

# MENGHILANGKAN WARNA DAN ZAT ORGANIK AIR GAMBUT DENGAN METODE KOAGULASI-FLOKULASI SUASANA BASA

## *Removing Colour and Organic Content of Peat Water Using Coagulation and Flocculation Method In Basaltic Condition*

**Dadan Suherman dan Nyoman Sumawijaya**

**ABSTRAK** Air gambut mempunyai derajat keasaman tinggi (pH antara 3-5), kandungan partikel tersuspensi rendah, dan intensitas warna tinggi berwarna merah kecoklatan dengan kandungan zat organiknya yang tinggi. Menghilangkan warna dan kandungan zat organik dilakukan percobaan dengan proses koagulasi-flokulasi. Proses diawali dengan menaikkan nilai pH hingga suasana basa dengan membubuhkan kaporit dan kapur tohor, menaikkan kandungan partikel tersuspensi melalui penambahan tanah lempung, dan kemudian tawas (aluminium sulfat) sebagai koagulan. Penambahan 0,05 gram kapur tohor, 0,10 gram kaporit, 0,30 gram lempung dan 0,40 gram tawas ke dalam 1000 ml air gambut serta pengadukan secara manual selama 30 detik, proses koagulasi pada pH 11 berhasil menghilangkan warna 99,20 % yakni dari 383,50 TCU turun menjadi 3,01 TCU, dan kandungan zat organik turun sebesar 98,15 % dari 385,87 mg/L  $KMnO_4$  menjadi 7,19 mg/L  $KMnO_4$ . Baik warna maupun zat organik, keduanya menunjukkan nilai yang memenuhi persyaratan air minum.

**Kata kunci** : air gambut, derajat keasaman, intensitas warna, zat organik, kapur tohor,

koagulasi-flokulasi.

**ABSTRACT** Peat water has high acidity (pH 3 – 5), low particles suspension and high organic content with high color intensity of brownish red. In order to remove the color and organic content in the peat water, an experiment had been carried out by coagulation–flocculation process. The process was initiated by increasing the pH to base condition by adding calcium oxide and chlorine, increasing particle suspension by adding clay and aluminium sulphate as the coagulant. Addition of 0.05 g of calcium oxide, 0.1 g chlorine, 0.3 g clay, and 0.4 g of aluminium sulphate into 1000 ml of peat water was carried out by manual stirring as long as 30 seconds. Coagulation process at pH 11 had successfully removed the color by 99.20 % from 383.50 TCU to 3.01 TCU, and decreased organic content by 98.15% from 385.87 mg/L  $KMnO_4$  to 7.19 mg/L  $KMnO_4$ . The color and organic content of the processed peat water showed values compliant to the drinking water requirements.

**Keyword** : peat water, acidity, color intensity, organic meter, calcium oxide, coagulation–flocculation.

## PENDAHULUAN

Air gambut mempunyai pH rendah (3-5), berwarna merah kecoklatan, dan banyak mengandung zat organik sehingga tidak memenuhi syarat untuk memenuhi kebutuhan air minum, rumah tangga, maupun sebagai air baku air minum (Kepmenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010 dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001). Di sejumlah wilayah di Indonesia, seperti Riau, Jambi, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Tengah, air gambut merupakan satu-

---

Naskah masuk : 11 Februari 2013  
Naskah selesai revisi : 23 Oktober 2013  
Naskah siap cetak : 18 November 2013

---

Dadan Suherman  
Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI  
Kampus LIPI, Jl. Sangkuriang, Bandung 40135  
E-mail : dadan.suherman @geotek.lipi.go.id

Nyoman Sumawijaya  
Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI  
Kampus LIPI, Jl. Sangkuriang, Bandung 40135  
E-mail : nyomans@geotek.lipi.go.id

satunya sumber air permukaan yang tersedia bagi masyarakat di wilayah ini.

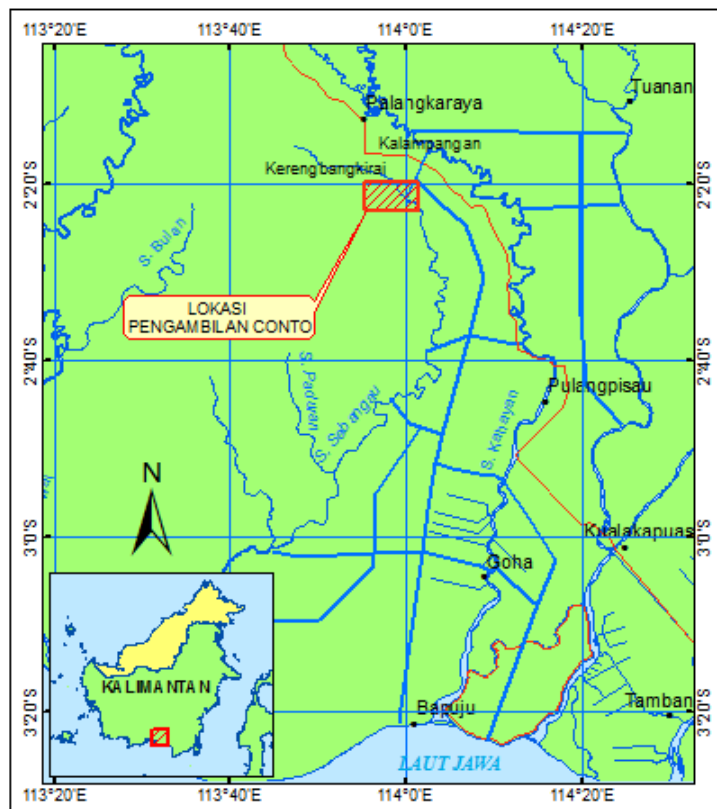
Penelitian untuk mengubah karakteristik air gambut menjadi layak konsumsi, telah dilakukan oleh Fitria., et al., (2007), Sutapa (2012), Said., et al., Syarfi., et al., (2007) dan Yusnimar et al., (2010) telah berhasil mengubah air gambut menjadi air yang memenuhi persyaratan air minum. Namun sebagian peralatan yang digunakan dalam proses yang dilakukan relatif susah didapat di pedesaan. Sementara masyarakat yang tinggal di kawasan lahan gambut (air gambut) pada umumnya tergolong masyarakat kurang mampu secara ekonomi dan penguasaan teknologi.

Untuk memecahkan permasalahan ini telah dilakukan penelitian laboratorium dengan seperangkat alat yang sederhana dan menggunakan bahan kimia yang mudah didapat di daerah gambut dengan metode koagulasi-flokulasi. Koagulasi didefinisikan sebagai proses destabilisasi muatan koloid padatan tersuspensi termasuk bakteri dan virus dengan suatu koagulan, sehingga terbentuk flok-flok halus

yang dapat diendapkan. Flokulasi merupakan proses pembentukan flok, yang pada dasarnya merupakan pengelompokan atau aglomerasi antara partikel dengan koagulan dengan pengadukan yang lambat (Risianto., 2007). Bahan koagulan yang biasa digunakan adalah tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ), ferro sulfat ( $FeSO_4$ ), ferri sulfat ( $Fe_2(SO_4)_3$ ), poly alumunium klorida (PAC), ferro klorida ( $FeCl_2$ ), dan ferri klorida ( $FeCl_3$ ). Saat ini di pasaran banyak dijumpai koagulan tambahan (*coagulant aid*) seperti super flok, magni flok, dan aqua flok yang berfungsi untuk mempercepat proses pengendapan sehingga dosis koagulan bisa berkurang (Indriyati, 2008).

### LOKASI PENELITIAN

Contoh air gambut yang diteliti adalah air permukaan yang mengalir di anak Sungai Sebangau di Desa Kalamangan, Palangkaraya, Kalimantan Tengah. Percobaan dilakukan di Laboratorium Air dan Laboratorium Tanah Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Jalan Sangkuriang Bandung.



Gambar 1 : Peta Lokasi Pengambilan Contoh Air Gambut dan Lempung

**TINJAUAN PUSTAKA**

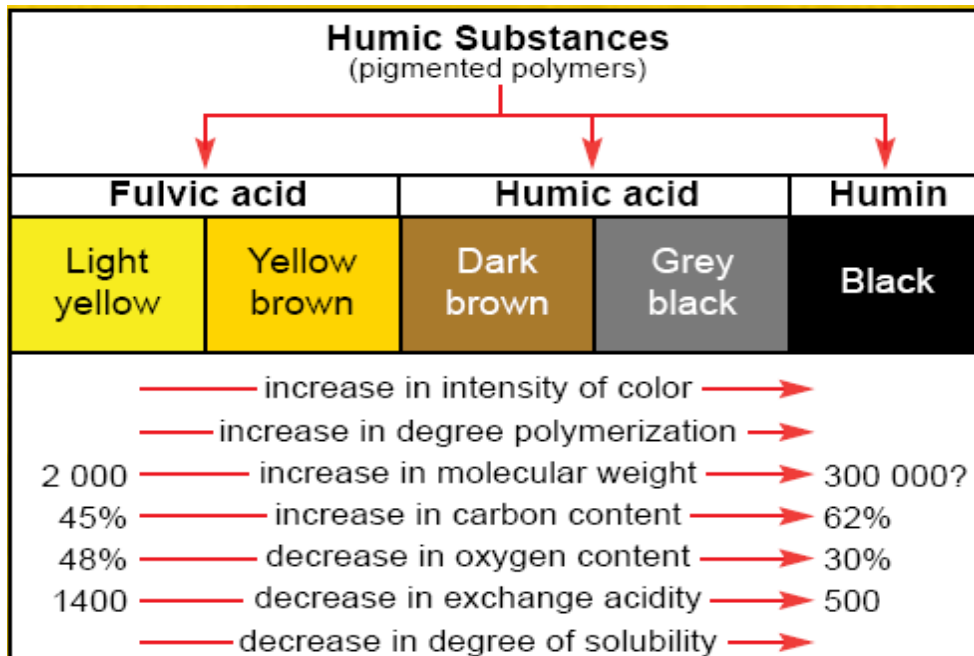
**Karakteristik Air Gambut**

Air Gambut merupakan air permukaan yang terdapat di daerah gambut yang tersebar di dataran rendah di wilayah Kalimantan dan Sumatera. Karakteristik air gambut mempunyai intensitas warna yang tinggi (berwarna merah kecoklatan), derajat keasaman tinggi (nilai pH rendah), kandungan zat organik tinggi, sementara konsentrasi partikel tersuspensi dan ion rendah (Samosir., 2009). Konsentrasi zat organik di dalam air gambut terlihat dari warnanya, semakin pekat warnanya semakin tinggi kandungan zat organiknya seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Rendahnya konsentrasi partikel tersuspensi menyebabkan nilai kekeruhan yang rendah sehingga air gambut memiliki sifat fisik yang bening. Sifat-sifat ini menyebabkan proses penghilangan warna dan zat organik pada air gambut dengan metode koagulasi-flokulasi, harus dilakukan secara bertahap : diawali dengan menaikkan nilai pH

melalui penambahan kapur tohor dan menaikkan konsentrasi partikel tersuspensi (koloid) dengan menambahkan tanah lempung.

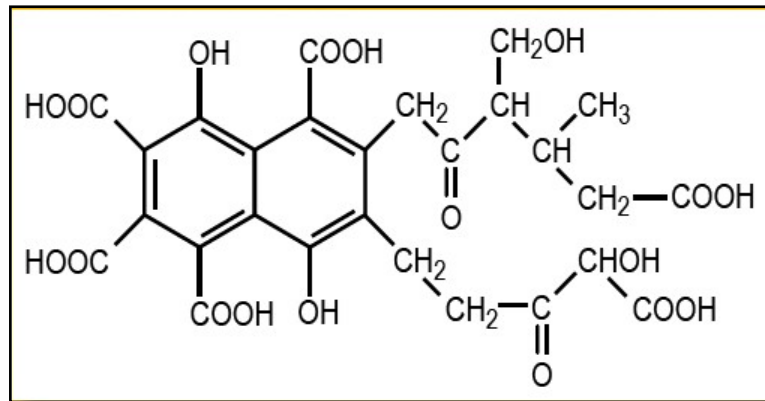
Senyawa utama di dalam air gambut adalah asam humat, asam fulvat, dan humin yang merupakan zat pewarna di dalam air gambut. Ketiga jenis senyawa tersebut adalah hasil pelarutan dari humus yang terdapat di dalam lahan gambut.

Asam humat mempunyai berat molekul yang tinggi dan berwarna coklat hingga hitam. Asam fulvat adalah bagian dari zat humat yang memiliki sifat larut di dalam air, baik dalam suasana asam maupun suasana basa. Asam fulvat memiliki warna kuning emas hingga kuning coklat. Sedangkan humin merupakan bagian dari zat humat yang tidak larut di dalam air dan memiliki warna hitam. Pada Gambar 3 dan 4 diperlihatkan model struktur asam fulvat dan model struktur asam humat (Zadow, 2009).

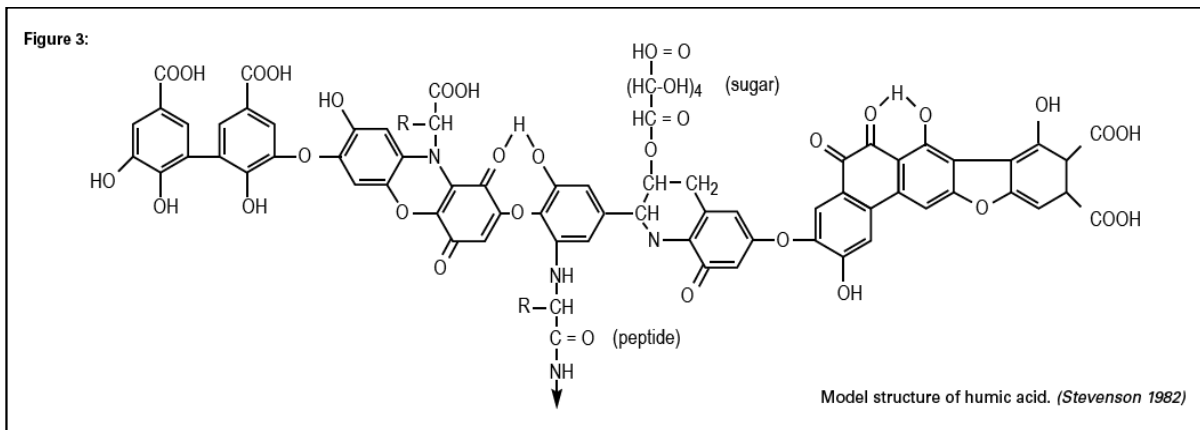


Sumber: Zadow., 2009, *The Real Dirt On Humic Substances*.

Gambar 2. Hubungan Antara Warna dan Sifat-sifat Kimia Zat Humat



Gambar 3. Model struktur asam fulvat (Zadow., 2009)



Gambar 4. Model struktur asam humat (Zadow., 2009)

### Mekanisme Koagulasi

Koagulan yang umum digunakan adalah tawas, karena harganya murah dan mudah didapatkan di pasaran. Tawas mudah larut di dalam air dan membentuk ion  $Al^{3+}$  dan sulfat ( $SO_4^{2-}$ ). Dalam proses koagulasi, tawas memiliki daya guna yang optimum pada kisaran pH antara 5,0 hingga 7,0 (Ravina., 1993), dan menurut Duan (2002) pH bisa mencapai pada kisaran 5 hingga 8.

Ion  $Al^{3+}$  di dalam air terhidrolisis menjadi  $Al(OH)_3$  dalam bentuk koloid. Di dalam suasana basa dan tawas yang berlebih selain terbentuk  $Al(OH)_3$  yang mengendap, terbentuk juga senyawa kompleks  $Al_6(OH)_{15}^{3+}$ ,  $Al_7(OH)_{17}^{4+}$ , dan  $Al_8(OH)_{20}^{4+}$  yang larut dalam air. Senyawa kompleks alumunium ini memiliki kemampuan untuk menyerap pada bagian permukaan partikel tersuspensi yang bermuatan negatif (Ravina., 1993). Dengan demikian, fungsi koagulan akan

lebih efektif apabila proses koagulasi dilakukan dalam suasana basa.

### METODE

Bahan yang digunakan adalah air gambut, kaporit, kapur tohor (CaO), tawas Al, dan tanah lempung yang terdapat di lahan gambut. Bahan kimia untuk analisis disesuaikan dengan kebutuhan dalam analisis instrumen dan analisis klasik (volumetri). Untuk analisis kimia menggunakan Spektrofotometer sinar tampak, spektrofotometer serapan atom (AAS), flame fotometer, hellige turbidimeter, dan seperangkat alat analisis volumetri.

### Tahapan Percobaan

Tanah lempung sebagai bahan pembentuk koloid dikering udarakan, kemudian dihaluskan dan disaring dengan ayakan ukuran -100 mesh.

Selanjutnya dilakukan analisis tekstur dengan metode pipet, untuk analisis kadar air dengan metode gravimetri melalui pemanasan di dalam oven pada suhu 105° C, dan analisis kandungan Al, Fe, dan Mn dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS).

Untuk mengetahui jumlah maksimum tanah lempung (bahan pembentuk koloid) yang digunakan, pada setiap 1000 ml air gambut masing-masing ditambah 0,10 gram, 0,15 gram, 0,20 gram, 0,30 gram, dan 0,40 gram tanah lempung, kemudian diaduk dan kekeruhannya diukur dengan menggunakan turbidimeter.

Untuk mencapai derajat keasaman (pH) dan jumlah koagulan (tawas) optimum, pada 1000 ml air gambut dengan variasi pH 8, 9, 10, 11, dan 12 masing-masing ditambah 0,4 gram lempung dan 0,1 gram tawas. Percobaan diulang dengan variasi penambahan tawas sebagai berikut : 0,20 gram, 0,30 gram, 0,40 gram dan 0,50 gram dan 1,0 gram. Selanjutnya diamati koagulasi flokulasi yang terbentuk, dan dilakukan analisis Al pada larutan yang berada diatas endapan.

#### Pencapaian nilai pH 11

Untuk mencapai nilai pH 11 dilakukan dengan penambahan kapur tohor (CaO). Ke dalam 1000 ml air gambut ditambah kapur tohor dengan variasi berat 0,02 gram, 0,03 gram, 0,04 gram, 0,05 gram, 0,06 gram, 0,07 gram, 0,10 gram, 0,12 gram, dan 0,14 gram. Pengadukan dilakukan selama 30 detik dengan dua cara, pertama menggunakan pengaduk *stirrer* pada kecepatan 200 rpm, dan secara manual. Perubahan pH diukur dengan pH meter.

Penambahan kaporit dan kapur tohor dapat dilakukan dengan dua cara :

- Seribu ml air gambut ditambah dengan 0,05 gram kaporit. Selanjutnya ditambah kapur tohor 0,01 gram sebanyak delapan kali, sehingga total kapur tohor adalah 0,08 gram.
- Seribu ml air gambut ditambah dengan 0,1 gram kaporit dan 0,05 gram kapur tohor, perubahan nilai pH diukur dengan pH meter.

Untuk mengetahui pengaruh penambahan kaporit terhadap jumlah tanah lempung, dilakukan pada 1000 ml air gambut pH 11, dibasakan dengan kapur tohor, dan yang lain dibasakan dengan kaporit dan kapur tohor. Selanjutnya masing-masing ditambah dengan tanah lempung dan diaduk selama 30 detik, lalu ditambah 0,40 gram tawas. Jumlah penambahan tanah lempung bervariasi yakni 0,20 gram, 0,30 gram, dan 0,40 gram.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis tekstur dari tanah lempung yang digunakan sebagai bahan pembentuk koloid, disajikan dalam Tabel 1.

Seperti terlihat pada Tabel 1, menunjukkan bahwa tanah lempung tersebut cocok untuk digunakan sebagai pembentuk koloid, karena mengandung 69,11% debu dan 23,62% liat. Debu dan liat tidak larut di dalam air sehingga akan membentuk partikel tersuspensi (koloid).

Tabel 1. Hasil analisis tekstur tanah lempung

Besar Butir	Persentase, %
Pasir kasar (> 2,0 mm)	5,33
Pasir halus (0,05 – 2,0 mm)	1,94
Debu (0,05 – 0,0 mm)	69,11
Liat (0,002- 0,0 mm)	23,62

Hasil analisis kadar air lempung (Tabel 2) diperlukan untuk mengkonversi berat apabila menggunakan tanah lempung yang berbeda, sedangkan analisis Al, Fe, dan Mn untuk mengetahui pengaruh terhadap kualitas air hasil proses. Di dalam percobaan digunakan tanah lempung seberat 0,30 gram, berkadar air 3,11%.

memperlihatkan nilai kekeruhan yang paling tinggi. Kekeruhan yang terjadi berbentuk koloid sehingga air gambut yang semula miskin partikel tersuspensi (bening), setelah ditambah dengan tanah lempung berubah menjadi larutan yang kaya partikel tersuspensi (koloid). Menurut Ravina (1993), bahwa koloid bermuatan negatif,

Tabel 2. Hasil analisis kimia Lempung

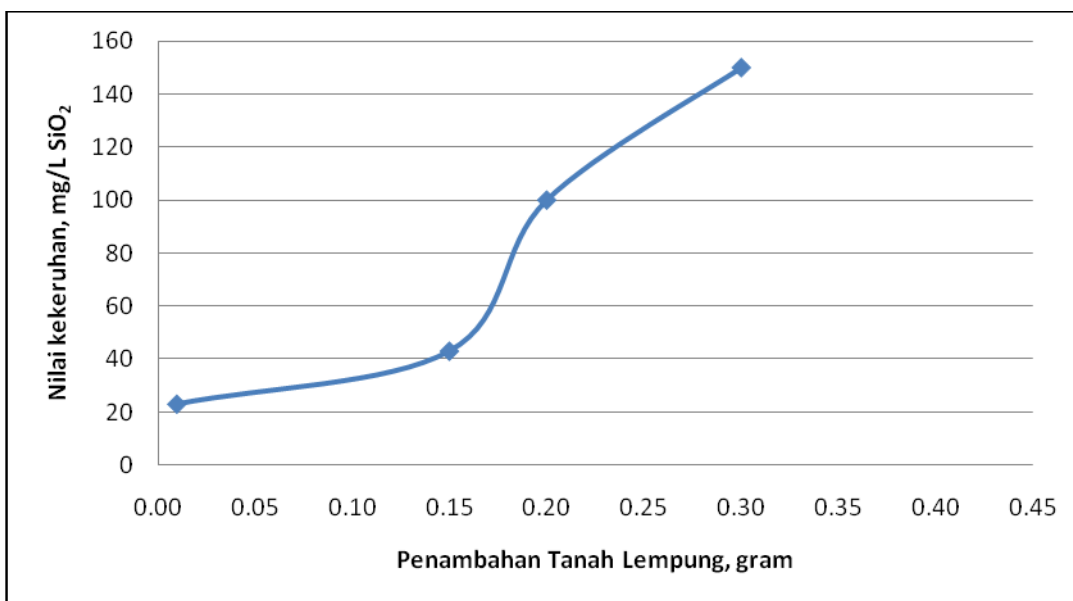
Parameter	Konsentrasi
Air (H <sub>2</sub> O)	3,11 %
Alumunium (Al)	102.300,00 mg/kg
Besi (Fe)	8435,00 mg/kg
Mangan (Mn)	61,97 mg/kg

Hasil pengamatan kekeruhan air gambut pengaruh penambahan tanah lempung, disajikan pada Gambar 5.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa pada penambahan 0,30 gram tanah lempung menunjukkan nilai kekeruhan 150 mg/L SiO<sub>2</sub>, dan pada penambahan 0,40 gram nilai kekeruhan sudah tidak terbaca oleh alat turbidimeter. Oleh karena itu, untuk percobaan berikutnya penambahan tanah lempung digunakan sebanyak 0,40 gram, karena

sehingga apabila ke dalam larutan koloid ini ditambahkan suatu zat koagulan yang bermuatan positif maka akan terjadi tarik menarik dan terjadi gumpalan yang disebut koagulasi flokulasi.

Untuk mendapatkan koagulasi flokulasi yang sempurna, dilakukan percobaan mencari nilai pH dan jumlah koagulan optimum dengan tawas. Hasil percobaan tercantum di Tabel 3.



Gambar 5. Grafik hubungan antara penambahan tanah lempung dengan kekeruhan

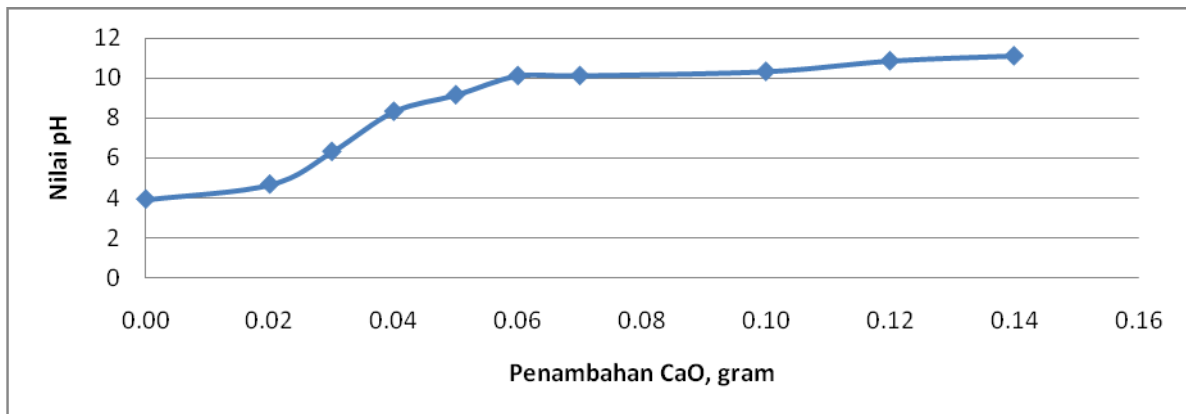
Tabel 3. Pengaruh nilai pH dan jumlah koagulan tawas terhadap proses koagulasi

pH	Penambahan tawas (gram)	Pengamatan
8	0,1	Tidak terjadi koagulasi
9	0,2	Tidak terjadi koagulasi
10	0,3	Tidak terjadi koagulasi
11	0,4	Terjadi koagulasi (endapan, larutan tidak berwarna)
11	0,5	Terjadi koagulasi (endapan, larutan tidak berwarna)
12	0,4	Terjadi koagulasi (endapan, larutan tidak berwarna)
8	1,0	Terjadi koagulasi (endapan, larutan tidak berwarna)
9	1,0	Terjadi koagulasi (endapan, larutan tidak berwarna)
10	1,0	Terjadi koagulasi (endapan, larutan tidak berwarna)

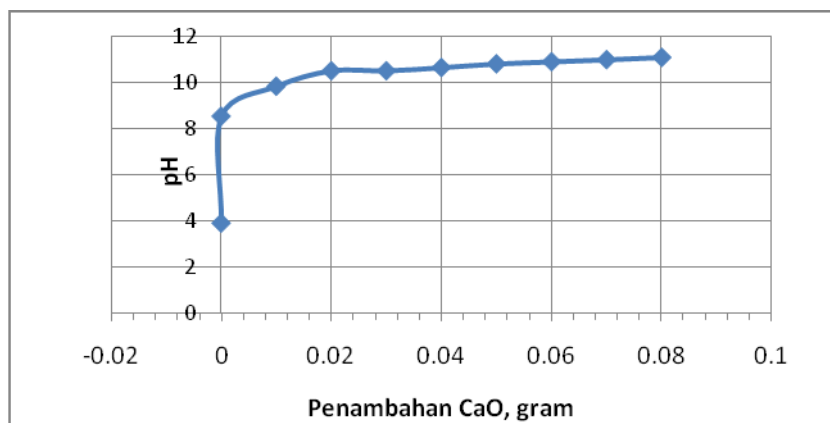
Pencapaian nilai pH 11 didapatkan dengan dua cara yakni dengan pembubuhan kapur tohor, dan cara yang lain yaitu dengan kaporit dan kapur tohor. Pada tahap pengadukan dalam proses pembasaan (menaikkan nilai pH) dilakukan dengan dua cara, pertama dengan menggunakan pengaduk *stirrer* dan yang kedua secara manual dengan menggunakan batang pengaduk, kedua cara tersebut menunjukkan nilai yang sama, sehingga dalam percobaan selanjutnya pengadukan dilakukan secara manual. Kecepatan pengadukan secara manual identik dengan 200 rpm pada pengaduk (*stirrer*). Hasilnya disajikan pada Gambar 6, 7, dan 8.

Pada Tabel 3, terlihat bahwa penambahan koagulan tawas 0,40 gram dan 0,50 gram pada pH 11, terbentuk koagulasi yang sempurna, hal ini ditunjukkan dengan terbentuknya endapan yang berwarna coklat dan larutan di atasnya tidak berwarna (Gambar 9). Selanjutnya dilakukan analisis kandungan Al dari larutan tersebut, guna membuktikan bahwa dalam proses penambahan

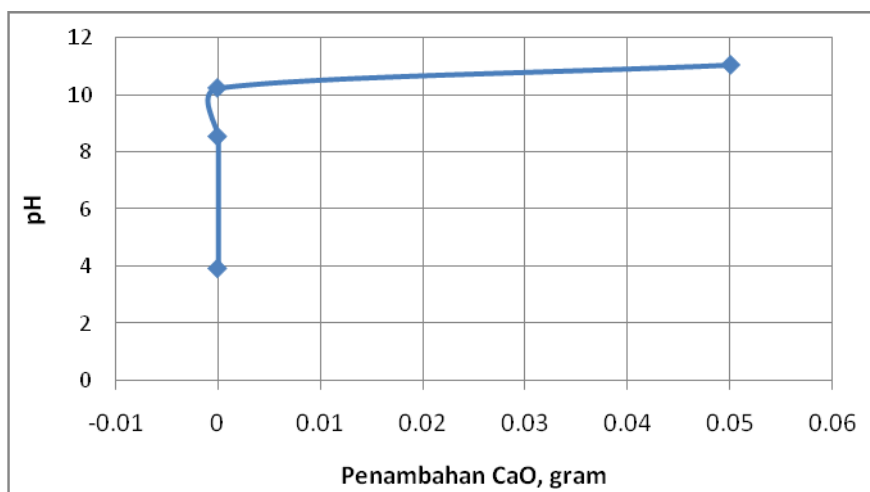
tawas sebanyak 0,40 gram ada atau tidak pengaruh penambahan kandungan Al di dalam air gambut hasil proses. Tawas larut di dalam air dan akan terbentuk ion  $Al^{3+}$  dan ion sulfat ( $SO_4^-$ ). Hasil yang diperoleh memperlihatkan kandungan Al adalah 0,027 mg/L, besaran ini sama dengan kandungan Al di dalam air gambut (Tabel 5). Ini menunjukkan bahwa pada proses koagulasi flokulasi ion  $Al^{3+}$  yang berasal dari 0,40 gram tawas seluruhnya menggumpal dalam bentuk endapan berwarna coklat tua (Gambar 5). Sedangkan pada penambahan 0,50 gram tawas, menunjukkan kandungan Al di dalam air hasil proses yang lebih besar dari pada kandungan Al pada air gambut. Dengan demikian pemakaian tawas 0,50 gram tidak mungkin digunakan dalam percobaan berikutnya. Oleh karena itu pemakaian tawas 0,40 gram merupakan dosis yang tepat digunakan pada proses koagulasi air gambut guna menghilangkan warna dan kandungan zat organik.



Gambar 6. Grafik hubungan antara pengaruh penambahan CaO terhadap pH



Gambar 7. Perubahan pH diawali penambahan 0,05 gram kaporit



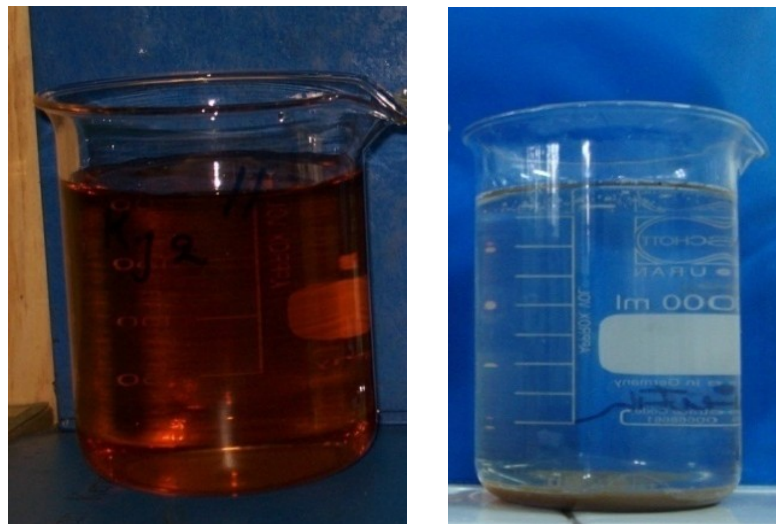
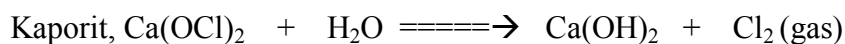
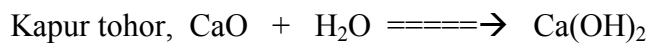
Gambar 8. Perubahan pH diawali penambahan 0,10 gram kaporit



Seperti terlihat pada Gambar 6 bahwa untuk menaikkan nilai pH air gambut dari 3,92 menjadi 11, diperlukan kapur tohor sebanyak 0,14 gram. Sedangkan apabila diawali dengan penambahan 0,05 gram kaporit, langsung menunjukkan nilai pH 8,55 sehingga untuk mencapai pH 11 dibutuhkan kapur tohor sebanyak 0,08 gram (Gambar 7). Pada Gambar 8, bila diawali dengan penambahan kaporit 0,10 gram, langsung menunjukkan nilai pH 10,25 sehingga untuk mencapai pH 11 hanya diperlukan kapur tohor 0,05 gram. Dari tiga cara untuk menaikkan nilai pH air gambut menjadi 11, satu diantaranya yaitu dengan penambahan kaporit 0,10 gram akan digunakan dalam percobaan selanjutnya, karena kaporit di dalam air membentuk senyawa gas  $Cl_2$  yang bersifat oksidator dan berfungsi sebagai desinfektan. Baik kaporit maupun kapur tohor, keduanya bisa menaikkan nilai pH, karena di dalam air membentuk senyawa hidroksida yang bersifat basa sesuai dengan reaksi kimia berikut :

*sludge* (endapan) yang relatif banyak, sehingga menimbulkan permasalahan dalam proses skala besar. Untuk mengatasinya, dilakukan percobaan dengan air gambut pH 11 yang dibasakan dengan kaporit dan kapur tohor dan hasilnya disajikan pada Tabel 4.

Sudah dikemukakan di atas (Gambar 6, 7, dan 8), bahwa pembasa kapur tohor ( $CaO$ ) maupun kaporit ( $Ca(OCl)_2$ ) ditambahkan guna menaikkan nilai pH air gambut menjadi pH 11. Pada Tabel 4, terlihat bahwa apabila menggunakan pembasa kapur tohor ( $CaO$ ) untuk mendapatkan koagulasi sempurna yakni terjadi endapan dan larutan yang tidak berwarna, diperlukan tanah lempung sebanyak 0,40 gram. Sedangkan apabila digunakan pembasa kaporit dan kapur tohor, koagulasi sempurna didapatkan pada penambahan tanah lempung sebanyak 0,30 gram. Hal ini mengindikasikan bahwa kaporit ditambah kapur tohor merupakan pembasa yang lebih efisien. Menurut Bahl (1979), bahwa gas  $Cl_2$  bisa



Gambar 9 : Warna air gambut sebelum dan setelah percobaan

Berdasarkan nilai kekeruhan (Gambar 5) jumlah tanah lempung sebagai pembentuk koloid yang diperlukan adalah 0,4 gram per liter air gambut. Tanah lempung seberat itu akan menghasilkan

bereaksi dengan rantai karbon alkana pada senyawa karboksilat. Di dalam model struktur asam humat (Zadow., 2009, Gambar 2 dan 3) terdapat gugus karboksilat dengan rantai karbon

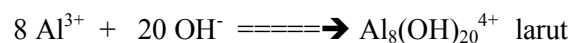
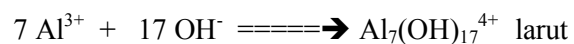
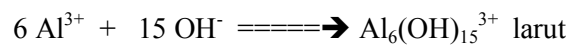
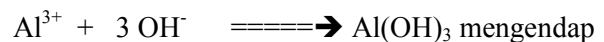
Tabel 4. Pengaruh kaporit terhadap jumlah tanah lempung sebagai pembentuk koloid

Pembasa	Tanah lempung, gram	Pengamatan
CaO	0,2	Koagulasi tidak sempurna
CaO	0,4	Terjadi endapan dan larutan tidak berwarna
Ca(OCl) <sub>2</sub> + CaO	0,2	Koagulasi tidak sempurna
Ca(OCl) <sub>2</sub> + CaO	0,3	Terjadi endapan dan larutan tidak berwarna

alkana, sehingga memungkinkan terjadi reaksi antara Cl<sub>2</sub> dengan rantai karbon alkana membentuk senyawa klorida. *Elektronegativitas* klorida sangat tinggi sehingga pada senyawa tersebut membentuk kutub negatif. Dengan adanya rantai karbon yang berkutub negatif akan memberikan pengaruh terhadap jumlah ion negatif di dalam larutan. Dengan demikian penggunaan tanah lempung yang di dalam air membentuk koloid yang bermuatan negatif akan lebih sedikit dibanding dengan pembasa tanpa kaporit.

Pada Tabel 3, terlihat bahwa proses koagulasi untuk menghilangkan warna dan zat organik di dalam air gambut, sangat dipengaruhi oleh pH. Menurut Ravina (1993) dan Duan (2002), koagulan tawas pada proses koagulasi berfungsi secara optimum pada nilai pH antara 5 hingga 8. Namun hasil percobaan (Tabel 3) menunjukkan bahwa pH di bawah 11, (pH 8, 9, dan 10) dengan penambahan tawas 0,10 hingga 0,30 gram tidak terjadi koagulasi. Ini terjadi karena air gambut mengandung senyawa organik yang berantai panjang, sehingga pada proses koagulasi memerlukan ion Al<sup>3+</sup> yang cukup banyak. Dengan penambahan tawas 1,0 gram pada pH 8, 9, dan 10 terjadi koagulasi. Namun pada penambahan tawas 1,0 gram, akan meningkatkan kandungan Al pada air hasil proses menjadi melampaui ambang batas persyaratan (0,86 mg/L), sehingga hal ini tidak mungkin dilakukan. Pada pH 11 penambahan tawas 0,40 gram, memperlihatkan koagulasi sempurna dan tidak menunjukkan kenaikan kandungan Al di dalam air hasil proses. Hal ini terjadi karena ion Al<sup>3+</sup> dalam suasana basa akan membentuk ion

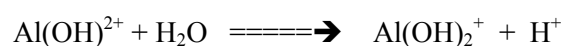
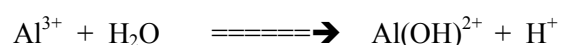
kompleks yang larut dalam air dan bermuatan positif (Ravina., 1993), dengan reaksi sebagai berikut :



Dengan terbentuknya ion-ion kompleks aluminium yang bermuatan positif, maka penggunaan tawas Al sebagai koagulan akan lebih irit dan tidak menimbulkan masalah baru yakni meningkatkan kandungan Al di dalam air hasil proses.

Pada Tabel 5, dapat dilihat nilai warna turun hingga mencapai 99,22% yakni dari 383,50 TCU berubah menjadi 3,01 TCU (Gambar 9), dan kandungan zat organik mencapai 98,15% dari 385,87 mg/L KMnO<sub>4</sub> turun menjadi 7,19 mg/L KMnO<sub>4</sub>. Nilai pH perubahannya dari 3,92 naik menjadi 6,11 sedangkan pH yang disyaratkan dalam air minum adalah 6,5.

Larutan gambut setelah ditambah kaporit dan kapur tohor menunjukkan pH 11, namun setelah terjadi proses koagulasi-flokulasi turun menjadi pH 6,11. Hal ini terjadi karena di dalam larutan terdapat ion Al<sup>3+</sup> yang secara tidak langsung penyumbang ion H<sup>+</sup> melalui reaksi hidrolisis (Goeswono, 1979) seperti berikut :



Terbentuknya ion H<sup>+</sup> mengakibatkan suasana menjadi asam.

Tabel 5. Kualitas air gambut sebelum dan sesudah diproses

No	Parameter	Satuan	Sebelum Proses	Sesudah Proses
1	pH		3,92	6,11
2	Warna	TCU	383,50	3,01
3	Zat Organik (PV)	mg/L KMnO <sub>4</sub>	385,87	7,19
4	Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L,	64,79	289,62
5	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	32,99	121,61
6	Alumunium (Al)	mg/L,	0,27	0,23
7	Besi (Fe)	mg/L,	1,02	0,89
8	Mangan (Mn)	mg/L,	0,42	0,28
9	Natrium (Na)	mg/L,	1,08	1,97
10	Kalium (K)	mg/L,	0,67	0,81
11	Kalsium (Ca)	mg/L,	7,85	24,65
12	Magnesium (Mg)	mg/L,	2,57	4,67

Parameter kimia lain yang terkandung pada air gambut yakni sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), klorida (Cl<sup>-</sup>), natrium (Na), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg), menunjukkan kenaikan. Namun konsentrasinya masih dalam batas persyaratan air minum, kecuali kandungan sulfat. Selain sulfat dan klorida, kenaikan parameter kimia ini disebabkan oleh pelarutan dari tanah lempung yang digunakan sebagai pembentuk koloid. Kenaikan sulfat cukup tinggi yaitu dari 64,79 mg/L menjadi 289,62 mg/L. Hal ini terjadi karena koagulan tawas di dalam air mengurai menjadi ion sulfat dan Al<sup>3+</sup>. Sementara Ion sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) pada saat proses koagulasi tidak berfungsi, sehingga tetap dalam bentuk ion.

Air gambut hasil proses yang memiliki kualitas pH 6,11, warna 3,01 TCU, kandungan zat organik 7,19 mg KMnO<sub>4</sub>, dan sulfat 289,62 mg/L, bila mengacu kepada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 tahun 2001, parameter tersebut memenuhi kriteria air kelas I

yakni untuk air baku air minum (400 mg/L), bahkan kandungan zat organik dan warna memenuhi persyaratan air minum Kepmenkes No. 492/MENKES/ PER/IV/2010.

Untuk kandungan logam seperti Fe, Mn, dan Al pada air hasil proses menunjukkan penurunan seperti diperlihatkan pada Tabel 5. Bahkan untuk Mn turun hingga mencapai persyaratan air minum (0,4 mg/L). Jika dilihat kandungan unsur-unsur tersebut dalam tanah lempung seperti disajikan pada Tabel 2, keberadaan ketiga logam ini tidak berpengaruh terhadap kualitas air hasil proses. Hal ini disebabkan karena senyawa Fe, Mn, dan Al yang terkandung pada tanah lempung berbentuk oksida yang memiliki sifat tidak larut di dalam air, sehingga pada saat dilarutkan terbentuklah koloid yang ikut menggumpal pada proses koagulasi.

## **KESIMPULAN**

Dari sejumlah percobaan ditemukan prosedur yang sederhana untuk menghilangkan warna dan zat organik dalam air gambut yaitu setiap 1000 (seribu) ml air gambut diperlukan penambahan 0,10 gram kaporit 0,05 gram kapur tohor 0,30 gram tanah lempung dan 0,40 gram tawas. Setiap penambahan zat, dilakukan pengadukan secara manual dengan batang pengaduk selama 30 detik. Hanya dalam waktu 5 menit, terbentuk larutan yang bening dan endapan berwarna coklat.

Pada kondisi percobaan seperti yang telah dilakukan, penghilangan warna mencapai 99,20% yakni 383, 50 TCU berubah menjadi 3,01 TCU, dan zat organik mencapai 98,15% dari 385,87 mg/L  $\text{KMnO}_4$  turun menjadi 7,19 mg/L  $\text{KMnO}_4$ . Baik warna maupun kandungan zat organik, juga Ca, Mg, Na, K, klorida, pH dan sulfat memenuhi kriteria air kelas 1 yakni air baku air minum. Kandungan Al (0,23 mg/L) sedikit di atas persyaratan air minum (0,2 mg/L), sedangkan Fe belum memenuhi persyaratan.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Terima kasih kami sampaikan kepada Ir. Sudaryanto, M.T. atas diskusi dan pengarahan dalam penyusunan tulisan ini. Ucapan yang sama kami sampaikan kepada Aep Sofyan, Dady Sukmayadi, Dewi Nurbaeti, Nining Karningsih, Sari Asmanah, Wahyu Purwoko yang telah membantu dalam analisis kimia air dan analisis tekstur tanah. Juga kepada Nita Yusianita dan Eki Naidania D. yang telah melakukan analisis logam berat dari tanah lempung, dan kepada Adde Tatang yang telah membantu dalam penggambaran.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2010, Jakarta, Nomor 492/MENKES/PER/2010, Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2001, Jakarta, No. 82 Th. 2001, Tentang

## **Pengolahan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran.**

- Bahl B.S., and Bahl A., 1979, *Advanced Organic Chemistry*, S. Chand & Company Ltd., Lam Nagar, New Delhi, 1279 pp.
- Duan, J., and Gregory, J., 2003, *Coagulation By Hydrolysing Metal Salts*, *Advances in Colloid and Interface Science*, page 475-5002, University College London, London WC1E 6BT, UK.
- Fitria, D., dan Suprihanto, N., 2007, *Penurunan Warna dan Kandungan Zat Organik Air Gambut dengan Cara Two Stage*, Bandung, *Jurnal Teknik Lingkungan*, V. 13, No. 1, h. 17-26.
- Goeswono S, 1979, *Sifat dan Ciri Tanah*, Bahan Bacaan Kuliah, Bogor, h. 120
- Indriyani, 2008, *Proses Pengolahan Limbah Organik Secara Koagulasi Dan Flokulasi*, Jakarta, JRL, Vol. 4, No. 2, Hal. 125-130, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT.
- Ravina L., 1993, *Everything You Want To Know About Coagulation and Flocculation*, Zeta Meter, Inc, Staunton, Virginia
- Risdianto, D., 2007, *Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul)*, Tesis Master, Universitas Diponegoro, Semarang, [epprints.undip.ac.id/37311](http://epprints.undip.ac.id/37311) (diakses 3 Januari 2013).
- Sutapa. Ig.D.A., *Kajian Jar Test Koagulasi-Flokulasi Sebagai Dasar Perancangan Instalasi Pengolahan Air Gambut (IPAG) Menjadi Air Bersih*, Research Centre for LimnologyLIPI, <http://www.Opi.lipi.go.id/data/13086710321320146107.makalah.pdf> (diakses 3 Desember 2012)
- Said, N.I., dan Widayat, W., *Teknologi Pengolahan Air Gambut Sederhana (Bab 8)*, <http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/BukuAirMinum/Bab8Gambut.pdf> (diakses 12 Desember 2012)

- Samosir, A., 2009, Pengaruh Tawas Dan Diatomea (Diatomaceous Earth) Dalam Proses Pengolahan Air Gambut Dengan Metode Elektrokoagulasi, Skripsi, Departemen Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/13871> (diakses 3 Januari 2013)
- Syarfi, H.S., 2007, Rejeksi Zat Organik Air Gambut Dengan Membran Ultrafiltrasi, *Jurnal Sains dan Teknologi* 6 (1), Program Studi Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru, h. 1-4.
- Yusnimar, A. Yelmida, Yenie E., HS. Edward, Drastinawati, 2010, Pengolahan Air Gambut Dengan Bentonit, *Jurnal Sains dan Teknologi* 9 (2), Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, h. 77-81.
- Zadow R., 2009, THE REAL DIRT ON Humic Substances, Maximum Yield, Canada, p. 40-44.

