_4)_3$. Ion H^+ yang masuk ke dalam lempung juga akan semakin banyak, sehingga kandungan H^+ yang tersisa di dalam larutan sedikit dan menyebabkan pH tidak terlalu asam. Temperatur tinggi dan waktu ekstraksi yang semakin lama akan menyebabkan banyaknya air menguap, sehingga larutan asam menjadi lebih pekat dan berakibat pada pH yang semakin asam.

Pada proses koagulasi, pH merupakan salah satu faktor yang berpengaruh. Pembentukan presipitat $Al(OH)_3$ mulai terjadi pada pH sekitar 4,5 yang akan meningkat seiring dengan naiknya pH sehingga presipitat ini akan

menjadi spesies yang paling dominan. Pada pH bernilai $4,5 < \text{pH} < 8,0$, sebagian besar aluminium hadir sebagai spesies terlarut. Presipitat $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan spesies $\text{Fe}(\text{OH})_4^-$ terlarut mulai hadir pada pH 4 dan pembentukan presipitat akan meningkat sejalan dengan peningkatan pH. Pada $\text{pH} < 4$, ion Fe hadir dalam bentuk $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$ terlarut (Rachmawati dkk., 2009).

b. Hasil analisis kekeruhan, TSS, dan TDS pada air gambut sebelum dan sesudah koagulasi

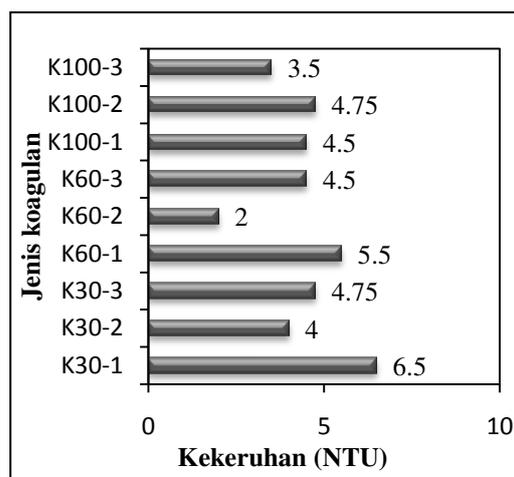
Hasil analisis parameter air gambut sebelum koagulasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil analisis parameter air gambut sebelum koagulasi

Parameter	Nilai
Kekeruhan (NTU)	26
TSS (mg/L)	219
TDS (mg/L)	2013

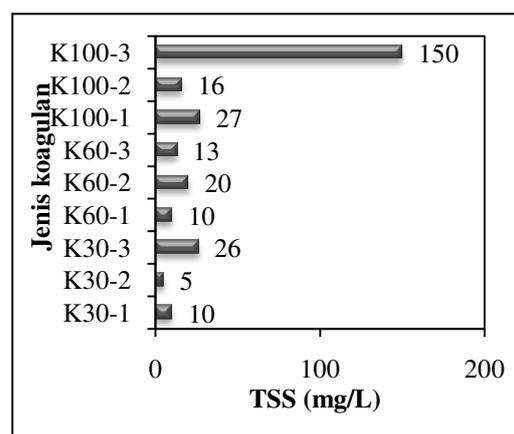
Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa air gambut sebelum koagulasi memiliki kekeruhan, TDS dan TSS yang tinggi. Kekeruhan yang tinggi dari air gambut dapat disebabkan oleh keberadaan zat tersuspensi dalam air sehingga mengurangi intensitas cahaya yang dapat menembus air (Hall, 2004) TDS yang tinggi pada air gambut menunjukkan banyaknya kandungan zat organik terlarut pada air gambut.

Hasil analisis parameter air gambut sesudah koagulasi disajikan pada Gambar 1-3. Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan yang cukup besar untuk setiap parameter kekeruhan, TSS dan TDS pada air gambut sesudah koagulasi.



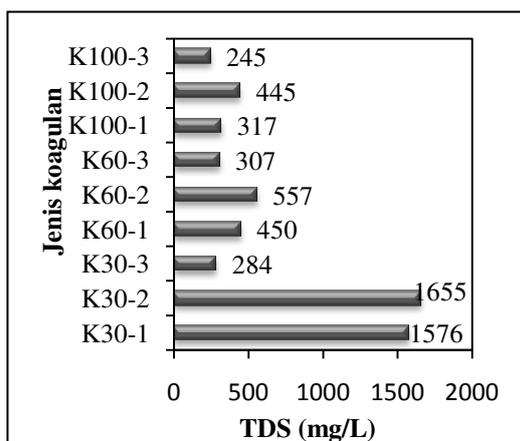
Gambar 1. Hasil analisis kekeruhan air gambut sesudah koagulasi (sebelum koagulasi: 26 NTU)

Standar kekeruhan air baku air minum berdasarkan PERMENKES RI No. 416 /MENKES/PER/IX/1990 “Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air” adalah 25 NTU. Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa semua koagulan mampu menurunkan tingkat kekeruhan air hingga memenuhi standar.



Gambar 2. Hasil analisis TSS air gambut sesudah koagulasi (sebelum koagulasi: 219 mg/L)

Standar TSS air baku air minum berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 “Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air” kelas I (air baku air minum) adalah 50 mg/L. Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa hanya 1 koagulan yang tidak dapat menurunkan TSS sampel hingga memenuhi standar, yaitu K₁₀₀₋₃.



Gambar 3. Hasil analisis TDS air gambut sesudah koagulasi (sebelum koagulasi: 2013 mg/L)

Standar TDS air baku air minum berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 “Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air” kelas I (air baku air minum) adalah 1000 mg/L. Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa koagulan K₃₀₋₁ dan K₃₀₋₂ tidak dapat menurunkan TDS sampel hingga memenuhi standar.

Proses koagulasi air gambut bertujuan untuk menghilangkan bahan cemar yang tersuspensi atau dalam bentuk partikel koloid. Penambahan elektrolit ke dalam dispersi koloid yang stabil akan menyebabkan terjadinya destabilisasi partikel koloid dan memperkecil energi repulsi antar

partikel koloid sehingga partikel akan bergabung membentuk flok.

Mekanisme koagulasi yang terjadi pada penggunaan koagulan K₆₀₋₃, K₁₀₀₋₁ dan K₁₀₀₋₂ yang memiliki pH di antara 4-6 kemungkinan adalah penjebaran partikel koloid oleh endapan. Koagulan akan bereaksi dengan hidroksida membentuk endapan Al(OH)₃ dan Fe(OH)₃. Partikel koloid dan zat organik yang ada pada air akan terikat bersama endapan baik saat pembentukan endapan maupun setelah endapan terbentuk. Koagulasi tipe ini disebut juga *sweep coagulation* (Wang dkk., 2005). Terbentuknya endapan tersebut menyebabkan kandungan partikel koloid, zat organik penyebab kekeruhan dan partikel tersuspensi menjadi berkurang, sehingga didapatkan perbaikan parameter air gambut.

Mekanisme koagulasi yang terjadi pada koagulan lainnya yang bersifat sangat asam adalah adsorpsi dan netralisasi muatan. Ketika koagulan ditambahkan pada air, maka koagulan tersebut akan membentuk kompleks yang bermuatan positif. Kompleks polivalen tersebut akan teradsorpsi ke permukaan partikel koloid yang bermuatan negatif, sehingga terjadi netralisasi muatan, penurunan energi repulsi dan destabilisasi koloid. Hal ini akan menyebabkan terbentuknya flok yang kemudian akan mengendap (Wang dkk., 2005).

Berdasarkan hasil analisis dari sembilan koagulan, didapatkan tiga buah koagulan yang memiliki persen penurunan di atas 80% untuk ketiga parameter yang dianalisis. Persen penurunan ketiga koagulan tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3: Persen penurunan parameter air gambut oleh koagulan

Parameter	Penurunan (%)		
	K ₃₀₋₃	K ₆₀₋₃	K ₁₀₀₋₃
Kekeruhan	81,73	82,69	82,69
TSS	88,13	94,06	87,67
TDS	85,89	84,75	84,25

Ket : Nilai yang ditebalkan merupakan persen penurunan yang dicapai oleh koagulan optimum

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa persen penurunan terbesar untuk kekeruhan dan TSS dicapai oleh koagulan K₆₀₋₃, sehingga koagulan ini terpilih sebagai koagulan optimum.

Hasil koagulasi air gambut oleh koagulan K₆₀₋₃ ini kemudian dibandingkan dengan penelitian Hamid (2013). Koagulan Hamid (2013) ini dibuat melalui pelindian pada temperatur 30°C selama 1 jam. Perbandingan persen penurunan ketiga parameter tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4: Nilai efisiensi penurunan hasil koagulasi

Parameter	Efisiensi penurunan, %	
	K ₆₀₋₃	Hamid (2013)
Kekeruhan	81,73	66,67
TSS	82,69	34,48
TDS	82,69	89,38

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat bahwa efisiensi penurunan hasil penelitian ini lebih besar dibandingkan oleh koagulan Hamid (2013). Perbedaan hasil tersebut dapat disebabkan karena perbedaan konsentrasi ekstraktor yang digunakan. Hamid (2013) menggunakan 0,6 mol H₂SO₄, sedangkan penelitian ini 0,4 mol. Selain itu, kondisi pelindian yang dilakukan juga berbeda. Koagulan K₆₀₋₃ dibuat pada temperatur 60°C selama 3 jam, sedangkan koagulan

Hamid (2013) dibuat pada temperatur 30°C selama 1 jam saja.

KESIMPULAN

Lempung Cengar dapat digunakan sebagai sumber koagulan cair untuk penjernihan air gambut melalui proses ekstraksi menggunakan asam sulfat. Koagulan cair yang dihasilkan mampu memperbaiki beberapa parameter air gambut yaitu kekeruhan, TDS dan TSS. Koagulan optimum yang didapatkan adalah K₆₀₋₃, yaitu koagulan yang dibuat pada temperatur 60°C selama 3 jam. Persen penurunan yang didapatkan dengan penggunaan koagulan K₆₀₋₃ adalah 82,69% (kekeruhan); 94,06% (TSS); dan 84,75% (TDS).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai melalui skim Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Desentralisasi tahun 2014 atas nama Drs. Muhdarina, M.Si. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak DIRJEN DIKTI melalui Lembaga Penelitian Universitas Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, F. 2010. Studi Kesetimbangan Adsorpsi Cu(II) pada Lempung-Keggin Terpillar. *Skripsi*. Jurusan kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau, Pekanbaru
- Elma. 2005. Efektivitas Tanah Lempung sebagai Koagulan dalam Memperbaiki Kualitas Fisik dan Kimia Air Gambut di

- Desa Blonkut Kecamatan Marbau Kabupaten Labuhan-batu Tahun 2005. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara, Medan
- Hall, T. 2004. *Evaluating Water Quality*. University of California, California
- Hamid, A. 2013. Efektivitas Lempung Cengar sebagai Koagulan Cair dalam Penjernihan Air Gambut. *Skripsi*. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru
- Muhdarina. 2011. Pencirian Lempung Cengar Asli dan Berpilar serta Sifat Penjerapannya Terhadap Logam Berat. *Thesis*. Universitas Kebangsaan Malaysia, Malaysia
- Nurpiyenti. 2013. Karakterisasi Lempung Cengar Teraktivasi Asam Sulfat. *Skripsi*. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru
- Rachmawati, S.W., Iswanto, B. dan Winarni. 2009. Pengaruh pH pada Proses Koagulasi dengan Koagulan Aluminium Sulfat dan Ferri Klorida. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 2(5): 40-45
- Syarfi dan Herman, S. 2007. Rejeksi Zat Organik Air Gambut dengan Membran Ultrafiltrasi. *Jurnal Sains dan Teknologi* 6(1): 1-4
- Wang, L.K., Hung, Y.T. dan Shammas, N.K. 2005. Physicochemical Treatment Processes. *Handbook of Enviromental Engineering*. Humana Press, Totowa