

Pengaruh Massa Dan Waktu Kontak Adsorben Cangkang Buah Ketapang Terhadap Efisiensi Penyisihan Logam Fe Dan Zat Organik Pada Air Gambut

¹Isra Desmita Putri, ²Syarfi Daud, ²Shinta Elystia

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
isradesmitaputri@student.unri.ac.id

ABSTRACT

*Adsorption is the binding process of a molecule from the gas or liquid phase into an adsorbent from an adsorbate. Adsorption is one method of processing peat water. Tropical Almond shell is one of the organic wastes that has the potential to be used as an adsorbent because it contains cellulose, hemicellulose and lignin. The purpose of this study was to determine removal efficiency of Fe and organic matter in the peat water, calculating the adsorption capacity and determine the appropriate type of isotherm. Variable that was given in this research consisted by mass variation 4,5 dan 6 gr and contact time of 30, 60 and 90 minutes. The results of the study showed the efficiency of removal of Fe and organic matter concentrations higher 53,62% and 41,39% by mass of adsorbent 6 gr with a contact time 60 minutes. Metal adsorption capacity of Fe achieved the highest on the mass of 6 grams with a contact time of 60 minutes amounted to 0,00754 mg Fe/gr, while the adsorption capacity of organic matter achieved the highest on the mass of 4 grams with a contact time of 60 minutes as amounted to 10,125 mg organic matter/gr. Types of adsorption isotherms corresponding to Fe and organic matter by Tropical Almond Shell (*Terminalia Cattapa*) adsorbents is Freundlich isotherm with R^2 values of 0,951 to 0,9936 for Fe and organic matter.*

Keyword : Adsorption, Tropical Almond shell Adsorbent, Peat Water.

1. Pendahuluan

Air memegang peranan penting dalam kehidupan manusia dan juga makhluk hidup lainnya. Secara langsung air digunakan dalam kegiatan manusia sehari-hari dan secara tidak langsung air juga dibutuhkan sebagai bagian dari ekosistem untuk keberlangsungan kehidupan di bumi. Salah satu sumber daya air di Indonesia adalah air gambut. Indonesia memiliki lahan gambut terluas diantara negara tropis, yaitu sekitar 21 juta ha, yang tersebar terutama di Sumatera, Kalimantan dan Papua. Lahan gambut banyak ditemukan terutama di pulau Sumatera 8,2 juta Ha, Kalimantan 6,8 juta Ha dan Papua sebanyak 4,4 juta Ha. Riau merupakan provinsi yang mempunyai lahan gambut terluas di pulau Sumatera yaitu 4,04 juta

Ha (BB Litbang SDLP, 2008). Oleh karena itu, sebagian masyarakat Riau menggunakan air gambut untuk kebutuhan sehari-hari. Masyarakat yang bermukim di lahan gambut umumnya beresiko mengalami gangguan kesehatan karena mengkonsumsi air yang bersifat asam yang bisa membuat gigi menjadi keropos.

Air gambut merupakan air permukaan dari tanah bergambut dengan ciri mencolok karena warnanya merah kecoklatan, mengandung zat organik tinggi, rasanya asam, pH 2-5, dan tingkat kesadiahannya rendah (Kusnaedi, 2002). Oleh karena itu air gambut tersebut harus diolah terlebih dahulu agar dapat digunakan sebagai air baku air minum. Air yang bersih merupakan air yang jernih, tidak berwarna, tawar, dan tidak berbau

sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Air untuk keperluan *higine* sanitasi.

Zat organik dan logam besi (Fe) merupakan parameter yang terdapat pada air gambut. Adanya bahan organik alami atau *natural organic matter* yang merupakan *impurities* yang disebabkan oleh senyawa asam humat yang terlarut dalam air gambut sehingga air gambut memiliki konsentrasi zat organik yang tinggi, pH yang rendah, dan warna coklat tua hingga kehitaman yang menyebabkan dampak negatif pada kesehatan jika dikonsumsi dalam jangka waktu panjang (Rehansyah dkk, 2017). Zat organik dapat menjadi masalah utama ketika terkonversi menjadi senyawa samping pada tahap klorinasi pada pengolahan air. Salah satu senyawa yang terbentuk adalah trihalometan yang bersifat karsinogenik.; Kadar maksimal zat organik yang diperbolehkan ada pada air bersih yaitu sebesar 10 mg/l.

Besi (Fe) merupakan jenis logam pengotor yang terdapat dalam air gambut. Kandungan logam Fe dalam air dapat mengganggu aktivitas sehari-hari. Logam ini memberikan warna dan bau pada air sehingga merusak estetika. Logam Fe menyebabkan air berwarna kemerahan. Tubuh manusia sendiri membutuhkan zat besi yang bisa diperoleh dari air yang dikonsumsi. Namun, jika dikonsumsi secara terus-menerus logam ini akan terakumulasi dan bersifat toksik bagi tubuh (Nainggolan, 2011). Kadar logam Fe yang diperbolehkan pada air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 maksimal 1 mg/l.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam menyisihkan parameter zat organik dan logam Fe pada air gambut adalah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses pengikatan suatu molekul dari fasa gas atau cairan ke dalam suatu adsorben dari suatu adsorbat (Arisna dkk, 2016). Metode adsorpsi adalah salah

salah satu metode alternatif yang potensial karena dapat bekerja pada konsentrasi rendah, dapat di daur ulang, dan biaya yang dibutuhkan relatif murah (Sardjono, 2007).

Pohon ketapang atau *Terminalia catappa* merupakan salah satu tumbuhan yang mudah ditemukan. Pohon ketapang kerap ditanam sebagai pohon peneduh ditaman ataupun di pinggir jalan. Pohon ketapang mempunyai tajuk yang rindang dengan cabang-cabang yang tumbuh mendatar dan bertingkat-tingkat yang dapat mereduksi panas matahari, tetapi pohon ketapang juga menghasilkan sampah organik yang berasal dari daun dan buahnya yang akan mengalami pembusukan yang apabila dibakar akan meningkatkan gas CO_2 di udara dan dapat mengganggu kesehatan manusia.

Salah satu bagian dari tumbuhan ketapang yang dapat dijadikan karbon aktif adalah cangkang buah ketapang. Lapisan kulit luar pada biji *Terminalia catappa* ini keras seperti kayu. Pada dasarnya, cangkang buah ketapang merupakan material komposit kompleks yang terbentuk dari polimer alam diantaranya selulosa, lignin, dan hemiselulosa yang berpotensi untuk dijadikan adsorben dalam proses adsorpsi (Megiyo, 2017). Komposisi ligneselulosa dalam cangkang buah ketapang adalah 16,60% selulosa, 24,70% hemiselulosa, dan 43,46% lignin (Yuniarti, 2010).

Dalam penelitian ini akan dibuat adsorben dari cangkang buah ketapang (*Terminalia Cattapa*) sebagai adsorben dalam penyerapan zat organik dan logam Fe pada air gambut. Hasil penelitian diharapkan dapat meningkatkan nilai fungsi dari cangkang buah ketapang sebagai adsorben dalam penyisihan zat organik dan kandungan besi (Fe) pada air gambut.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Bahan dan Alat

2.1.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : air gambut yang berasal dari desa Rimbo Panjang, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, cangkang buah ketapang, aktivator H_2SO_4 1 M, dan aquades.

2.1.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : *Jar Test*, AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*), Botol kaca ukuran 50 ml, Gelas ukur 100 ml, Erlenmeyer 500 ml, *Beaker Glass* 250 ml, Pipet Tetes, Spatula, Ayakan 200 mesh, Oven, *Furnace*, Kaca Arloji, Cawan Porselin, Timbangan Analitik, Kertas Saring, Corong, Desikator, Lumpang dan Alu, Aluminium Foil, pH meter.

2.2 Variabel Penelitian

2.2.1 Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Suhu karbonasi $500^\circ C$ selama 60 menit (Rahmawati dkk, 2018)
- Aktivator H_2SO_4 1 M (Sri dkk, 2016)
- Kecepatan pengadukan 90 rpm (Syauqiyah dkk, 2011)
- Karbon aktif cangkang buah ketapang dengan ukuran 0,105 mm – 0,074 mm (Sri dkk, 2017)

2.2.2 Variabel Berubah

- Massa Adsorben 4, 5 dan 6 gram dalam 200 ml air gambut
- Waktu kontak 30, 60, dan 90 menit

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk memberikan informasi dan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur laporan ini dikaji tentang karakteristik air gambut, logam Fe, zat organik, adsorpsi, kapasitas adsorpsi, dan penjelasan cangkang buah ketapang sebagai adsorben.

2.3.2 Persiapan Alat dan Bahan Penelitian

Pada tahapan persiapan, dilakukan persiapan peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Pada tahap ini dilakukan proses pembersihan alat dan persiapan bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan adsorben.

2.3.3 Pengambilan Sampel Air Gambut

Sampel air gambut berasal dari desa Rimbo Panjang Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. Pengambilan air gambut menggunakan alat pengambil sampel sederhana berupa ember plastik yang dilengkapi dengan tali, gayung plastik yang bertangkai panjang yang tidak terbuat dari bahan yang mempengaruhi sifat. Contoh diambil sesuai dengan peruntukan analisis lalu dicampurkan dalam penampung sementara, setelah itu dihomogenkan. Dilakukan pengukuran pH sampel air gambut yang telah dihomogenkan. Sampel kemudian dimasukkan pada wadah yang tertutup rapat dan berbahan plastik. Selanjutnya sampel air gambut disimpan dalam *ice box* (SNI 6989.57: 2008).

2.3.4 Uji Awal Sampel

Uji awal sampel dilakukan dengan menggunakan SSA (Spektroskopi Serapan Atom) guna mengetahui kadar konsentrasi dan logam Fe pada sampel dan analisa dengan metode titrimetri guna mengetahui konsentrasi zat organik dalam sampel.

2.3.5 Pembuatan Adsorben

Bahan adsorben yang digunakan dalam percobaan ini adalah cangkang buah ketapang. Untuk membuat adsorben cangkang buah ketapang, digunakan buah ketapang yang sudah tua dan kering secara alami lalu diambil cangkangnya dan dipisahkan dari serabut dan bijinya. Cangkang buah ketapang tersebut dibersihkan dengan air kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Setelah kering, dilakukan proses karbonisasi cangkang buah ketapang dengan suhu $500^\circ C$ selama 60 menit (Rahmawati dkk, 2018). Arang hasil

karbonisasi lalu didinginkan, setelah dingin arang digerus halus dan diayak dengan ukuran 0,105mm – 0,074 mm. Selanjutnya, dilakukan proses aktivasi dengan cara didispersikan kedalam 250 mL H₂SO₄ 1M selama 24 jam (Sri dkk, 2016) lalu dicuci menggunakan aquades hingga pH netral. Setelah itu dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring *whatman*. Selanjutnya arang yang telah diaktivasi dipanaskan menggunakan oven pada temperatur 110 °C selama 2 jam (Reyra, 2017) dan didinginkan di dalam desikator hingga mencapai suhu ruang.

Pada tahap selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik adsorben yang meliputi uji kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang yang bertujuan untuk memastikan kadar terkandung dalam bahan dasar pembuatan karbon aktif tersebut. Setelah uji karakterisasi, diharapkan adsorben mempunyai kandungan maksimal kadar air sebesar 15%, kadar abu 10% dan kadar zat terbang sebesar 25% yang berpatokan pada SII No. 0258-88 tentang metode analisa parameter adsorben.

2.3.6 Proses Adsorpsi

Adsorben cangkang buah ketapang ditimbang sebanyak 4, 5 dan 6 gram. Setelah ditimbang masing-masing dimasukkan ke dalam beaker glass dengan 200 ml air gambut. Larutan diaduk menggunakan jartest dengan kecepatan putaran 90 rpm dengan waktu kontak yang diberikan selama 30 menit. Kemudian cangkang buah ketapang ditimbang lagi sebanyak 4, 5 dan 6 gram. dilakukan hal yang sama pada waktu kontak 60 dan 90 menit. Hasilnya didiamkan selama 3 jam (Syauqiyah dkk, 2011) dan disaring untuk memisahkan padatan dengan larutan. Sampel yang telah di saring dimasukkan kedalam botol untuk dilakukan analisa Fe menggunakan SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) dan analisa zat organik dengan menggunakan metode titrimetri untuk mengetahui konsentrasi masing-masing ion logam Fe dan zat organik yang tersisa dalam larutan.

2.4 Analisa Data

Setelah dilakukan percobaan utama, selanjutnya dilakukan analisis parameter logam besi (Fe) menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dengan referensi SNI 01-3554-2006 dan analisis zat organik menggunakan metode titrimetri sesuai SNI 01-3554-2006.

Data hasil penyisihan logam Fe dan zat organik akan diplotkan kedalam grafik dengan hubungan variasi massa adsorben dan waktu kontak terhadap persentase tingkat penurunan konsentrasi logam Fe dan zat organik menggunakan *Microsoft Excel*. Untuk menghitung efisiensi penyisihan dengan membandingkan konsentrasi logam Fe dan zat organik setelah penjerapan dengan konsentrasi logam mula-mula, dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut :

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

Dimana : C_{in} = konsentrasasi mula-mula (mg/l)

C_{out} = konsentrasisetelah penjerapan (mg/l)

Analisa kapasitas adsorpsi merupakan analisa pengukuran banyaknya ion logam Fe dan zat organik yang diserap pada setiap unit berat adsorben. Kapasitas penyerapan dinyatakan dalam mg/g adsorben. Jadi besarnya kapasitas penyerapan atau kapasitas adsorpsi dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$Q = \left(\frac{C_1 - C_2}{m} \right) \times V$$

Dimana : Q = Kapasitas adsorpsi per bobot molekul (mg/g)

C₁ = Konsentrasi awal larutan (mg/l)

C₂ = Konsentrasi akhir larutan (mg/l)

V = Volume sampel (l)

m = Massa adsorben yang digunakan (gr)

Isoterm yang akan ditentukan yaitu :
Isoterm Freundlich dan isoterm Langmuir.

a. Isoterm Freundlich

$$\frac{x}{m} = K_f \cdot C_e^{1/n} \quad (2.1)$$

Dimana:

x / m = Jumlah zat yang diadsorpsi /
Massa adsorben

C_e = Konsentrasi akhir saat
kesetimbangan (mg/l)

K = Konstanta percobaan yang
mempengaruhi kapasitas adsorpsi

n = Konstanta percobaan yang
mempengaruhi afinitas

b. Isoterm Langmuir

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{Q_o \cdot b} + \frac{C_e}{Q_e} \quad (2.2)$$

Dimana :

Q_o = kapasitas adsorpsi maksimum
(mg/g)

B = konstanta Langmuir (l/mg)

Q_e = jumlah zat teradsorpsi per satuan
massa adsorben (mg/g)

C_e = konsentrasi sisa (mg/l)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Awal Air Gambut

Penelitian menggunakan air gambut dari desa Rimbo Panjang, Kecamatan Kampar. Hasil uji karakteristik air gambut meliputi analisa Fe dan zat organik. Hasil analisa uji karakteristik dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Hasil Analisa Karakteristik
Awal Air Gambut

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu
			1*
Fe	mg/L	0.4217	0,3**
Zat Organik	mg/L	703,1	10*

Sumber : Analisa laboratorium

* = Permenkes No. 32 Tahun 2017

** = PP No. 82 Tahun 2001

Tabel 3.1 menunjukkan bahwa konsentrasi Fe pada air gambut di Desa Rimbo Panjang Kecamatan Kampar sudah berada di bawah baku mutu air bersih sesuai Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 akan tetapi belum memenuhi baku mutu untuk air minum yang ditetapkan PP No. 82 Tahun 2001. Sedangkan zat organik pada air gambut di Desa Rimbo Panjang Melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Permenkes Nomor 32 Tahun 2017. Guna memenuhi baku mutu air bersih maka perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut agar air gambut di Desa Rimbo Panjang Kecamatan Kampar layak dijadikan sebagai sumber air bersih.

3.2 Karakteristik Adsorben

Karakteristik adsorben dari cangkang buah ketapang dilakukan untuk mengetahui kualitas adsorben terbaik dalam menyerap logam Fe dan zat organik pada air gambut. Karakterisasi adsorben cangkang buah ketapang yang dilakukan meliputi uji kadar air, kadar abu dan kadar *volatile* berdasarkan SII No. 0258-88 yang dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Hasil Uji karakterisasi Adsorben
Cangkang Buah Ketapang

Parameter	Hasil Uji	SII No. 0258-88
Kadar Air (%)	6,35	Max 15%
Kadar Abu (%)	1,7	Max 10%
Kadar <i>Volatilis</i> (%)	9,8	Max 25%

Penetapan kadar air dilakukan untuk mengetahui seberapa besar air yang terkandung dalam adsorben cangkang buah ketapang. Tinggi rendahnya kadar air menunjukkan banyak sedikitnya air yang menutupi pori-pori adsorben. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini diperoleh sebesar 6,35% dimana telah memenuhi standar kualitas karbon aktif berdasarkan SII No. 0258-88 yaitu maksimal 15% untuk karbon aktif bentuk serbuk. Rendahnya kadar air menunjukkan bahwa

kandungan air terikat pada bahan baku yang dikarbonisasi lebih dahulu keluar sebelum diaktivasi. Kandungan air karbon aktif yang besar dapat menurunkan kualitas dari daya adsorpsi yang dimilikinya. Menurut Fahri (2017) tingginya kadar air karbon aktif berarti kandungan air terikat lebih besar yang disebabkan oleh struktur karbon aktif yang tersusun oleh 6 buah atom C pada setiap sudut heksagonal memungkinkan butir-butir air terperangkap didalamnya dan pada suhu tinggi butir-butir air lepas sehingga kadar air menjadi rendah. Menurut hendaway (2003) kadar air sangat dipengaruhi oleh jumlah uap air di udara, lama proses pendinginan, dan sifat higroskopis dari arang tersebut.

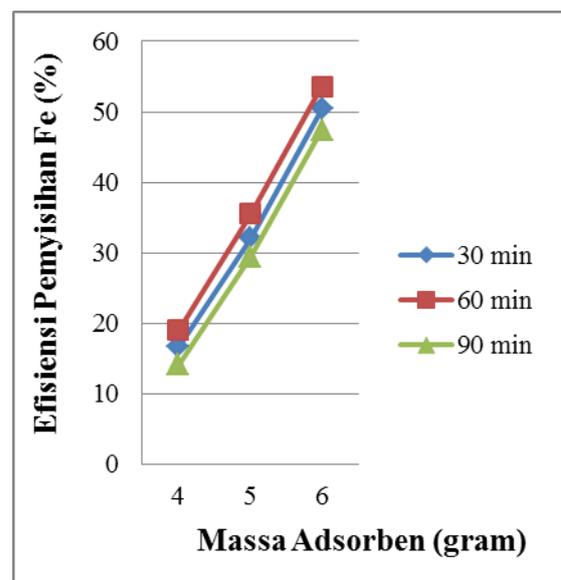
Karbon aktif yang dibuat dari bahan alam tidak hanya mengandung senyawa karbon saja, namun juga mengandung beberapa mineral. Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui sisa-sisa mineral dan oksida-oksida logam di dalam karbon aktif yang tidak dapat larut dan terbuang saat dilakukan proses pengarangan dan aktivasi. Kandungan abu akan mempengaruhi kualitas, yakni dapat menyebabkan penyumbatan pori sehingga akan mempengaruhi daya serap. Hal ini karena luas permukaan karbon aktif akan berkurang akibat dari penyumbatan pori tersebut. Kadar abu yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 1,7%. Adsorben cangkang buah ketapang sudah memenuhi syarat karbon aktif berdasarkan SII Nomor 0258-88 bahwa kadar abu yang diizinkan untuk karbon aktif adalah maksimal 10%. Kadar abu yang lebih kecil pada adsorben cangkang buah ketapang menunjukkan luas permukaan adsorben lebih besar. Lebih besarnya luas permukaan dikarenakan pori-pori arang tidak banyak tersumbat oleh mineral-mineral anorganik. Hal ini akan membuat adsorben memiliki daya adsorpsi yang besar terhadap Fe dan zat organik.

Kadar *volatile* merupakan kandungan yang mudah menguap selain air pada karbon aktif. Penentuan kadar *volatile*

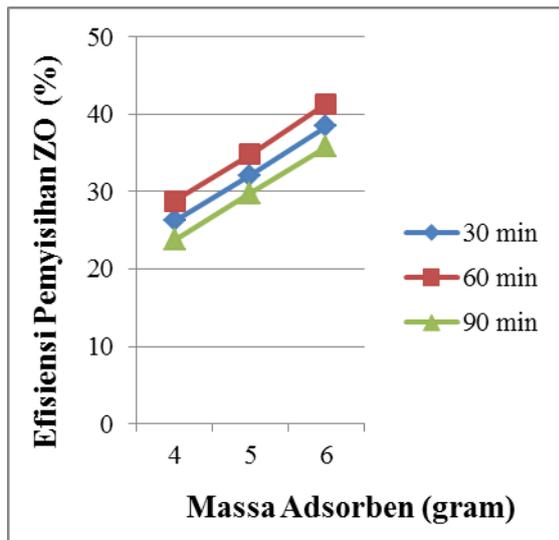
bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa yang belum menguap pada saat karbonisasi dan aktivasi yang terkandung dalam karbon aktif. Pada penelitian ini kadar *volatile* dari karbon aktif cangkang buah ketapang yang dihasilkan yakni sebesar 9,8%. Nilai *volatile* dari karbon aktif cangkang buah ketapang ini telah memenuhi syarat karbon aktif berdasarkan SII No.0258-88 karena kadarnya kurang dari 25%. Menurut Lempang dkk (2006) tinggi rendahnya kadar *volatile* yang dihasilkan menunjukkan juga permukaan karbon aktif masih ditutupi oleh senyawa non karbon yang bermuatan negatif sehingga mempengaruhi kemampuan daya serapnya.

3.3 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyisihan Logam Fe dan Zat Organik

Penggunaan massa adsorben dalam jumlah yang tepat akan mempengaruhi efisiensi penyisihan logam Fe dan zat organik pada air gambut. Hasil analisa Pengaruh massa adsorben dan terhadap efisiensi penyisihan logam Fe dan zat organik pada air gambut dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan 3.2 berikut :



Gambar 3.1 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyisihan Fe



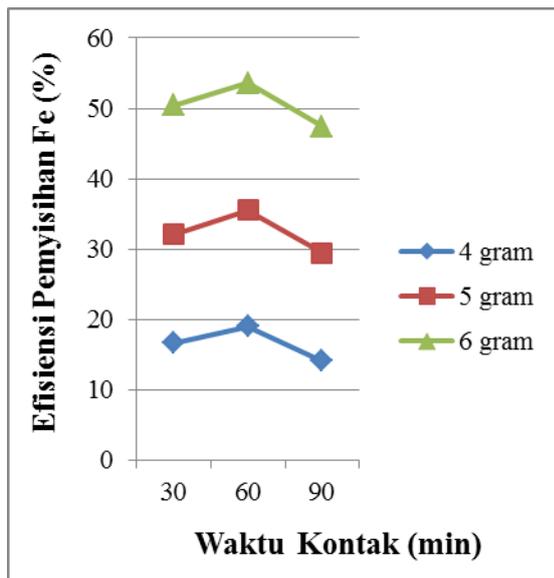
Gambar 3.2 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyisihan Zat Organik

Berdasarkan Gambar 3.1 dan 3.2 di atas dapat dilihat bahwa massa adsorben yang digunakan berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan Fe dan zat organik pada air gambut. Efisiensi penyisihan logam Fe dan zat organik meningkat seiring bertambahnya massa adsorben cangkang buah ketapang yang digunakan. Efisiensi penyisihan kadar Fe tertinggi dicapai pada massa 6 gram yakni sebesar 53,62% dan 41,39% untuk zat organik. Semakin banyak massa adsorben yang digunakan maka semakin tinggi pula tingkat efisiensinya. Hal ini dikarenakan, dengan meningkatnya massa adsorben maka luas permukaan adsorben lebih banyak tersedia sehingga makin banyak zat yang teradsorpsi. Jika dibandingkan dengan penelitian Andani (2018) yang juga menggunakan cangkang buah ketapang sebagai adsorben untuk menurunkan kadar Fe dan zat organik pada air gambut dengan variasi massa 2 gram dan 4 gram. Hasil penelitian dari Andani (2017) menunjukkan bahwa hasil terbaik didapat pada massa 4 gram dimana dapat mengurangi masing-masing sebanyak 15,55% Fe dan 25,21% zat organik. Sedangkan untuk hasil penelitian ini dengan variasi massa 4, 5 dan 6 gram didapatkan hasil terbaik pada massa 6 gram dengan efisiensi penurunan Fe

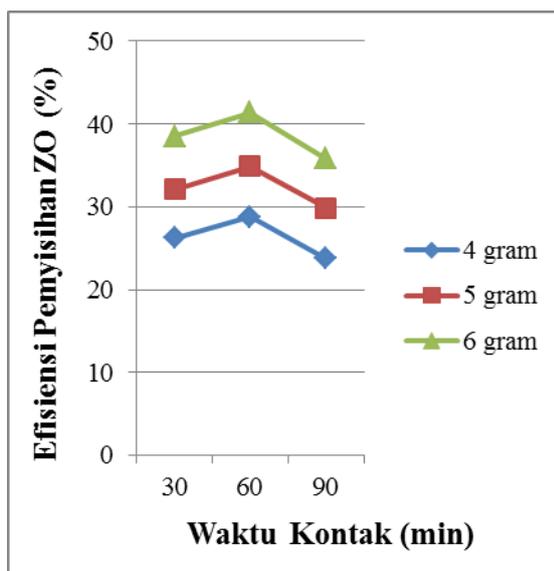
sebesar 53,62% dan zat organik sebesar 41,39%. Efisiensi penurunan kadar Fe dan zat organik pada penelitian ini lebih tinggi daripada penelitian sebelumnya. Hal ini disebabkan karena massa yang digunakan lebih besar sehingga lebih banyak menyerap Fe dan zat organik yang terdapat dalam air gambut. Namun efisiensi untuk penyisihan zat organik masih rendah dibanding penyerapan Fe, hal ini disebabkan tingginya kandungan zat organik pada air gambut mengakibatkan muatan positif yang ada pada adsorben menjadi kurang efektif untuk menetralkan muatan negatif yang saling tolak-menolak disekitar partikel-partikel bahan organik terlarut yang ada pada air gambut, sehingga akan sulit menyebabkan terjadinya gaya tarik-menarik antar partikel koloid untuk membentuk flok-flok bermuatan netral. Keadaan tersebut menyebabkan adsorben tidak dapat bertindak sebagai koagulan secara optimal (Karelius, 2013). Zat organik yang sangat tinggi pada sampel air gambut menunjukkan banyaknya senyawa organik terlarut yang terkandung di dalamnya sehingga keberadaan adsorben tidak dapat mendegradasi semua senyawa organik terlarut dalam air gambut secara maksimal. Dengan semakin tingginya zat organik maka semakin sulitnya muatan kationik adsorben untuk mengadsorpsi dari muatan anionik yang berupa zat organik air gambut (Kasam, dkk., 2005). Hal ini disebabkan adsorben sudah tidak mampu mengikat partikel-partikel koloid larutan karena sudah berada pada kondisi jenuh menyebabkan partikel koloid yang sudah mengendap akan berbalik menjadi stabil kembali akibatnya flok tidak terbentuk dengan baik (Eckenfelder, 1989).

3.4 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Fe dan Zat Organik

Penentuan waktu kontak sangat berpengaruh dalam proses adsorpsi. Penentuan waktu kontak akan menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum. Hasil analisa waktu kontak terhadap efisiensi penyisihan Fe dan zat organik dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan 3.4 berikut.



Gambar 3.3 Pengaruh Waktu Kontak terhadap penyisihan Fe



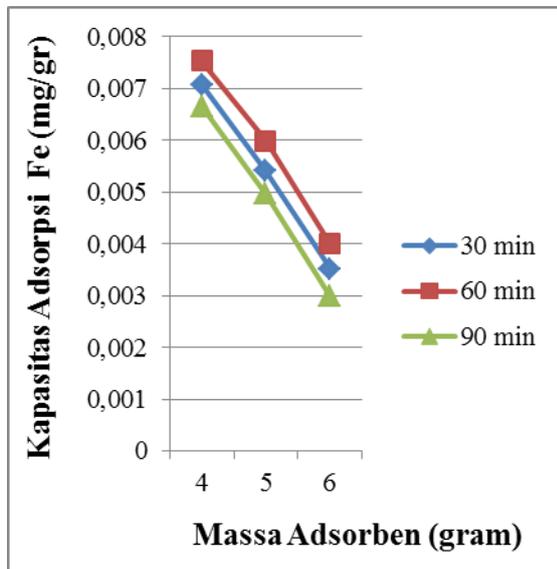
Gambar 3.4 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Zat Organik

Berdasarkan Gambar 3.3 dan 3.4 dapat dijelaskan pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi penyisihan logam Fe dan zat organik. Dari kedua kurva diatas terlihat adanya peningkatan % Fe dan % zat organik teradsorpsi dari waktu kontak 30 sampai 60 menit. Hal ini karena semakin lama waktu kontak mengakibatkan interaksi antara adsorben cangkang buah ketapang dengan logam Fe dan zat organik semakin besar sehingga semakin banyak logam Fe dan zat organik yang teradsorpsi oleh adsorben cangkang buah ketapang. Peningkatan persen adsorpsi juga disebabkan oleh faktor kesetimbangan adsorpsi dari adsorben cangkang buah ketapang terhadap logam Fe dan zat organik belum tercapai. Pada saat tercapai kesetimbangan adsorpsi, terlihat bahwa kurva adsorpsi sudah tidak lagi mengalami kenaikan akan tetapi % efisiensinya mengalami penurunan. Hal tersebut dapat dilihat pada saat menit ke 90 terjadi penurunan efisiensi Fe dari 53,62% menjadi 47,4% dan efisiensi zat organik dari 41,39% menjadi 35,78%. Hal ini karena semakin banyaknya ion Fe dan zat organik yang terserap dalam adsorben cangkang buah ketapang maka akan saling berjejal dan luas permukaan adsorben semakin berkurang yang menyebabkan adsorben cangkang buah ketapang tidak mampu mengadsorpsi ion Fe dan zat organik lagi sehingga adsorbat yang telah terikat pada adsorben akan terdesorpsi kembali ke dalam larutan. Menurut Isnah (2011) semakin lama waktu kontak, kemampuan adsorben dalam menyerap adsorbat akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena adanya waktu kontak yang lama antara adsorben dengan adsorbat memungkinkan semakin banyak terbentuk ikatan antara partikel adsorben dengan adsorbat hingga tercapai titik setimbang. Akan tetapi waktu kontak antara adsorben dan adsorbat yang terlalu lama dapat menyebabkan kondisi adsorben menjadi jenuh dan adsorbat menjadi terlepas (Zian dkk, 2016). Hasil penelitian ini menunjukkan penurunan Fe dan zat

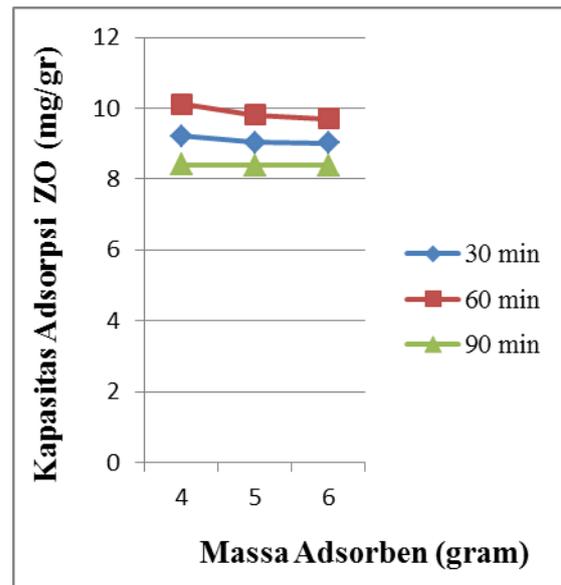
organik terbesar terjadi pada waktu kontak 60 menit, dimana efisiensi penyisihan Fe sebesar 53,62% dan zat organik sebesar 41,39%.

3.5 Kapasitas Adsorpsi

Penentuan kapasitas adsorpsi bertujuan untuk mengetahui banyaknya logam Fe dan zat organik yang mampu diserap oleh setiap gram adsorben cangkang buah ketapang. Hasil penelitian kapasitas adsorpsi variasi massa dan waktu kontak adsorben dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan 3.6 berikut :



Gambar 3.5 Perbandingan kapasitas adsorpsi variasi massa dan waktu kontak untuk logam Fe



Gambar 3.6 Perbandingan kapasitas adsorpsi variasi massa dan waktu kontak untuk zat organik

Berdasarkan Gambar 3.5 dan 3.6, kapasitas adsorpsi Fe tertinggi dicapai pada massa adsorben 4 gram dengan waktu kontak 60 menit sebesar 0,0075 mg/gr adsorben dan kapasitas adsorpsi Fe terendah dicapai pada massa adsorben cangkang buah ketapang 6 gram dengan waktu kontak 90 menit sebesar 0,0030 mg/gram. Sedangkan untuk parameter zat organik, kapasitas adsorpsi zat organik tertinggi dicapai pada massa adsorben 4 gram dengan waktu kontak 60 menit sebesar 10,125 mg/gr adsorben dan kapasitas adsorpsi zat organik terendah dicapai pada massa adsorben 6 gram dengan waktu kontak 90 menit sebesar 8,386 mg/gr. Dilihat dari hasil analisa ini, semakin tinggi massa adsorben maka kapasitas adsorpsi untuk logam Fe dan zat organik akan semakin rendah. Hal ini disebabkan oleh adanya sisi aktif adsorben yang belum semuanya berikatan dengan adsorbat. Peningkatan kapasitas penyerapan berbanding terbalik dengan massa yang digunakan. Hal ini disebabkan karena kapasitas penyerapan mengukur banyaknya ion logam Fe dan zat organik yang diserap pada setiap unit berat adsorben.

Kapasitas adsorpsi juga dipengaruhi oleh lamanya waktu kontak pada proses adsorpsi. Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa pada menit ke 60 didapat kapasitas adsorpsi terbaik. Hal ini dikarenakan pada waktu kontak 60 menit proses adsorpsi mencapai keadaan optimum. Pada waktu kontak 60 menit terjadi penyerapan logam Fe zat organik mencapai titik maksimal dimana pada waktu 60 menit tersebut merupakan waktu kesetimbangan untuk adsorben yang digunakan. Ketika waktu kontak ke 90 menit terjadi penurunan nilai kapasitas adsorpsi. Hal ini disebabkan Waktu kontak antara adsorben dan adsorbat yang terlalu lama dapat menyebabkan kondisi adsorben menjadi jenuh dan adsorbat menjadi terlepas. Sehingga penambahan waktu kontak tidak memberikan pengaruh terhadap pengurangan logam Fe dan zat organik pada air gambut. Waktu kontak awal hingga optimum akan menunjukkan peningkatan daya serap yang tinggi akibat terbukanya pori-pori adsorben oleh aktivator, kondisi adsorben yang masih baru dan masih terdapat banyak rongga-rongga yang mampu menangkap zat pencemar. Namun, saat melewati kondisi optimum adsorben tidak lagi bekerja.

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi penyisihan logam Fe pada air gambut yang tertinggi adalah 53,62% dan zat organik tertinggi adalah 41,39% pada massa adsorben 6 gram dan waktu kontak 60 menit.
2. Kapasitas adsorpsi terbaik dicapai pada massa adsorben 4 gram dengan waktu kontak 60 menit untuk logam Fe tertinggi sebesar 0,0075 mg/g dan zat organik sebesar 10,125 mg/g.
3. Persamaan isoterm adsorpsi logam Fe dan zat organik yang terpilih adalah isoterm Freundlich dengan diperoleh nilai

R^2 masing masing sebesar 0,951 dan 0,9936. Hal ini menandakan bahwa lapisan yang terbentuk adalah lapisan multilayer dengan diperoleh nilai R^2 0,9936.

4.2 Saran

Pada penelitian lanjutan diperlukan variasi ukuran partikel dan laju pengadukan untuk mendapatkan ukuran partikel optimum dan laju pengadukan optimum serta dilakukan adsorpsi menggunakan adsorben cangkang buah ketapang terhadap adsorbat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberty, R.A., and F. Daniel. (1987). *Physical Chemistry*. New York: 5th edition. SI Version. John Willey and Sons Inc.
- Alimah, Dewi. 2017. Sifat dan Mutu Arang Aktif dari Tempurung Biji Mete (*Anacardium Occidentale L.*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 35(2), 123-133.
- Andani, Yurika. 2017. Karbonasi Cangkang Buah Ketapang (*Terminalia Cattapa*) dan Aplikasinya pada Pengolahan Air gambut. *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Arfan, Yopy. 2006. Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Batu bara Dengan Perlakuan Aktivasi Terkontrol Serta Uji Kinerjanya. *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Apriyanti, Hesti., I, Nyoman, Candra., Elvinawati. 2018. Karakterisasi Isoterm Adsorpsi dari Ion Logam Besi (Fe) pada Tanah di Kota Bengkulu. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 2(1), 14-19.
- Apriyani, Winda., Indra, Perdana., dan Sri, Puji, Saraswati. 2014. Pengaruh Jenis Arang Aktif Ampas Tebuh, Tatal Kayu dan Tempurung Kelapa terhadap Kemampuan Penjerapan Warna Air Sungai Sambas. *Jurnal of Systems Engineering*. 2(2), 59-64.

- Arisna, Risa., Titin, Anita., Rudiyanasyah. 2016. Adsorpsi Besi dan bahan Organik Pada air gambut oleh karbon aktif kulit durian. *Jurnal Kajian Komunikasi*, 5(3), 31-39.
- Arista, dwi., & Irwan, said. (2016). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dari Larutannya dengan Menggunakan Adsorben dari tongkol Jagung. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(2), 55-60.
- BB Litbang SDLP (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian). 2008. Laporan Tahun 2008 Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian: Bogor.
- Bergander, A., Salmen, L., 2002. Cell Wall Properties and Their Effects on the Mechanical Properties of Fibers. *J. Matter . Sci.* 37, 151-156.
- Chand, Meenakshi, G. 2005. *Activated Carbon Adsorption*. New York: CRC Press.
- Destyorini, Fredina., Andi, Suhandi., Achmad, Subhan., Nanik. 2010. Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Struktur dan Konduktivitas Listrik Arang Sabut Kelapa. *Jurnal Fisika*,10(2), 122-132.
- Eckenfelder, W.W., 1989,Industrial Water Pollution Control. 2nd ed, Mc Graw-Hill Inc,New York.
- Hendaway. 2003. *Influence of HNO₃ Oxidation on the Structure and Adsorptive Properties of Corncob-Based Activated Carbon*, *Carbon* 41, 713-722. Elsevier. UK.
- Hilman, Dzulkhairi. 2015. Teknologi Pengolahan Air Gambut. *Skripsi*, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Irawan, Candra., Basri, Dahlan., Nawang., Retno. 2015. Pengaruh Massa Adsorben, Lama Kontak dan Aktivasi Adsorben Menggunakan HCl Terhadap Efektivitas Penurunan Logam Berat (Fe) dengan Menggunakan Abu Layang Sebagai Adsorben. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 2(3), 107-117.
- Karelius. 2013. “Pemanfaatan Kitosan dan Jamur Lapuk (*Trametes versicolor*) untk Menurunkan Kekeruhan dan Warna Pada Air Gambut Sebagai Sumber Air Bersih Alternatif”. *Molekul*, Vol. 8, No. 1, Mei 2013, hal 66-77.
- Kasam, Andik Yulianto, Titin Sukma. 2005. Penurunan COD (Chemical Oxygen Demand) dalam Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Filter Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa .*Logika*. Vol. 2 No. 1 Hal. 1-16.
- Kosnaedi. (2002). *Pengolahan Air Gambut dan Air Tanah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kurniawan, Andy. 2014. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali. *Skripsi*, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Keolahragaan, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo.
- Laila, Astrid. (2014). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 36-44.
- Lempang, M., W. Syafii dan G. Pari. 2012. Sifat dan Mutu Arang Aktif Tempurung Kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 30(2), 278-294.
- Lestari, Dwi, Khornia., Rita, Dwi, ratnani., Suwardiyono. 2017. Pengaruh Waktu Dan Suhu Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Dengan Suhu Tinggi Secara Pirolisis. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 2(1), 32-38.
- Marsh, Harrys., dan Rodriguez, Reinos. (2006). *Activated Carbon*. United States of America: Elsevier Science and Technology Books.

- Maulana, Gusti., Lya, Agustina., Susi. 2017. Proses Aktivasi Arang Aktif dari Cangkang Kemiri (*Aleurites Moluccana*) dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Aktivator Kimia. *Jurnal Ziraa'ah*, 42(3), 247-256.
- Mu'jizah, S. 2010. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (*Moringa Aleifera*. Lamk) dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Murni, H. dan Eko,Saputra. 2009. Uji Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR-BATAN*, Bandung, 3 Juni 2009.
- Mugiyono, Saputro. 2010. Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea*) dengan Aktivator Asam Sulfat. *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Megiyo. 2017. Sintesis Karbon Aktif Tempurung Ketapang (*Termanalia Cattapa*) sebagai Adsorben Minyak Jelantah. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya*, Bangka Belitung, 2017.
- Muhdarina, Agnes. 2017. Abu cangkang Ketapang (*Terminalia Cattapa*) sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru. *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Nailul, F. 2009. Pembuatan Arang Aktif Secara Lansung Dari Kulit Acacia Mangium Wild Dengan Aktivasi Fisika Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben. *Skripsi*, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Noviawati, Eka. 2012. Hubungan antara Asupan Zat Besi Dan Kejadian Pada Mahasiswa PSPD Angkatan 2009-2011 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Orwa. 2009. *Caesalpiniasappan* Linn. Agroforestry database 4.0. http://www.worldagroforestry.org/treeedb2/AFTDFS/Caesalpinia_sappan.pdf, diakses pada 02 Oktober 2018, Pkl. 22.00 WIB.
- Perwitasari. 2017. Penentuan Luas Permukaan Zeolit Menggunakan Metode Adsorpsi Isotermis Superkritis CO2 Dengan Moden Ono-Kondo. *Skripsi*. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air.
- Peraturan Menteri Kesehatan. Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.
- Putra. A., Helmi dan Rudi, S. 2016. Studi Optimalisasi Adsorben Kaolin yang Dimodifikasi dengan Surfaktan dalam Penyisihan Logam Besi (II) dalam Air. *Jurnal Inovasi IPTEK*. 6(2), 67-77.
- Rahmawati., Aji, Wilaksono., Nafisa. dan Amri. (2018). Adsorpsi Air Gambut Menggunakan Karbon Aktif dari Buah Bintaro. *Jurnal Chempublish*, 2(2), 11-20.
- Rehansyah, Akbar. 2017. Penyisihan Zat Organik dan Warna pada Air Gambut dengan Koagulan Alami (Biji jagung, Biji Kelor, dan Biji Semangka). *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Reyra, Anisa, Silvi. 2017. Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Daun Nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe pada air gambut. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.
- Rizky, A. 2016. Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Tebu Untuk Menurunkan Kadar Logam Pb

- Dalam Larutan Air. *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Sardjono, R. E. 2007. Sintesis dan Penggunaan Tetramersiklis Seri Kaliksresorsinarena, Alkoksikaliksarena, dan Alkenikaliksarena untuk Adsorpsi Kation Logam Berat. *Disertasi*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Sauqiyah, Isnah., Mayang, Amaliah., dan Hetty A. (2011). Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Jurnal Info Teknik*, 12(1), 11-20.
- Sianipar, Debora, Lasma., Titin, Anita., Intan, Syahbanu. 2016. Adsorpsi Fe (II) Dengan Arang Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Teraktivasi Asam Klorida. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(2), 50-59.
- Sri, Ayu., Syarfi, daud., dan Edward, HS. (2017). Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Sabut Kelapa Terhadap efisiensi Penyisihan Fe pada Air Gambut. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 4(1), 1-8.
- Suherman, Dadan., dan Nyoman, Sumawijaya. (2013). Menghilangkan Warna dan Zat Organik Air Gambut dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Suasana Basa. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, 23(2), 127-139.
- Suziyana, (2017). Pengaruh Massa Adsorben Batang Pisang dan Waktu Kontak Adsorpsi Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe dan Kapasitas Adsorpsi pada Pengolahan Air Gambut. *Skripsi*, Fakultas Teknik, universitas Riau, Pekanbaru.
- Teger, Ardyansah., Titin, Anita. dan Anis, Shofiani. (2016). Pembuatan Arang Aktif dari cangkang Buah Karet untuk Adsorpsi Ion Besi (II) dalam Larutan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(3), 18-24.
- Wardalia, Rusdi. (2017). Pengaruh Waktu Karbonasi pada Adsorben Cangkang Kacang Tanah Terhadap Degradasi Zat Warna Methyl Violet. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(4), 176-179.
- Wijayanti, Aris., Eko, B, Susanto., Cepi, Kurniawan., dan Sukarjo. (2018). Adsorpsi Logam Cr (VI) dan Cu (II) pada Tanah dan Pengaruh Penambahan Pupuk Organik. *Jurnal of Chemical Science*, 7(3), 1-7.
- Yesi, Milda. 2016. Pemanfaatan Biji Ketapang (*Terminalia Cattapa Linn*) Sebagai Bahan Pembuatan Metil Ester (BIODIESEL). *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Yuniarti. 2010. Tinjauan Kinetika Reaksi Pirolisis Cangkang Biji Ketapang untuk Menghasilkan Briket Arang. *Theses*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Zadow R. (2009). *The Real Dirton Humic Substances*, Canada: Maximum Yiel.
- Zian., Ita, Ulfin dan Harmami. 2016. Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi Remazol Violet 5R Menggunakan Adsorben *Nata de Coco*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(2), 2337-3520.