

**Pemanfaatan Tanah Lempung Sebagai Koagulan Dalam Penurunan
Konsentrasi Zat Organik (KMnO₄) Pada Air Gambut
dengan Proses *Two-stage Coagulation***

Aldita Meitri Dewi¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Edward HS³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ^{2,3)}Dosen Teknik Lingkungan
Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

*Email : Aldita_meitri@yahoo.com

ABSTRACT

Organic matter in peat water can react with chlorine during the chlorination process that cause the formation of trihalomethans (THMs) which can cause a cancer because it's carcinogenic. Organic matter also hard to be removed by traditional coagulation (one-stage) due to its hydrophobic and hydrophilic fractions that requiring another alternative treatment like two-stage coagulation by using clay as a coagulant. Research using a jar test by varying the mass of coagulant that is 1, 2, 3, 4, 5 and 6 gr. In two-stage process, coagulant also split equally for first and second coagulation with variations 1/3:2/3, 1/2:1/2 and 2/3:1/3. The result showed that the highest efficiency for two-stage coagulation can achieved 94,45% at addition of 5 gr of coagulant with 2/3:1/3 varian of coagulant split and already met the standard. Then the characterization of functional bunch of organic matter doing by FTIR spectra and the result showed that the functional bunch of hydrophobic like C-O from esthers, ethers and phenols bunch and C-C from aromatic bond also hydrophilic bunch like O-H alcohol can not be detected after two-stage coagulation process.

Keywords : *Peat water, organic matter, clay and two-stage coagulation*

1. PENDAHULUAN

Provinsi Riau memiliki lahan gambut seluas 4,3 juta Ha sehingga masyarakat Riau dapat memanfaatkan air gambut untuk kebutuhan sehari-hari. Namun, air gambut mempunyai karakteristik berkadar organik tinggi (138–1560 mg/l KMnO₄), berwarna cokelat tua sampai kehitaman (124-850 PtCo) dan bersifat asam (pH 3,7-5,3) yang dapat menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan jika dikonsumsi dalam jangka waktu panjang (Kusnaedi dalam Edwardo, 2012). Zat organik berpotensi menghasilkan DBPs (*Desinfection by products*) apabila klorin dan senyawa kimia

lain digunakan untuk proses desinfeksi dan oksidasi yang akan membentuk trihalomethans (THMs), asam halogen dan komponen halogenetik lainnya yang bersifat karsinogenik (Parsons, 2003).

Zat organik dalam air dapat disisihkan dengan proses koagulasi (Fearing dkk, 2004). Koagulasi merupakan suatu proses destabilisasi partikel sehingga dapat bergabung dengan partikel lain untuk membentuk agregat yang lebih besar yang akan mudah mengendap dan lebih mudah untuk disisihkan. Namun, beberapa penelitian menunjukkan bahwa air gambut sulit untuk diolah dengan cara *one-stage*

coagulation, karena kandungan kation partikel tersuspensi yang rendah dan juga karena dispersi partikel organik dalam air secara umum terbagi menjadi dua yaitu sifat hidrofilik (senang air) dan sifat hidrofobik (tidak senang air) (Fearing dkk, 2004;). Proses *one-stage* hanya mampu menyisihkan partikel organik yang bersifat hidrofobik sedangkan untuk partikel organik yang bersifat hidrofilik dibutuhkan proses penyisihan lanjutan (Parsons, 2003). Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan proses *two-stage coagulation* untuk penyisihan dan penurunan zat organik dengan konsentrasi tinggi. Menurut Fearing dkk (2004) dan Fitria dkk (2010), *two-stage coagulation* dapat mengurangi penggunaan massa koagulan untuk pengolahan air bersih dan juga dapat meningkatkan penyisihan fraksi hidrofilik dan hidrofobik dalam zat organik.

Tanah lempung memiliki kandungan aluminium dan besi yang relatif tinggi yang merupakan ion pembentuk senyawa koagulan yang akan berperan dalam proses koagulasi (Ramdhani dkk, 2010). Menurut Mirwan dkk (2011), komposisi kimia dari tanah lempung gambut terdiri dari 45-55% SiO₂, 29-37% Al₂O₃, 4-10% Fe₂O₃, 0,5-1,0% CaO, 0,5-1,5% MgO dan 12-22% SO₃.

Sutrisno dkk (2014) telah melakukan penurunan pH, kekeruhan dan TDS pada air gambut dengan memanfaatkan tanah lempung lokal sebagai koagulan cair. Pada penelitian ini, tanah lempung diekstraksi dengan menggunakan larutan H₂SO₄ 0,2 mol dengan variasi suhu (30, 60, 100° C) dan waktu (1, 2, 3 jam). Hasil penelitian

menunjukkan bahwa koagulan cair yang paling efektif adalah yang diekstraksi pada suhu 100° C selama 2 jam, dimana penurunan kekeruhan dan TDS mencapai 81,73% dan 87,18% dengan pH 8,39 setelah koagulasi.

Elma (2006) juga telah memanfaatkan tanah lempung tanpa aktivasi sebagai koagulan dalam memperbaiki kualitas fisika dan kimia air gambut dengan koagulasi satu tahap (*one stage coagulation*) dan diikuti proses saringan pasir lambat. Penelitian ini memvariasi dosis koagulan yaitu 2 gr/l, 4 gr/l dan 6 gr/l. Hasil maksimal yang dicapai yaitu, penurunan TDS sampai 61%, kekeruhan turun 92%, warna hingga 98% dan pH menjadi turun dan bersifat asam.

Fitria dkk (2010) juga melakukan studi terkait *two-stage coagulation* dalam penurunan konsentrasi zat organik pada air baku air minum kota. Sampel air artifisial dibuat dengan memvariasikan zat organiknya, yaitu 10, 20 dan 30 mg/l dan variasi dosis koagulan yaitu 20, 30, 40, 50, 60, 70 dan 80 mg/l. Efisiensi penyisihan zat organik dengan proses *one-stage coagulation* pada sampel artifisial mencapai 63,83%, pada air baku hanya 61,28% dengan dosis koagulan optimum yaitu 60 mg/l. Sedangkan untuk proses *two-stage coagulation* ini mampu menyisihkan zat organik hingga 98,98% sementara pada air baku efisiensi penyisihan 97,34%.

Penelitian yang dilakukan Sutrisno dkk (2014) dan Elma (2016) belum melakukan penyisihan zat organik dengan tanah lempung sedangkan penelitian Fitria dkk (2010) masih menggunakan koagulan sintesis. Oleh karena itu, peneliti mencoba melakukan

penelitian dengan memanfaatkan tanah lempung menjadi koagulan untuk penyisihan zat organik pada air gambut dengan proses *two-stage coagulation* dengan memvariasikan massa koagulan 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 gr serta variasi perbandingan pembubuhan koagulan untuk *two-stage* 1/3:2/3, 1/2:1/2 dan 2/3:1/3.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi zat organik (sebagai KMnO_4) pada air gambut dengan proses *two-stage coagulation* dan hasilnya akan dibandingkan dengan Permenkes 416 Tahun 1990.
2. Mengetahui massa terbaik tanah lempung sebagai koagulan.

2. METODE PENELITIAN

Bahan

Air gambut yang digunakan diambil di Desa Karya Indah, Kec. Tapung, tanah lempung Kulim Pekanbaru serta bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisa konsentrasi zat organik (KMnO_4).

Alat dan Instrumentasi

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *beaker glass* 800 ml, cawan porselen, oven, ayakan 20 dan 25 mesh, lumpang, erlenmeyer 300 ml, labu ukur 100 ml, buret 25 ml, statif, timbangan analitik, *stopwatch* dan jar test.

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan berupa pengambilan sampel dengan variasi waktu pengambilan, yaitu pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 WIB. Waktu ini dipilih karena dianggap mewakili setiap periode aktifitas, yaitu pagi, siang dan sore hari yang akan mempengaruhi konsentrasi zat organik yang ada pada air gambut.

Waktu pengambilan sampel yang tepat ditandai dengan tingginya konsentrasi zat organik (KMnO_4) di antara variasi waktu tersebut.

Penelitian Utama

Tabel 2.1 Variasi massa koagulan

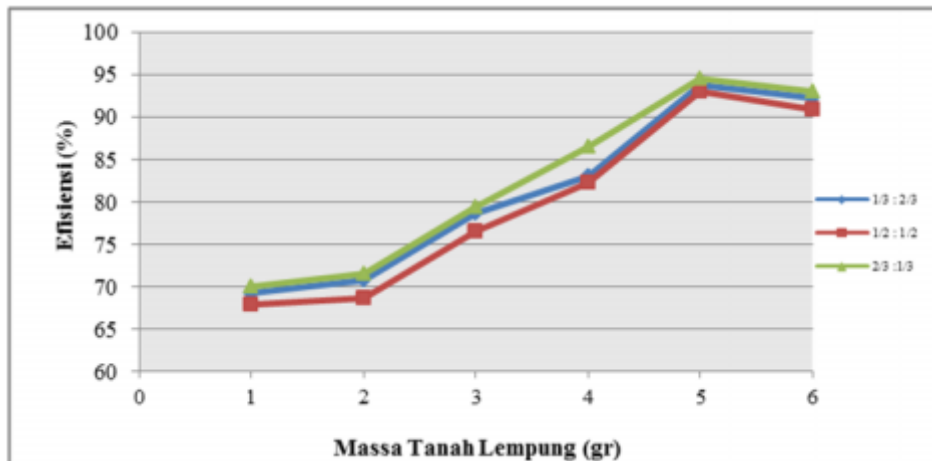
Proses	Variasi Penelitian	
	1, 2, 3, 4, 5 dan 6 gram	
Two-stage Coagulation	Koagulan I	Koagulan II
	1/3 total massa	2/3 total massa
	1/2 total massa	1/2 total massa
	2/3 total massa	1/3 total massa

Prosedur uji proses *two-stage coagulation* adalah sebagai berikut :

1. Sampel air gambut dimasukkan ke dalam 6 *beaker glass* ukuran 800 ml. Masing-masing diisi 500 ml sampel dan diletakkan dalam jar test
2. Koagulan tanah lempung ditambahkan dengan massa yang sama untuk proses *one stage coagulation* (untuk koagulasi I).
3. Pengadukan cepat dilakukan dengan kecepatan 100 rpm selama 1 menit, kemudian diamkan terlebih dahulu selama 1 menit.
4. Koagulan ditambahkan kembali untuk koagulasi II, kemudian dilakukan pengadukan cepat yang kedua dengan kecepatan 100 rpm selama 1 menit.
5. Dilanjutkan dengan pengadukan lambat dengan kecepatan 40 rpm selama 15 menit.
6. Flok dibiarkan mengendap selama 30 menit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Efisiensi *Two-stage Coagulation*



Gambar 3.1 Efisiensi Penurunan Konsentrasi Zat Organik Pada Proses *Two-stage Coagulation*

Berdasarkan Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa efisiensi penurunan konsentrasi zat organik dengan proses *two-stage coagulation* mampu mencapai 94% dengan massa koagulan terbaik 5 gr dengan perbandingan pembubuhan 2/3:1/3. Mekanisme yang menyebabkan terjadinya peningkatan efisiensi penyisihan zat organik pada *two-stage* dari *one-stage coagulation* adalah pembubuhan koagulan tanah lempung yang dilakukan secara dua kali sehingga meningkatkan efisiensi pengikatan zat organik dengan koagulan tanah lempung.

Seperti pada proses *one-stage*, pada proses *two-stage* juga terjadi reaksi kimia antara zat organik air gambut dengan ion positif koagulan tanah lempung yang membentuk endapan aluminium hidroksida. Namun, pada *two-stage* pembubuhan dua kali menyebabkan tidak hanya fraksi organik hidrofobik saja yang bereaksi tetapi juga dengan fraksi hidrofilik, dimana pada penambahan koagulan pertama fraksi hidrofobik

akan bereaksi sementara pada penambahan koagulan kedua fraksi hidrofilik yang bereaksi. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Carlson dkk (2000) dan Fitria dkk (2010) yang menyatakan bahwa zat organik yang bersifat hidrofobik akan teradsorpsi pada koagulan pertama sedangkan zat organik yang bersifat hidrofilik akan teradsorpsi pada presipitat alum yang baru terbentuk pada pembubuhan alum yang kedua kalinya.

Pada proses *two-stage*, setelah efisiensi tertinggi tercapai terjadi penurunan efisiensi yaitu pada penambahan massa koagulan 6 gr. Hal ini dapat disebabkan karena massa koagulan yang ditambahkan sudah melebihi kebutuhan sehingga proses destabilisasi tidak terjadi lagi. Menurut Sutapa (2014), konsentrasi koagulan yang berlebih dapat menyebabkan kekeruhan dan penurunan efisiensi.

Berdasarkan hasil penelitian, dari tiga variasi pembubuhan massa koagulan diperoleh perbandingan terbaik yaitu 2/3:1/3, 1/3:2/3 dan

1/2:1/2. Pada variasi perbandingan pembubuhan massa koagulan 2/3:1/3, kebutuhan koagulan untuk koagulasi pertama lebih banyak (2/3 total) daripada untuk koagulasi kedua. Hal ini menandakan bahwa kebutuhan koagulan untuk penyisihan zat organik yang bersifat hidrofobik lebih banyak dibandingkan kebutuhan penyisihan zat organik yang bersifat hidrofilik. Hal ini juga menandakan bahwa pada sampel air gambut yang diolah, zat organik yang bersifat hidrofobik lebih banyak dibanding yang bersifat hidrofilik. Keberadaan zat organik hidrofobik lebih dominan dibanding zat organik hidrofilik pada sumber air baku air permukaan dan berkisar antara 46-70% dari jumlah air baku (Gray dalam Fitria dkk, 2010).

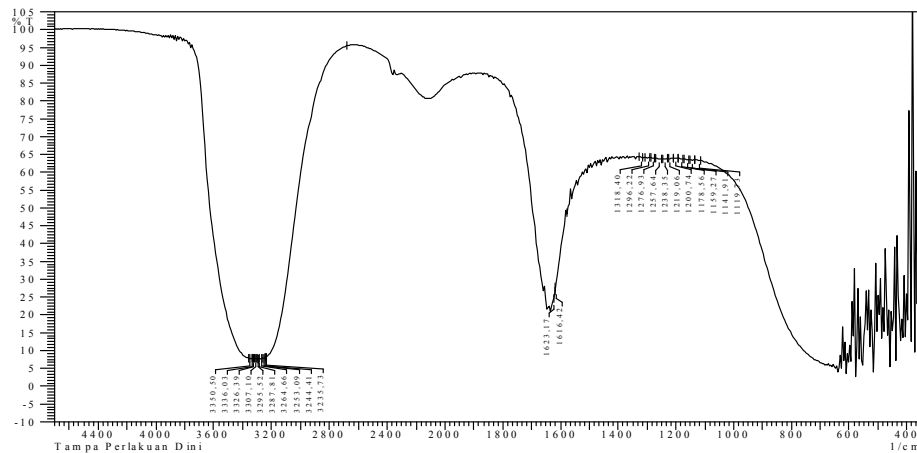
Karakterisasi Gugus Fungsi Zat Organik

Karakterisasi gugus fungsi zat organik dilakukan untuk melihat gugus fungsi apa yang tidak terbaca setelah proses *two-stage coagulation* dengan membandingkan gugus fungsi sebelum perlakuan dan setelah perlakuan. karakterisasi dilakukan dengan uji *fourier transform infra red* (FTIR). Utami dkk (2009) menyatakan bahwa karakteristik gambut hidrofilik ditunjukkan dengan adanya gugus-gugus OH, COOH, asam karboksilat, alifatik dan alkohol sedangkan gugus-gugus pembawa sifat hidrofobik yaitu ikatan aromatik dari eter, ester dan fenol yang dapat dilihat dengan FTIR spektrofotometer.

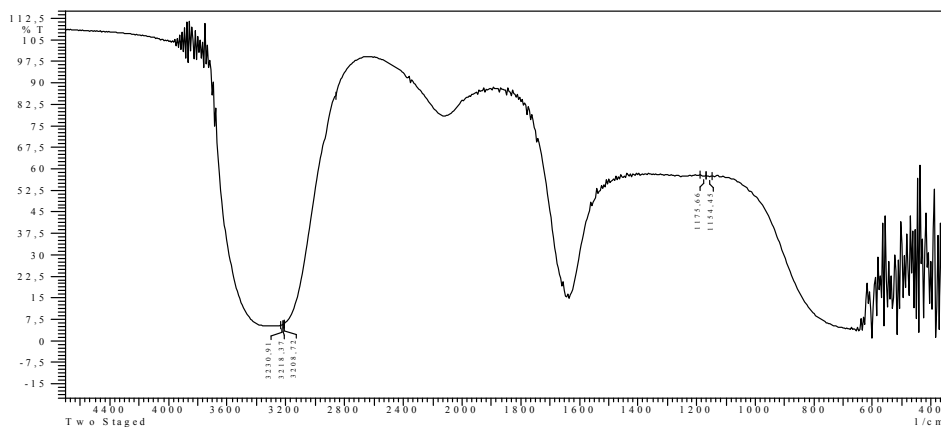
Berdasarkan Gambar 3.2, diperoleh puncak-puncak yang akan menunjukkan karakterisasi gugus fungsi dari hidrofobik dan hidrofilik dalam air gambut. Pada sampel air gambut sebelum perlakuan diperoleh puncak-puncak yang menunjukkan

keberadaan serangkaian gugus fungsi O-H dari alkohol dan karboksilat pada spektrum 2500-3500 cm^{-1} yang menunjukkan sifat hidrofilik zat organik serta gugus fungsi C-C aromatik pada spektrum 1580-1630 cm^{-1} dan ikatan C-O dari ester, eter dan fenol pada spektrum 1050-1320 cm^{-1} yang merupakan gugus fungsi hidrofobik.

Berdasarkan Gambar 3.3, terlihat bahwa hanya beberapa puncak gugus fungsi yang terbaca. Puncak-puncak tersebut merupakan puncak dari gugus fungsi C-O dari ester, eter dan fenol serta gugus O-H. Hal ini menunjukkan bahwa proses *two-stage coagulation* mampu menyisihkan gugus fungsi hidrofobik dan hidrofilik. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fitria dkk (2010) dan Carlson dkk (2000) dimana proses *two-stage coagulation* lebih mampu menyisihkan organik hidrofobik dan hidrofilik sekaligus karena adanya pembubuhan dua kali sehingga koagulan yang pertama akan bereaksi dengan organik hidrofobik sementara organik hidrofilik akan bereaksi dengan koagulan kedua.



Gambar 3.2 Hasil Karakterisasi Gugus Fungsi Sampel Air Gambut Sebelum Pengolahan



Gambar 3.3 Karakterisasi Gugus Fungsi Sampel Air Gambut Setelah *Two-stage Coagulation*

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi penyisihan zat organik (KMnO_4) pada air gambut dengan proses *two-stage coagulation* mencapai 94,45% dan telah memenuhi baku mutu Permenkes 416 Tahun 1990.
2. Massa terbaik tanah lempung yang diperoleh untuk proses *two-stage coagulation* yaitu 5 gr dengan kombinasi pembubuhan terbaik 2/3:1/3.

DAFTAR PUSTAKA

- Carlson, K., & Gregory, D. (2000). Optimizing water treatment with two-stage coagulation. *Journal of Environmental Engineering* , 126 (6), 556-561.
- Edwardo, A., Darmayanti, L., & Rinaldi. (2012). Pengolahan air gambut dengan media filter batu apung. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 1 (1), 1-12.
- Elma. (2006). Efektivitas tanah lempung sebagai koagulan dalam memperbaiki kualitas fisik dan kimia air gambut.

- Skripsi Sarjana, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Fearing, D. A., Banks, J., & Wilson, D. (2004). NOM control option: the next generation. *Water Science and Technology: Water Supply*.
- Fitria, D., & Handayani, L. (2010). Studi two staged coagulation untuk menurunkan kandungan organik pada air baku air minum kota padang. *Jurnal Teknik Lingkungan* , 1 (33), 94-106.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (1997). *Buku ajar fisiologi kedokteran* (9th ed.). Jakarta: EGC.
- Mirwan, A., & Wijayanti, H. (2011). Penurunan ion Fe dan Mn air tanah kota banjarbaru menggunakan tanah lempung gambut sebagai adsorben. *Jurnal INFO TEKNIK* , 12 (1), 45-51.
- Parsons, S. (2003). NOM that is another matter. in *Water science and technology : Water supply* (Vol. 4, pp. 43-48). Cranfield MK43, United Kingdom: IWA Publishing.
- Peraturan Menteri Kesehatan. (1990). Nomor 416/MENKES/PER/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
- Ramdhani, W. P., Mahmud, & Soewondo, P. (2010). *Kadar aluminium (Al) dan besi (Fe) dalam proses pembuatan koagulan cair dari lempung lahan gambut*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sutapa, I. D. (2014). Perbandingan efisiensi koagulan poly aluminium chloride (pac) dan alumunim sulfat dalam menurunkan turbiditas air gambut. *Riset Geologi dan Pertambangan* , 24 (21), 13-21.
- Sutrisno, H., Muhdarina, & Amri, T. A. (2014). Pengolahan air gambut dengan koagulan cair hasil ekstraksi lempung alam desa cengar menggunakan larutan H_2SO_4 . *Jurnal Online Mahasiswa FMIPA* , 1 (2), 169-175.