FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PROSES EKSTRAKSI SILIKA SEBAGAI ADSORBEN UNTUK PENGYISIHAN ZAT ORGANIK PADA AIR GAMBUT

Sarah Dwi Arini [1)], Lita Darmayanti [2)], Dewi Fitria[2)]
[1)] Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan [2)] 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, Pekanbaru, 28293
E-mail: sarahdwiarini96@gmail.com

ABSTRACT

Palm Oil Fly Ash (POFA) is one of the solid wastes from the combustion of shells and palm fiber in the boiler. It is potential as an adsorbent because of its high silica content. Adsorption is one method that has the potential to remove color and organic matter substances in peat water. The purpose of this research is to study the effect of the ratio raw materials to solvents to the production of silica extracted from POFA and to determine the efficiency removal of Fe in peat water. The results of this study show the colors, organic substances and Fe in 1830 Pt/Co, 437,8 mg/l, and 0,07 mg/l.

Keywords: *Palm oil fly ash, silica, extraction, ratio of raw material to solvent, processing time, peat water, adsorption*

1. PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit Indonesia berkembang cepat serta mencerminkan adanya revolusi perkebunan sawit. Perkebunan kelapa sawit Indonesia berkembang di 22 provinsi dari 33 provinsi di Indonesia. Dua pulau utama sentra perkebunan kelapa sawit di Indonesia adalah Sumatra dan Kalimantan. Sekitar 90% perkebunan kelapa sawit di Indonesia berada di kedua pulau sawit tersebut, dan kedua pulau itu menghasilkan 95% produksi minyak sawit mentah (*crude palm oil*) (Purba dan Sipayung, 2017). Pada kurun waktu 1990–2015, terjadi revolusi perkembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia, yang ditandai dengan tumbuh dan berkembangnya perkebunan rakyat dengan cepat, yakni 24% per tahun selama 1990–2015. Pada tahun 2015, luas perkebunan sawit Indonesia adalah 11,3 juta ha (Kementerian Pertanian, 2015). Provinsi Riau merupakan provinsi dengan areal perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia yaitu 2,7 juta Ha dengan jumlah produksinya mencapai 8,6 juta ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2018). Selain produk CPO, pabrik minyak sawit juga menghasilkan limbah organik yang sangat besar jumlahnya dibandingkan limbah tanaman perkebunan lainnya (Telaumbanua, 2017). Limbah padat kelapa sawit dapat dihasilkan dari kegiatan penggilingan dan perkebunan kelapa sawit. Tandan buah kosong, cangkang sawit, dan serat diproduksi terutama selama proses

penggilingan, sedangkan pelepah dan batang kelapa sawit sebagian besar berasal dari perkebunan. TBS tersebut berisi sekitar 21% minyak sawit mentah (CPO), 6–7% inti sawit, 13,5–15% serat, 5,5–7% cangkang, dan 22–23% tandan kosong (basis basah) (Sukiran dkk, 2017).

Penanganan limbah POFA oleh pabrik minyak sawit masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong. Hal ini berpotensi membahayakan lingkungan dan masyarakat sekitar jika terbawa ke perairan. Selain dampak negatif yang ditimbulkan, POFA juga mempunyai nilai positif yakni komposisi kimianya sebagian besar tersusun atas oksida logam terutama SiO_2 (Huseien dkk, 2016). Abu sabut dan cangkang sawit mengandung banyak silika hingga mencapai ± 60%. Abu tandan sawit hanya mengandung silika sebanyak 19% (Zahrina dkk, 2007). SiO_2 mempunyai sifat aktif sehingga dimungkinkan dapat digunakan sebagai adsorben logam berat (Lau dkk, 2017). Silika dari limbah POFA diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben untuk pengolahan air gambut.

Air gambut merupakan salah satu dari sumber daya air yang melimpah sepanjang tahun, akan tetapi air yang tersedia belum dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Secara kuantitatif air gambut 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. Salah satu kendala penggunaannya sebagai air bersih adalah berwarna merah kecoklatan, mengandung asam humus serta tingginya zat organik dan logam besi (Kusnaedi, 2006).

Berbagai metode telah banyak dilakukan untuk menghilangkan senyawa humus, antara lain adalah koagulasi-flokulasi, ozonasi dan elektrodekolorisasi (Andriana, 2016). Suherman dan Sumawijaya (2013) melaporkan bahwa zat organik dan warna dalam air gambut yang mampu didegradasi dengan metode koagulai-flokulasi dalam suasana basa pada pH 11 sebesar 99,20%, namun metode koagulasi harus melalui beberapa proses tahapan dan membutuhkan biaya yang mahal (Kula dkk, 2001). Salah satu cara yang dikembangkan untuk menurunkan kadar warna dan efektif untuk menurunkan kandungan logam dalam air adalah metode adsorpsi (Metcalf dan Eddy, 2003). Adsorpsi adalah penyerapan suatu zat, pada permukaan adsorben yang berupa padatan (Novais dkk, 2016). Selain untuk menurunkan warna, metode adsorpsi mampu menyisihkan kandungan zat organik, menaikkan pH, dan menghilangkean bau dari air gambut (Priadi dkk, 2014).

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Beaker Glass* 250 ml, kertas saring *Whatman* no.41, pH meter, *Hot Plate* HP-3000, stirer, oven, gelas ukur, desikator, mortar, batang penumbuk, pipet tetes, pengaduk, kaca arloji, labu ukur 100 ml; 250 ml; 1L, cawan platina. Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa limbah POFA, air gambut yang berasal dari desa Rimbo Panjang, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, NaOH, akuades, dan HCl.

2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.1. Dimulai dari persiapan alat dan bahan kemudian dilakukan uji karakteristik awal untuk mengetahui kandungan limbah POFA dan air gambut

serta dilakukan analisis potensi pengolahan air gambut.

Gambar 2.1. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Karakteristik POFA

Hasil analisa POFA pada penelitian ini menggunakan X-*Ray Fluorosence* (XRF) yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Komposisi POFA

Oksida	Persentase (%)
SiO2	73.85
Na2O	0.07
K2O	2.78
CaO	0.61
MgO	0.64
Fe2O3	0.40
Cl	0.29

Sumber: Setyawan dkk, 2019

Tabel 3.1 memperlihatkan bahwa POFA mengandung senyawa SiO_2 sebesar 73,85% sebagai komponen utamanya. Komponen tersebut menyatakan bahwa POFA dapat digunakan sebagai adsorben dalam pengolahan air gambut. Hal ini karena silika (Si) mempunyai pori-pori, permukaan yang luas dan adanya gugus fungsional aktif pada permukaan yaitu gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si) (Mohan dkk, 2002).

3.2 Uji Karakteristik Air Gambut

Hasil uji karakteristik awal air gambut penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Hasil Uji Karakteristik Air Gambut

Parameter	Penelitian ini*	Baku Mutu**
Warna	1830 Pt/Co	50 Pt/Co
Zat Organik	437,8 mg/L	10 mg/L
Fe	0,07 mg/L	1 mg/L
pH	4,1	6,5-8,5

***Sumber : Hasil Uji Laboratorium

****Permenkes No. 32 Tahun 2017

Tabel 3.1 menunjukkan konsentrasi warna dan zat organik berturut – turut sebesar 1830 Pt/Co dan 437,8 mg/L, Fe 0,07 mg/L dan pH 4,1. Berdasarkan Tabel 3.1, konsentrasi warna dan zat organik air gambut penelitian ini masih berada diatas baku air untuk keperluan higiene sanitasi yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan air gambut terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai air bersih.

3.3 Ekstraksi Silika dan Beberapa Faktor Yang Mempengaruhi

Ekstraksi padat-cair merupakan suatu proses yang melibatkan perpindahan massa antar fasa, dalam penelitian ini fasa padat adalah POFA dan NaOH sebagai pelarut. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang ekstraksi silika dengan proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut-pelarut alkali dan untuk pengendapan silika dengan menggunakan asam (Galang, 2013). Proses ekstraksi terjadi karena pelarut NaOH menembus kapiler-kapiler dalam abu dan melarutkan silika. Larutan silika dengan konsentrasi yang tinggi terbentuk dibagian dalam abu,

dengan cara difusi akan terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan silika yang ada dalam abu tersebut dengan larutan NaOH. Karena gaya adhesi, terjadi pemisahan larutan yang mengandung silika dalam kuantitas tertentu didalam abu. NaOH merupakan senyawa yang bersifat basa yaitu bila dilarutkan dalam air akan memisahkan dan melepaskan ion OH- seperti reaksi :

$$NaOH_{(s)} + H_2O \rightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

Pelarut NaOH dipilih dengan alasan bahwa silika dapat bereaksi dengan basa, terutama dengan basa kuat seperti hidroksida alkali. Secara komersial, silika dibuat dengan mencampur larutan natrium silikat dengan suatu asam mineral (Vogel, 1985). Reaksi yang terjadi :

$$SiO_{2(s)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_2SiO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

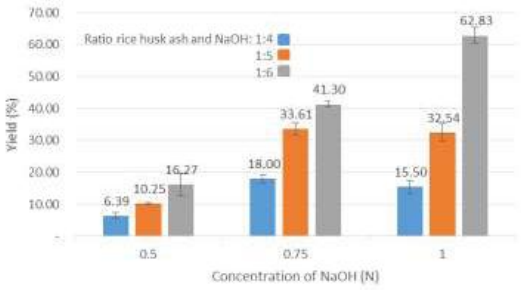
Penambahan HCl ke dalam larutan natrium silikat menyebabkan terjadinya pertukaran ion Na^+ dengan H^+ menghasilkan suatu padatan berbentuk gel yang akhirnya memisahkan partikel dari silika yang terikat dengan molekul air yaitu silika hidrosol atau asam silikat (H_2SiO_3). Reaksi yang terjadi :

$$Na_2SiO_{3(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow H_2SiO_{3(aq)} + 2NaCl_{(aq)}$$

Pemanasan pada temperatur tertentu mengakibatkan dehidrasi silika hidrosol sehingga terbentuk silika gel ($SiO_2.H_2O$) yang kemudian dihaluskan untuk mendapatkan bubuk silika (Cheng dkk, 2016). Reaksi yang terjadi :

$$H_2SiO_{3(aq)} \rightarrow SiO_{2(s)}H_2O$$

Setyawan dkk, (2019) melakukan penelitian dengan memvariasikan rasio bahan baku dengan pelarut 1:4, 1:5, dan 1:6. Sebanyak 25 gram sampel diekstraksi dengan jumlah pelarut yang divariasikan. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 3.1 Pengaruh Rasio Bahan Baku dan Pelarut Ekstraksi Silika

Berdasarkan grafik pada Gambar 3.1 di atas menunjukkan bahwa relatif terjadi peningkatan massa silika dengan meningkatnya rasio antara bahan baku dan pelarut. Yield silika tertinggi dihasilkan pada konsentrasi NaOH 1 N dengan rasio 1:16 sebesar 62,83%, sedangkan yield silika terendah dihasilkan pada rasio 1:4 sebesar 6,39% dengan konsentrasi NaOH 0,5 N.

3.4 Efisiensi Penyisihan Ion Fe pada Air Gambut

Parameter pencemar yang terdapat pada air gambut dapat mempengaruhi kualitas air jika kadarnya didalam air melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan, salah satunya ion logam besi (Fe). Pada penelitian ini, silika yang telah diproduksi digunakan sebagai adsorben untuk pengolahan air gambut. Besi yang terlarut didalam air dapat menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi dan kekeruhan. Sumber air yang mengandung besi biasanya air yang berada di daerah bergambut dan berawa (Nainggolan, 2008).

Thavamani dkk (2017), melakukan penelitian dengan menggunakan *fly ash* dari endapan elektrostatik Pembangkit Listrik Tenaga Panas Tuticorin, India. Fly ash ini

digunakan sebagai adsorben untuk penyisihan ion logam Fe. Dosis adsorben (1-5 gr), dan temperatur (30-70ºC) merupakan parameter yang diteliti dalam penyisihan ion logam berat oleh *fly ash*. Kondisi optimum didapatkan pada waktu kontak 120 menit, dosis 5 gram, 70ºC dengan efisiensi penyisihan mencapai 80-96%.

3.5 Analisis Karakteristik Adsorben Setelah Ekstraksi

Proses ekstraksi menggunakan NaOH 1 N dengan rasio dan pelarut 1:6 menghasilkan yield tertinggi bubuk silika. Produk sampel ini kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan X-*Ray Fluorosence* (XRF) yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Komposisi POFA

Oksida	Persentase (%)
SiO_2	86.17
Na_2O	5.82
K_2O	0.22
CaO	0.62
MgO	0.10
Fe_2O_3	0.09
Cl	6.43
Al_2O_3	0.17

Sumber: Setyawan dkk, 2019

Tabel 3.3 memperlihatkan bahwa silika hasil ekstraksi mengandung senyawa SiO_2 sebesar 86,17% sebagai komponen utamanya.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji penelitian, air gambut penelitian ini memiliki konsentrasi warna, zat organik, Fe berturut-turut 1830 Pt/Co, 437,8 mg/L, 0,07 mg/L dan pH 4,1. Metode adsorpsi menggunakan POFA sebagai adsorben berpotensi dalam pengolahan air gambut.

DAFTAR PUSTAKA

Andriana, N. 2016. Pemanfaatan Silika Gel Berbasis Abu Terbang (*Fly Ash*) Batubara PLTU Paiton–Probolinggo sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Jember. Jember.

Badan Pusat Statistik. 2018. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

Huseien, G. F., Mirza, J., Ismail, M., dan Hussin, M. W. 2016. Influence of Different Curing Temperatures and Alkali Activators on Properties of GBFS Geopolymer Mortars Containing Fly Ash and Palm-Oil Fuel Ash. *Journal of Construction and Building Materials*, Vol. 125, Hal. 1229-1240.

Kusnaedi. 2006. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor untuk Air Minum.* Jakarta: Penebar Swadaya.

Lau, P.C., Teo, D. C. L., dan Mannan, M. A. 2017. Characteristics of Lightweight Aggregate Produced from Lime-Treated Sewage Sludge and Palm Oil Fuel Ash. *Journal of Construction and Building Materials*, Vol. 152, Hal. 558-567.

Mohan, D., Kunwar, P. S., Singh, G., dan Kumar, K. 2002. Removal of Dyes from Wastewater Using Fly Ash, a Low-Cost Adsorbent. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, Vol. 41, Hal. 3688-3695.

Nainggolan, P. 2008. Efektivitas Penurunan Kadar Fe dan Mn Sumur Gali dengan Menggunakan Sistem Upflow Berdasarkan Jenis Ketebalan Media Saringan dari Dusun I Kikik Kecamatan Hamparan Perak Tahun 2007. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Novais, R. M., Buruberri, L. H., Seabra, M. P., dan Labrincha, J. A. 2016. Novel Porous Fly Ash Containing Geopolymer Monoliths For Lead Adsorption From Wastewaters. *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 318, Hal. 631-640.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Hihiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.

Setyawan, N., Hoerudin., dan Wulanawati, A. 2019. Simple Extraction of Silica Nanoparticles from Rice Husk Using Technical Grade Solvent: Effect of Volume and Concentration. *Earth and Environmental Science*, No. 309.

Sukiran, M. A., Abnisa, F., Daud, W. M. A., Abu, N. B., dan Loh, S. K. 2017. A Review of Torrefaction of Oil Palm Solid Wastes for Biofuel Production. *Journal of Energy Conversion and Management*, Vol. 149, Hal. 101–120.

Purba, J. H. V., dan Sipayung, T. 2017. Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia dalam Perspektif Pembangunan Berkelanjutan. Jurnal Masyarakat Indonesia, Vol. 43, No.1.

Telaumbanua, J. P. 2017. Penggunaan Fly Ash dan Bottom Ash Boiler Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Adsorben untuk Mengadsorpsi Zat Warna pada Limbah Cair Buatan. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Sumatera Utara

Thavamani, S. S., dan Navaneetha, D. K. 2017. A Comparative Study of Fly Ash and Na-Fly Ash as Adsorbents for Removal of Cr (VI), Cu (II) and Fe (II) from Aqueous Solutions. *International Journal of Advance Research, Ideas, and Innovations in Technology*, Vol. 3. No.4.