

**Pengaruh Waktu Kontak dan Laju Pengadukan Terhadap Adsorpsi Zat Warna Pada Air Gambut Menggunakan Adsorben Limbah *Biosolid Land Application* Industri Minyak Kelapa Sawit**

**Irpan Syafrianda<sup>1)</sup>, Elvi Yenie<sup>2)</sup>, Syarfi Daud<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Teknik Lingkungan <sup>2)</sup>Dosen Teknik Lingkungan  
Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan  
Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus BinaWidya, Jl. HR Soebrantas, Km.12,5, Panam,  
Pekanbaru 28293  
irpansyafrianda@engineer.com

**ABSTRACT**

*Peat water is a type of surface water that contains natural organic materials, so that cause brownish-colored water, taste and smell, in addition to the color of peat water caused by organic acid. It viewed from quality, peat water has not include the standard of drink water quality standard. Peat water needs treated to be used as a source of clean water and drink water. The adsorption process can be one of the peat water treatment alternatives by utilizing one of agricultural industry waste in the form of biosolid Palm Oil Industry as natural adsorben. The purpose of this research is to know the effect of stirring speed and contact time on colour in peat water. In this study, variations of stirring speeds were used at 90, 120 and 150 rpm and contact time variation at 30, 60, 90 and 120 minutes. The best results at 150 rpm stirring speed and 90 minutes contact time were found to decrease the efficiency of colour degradation is 238,400 mg/g and efficiency decrease equal to 68,703%.*

**Keywords:** *Peat water, Biosolid, Adsorption*

**PENDAHULUAN**

Indonesia adalah negara ke-empat yang memiliki lahan gambut terluas di dunia setelah Kanada, Uni Soviet dan Amerika. Sehingga Indonesia memiliki potensi sumber air gambut yang melimpah. Berdasarkan Wetlands International bahwa lahan gambut yang ada di pulau Sumatera, Kalimantan dan Papua mencapai 20,6 juta Ha yang terdiri dari 35 % di pulau Sumatera, 32% di Kalimantan, 3% di Sulawesi dan 30% di Papua (Wibowo dan

Suyatno, 1998). Riau merupakan provinsi di Indonesia yang memiliki lahan gambut terluas dengan 4,044 juta ha atau 56,1% dari luas total gambut di pulau Sumatera (Kurniawan, 2007).

Penduduk yang tinggal di wilayah dataran rendah dan berawa seperti daerah di pulau Sumatera, Kalimantan, Papua dan Sulawesi masih mengalami kesulitan untuk memperoleh air bersih. Hal ini dikarenakan air di wilayah tersebut adalah jenis air gambut yang

belum memenuhi parameter baku mutu air bersih (Novita, 2008).

Air gambut adalah jenis air permukaan yang mengandung bahan organik alami *natural organik matter* (NOM) sehingga menyebabkan air berwarna kecokelatan, berasa dan berbau. NOM dapat mengganggu selama proses pengolahan air yaitu terbentuknya produk samping berupa senyawa trihalometan (THM) yang bersifat karsinogenik yang dihasilkan dari reaksi antara senyawa organik dengan desinfeksi klorin (Janhom dkk, 2007).

Warna coklat kemerahan pada air gambut merupakan akibat dari tingginya kandungan zat organik (bahan humus) terlarut terutama dalam bentuk asam humus dan turunannya. Asam humus tersebut berasal dari dekomposisi bahan organik seperti daun, pohon atau kayu dengan berbagai tingkat dekomposisi, namun secara umum telah mencapai dekomposisi yang stabil. Warna akan semakin tinggi karena disebabkan oleh adanya logam besi yang terikat oleh asam-asam organik yang terlarut dalam air tersebut.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengolah air gambut yaitu dengan proses adsorpsi. Menurut Marlinawati dkk, (2016) metode adsorpsi sangat efektif untuk menghilangkan logam berat yang terkandung di dalam air walaupun hanya dilakukan dengan proses adsorpsi yang relatif sederhana. Selain itu proses preparasi mudah dan pembiayaannya yang relatif murah.

*Biosolid land application* kelapa sawit menjadi salah satu biosolid yang

dapat digunakan sebagai adsorben alami karena adanya selulosa dan hemiselulosa dalam *biosolid*. Menurut Sari (2016) selulosa dan hemiselulosa yang terdapat pada *biosolid* kelapa sawit setelah dilakukan proses karbonisasi menghasilkan gugus karboksil dan hidroksil dan gugus aromatik lainnya. Selulosa dan hemiselulosa merupakan salah satu bahan baku pembuatan karbon aktif (Latifan, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kapasitas adsorpsi dengan variasi kecepatan pengadukan dan waktu kontak terhadap penurunan zat warna, mempelajari efisiensi penurunan zat warna dengan menggunakan *biosolid* sebagai adsorben, serta mempelajari pengaruh kecepatan pengadukan dan waktu kontak penurunan zat warna pada air gambut.

## METODOLOGI

Bahan yang digunakan *biosolid land application* industri minyak kelapa sawit, air gambut, larutan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) digunakan sebagai aktivator, larutan  $Na_2S_2O_3$  (0,1 N), amilum 1 %, larutan tiosulfat, aquades.

### A. Variabel Penelitian

#### Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan yaitu adsorben dengan ukuran partikel 100 mesh, konsentrasi adsorben 5000 mg/L, temperatur dehidrasi *biosolid* 105°C dan karbonisasi pada suhu 200°C selama 60 menit, konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  9% dengan

perbandingan 1 gram adsorben dengan 15 ml aktivator selama 22 jam, *furnace* dengan temperatur 500°C selama 1 jam.

#### Variabel Berubah

- Laju pengadukan: 90 rpm, 120 rpm, 150 rpm
- Waktu kontak: 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit.

### B. Prosedur Penelitian

#### Pembuatan Karbon dari *Biosolid* Industri Minyak Kelapa Sawit

Pembuatan karbon diawali dengan menjemur sampel *biosolid* menggunakan sinar matahari hingga kering selama ±4 hari. Lalu sampel dihaluskan dan diayak dengan saringan berukuran 100 mesh, dilanjutkan pengeringan dengan menggunakan oven pada temperatur 105°C hingga berat konstan. Kemudian sampel dikarbonisasi dalam *furnace* pada temperatur 200°C selama 60 menit di diamkan sampai suhu ruang, kemudian dimasukkan ke dalam desikator

#### Pembuatan Karbon Aktif dari *Biosolid Land Application* Industri Minyak Kelapa Sawit

Karbon diaktivasi menggunakan larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 9% dengan perbandingan 1 gram adsorben dengan 15 mL aktivator dalam *beaker glass* selama 22 jam (Kurniati, 2008). Kemudian dicuci menggunakan aquades hingga pH netral (Miranti, 2012). Lalu disaring menggunakan kertas saring *whatman* 41 (Saputro, 2012). Selanjutnya karbon yang telah diaktivasi dipanaskan menggunakan *furnace* pada temperatur 500°C selama

1 jam (Zaini, 2014), dan di diamkan sampai suhu ruang, kemudian dimasukkan kedalam desikator.

#### Penelitian Utama

Karbon aktif dengan menggunakan ukuran saringan 100 mesh dimasukkan ke dalam gelas piala berukuran 1000 mL dengan konsentrasi 5000 mg/L (Dewi dkk, 2015). Campuran karbon aktif dan sampel air gambut diaduk menggunakan *paddle* dengan laju pengadukan 90, 120 dan 150 rpm dan waktu kontak selama 30, 60, 90 dan 120 menit. Kemudian sampel didiamkan selama 24 jam agar filtrat dan endapan terpisah (Mulyawan, 2015).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Uji dan Karakteristik Air Gambut

**Tabel 1.** Hasil Analisa Karakteristik Awal Air Gambut

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu	Keterangan
Warna	TCU	1735	15	Permenkes No 492 Menkes/PER/I V/2010

#### B. Hasil Uji Parameter Karbon Aktif Setelah Aktivasi Secara Fisika Kimia

**Tabel 2.** Hasil Uji Parameter Karbon Aktif

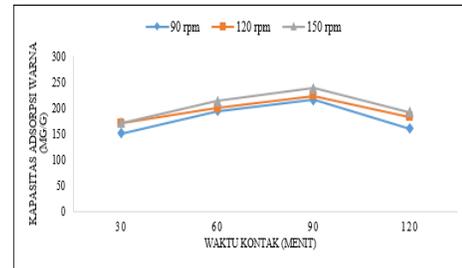
Parameter	Hasil Uji	Satuan	Baku Mutu	Keterangan
Kadar Air	9,5	%	Mak 15 %	Memenuhi SNI No. 06-3730-1995
Kadar Abu	1,5	%	Mak 10 %	Memenuhi SNI No. 06-3730-1995
Daya Serap Terhadap Iodin	767,926	mg/g	Min 750 mg/g	Memenuhi SNI No. 06-3730-1995

Penentuan uji kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari karbon aktif yang telah diaktivasi baik secara fisika maupun kimia. Nilai uji kadar air dari adsorben karbon aktif *biosolid land application* industri minyak kelapa sawit dengan ukuran saringan 100 mesh telah memenuhi standar kualitas karbon aktif berbentuk serbuk menurut SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 15%.

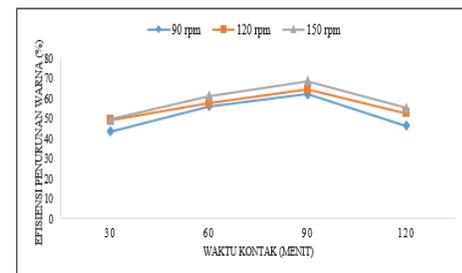
Nilai kadar abu dari adsorben karbon aktif *biosolid land application* industri minyak kelapa sawit dengan menggunakan saringan 100 mesh telah memenuhi standar kualitas karbon aktif berbentuk serbuk menurut SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 10%. Sedangkan nilai daya serap terhadap iodin dari adsorben karbon aktif *biosolid land application* industri minyak kelapa sawit dengan menggunakan saringan 100 mesh sudah memenuhi standar kualitas karbon aktif berbentuk serbuk menurut SNI 06-3730-1995, yaitu minimal 750 mg/g. Uji iodin dilakukan untuk mengetahui kemampuan karbon dalam menyerap warna.

### C. Pengaruh Laju Pengadukan dan Waktu Kontak Terhadap

### Kapasitas Adsorpsi dan Efisiensi Warna Pada Air Gambut



Gambar 1 Pengaruh laju Pengadukan dan Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Warna



Gambar 2 Efisiensi Penurunan Warna Setelah Pengolahan pada Air Gambut

Gambar 1 menunjukkan kapasitas adsorpsi zat warna tertinggi dicapai pada laju pengadukan 150 rpm dengan waktu kontak 90 menit sebesar 238,400 mg/g adsorben. Semakin besar laju pengadukan maka semakin besar kapasitas adsorben, hal ini disebabkan karena laju pengadukan yang besar menyebabkan semakin besar kontak antara adsorben dengan adsorbat, sehingga daya serap adsorben dapat bekerja dengan optimal.

Kemudian terjadi penurunan kapasitas adsorpsi terhadap warna pada laju pengadukan 150 rpm dengan waktu kontak 120 menit, hal ini disebabkan kemungkinan konsentrasi adsorbat tidak dapat berinteraksi dengan

adsorben pada waktu kontak 120 menit, karena molekul-molekul adsorbat tidak keseluruhan berikatan dengan sisi aktif dari adsorben dikarenakan terjadi kejenuhan pada adsorben dan sebagian adsorben melepaskan adsorbat sehingga terjadi penurunan setelah kondisi optimum.

Gambar 2 menunjukkan efisiensi penurunan zat warna tertinggi dicapai pada laju pengadukan 150 rpm dengan waktu kontak 90 menit yang merupakan kondisi optimal yaitu sebesar 68,703% dan efisiensi warna terendah terjadi pada laju pengadukan 90 rpm dengan waktu kontak 30 menit yaitu sebesar 43,42%, laju pengadukan dan waktu kontak yang paling optimal menghasilkan efisiensi penurunan tertinggi dibandingkan dengan variasi laju pengadukan dan waktu kontak lainnya. Bila laju pengadukan terlalu lambat, maka proses adsorpsi berjalan lambat pula. Namun, bila laju pengadukan terlalu cepat, kemungkinan terjadi struktur adsorben cepat rusak sehingga proses adsorpsi berlangsung kurang optimal.

Waktu kontak optimum terjadi pada menit ke 90, pada kondisi optimum terjadi peningkatan penyerapan warna mencapai titik maksimal sehingga penambahan waktu kontak tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pengurangan zat warna pada sampel. Awal proses adsorpsi pori-pori karbon aktif masih terbebas dari partikel adsorbat dan peluang partikel adsorbat untuk terjerat kedalam pori-pori karbon aktif masih sangat besar, sehingga perubahan kapasitas adsorpsi pada tahap awal hingga kondisi optimum cukup besar.

## KESIMPULAN

1. Kapasitas dan efisiensi adsorpsi warna terbesar terjadi pada laju pengadukan 150 rpm dengan waktu kontak optimum 90 menit yaitu sebesar 238,400 mg/g dan 68,703 %
2. Laju pengadukan 150 rpm dengan waktu kontak 90 menit memberikan kapasitas dan efisiensi terbesar, dimana semakin besar pengadukan maka kinerja dari proses adsorpsi semakin baik. Adapun waktu kontak akan memberikan perubahan secara signifikan terhadap proses adsorpsi pada kondisi optimum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arista, F., Agung, B dan Dity, D, R. 2010. Pembuatan dan Karakteristik Adsorben dari Lumpur Lapindo untuk Pemurnian Ethanol. *Skripsi*. Jurusan Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Ariska, D. 2012. Pemanfaatan Residu Bahan Bakar Batu Bara (Bottom Ash) Sebagai Adsorben Zat Warna Reaktif dan Logam Berat Cu dan Ni dari Limbah Cair Teksil dengan Reaktor Sistem Kontinuy. *Skripsi*. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang
- Basuki, K, T., Budi, S dan Nurimaniwathy. 2007. Penurunan Konsentrasi CO dan NO<sub>2</sub> pada Emisi Gas Buang Menggunakan Arang Tempurung Kelapa yang

- Disisipi TiO<sub>2</sub>. *Jurnal Forum Nuklir*, Vol. 1, No. 1, pp 45-64.
- BPN (Badan Pertanahan Negara). 2010. Luas Lahan Sawit di Provinsi Riau. *Bertuahpos.com*. Diakses 12 Februari 2017.
- Darmayanto. 2009. Penggunaan Serbuk Tulang Ayam Sebagai Penurun Intensitas Warna Air Gambut. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara.
- Dead, B. R. 1981. *Water Reuse: Problems and Solutions*. Academic Press. New York.
- Dewi, I, A. 2015. Pemanfaatan Geopolimer Dari Kaolin Sebagai Adsorben Untuk Mengolah Air Gambut. *Skripsi*. Fakultas Teknik, Universitas Riau. Pekanbaru.
- Drastinawati dan Zultiniar. 2013. Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Temperatur Terhadap Konstanta Kecepatan Adsorpsi Cu<sup>2+</sup> dengan Arang Aktif Cangkang Sawit Sisa Pembuatan Asap Cair. *Jurnal Teknobiologi IV(I)* 47-53, ISSN 2087-5428. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- Ginting, F, D. 2008. Pengujian Alat Pendingin Sistem Adsorpsi Dua Adsorber Dengan Menggunakan Metanol 1000 ml Sebagai Refrigeran. *Skripsi*. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Jakarta
- Gultom, E, M dan Turmuzi, L. 2014. Aplikasi Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> untuk Penyerapan Logam Berat Cd dan Pb. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol 3. No 1. Pp. 5-10. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Hanum, F., Rikardo, G dan Simanjuntak, M. 2017. Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru Dengan Karbon Aktif dari Kulit Durian Menggunakan KOH dan NaOH Sebagai Aktivator. *Jurnal Teknik Kimia* Vol 6 No 1. Universitas Sumatera Utara. Medan.