

Pengaruh Rasio Padat/Cair dan Waktu Pengadukan pada Proses Ekstraksi Silika dari *Palm Oil Fly Ash* (POFA)

Fika Rahma Yuni¹, Lita Darmayanti^{2,*}, Dewi Fitria³

^{1,2,3} Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

*litadarmayanti@eng.unri.ac.id

Abstract

Palm oil fly ash (POFA) is one of the solid wastes produced from burning palm kernel shells and coir as a steam generator for palm oil mills. POFA has a high silica content and might potentially to be used as an adsorbent. The removal of impurity metals and the separation of SiO_2 by extraction process is a way to improve the performance of silica. The extraction process is influenced by several factors including the solid/liquid ratio and the stirring time. This study used a solid/liquid ratio of 1: 8, 1:10, 1:12 and a stirring time of 120; 150; 180; and 210 minutes. The results showed the highest mass of silica deposits was at a ratio of 1:12 and stirring time of 210 minutes with a mass of 18.35 grams or 73.4% of 25 grams of POFA with a silica content of 47.97% and a silica surface area 8.18 m^2/g . Silica from each variation was tested on peat water. The highest removal efficiency of color, organic matter, and Fe were 80%, 46%, and 37% respectively by the extracted silica with a solid/liquid ratio 1:12 and stirring time 210 minutes.

Keywords: adsorption, extraction, peat water, POFA, silica

Abstrak

Abu terbang sawit (POFA) merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran cangkang dan sabut sawit sebagai pembangkit uap untuk konsumsi pabrik sawit. POFA memiliki kandungan silika yang tinggi dan berpotensi digunakan sebagai adsorben. Penghilangan logam pengotor dan pemisahan SiO_2 dengan proses ekstraksi merupakan solusi untuk meningkatkan kinerja silika. Proses ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah rasio padat/cair dan waktu pengadukan. Penelitian ini menggunakan rasio padat/cair 1:8, 1:10, 1:12 dan waktu pengadukan 120; 150; 180; dan 210 menit. Hasil penelitian menunjukkan massa endapan silika terbanyak pada rasio 1:12 dan waktu pengadukan 210 menit dengan massa sebanyak 18,35 gram atau 73,4% dari 25 gram POFA dengan kadar silika 47,97% dan luas permukaan silika sebesar 8,18 m^2/g . Silika dari setiap variasi diujikan pada air gambut. Efisiensi penyisihan warna, zat organik, dan Fe tertinggi terdapat pada silika hasil ekstraksi dengan rasio padat/cair 1:12 dan waktu pengadukan 210 menit yaitu sebesar 80%, 46%, dan 37%.

Kata kunci: adsorpsi, air gambut, ekstraksi, POFA, silika

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil sawit terbesar dengan luas areal perkebunan sawit yaitu seluas 14,4 juta hektar dan produksi sawit mencapai 45,8 juta ton. Areal perkebunan sawit tersebar di 25 provinsi di Indonesia dan Provinsi Riau merupakan provinsi dengan areal perkebunan sawit terluas yaitu 2,81 juta hektar dan menjadi produsen CPO terbesar dengan produksi sebesar 9,13 juta ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2019). Perkembangan industri sawit terus meningkat dan akan berdampak pada limbah padat yang dihasilkan dari pengolahan tandan buah segar (TBS)

(Endriani, 2018). Dalam pengolahan satu ton TBS sawit akan menghasilkan limbah padat berupa tandan kosong sebanyak 20%, limbah cangkang (*shell*) 6%, serabut (*fiber*) 12%, dan lumpur sawit (*solids*) 2% (Setya dkk, 2016). Limbah padat berupa cangkang dan serabut sawit digunakan sebagai bahan bakar ketel (*boiler*) untuk menghasilkan energi mekanik dan panas (Endriani, 2018). Hasil pembakaran limbah tersebut pada temperatur sekitar 700-1.000 °C akan menghasilkan abu sawit yang disebut juga dengan *Palm Oil Fly Ash* (POFA) (Tangchirapat, 2007).

POFA belum banyak dimanfaatkan dan tidak terkelola dengan baik (Endriani, 2018),

sebagian POFA digunakan sebagai pupuk pada tanaman sawit sementara jumlahnya terus meningkat, jika POFA tidak dimanfaatkan dengan tepat dapat merusak lahan dan mencemari lingkungan. POFA dengan kandungan SiO_2 yang tinggi, lebih dari 50% (Sarifah, 2017), berpotensi digunakan sebagai adsorben murah untuk menghilangkan logam berat karena porositasnya yang tinggi dan memiliki karakteristik yang sama dengan karbon aktif (Keng dkk, 2014).

Penghilangan logam pengotor dan pemisahan SiO_2 merupakan solusi untuk meningkatkan pemanfaatan silika sebagai adsorben. Menurut Kalapathy dkk (2002), secara umum metode untuk mendapatkan silika dalam suatu *raw material* adalah ekstraksi. Ekstraksi silika dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu jenis pelarut, rasio padat/cair, temperatur, waktu ekstraksi, dan pengadukan yang mempengaruhi keberhasilan dari proses ekstraksi (Srivastava dkk, 2013). Proses ekstraksi dilakukan dengan *hydrothermal alkali treatment* yaitu memanaskan campuran abu terbang dengan larutan alkali (NaOH, KOH) (Querol dkk, 2002). Berdasarkan penelitian Suka dkk (2008), Daifullah dkk (2013) dan Galang dkk (2013), menunjukkan bahwa larutan alkali KOH dapat digunakan sebagai pelarut dalam proses ekstraksi silika. Berdasarkan hal tersebut, maka dalam penelitian ini akan digunakan pelarut KOH agar senyawa silika mudah terambil dari POFA. POFA yang berkadar silika tinggi memiliki permukaan berpori dan kapasitas adsorpsi yang kuat (Keng dkk, 2014). Silika hasil ekstraksi dari limbah POFA diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben untuk penyisihan zat organik, warna dan logam Fe dalam air gambut.

Air gambut secara kuantitatif merupakan salah satu sumber daya air yang masih melimpah dan berpotensi untuk diolah menjadi air bersih, namun secara kualitatif menggunakan air gambut masih menjadi masalah. Salah satu ciri air gambut adalah kadar warna yang tinggi. Senyawa aromatik yang terdiri dari asam humat, asam fulvat, dan humin merupakan komponen utama yang menyebabkan konsentrasi air gambut berwarna. Warna pada air gambut juga dapat disebabkan oleh adanya kontaminasi Fe yang cukup tinggi yang ditandai dengan warna merah kecokelatan (Rusdianasari dkk, 2018). Banyak cara untuk menghilangkan senyawa

aromatik, salah satunya dengan adsorpsi. Proses adsorpsi merupakan metode yang memiliki kelebihan dari metode pengolahan lainnya, karena selain paling efisien untuk mengadsorpsi logam berat, penghilangan zat warna, dan organik beracun, proses adsorpsi tidak rumit dalam pengerjaan dan ekonomis (Keng dkk, 2014; Qi dkk, 2019).

Berdasarkan paparan tersebut, menunjukkan silika hasil ekstraksi dari POFA berpotensi digunakan sebagai adsorben. Penelitian ini akan mengkaji pengaruh rasio padat/cair dan waktu ekstraksi pada ekstraksi silika dari POFA (*Palm Oil Fly Ash*). Silika hasil ekstraksi dari POFA akan diuji kemampuannya sebagai adsorben untuk menyisihkan zat organik, warna, dan logam Fe pada air gambut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan ukuran 100 mesh, *beaker glass*, kertas saring *Whatman* no.41, pH meter, *hot plate* model SH-2A, *magnetic stirrer*, *jar test*. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah abu terbang sawit (*Palm Oil Fly Ash*) yang diperoleh dari PT. Perkebunan Nusantara V (PTPN V) Sei. Galuh, Riau. Abu sawit ini digunakan sebagai sumber silika yang diperlukan dalam penelitian ini, kalium hidroksida (KOH) sebagai ekstraktan, asam klorida (HCl), akuades, dan air gambut.

2.2 Ekstraksi Silika

Sejumlah POFA direndam dalam larutan KOH (rasio 1:8) dengan konsentrasi KOH 3 M. Sampel kemudian dipanaskan dengan temperatur 80°C dan diaduk selama tertentu (120, 150, 180 dan 210 menit). Selanjutnya sampel disaring dan untuk mengendapkan silika, ke dalam filtrat ditambahkan larutan HCl 1 M bertahap hingga pembentukan endapan silika berhenti (rentang pH 6,5-7). Setelah itu endapan dipisahkan dan dicuci dengan akuades panas untuk menghilangkan kelebihan asam. Silika yang diperoleh dikeringkan pada temperatur 110 °C untuk menghilangkan air. Variasi rasio padat/cair dan waktu ekstraksi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Rasio Padat/Cair dan Waktu Ekstraksi

Waktu Rasio Padat/Cair	120	150	180	210
1:8	A-1	A-2	A-3	A-4
1:10	B-1	B-2	B-3	B-4

Waktu				
Rasio Padat/Cair	120	150	180	210
1:12	C-1	C-2	C-3	C-4

2.3 Proses Adsorpsi

Hasil ekstraksi digunakan sebagai adsorben. Sebanyak 3 gram ekstrak silika dicampurkan dengan 250 ml sampel air gambut kemudian diaduk menggunakan *jar test* dengan kecepatan 100 rpm selama 60 menit. Air lalu disaring kemudian disimpan pada botol sampel untuk diukur kandungan zat organik (SNI 6989.22:2004), warna (SNI 6989.80:2011), dan logam Fe (SNI 6989.4:2004). Proses adsorpsi dilakukan secara duplo. Efisiensi penyisihan dihitung dengan persamaan berikut:

$$Efisiensi (\%) = \frac{(C_{in} - C_{out})}{C_{in}} \times 100\%$$

Dimana:

C_{in} = Konsentrasi zat organik, warna atau Fe pada sampel sebelum perlakuan.

C_{out} = Konsentrasi zat organik, warna atau Fe pada sampel setelah perlakuan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik POFA (*Palm Oil Fly Ash*)

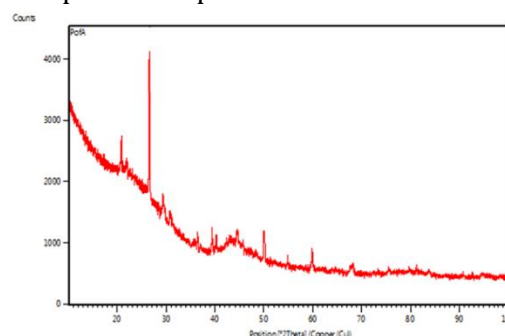
Komposisi senyawa limbah POFA perlu diuji untuk memperlihatkan senyawa-senyawa yang terkandung di POFA yang dijadikan bahan baku. Hasil analisa POFA yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Unsur/senyawa	Persentase (%)
Silika (SiO ₂)	51,01
Kalium (K ₂ O)	11,17
Aluminium (Al ₂ O ₃)	2,03
Kalsium (CaO)	2,79
Magnesium (MgO)	9,57
Klor (Cl)	2,07
Posfat (P ₂ O ₅)	7,33
ZnO	0,01
Rb ₂ O	0,02

Komponen utama yang terdapat pada POFA adalah silika yaitu sebesar 51,01%. Komposisi tersebut mengindikasikan bahwa POFA tersebut dapat dijadikan sebagai bahan

adsorben karena sebagian besar tersusun atas oksida logam terutama SiO₂

Untuk mengetahui struktur dan fase yang terdapat pada POFA, dilakukan pengujian difraksi Sinar-X (XRD). Hasil uji XRD adsorben silika dapat dilihat pada Gambar 1.

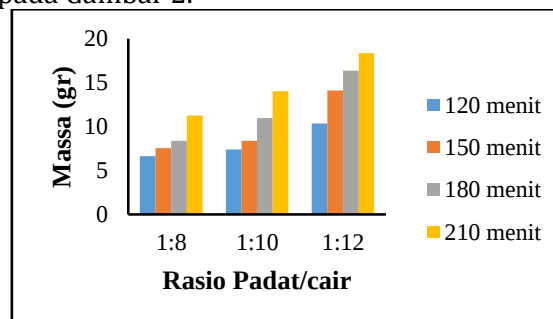


Gambar 1 Hasil Uji XRD POFA

Karakterisasi dengan XRD, menunjukkan bahwa puncak silika terdapat pada kisaran $2\theta = 26,55^\circ$ ($d = 3,36\text{\AA}$) dengan intensitas relatif 100% merupakan jenis SiO₂ kuarsa, sedangkan $2\theta = 44,5^\circ$ ($d = 2,03\text{\AA}$) dan $50,5^\circ$ ($d = 1,82\text{\AA}$) dengan intensitas relatif berturut-turut 21,51% dan 20,62% merupakan SiO₂ kristobalit. Pada hasil XRD tersebut menunjukkan bahwa puncak-puncak yang intensitasnya.

3.2 Pengaruh Rasio Padat/Cair dan Waktu Ekstraksi terhadap Massa Endapan Silika

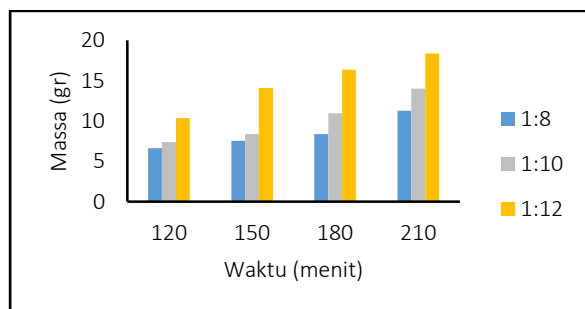
Rasio padat/cair dan waktu ekstraksi merupakan salah satu parameter yang penting dan mempengaruhi proses ekstraksi. Kedua hal tersebut juga dapat mempengaruhi hasil ekstraksi silika yang diperoleh. Pengaruh rasio padat/cair terhadap massa endapan silika yang dapat diekstrak dari POFA dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengaruh Rasio Padat/Cair terhadap Massa Endapan Silika

Berdasarkan Gambar 2, massa endapan silika terbanyak diperoleh pada rasio padat/cair 1:12 dan waktu ekstraksi 210

menit sebanyak 18,35 gram atau 73,4% dari 25 gram POFA, sedangkan massa endapan silika terendah diperoleh pada rasio padat/cair 1:8 dan waktu ekstraksi 120 menit sebanyak 6,61 gram. Massa endapan silika yang diperoleh semakin banyak seiring dengan peningkatan KOH yang digunakan, pada rasio padat/cair 1:8, 1:10, 1:12, endapan silika yang dihasilkan berturut-turut yaitu sebanyak 11,25 gram, 14,01 gram dan 18,35 gram. Penelitian ini memperoleh endapan yang lebih banyak dibandingkan dengan penelitian Widodo dkk (2017) yang melakukan penelitian ekstraksi silika dari ampas tebu (*bagasse*), pada proses ekstraksi yang dilakukan Widodo dkk (2017) diperoleh kondisi terbaik pada penggunaan rasio padat/cair 1:10, dan menghasilkan massa endapan silika sebanyak 33,54 gram atau hanya 33,54% dari 100 gram abu. Ini dipengaruhi oleh banyaknya pelarut yang dapat berkontak langsung dengan *fly ash*. Banyaknya pelarut yang digunakan cukup berpengaruh terhadap pembentukan endapan silika hasil ekstraksi. Pengaruh waktu ekstraksi terhadap massa endapan silika yang dapat diekstrak dari POFA dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap Massa Endapan Silika

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa endapan silika yang dihasilkan pada rasio padat/cair 1:12 semakin banyak seiring dengan peningkatan waktu ekstraksi yang digunakan pada proses ekstraksi yaitu berturut-turut 10,33 gram, 14,08 gram, 16,33 gram dan 18,35 gram pada waktu ekstraksi 120, 150, 180 dan 210 menit. Peningkatan tersebut juga terjadi pada rasio padat/cair 1:8 dan 1:10. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama waktu yang digunakan pada proses ekstraksi maka filtrat yang dihasilkan

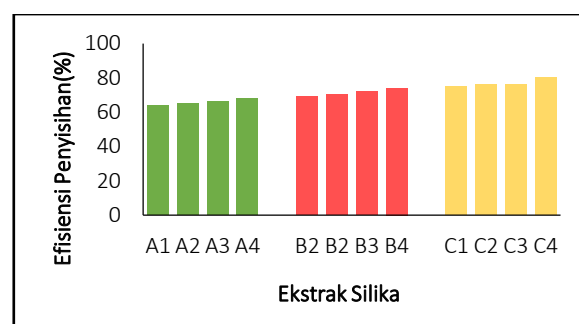
juga semakin banyak sehingga kemungkinan pembentukan endapan juga semakin besar, dengan meningkatnya waktu ekstraksi maka kontak antara zat terlarut dengan pelarut semakin lama.

3.3 Kinerja Silika dalam Menyisihkan Warna, Zat Organik dan Fe pada Air Gambut

Silika dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menyisihkan warna, zat organik dan Fe pada air gambut. Pengaruh silika dalam menyisihkan warna pada air gambut dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 4.

Tabel 3 Efisiensi Penyisihan Warna oleh Ekstrak Silika

Rasio padat/cair	Ekstrak silika	Co (mg/L)	Ca (mg/L)	Efisiensi (%)
1:8	A1	1717	625	63,6
	A2		605,5	64,7
	A3		579	66,2
	A4		548,5	68,0
1:10	B1	1717	539,1	68,6
	B2		515	70,0
	B3		478,5	72,1
	B4		449,5	73,8
1:12	C1	1717	436	74,6
	C2		413,5	75,9
	C3		405,5	76,4
	C4		350	79,6



Gambar 4. Penyisihan Warna oleh Ekstrak Silika

Gambar 4. menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan warna tertinggi sebesar 80%, sedangkan persentase penyisihan terendah sebesar 63,6%.

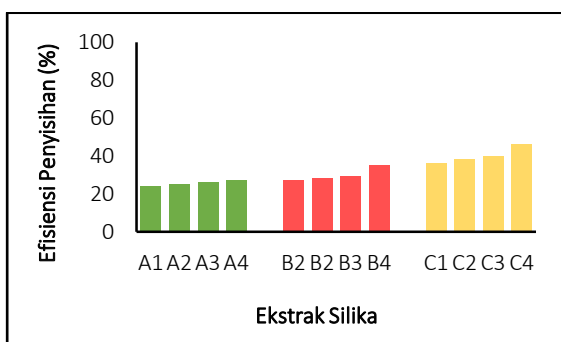
Penelitian Chen dkk (2012) menggunakan silika yang berasal dari abu sekam padi untuk menyisihkan konsentrasi warna pada larutan *methylene blue*. Hasil terbaik pada penelitian Chen dkk (2012) terdapat pada dosis 10 g/l abu sekam padi dan waktu kontak 150 menit sebesar 100%, sedangkan pada penelitian ini menggunakan dosis 12 g/l dan waktu kontak 60 menit menghasilkan persentase penyisihan lebih

rendah dibandingkan penelitian Chen dkk (2012). Dari penelitian Chen dkk (2012) dapat dilihat bahwa hal ini terjadi karena air gambut terdiri dari berbagai parameter di antaranya adalah zat organik, dan zat warna yang tinggi sehingga menyebabkan sulitnya teradsorpsi secara sempurna, sedangkan pada larutan *methylene blue* hanya memiliki satu jenis parameter yaitu zat warna sehingga lebih mudah diadsorpsi oleh silika.

Komposisi zat organik pada air gambut yang terdiri dari asam humat, asam fulvat, dan humin dengan berat molekul berbeda merupakan komponen utama air gambut yang menyebabkan air gambut berwarna. Pengaruh silika dalam menyisihkan konsentrasi zat organik pada air gambut yang dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 5.

Tabel 4 Efisiensi Penyisihan Zat Organik oleh Ekstrak Silika

Rasio padat/cair	Ekstrak silika	Co (mg/L)	Ca (mg/L)	Efisiensi (%)
1:8	A1	615,8	471,1	23,5
	A2		462,2	25,0
	A3		454,5	26,2
	A4		450,6	26,9
1:10	B1	615,8	449,5	27,1
	B2		443,5	28,0
	B3		437,0	29,0
	B4		402,9	34,6
1:12	C1	615,8	396,1	35,7
	C2		379,2	38,5
	C3		367,4	40,4
	C4		331,8	46,2



Gambar 5 Penyisihan Zat Organik oleh Ekstrak Silika

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan efisiensi penyisihan zat organik setelah proses adsorpsi menggunakan ekstrak silika dari POFA. Efisiensi penyisihan zat organik tertinggi yaitu sebesar 46%, sedangkan terendah sebesar 23,5%. Mahmud dkk (2012) menggunakan tanah lempung gambut yang mengandung silika yang tinggi dengan dosis 0,5 gr/l dengan waktu kontak 360 menit

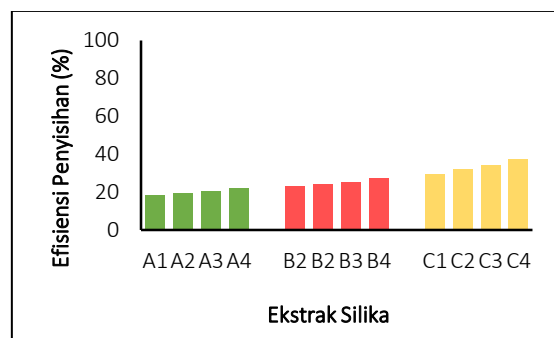
menyisihkan bahan organik alami pada air gambut sebesar 49% sedangkan pada penelitian ini berhasil menyisihkan zat organik pada dosis 12 g/l sebesar 46%. Hasil penelitian ini lebih rendah dibanding penelitian Mahmud dkk (2012) karena konsentrasi zat organik yang tinggi dan waktu kontak yang sedikit dibanding penelitian Mahmud dkk (2012) sehingga menyebabkan adsorben belum cukup dalam menyerap semua senyawa zat organik yang terkandung pada air gambut.

Silika sebagai senyawa silika yang berstruktur amorf mengandung gugus aktif, yaitu gugus silanol ($\equiv\text{Si-OH}$) dan siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$) yang dapat mengadsorpsi kation. Siloksan dan silanol ini berperan sebagai ligan yang akan menyediakan elektron bebas yang digunakan untuk berikatan dengan kation (Aeni dkk, 2017).

Warna pada air gambut juga dapat disebabkan oleh adanya kontaminasi Fe yang cukup tinggi yang ditandai dengan warna merah kecokelatan (Rusdianasari dkk, 2018). Pengaruh silika untuk penyisihan konsentrasi Fe pada air gambut dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 6.

Tabel 5 Efisiensi Penyisihan Fe oleh Ekstrak Silika

Rasio padat/cair	Ekstrak silika	Co (mg/L)	Ca (mg/L)	Efisiensi (%)
1:8	A1	0,321	0,263	18,1
	A2		0,262	18,4
	A3		0,259	19,3
	A4		0,250	22,1
1:10	B1	0,321	0,248	22,7
	B2		0,244	24,0
	B3		0,243	24,4
	B4		0,236	26,5
1:12	C1	0,321	0,228	29,0
	C2		0,219	31,8
	C3		0,213	33,6
	C4		0,204	36,5



Gambar 6 Penyisihan Logam Fe oleh Ekstrak Silika

Gambar 6 menunjukkan konsentrasi penyisihan Fe setelah adsorpsi dengan adsorben ekstrak silika mengalami peningkatan. Penelitian Bhatnagar dan Patel (2015) menunjukkan bahwa metode adsorpsi menggunakan adsorben silika dari abu sekam padi mampu menyisihkan logam nikel dengan hasil terbaik sebesar 81%. Penelitian ini menyisihkan logam lebih rendah dibanding penelitian Bhatnagar dan Patel (2015), yakni 36,5% sedangkan apabila menggunakan POFA secara langsung sebagai adsorben hanya mampu menyisihkan Fe yaitu sebesar 2%. Hasil penyisihan yang diperoleh dipengaruhi oleh dosis yang digunakan hal ini ditunjukkan dengan penelitian Bhatnagar dan Patel (2015) yang menggunakan dosis 40 g/l, sedangkan penelitian ini menggunakan dosis yang lebih kecil yakni 12 g/l. Dosis adsorben yang kecil menyebabkan adsorben tidak dapat menyerap mendegradasi semua logam Fe pada air gambut. Besarnya kemampuan adsorpsi juga dipengaruhi oleh banyaknya adsorben yang digunakan.

3.4 Karakterisasi XRF, XRD dan Luas Permukaan pada Silika

Silika hasil ekstraksi dari POFA dimanfaatkan sebagai adsorben dalam pengolahan air gambut, dari proses adsorpsi yang dilakukan didapatkan bahwa silika dengan rasio padat/cair 1:12 dan waktu ekstraksi 210 menit merupakan adsorben terbaik dalam efisiensi penyisihan zat organik, warna dan Fe pada air gambut. Silika dikarakterisasi dengan menggunakan XRF untuk mengetahui komposisi unsur-unsur dalam silika. Hasil analisa silika hasil ekstraksi yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Komposisi Silika Hasil Ekstraksi

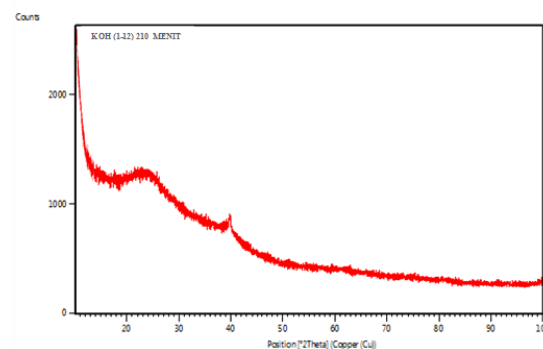
Unsur/senyawa	Persentase (%)
Silika (SiO ₂)	47,97
Kalium (K ₂ O)	35,27
Aluminium (Al ₂ O ₃)	0,54
Kalsium (CaO)	0,89
Magnesium (MgO)	0,68
Klor (Cl)	12,31
Posfat (P ₂ O ₅)	1,29
ZnO	0,01
Rb ₂ O	0

Pada penelitian ini kandungan silika yang diperoleh dari hasil ekstraksi dengan

massa terbanyak adalah sebesar 47,97%. Adsorben silika yang dibuat dalam penelitian ini masih belum sempurna, karena masih ada pengotor yang belum terlarutkan. Hal ini kemungkinan juga dipengaruhi oleh perlakuan pencucian setelah penambahan HCl. Proses pencucian perlu dilakukan untuk menghilangkan kelebihan asam serta senyawa pengotor yang terbentuk selama proses ekstraksi. Pada penelitian ini pencucian dilakukan masih kurang sehingga pengotor seperti ion K dan Cl masih ada dan ikut mengendap bersama silika, semakin sering dilakukan pencucian dengan volume akuades yang semakin banyak, maka sampel yang dihasilkan akan semakin tinggi kemurniannya.

Fatony dkk (2015) melakukan penelitian terhadap silika dari *fly ash* batubara yang diproduksi oleh PLTU Paiton dan didapatkan ekstraksi silika dari abu terbang batu bara dengan rasio 1:6 dan waktu ekstraksi 180 menit dengan kadar silika 31%. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Fatony dkk (2015). Hal ini dikarenakan pengaruh dari rasio padat/cair dan waktu ekstraksi yang digunakan lebih tinggi dari penelitian Fatony dkk (2015).

Untuk mengetahui kandungan mineral yang terdapat pada adsorben, dilakukan pengujian XRD. Hasil uji XRD adsorben silika dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Hasil Uji XRD Silika Hasil Ekstraksi

Berdasarkan hasil uji XRD (Gambar 7.), puncak yang landai pada kisaran $2\theta = 20-22^\circ$. Silika dengan puncak melebar di sekitar $2\theta = 20-23^\circ$ menunjukkan struktur amorf (Kalapathy dkk, 2002).

Proses ekstraksi membantu melarutkan ion-ion pengotor dalam POFA sehingga dapat membantu meningkatkan luas permukaan spesifik POFA. POFA yang digunakan dalam penelitian ini memiliki luas permukaan sebesar 3,85 m²/g. Pada penelitian ini luas permukaan meningkat menjadi 8,18 m²/g.

Luas permukaan adsorben semakin besar maka semakin besar pula daya adsorpsinya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Iftekhar (2018), hal ini dikarenakan mekanisme adsorpsi berhubungan dengan luas permukaan adsorben. Luas permukaan ini disebabkan karena mempunyai struktur pori-pori. Pori-pori inilah yang menyebabkan silika mempunyai kemampuan untuk menyerap.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh rasio padat/cair dan waktu pengadukan pada proses ekstraksi silika dari *Palm Oil Fly Ash* (POFA) dan kemudian diujikan sebagai adsorben untuk penyisihan warna, zat organik, dan besi (Fe) pada air gambut maka diambil beberapa kesimpulan yakni:

1. Rasio padat/cair dan waktu pengadukan terbaik pada rasio padat/cair 1:12 dan waktu pengadukan 210 menit yakni sebanyak 18,35 gram atau 73,4% dan kadar silika sebesar 47,97%.
2. Efisiensi penyisihan konsentrasi warna, zat organik, dan Fe terbaik terdapat pada silika hasil ekstraksi dengan rasio padat/cair 1:12 dan waktu pengadukan 210 menit, yakni efisiensi penyisihan warna, zat organik tertinggi, dan Fe tertinggi sebesar 80%, 46%, dan 37%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aeni d. N, Hadisantoso E. B., dan Suhendar, D. (2017). Adsorpsi Ion Logam Mn²⁺ Dan Cu²⁺ Oleh Silika Gel Dari Abu Ampas Tebu. *Al-Kimiya*, Vol. 4, No. 2, Hal.70-80.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Statistik Perkebunan Indonesia Kelapa Sawit Indonesia 2018-2020*. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Bhatnagar M. K., Patel A. (2015). Adsorption of Nickel (II) by Silica from Rice Husk. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. Vol.5, No. 7, Hal. 1290-1293
- Chen, X. G., Lv, S., Liu, S., Zhang P., Zhang A., Sun Jie., dan Ying Ye. (2012). Adsorption of Methylene Blue by Rice Hull Ash. *Separation Science and Technology*, Vol. 47, Hal: 147-156.
- Daifullah, A. A. M., Girgis, B. S. dan Gad, H. M. H.. (2003). Utilization of Agro-residues (Rice Husk) in Small Waste Water Treatment Plans. *Materials Letters*, Vol. 57, Hal. 1723-1731
- Endriani, D., dan Ritonga A., H. (2018). The Influence of Addition Palm Shell Ash to Mineralogy and Physical Properties of Clay Soil. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 13, No. 4, Hal. 15-18.
- Fatony, M. H. A., Haryati, T., Mintadi, M. (2015). Ekstraksi Silika Dari Fly Ash Batubara (Studi Pengaruh Variasi Waktu Ekstraksi, Jenis Asam Dan pH). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. 54-58.
- Galang, M. F. A., Muhammad Rizal Hanafie Sy M. R., M. R., Mardina, P. (2013). Ekstraksi Silika dari Abu Sekam Padi Dengan Pelarut KOH. *Konversi*, Vol. 2 No. 1, Hal. 28-31.
- Iftekhar, S., Ramasamy, D. L., Srivastava, V., Asif, M. B., Sillanpaa, M. (2018). Understanding the Factors Affecting the Adsorption of Lanthanum using Different Adsorbents: A critical review. *Chemosphere*, Vol. 204, Hal. 413-430.
- Kalapathy, U., Proctor, A., dan Schultz, J. (2002). An improved method for production of silica from rice hull ash. *Bioresources Technology*, Vol. 85, Hal. 285-289.
- Keng, P. S., Lee, S. L., Ha, S. T., Hung S. T., dan Ong, S. T. (2014). Removal of Hazardous Heavy Metals from Aqueous Environment by Low-Cost Adsorption Materials. *Civil and Environmental Engineering Faculty Publications*. Vol. 3, No. 1.
- Mahmud, Notodarmojo S., Padmi T., Soewondo P. (2012). Adsorpsi Bahan Organik Alami (Boa) Air Gambut Pada Tanah Lempung Gambut Alami Dan Teraktivasi: Studi Keseimbangan Isoterm Dan Kinetika Adsorpsi. *Info Teknik*, Vol. 13 No. 1, Hal. 28-38.
- Qi, L., Teng, F., Deng, X., Zhang, Y., dan Zhong, X. (2019). Experimental on Adsorption of Hg (II) with Microwave-Assisted Study Alkali-Modified Fly Ash. *Powder Technology*, Vol. 351, Hal. 53-158.
- Querol, X., Moreno, N., Umana, J.C., Alastuey, A., Hernandez, E., Lo'pez-Soler, dan Plana, F. (2002). Synthesis of Zeolites from Coal Fly Ash: An Overview. *International Journal of Coal Geology*, Vol. 50, Hal. 413-423.
- Rusdianasari, Bow, Y., Dewi, T. (2018). Peat Water Treatment by

- uElectrocoagulation using Aluminium Electrodes. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, Hal. 258.
- Sarifah, J. dan Pasaribu, B. (2017). Pengaruh penggunaan abu cangkang kelapa sawit guna meningkatkan stabilitas tanah lempung. *Buletin Utama Teknik* Vol. 13, No. 1, Hal. 55-61.
- Setya, Y. S, D., Saputra², E., Olivia, M. 2016. Performance of Blended Fly Ash (FA) and Palm Oil Fuel Ash (POFA) Geopolymer Mortar in Acidic Peat Environment. *Materials Science Forum*. Vol. 841, Hal. 83-89
- Srivastava, K., Shringi, N., Devra, V., dan Rani, S. (2013). Pure Silica Extraction from Perlite: Its Characterization and Affecting factors. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 2, Hal. 2936-2941.
- Suka, I.G., Simanjuntak, W., Sembiring, S., dan Trisnawati, E., (2008). Karakteristik Silika Sekam Padi dari Provinsi Lampung yang Diperoleh dengan Metode Ekstraksi. *MIPA*. Vol. 37, No. 1, Hal. 47-52.
- Tangchirapat, W., Saeting, T., Jaturapitakkul, C., Kiattikomol, K., dan Siripanichgorn A. (2007). Use of Waste Ash from Palm Oil Industry in Concrete. *Waste Management*, Vol. 27, Hal. 81-88.
- Widodo, L. U., Soedjono, G. A., Pratiwi, L. P. (2017). Rasio Abu Bagasse Dengan Naoh Terhadap Proses Pengambilan Silika. *Jurnal Teknik Kimia* Vol. 11, No. 2, Hal. 45.