

Pembuatan Material Komposit Penjernih Air dari Campuran Perlit dan Cangkang Pensi

Rahmiana Zein^{*1}, Risa Oktaviani², Megita Febiola², Nurul Annisyah², Matlal Fajri Alif¹, Zilfa³

¹Laboratorium Kimia Analisis Lingkungan, Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Andalas, Limau Manis, Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia

²Program Sarjana, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas, Limau Manis, Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia

³Laboratorium Kimia Terapan, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas, Limau Manis, Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia

*Penulis korespondensi: rzein@sci.unand.ac.id / mimiedison@yahoo.co.id

DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v8.n3.31564>

Abstrak: Material penjernih air dari komposit campuran perlit dan cangkang pensi telah diuji pada perbaikan kualitas air sungai Batang Muaro Kasang, Padang, Sumatera Barat. Parameter air yang dianalisis pada penelitian ini diantaranya fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS, dan warna. Percobaan dilakukan dengan metoda *batch* untuk menguji pengaruh perbandingan massa campuran perlit dan cangkang pensi, volume air dan waktu kontak. Hasil analisis menunjukkan perbandingan massa komposit (campuran perlit dan cangkang pensi) yang optimum untuk penurunan kadar fosfat, nitrat, dan warna yaitu (20:10) g pada volume air sungai 50 mL dan waktu kontak 60 menit dengan persen penurunan kadar fosfat (66,92%), nitrat (78,41%), warna (93,8%). Sedangkan untuk BOD, COD, nitrit, dan TSS yaitu (20:15) g pada volume air sungai 50 mL dan waktu kontak 60 menit dengan persen penurunan kadar BOD (97,45%), COD (76,10%), nitrit (99,73%) dan TSS (91,95%). Dari data analisis komposisi kimia komposit dengan XRF menunjukkan terjadinya penurunan kadar CaO sebesar 10,708%, sedangkan untuk SiO₂ terjadi peningkatan sebesar 10,003% dan Al₂O₃ sebesar 2,141%. Analisis gugus fungsi yang terdapat pada komposit dengan FT-IR menunjukkan terjadinya pergeseran pada angka gelombang dari 3638,72 cm⁻¹ ke 3315,99 cm⁻¹ yang menandakan hilangnya gugus fungsi amina.

Kata kunci: adsorpsi, komposit, perlit, cangkang pensi

Abstract: Water purification composites material from a mixture of perlite and pensi shell has been tested on the improvement of water quality of the Batang Muaro Kasang river, Padang, West Sumatra. Water parameters analyzed in this study included phosphate, nitrate, nitrite, BOD, COD, TSS, and color. The experiment was carried out with batch method to test the effect of the mass ratio of the mixture of perlite and pensi shell, water volume and contact time. The results of the analysis show that the optimum ratio of composite mass (mixture of perlite and pensi shell) for reducing levels of phosphate, nitrate, and color are (20:10) g in 50 mL river water volume and 60 minutes contact time with a decrease in phosphate levels (66,92%), nitrate (78.41%), color (93.8%). Whereas for BOD, COD, nitrite, and TSS are (20:15) g at 50 mL river water volume and 60 minutes contact time with a decrease in levels of BOD (97.45%), COD (76.10%), nitrite (99.73%) and TSS (91.95%). From the analysis of composite chemical composition data with XRF, it showed a decrease in CaO levels by 10.708%, while for SiO₂ there was an increase of 10.003% and Al₂O₃ by 2.141%. Analysis of functional groups with FT-IR showed a shift in the wave number from 3638.72 cm⁻¹ to 3315.99 cm⁻¹, which indicates the loss of amine functional groups.

Keywords: adsorption, composite, perlite, pensi shells

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan oleh semua makhluk hidup. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan generasi yang akan datang. Salah satu sumber air yang banyak

dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya yaitu sungai. Sungai merupakan ekosistem yang sangat penting bagi manusia. Sungai juga menyediakan air bagi manusia untuk berbagai kegiatan seperti pertanian, industri maupun domestik. Air sungai yang keluar dari mata air, biasanya mempunyai kualitas yang

sangat baik. Namun dalam proses pengalirannya, air tersebut akan menerima berbagai macam bahan pencemar yang mengakibatkan air sungai menjadi tercemar (Hamakonda dkk. 2019). Beberapa bahan pencemar berasal dari kegiatan pertanian dan domestik seperti nitrat, nitrit, fosfat, dan bahan organik. Konsentrasi limbah bahan organik di air dapat diukur secara tidak langsung dengan mengukur kebutuhan oksigen biologis (*Biological Oxygen Demand*) dan pengukuran kebutuhan oksigen kimia (*Chemical Oxygen Demand*). Semakin tinggi nilai dari BOD dan COD pada suatu sungai menyebabkan semakin berkurangnya oksigen terlarut, sehingga mengganggu kehidupan ekosistem dan makhluk hidup di sekitar sungai tersebut (Wiryo 2013).

Salah satu metode penjernihan air yang dapat digunakan agar air tersebut layak digunakan dan memenuhi standar baku mutu air bersih adalah metode adsorpsi. Metode ini banyak digunakan karena metode ini aman, peralatan yang digunakan sederhana dan murah, mudah dalam pengerjaannya, dapat didaur ulang, serta efisien dan ekonomis (Zein dkk. 2019). Bahan penyerap atau adsorben yang biasanya digunakan dalam proses adsorpsi seperti karbon, oksida logam, mineral, dan bahan limbah (Wu *et al.* 2019). Pada penelitian ini dilakukan adsorpsi terhadap polutan di dalam air sungai menggunakan modifikasi perlit dengan cangkang pensi.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan penjernihan air menggunakan perlit yang memberikan hasil bahwa perlit dapat menyerap logam-logam berat sebesar 83-99% dan zat warna dari air limbah (Munaf *et al.* 2009; Khairat 2011). Dari hasil penelitian sebelumnya didapatkan bahwa cangkang pensi mengandung oksida logam dan gugus fungsi (hidroksil, karboksil, karbonil, amina, dan lainnya) yang akan berinteraksi dengan molekul zat warna dan ion logam (Zein *et al.* 2018).

Berdasarkan hasil penelitian Thala dkk. (2019) mengenai penjernihan air menggunakan adsorben perlit yang dimodifikasi dengan cangkang pensi dengan perbandingan massa (20:20) g dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS, nitrat, nitrit, dan warna (Zein *et al.* 2019). Oleh sebab itu, pada penelitian ini dipelajari perbandingan massa perlit dan cangkang pensi yaitu (20:5, 20:10, dan 20:15) g untuk mengetahui massa optimal dari cangkang pensi yang dibutuhkan dalam penyerapan polutan dalam air agar diperoleh kualitas air yang sesuai standar baku mutu, dengan parameter air yang dianalisis sebelum dan sesudah dikontakkan dengan komposit adalah fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS, dan warna.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah perlit yang berasal dari Lubuk Basung Sumatera Barat, cangkang pensi (*Corbicula moltkiana*) yang berasal dari Danau Maninjau

Sumatera Barat, sampel air sungai Batang Muaro Kasang Kota Padang, Kalum dihidrogen Pospat (KH_2PO_4) (Merck), Asam Sulfat (H_2SO_4) (Merck), Amonium Molibdat ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) (Merck), Kalium Antimonil Tartrat ($\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) (Merck), Asam Askorbat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) (Merck), Kaliumheksakloroplatinat (K_2PtCl_6) (Merck), Kobal Klorida ($\text{CoCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (Merck), N-(1-naphthyl) ethylene diamine dihydrochloride (NED dihydrochloride) (Merck), sulfanilamide (Merck), KNO_3 (Merck), NaNO_2 (Merck), HCl p.a (Merck), ($\text{FeCl}_3 + \text{CaCl}_2$) (Merck), MgSO_4 (Merck), buffer fosfat (Merck), MnSO_4 (Merck), alkali azida (NaOH-KI) (Merck), KI (Merck), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (Merck), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (Merck), indikator amilum (Merck), Etanol (Merck), akuades, kertas saring *Whatman* No. 42.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan gelas, neraca analitik (Adventurer-Pro), oven (Mettler GMBH+CO KG), *furnace* (Carbolite Gero CWF 1200), *magnetic stirrer* (DAIHAN LABTECH CO., LTD), ayakan 32 μm (FRITSCH GMBH BRD-6580), *sonicator* (Bandelin Sonorex), Alu dan Lumpang, *rotary shaker* (Edmund Buhler 7400 Tubingen), *COD reactor* (Spectroquant TR 620), dan peralatan lainnya yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Sedangkan alat instrumen yang digunakan untuk karakterisasi adalah FT-IR (PerkinElmer FT-IR Spectrometer Frontier), XRF (PANalytical Epsilon3, X-rays Rayons X), spektrofotometer UV-Vis (Cintra 10 UV-Vis Spectrometer) dan spektrofotometer *datalogging portable* (Hach DR-2010).

Persiapan Komposit

Perlit dicuci dengan air, dikering anginkan, dipanaskan menggunakan *furnace* pada suhu 900°C selama 3 jam, dihaluskan dan diayak (ukuran partikel 32 μm). Cangkang pensi dicuci dengan air, dikering anginkan, dihaluskan dan diayak (ukuran partikel 32 μm), selanjutnya dipanaskan menggunakan *furnace* pada suhu 900°C selama 3 jam. Pencampuran perlit dengan cangkang pensi dilakukan dengan menimbang 20 g bubuk perlit 32 μm dan ditambahkan bubuk cangkang pensi 32 μm dengan variasi massa (5, 10, dan 15) g, kemudian ditambahkan 50 mL etanol dan disonikasi menggunakan *sonicator* selama 15 menit. Etanol kemudian dibiarkan menguap pada udara terbuka. Komposit selanjutnya dipanaskan dengan oven pada suhu 110°C selama 1 jam, selanjutnya dipanaskan menggunakan *furnace* pada suhu 550°C selama 3 jam dan komposit siap digunakan.

Studi Adsorpsi dengan Sistem *Batch*

Adsorpsi dengan metoda *batch* dilakukan untuk menyelidiki pengaruh massa campuran komposit (20:5, 20:10, 20:15) g, pengaruh volume sampel air sungai (25-100) mL, dan pengaruh waktu kontak adsorpsi (30-120) menit terhadap hasil penyerapan. Proses adsorpsi dilakukan dengan memasukkan

komposit sebanyak 2,5 g ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan air sungai. Kemudian diaduk menggunakan *rotary shaker* dengan kecepatan 100 rpm dan disaring dengan kertas saring *whattman* No. 42. Lalu filtratnya dianalisis parameter fosfat (*Analytical Test Kits*), nitrat (SNI 01-3554-2006), nitrit (SNI 06-6989.9-2004), BOD (SNI 6989.72:2009), COD (SNI 6989.2:2009), TSS (*Sewage and Industrial Wastes*, 31, 1159 (1959)), dan warna (SNI 6989.80:2011).

Karakterisasi Komposit

Komposit campuran perlit dan cangkang pensi dikarakterisasi sebelum dan sesudah proses adsorpsi menggunakan FTIR untuk melihat gugus fungsi dan dengan XRF untuk melihat komposisi komposit.

Analisis Data

Kapasitas penyerapan komposit dihitung menggunakan persamaan (1).

$$\% = \frac{Co-Ce}{Co} \times 100 \dots (1)$$

dengan

% = kapasitas penyerapan

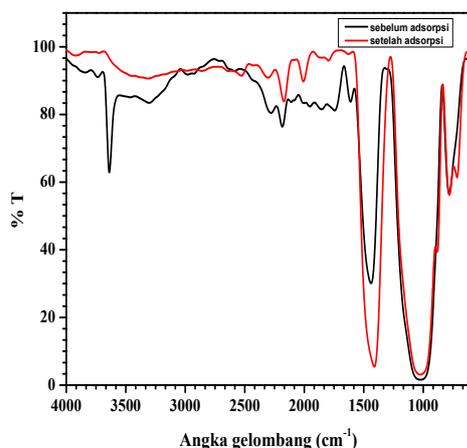
Co = konsentrasi ion sebelum diserap

Ce = konsentrasi ion setelah diserap

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Komposit

Karakterisasi menggunakan FTIR digunakan untuk menentukan perubahan gugus fungsi yang terjadi pada komposit sebelum dan sesudah proses adsorpsi. Analisis gugus fungsi dilakukan dengan melihat besarnya serapan pada angka gelombang 4000 - 400 cm^{-1} yang terdiri dari daerah sidik jari dan daerah gugus fungsi. Gambar 1 menunjukkan hasil analisis karakterisasi menggunakan FTIR terhadap komposit sebelum dan sesudah adsorpsi.



Gambar 1. Spektrum FTIR komposit campuran perlit dengan cangkang pensi sebelum dan setelah adsorpsi

Serapan yang muncul pada angka gelombang 3301,28 cm^{-1} -3638,72 cm^{-1} merupakan vibrasi *stretching* dari O-H dan N-H. Serapan pada 3301,28 cm^{-1} disebabkan oleh adanya gugus O-H dari Si-OH pada permukaan adsorben (Liu *et al.* 2018). Kandungan gugus silanol tersebut mampu menyediakan berbagai sifat adsorpsi, sehingga mampu meningkatkan penyerapan (Ramayanti & Amna, 2019). Pada angka gelombang 1438,50 cm^{-1} terdapat serapan dari gugus fungsi C-O yang merupakan ikatan yang terdapat pada CO_3 dari CaCO_3 pada cangkang pensi. Berdasarkan serapan dari komposit sesudah adsorpsi, menunjukkan berkurangnya serapan menjadi 1411,39 cm^{-1} . Munculnya serapan pada angka gelombang 1023,74 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi *stretching* asimetris Si-O dari Si-O-Si. Serapan pada 782,85 cm^{-1} menunjukkan vibrasi *stretching* Si-O dari Si-O-Al (Liu *et al.*, 2018). Terjadinya sedikit perubahan serapan pada 3301,28 cm^{-1} menjadi 3315,99 cm^{-1} dan 782,85 cm^{-1} menjadi 781,09 cm^{-1} tetapi posisi serapan tidak berubah. Hal tersebut menunjukkan molekul air yang terhubung ke permukaan Si-O-Al dengan ikatan hidrogen lemah (Vijayakumar 2012).

Karakterisasi menggunakan XRF digunakan untuk mengetahui komposisi kandung komposit sebelum dan sesudah adsorpsi. Dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi unsur dan oksida logam pada komposit sebelum dan sesudah adsorpsi

Unsur	Komposisi (%)		Oksida Logam	Komposisi	
	Sebelum adsorpsi	Setelah adsorpsi		Sebelum adsorpsi	Setelah adsorpsi
Si	32,036	41,847	SiO_2	46,314	56,317
Ca	53,304	42,256	CaO	38,655	27,947
Al	5,531	7,402	Al_2O_3	7,531	9,672
K	4,06	4,537	K_2O	2,77	2,807
Mg	1,127	0,529	MgO	1,393	0,634
Fe	0,924	0,908			

Berdasarkan hasil karakterisasi, terjadi perubahan konsentrasi dari komposisi kimia komposit sebelum dan sesudah adsorpsi. Perubahan terjadi pada komposisi SiO_2 , Al_2O_3 , dan CaO . Komposisi dari SiO_2 bertambah menjadi 56,317 % dan Al_2O_3 menjadi 9,672 %. Hal tersebut dapat disebabkan gugus hidroksil pada SiO_2 dan Al_2O_3 berperan dalam penyerapan *Total Suspended Solid* (TSS) yang mengandung pasir silika dan pasir alumina dalam air sungai melalui pori-pori adsorben sehingga komposisi SiO_2 dan Al_2O_3 bertambah. Kandungan CaO sesudah adsorpsi mengalami penurunan menjadi 27,947 % dapat disebabkan karena bereaksinya CaO dengan molekul air, sehingga menyebabkan pH air menjadi basa. Namun CaO yang diperoleh dari CaCO_3 berperan pada penyerapan logam-logam

berat. Struktur CaO yang heksagonal dimana ada kisi-kisi di dalamnya terselingi oleh ion H^+ dan Na^+ . Sehingga memungkinkan untuk terjadinya reaksi pertukaran kation serta terjadinya ikatan Van der Waals (Afranita dkk. 2014).

Karakteristik Air Sungai Sebelum Perlakuan dengan Komposit

Hasil analisis parameter fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS dan warna dari air sungai sebelum adsorpsi serta standar baku mutu air (PP No. 82 tahun 2001 dan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data analisis air sungai sebelum adsorpsi dan standar baku mutu air

Para meter	Satuan	Air Sungai	Standar Baku Mutu	Standar Metode
Fosfat	mg/L	0,13	0,2	<i>Analytical Test Kits</i>
Nitrat	mg/L	1,24	10	SNI 01-3554-2006
Nitrit	mg/L	0,14	0,06	SNI 06-6989.9-2004
BOD	mg/L	2,74	2	SNI 6989.72:2009
COD	mg/L	20,5	10	SNI 6989.2:2009
TSS	mg/L	24,83	50	<i>Sewage and Industrial Wastes</i> , 31, 1159 (1959)
Warna	TCU	180,39	15	SNI 6989.80:2011

Air sungai Batang Muaro Kasang dilihat secara fisik berwarna coklat, keruh, dan berbau. Nilai BOD dan COD yang tinggi disebabkan karena kandungan bahan organik yang tinggi pada air sungai tersebut, sehingga menyebabkan semakin berkurangnya oksigen terlarut yang akan mengganggu kehidupan ekosistem dan makhluk hidup di sekitar sungai (Wiryono 2013). Peningkatan anion nitrat dan nitrit dapat berkaitan dengan kadar BOD dalam air dimana

BOD adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah bahan-bahan buangan didalam air (Valentina dkk. 2013). Pada pembentukan nitrat dan nitrit dalam air terjadi melalui oksidasi dengan bantuan bakteri, sehingga hubungan antara BOD dengan nitrat dan nitrit berbanding lurus, dimana semakin banyak oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk melakukan oksidasi maka semakin tinggi pula kadar nitrat dan nitrit didalam air. Kadar warna yang tinggi pada air sungai dapat disebabkan oleh hasil pembusukan senyawa organik, ion-ion metal alam (besi dan mangan), plankton, humus, tanaman air dan buangan limbah domestik (Effendi 2003).

Karakteristik Air Sungai Sesudah Perlakuan dengan Komposit

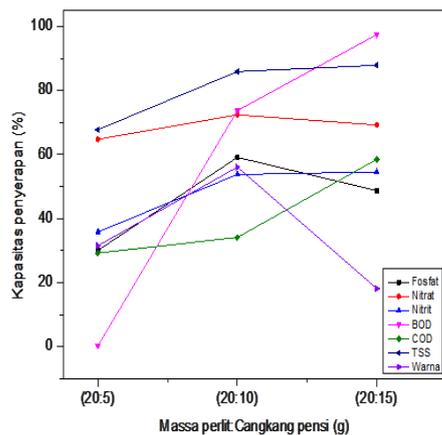
Hasil analisis parameter fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS, dan warna dari air sungai sesudah perlakuan dengan komposit dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil analisis parameter fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS, dan warna dari air sungai sesudah perlakuan dengan komposit dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil analisis parameter fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS, dan warna dari air sungai sesudah perlakuan dengan komposit dapat dilihat pada Tabel 3.

Pengaruh variasi massa campuran komposit terhadap hasil penyerapan fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS, dan warna air sungai

Semakin banyak kandungan cangkang pensi pada komposit, maka jumlah sisi aktif komposit yang tersedia untuk proses penyerapan juga bertambah. Bertambahnya kandungan cangkang pensi tersebut, juga menyebabkan meningkatnya pH dari larutan karena tingginya konsentrasi CaO pada cangkang pensi. banyaknya cangkang pensi yang ditambahkan maka semakin banyak gugus hidroksil pada komposit yang menyebabkan permukaan komposit menjadi bermuatan negatif, sehingga menghalangi gugus bermuatan positif (amina) untuk berikatan dengan anion-anion seperti fosfat, nitrat, dan nitrit. Anion-anion yang bermuatan negatif ini akan berikatan dengan muatan positif dari adsorben membentuk ikatan elektrostatik (Wu *et al.* 2013).

Tabel 3. Data analisis air sungai sesudah perlakuan berdasarkan variasi massa campuran komposit, variasi volume air sungai, dan variasi waktu kontak

Parameter	Satuan	Air Sungai Sesudah Perlakuan dengan Komposit (Perlit : Cangkang Pensi) g			Air Sungai Sesudah Perlakuan dengan Komposit Volume Air Sungai (mL)				Air Sungai Sesudah Perlakuan dengan Komposit Waktu Kontak (menit)			
		20:5	20:10	20:15	25	50	75	100	30	60	90	120
Fosfat	mg/L	0,0915	0,0535	0,0671	0,0465	0,0433	0,045	0,0477	0,0769	0,0650	0,0617	0,0613
Nitrat	mg/L	0,4393	0,3437	0,3837	0,3801	0,3928	0,2692	0,2747	0,3951	0,3437	0,4338	0,4474
Nitrit	mg/L	0,0948	0,0683	0,0671	0,0023	0,0011	0,0026	0,0034	0,0024	0,0004	0,0030	0,0048
BOD	mg/L	2,73	0,72	0,07	1,23	1,11	1,48	2,37	1,86	2,38	1,03	0,43
COD	mg/L	14,5	13,5	8,5	13,2	12,9	5,5	4,9	13,2	12,9	12,2	8,2
TSS	mg/L	8	3,5	3	12	2	3,5	5,5	4	5	13	11
Warna	TCU	123,475	79,193	147,623	119,313	169,723	169,385	95,762	75,876	20,8	11,182	20,06



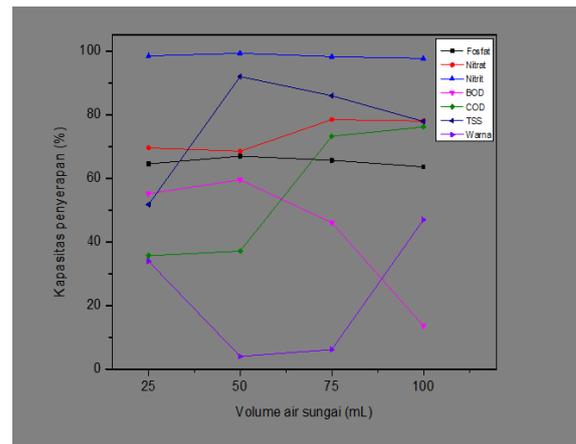
Gambar 2. Pengaruh variasi massa campuran komposit terhadap hasil penyerapan fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS, warna.

Pada kondisi pH yang basa menyebabkan mikroorganisme tidak mampu untuk bertahan hidup, sehingga jumlah mikroorganisme tersebut di dalam air akan berkurang. Berkurangnya mikroorganisme dalam suatu perairan, menyebabkan peningkatan kandungan oksigen terlarut, karena tidak adanya oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk memecah bahan organik yang ada dalam perairan tersebut (Valentina dkk. 2013).

Pengaruh variasi volume sampel air sungai terhadap hasil penyerapan fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS, dan warna air sungai

Penyerapan ion fosfat, nitrat, dan nitrit mengalami penurunan dengan bertambahnya volume air dapat disebabkan oleh semakin banyaknya ion-ion tersebut dalam air sehingga jumlah sisi aktif pada komposit tidak mampu menyerap secara keseluruhan karena telah mengalami kejenuhan. Pada umumnya pengaruh volume sampel air tidak mempengaruhi hasil penyerapan, hal tersebut dapat disebabkan karena perbedaan volume sampel air sungai yang dikontakkan tidak terlalu besar dapat dilihat pada Gambar 3.

Nilai COD mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya volume air sungai sedangkan nilai BOD mengalami penurunan secara optimal pada volume 50 mL, yang disebabkan karena pada analisis COD tersebut proses oksidasi bahan organik yang tidak dapat dioksidasi secara biologi pada analisis BOD, dapat dioksidasi secara kimia pada analisis COD (Valentina dkk. 2013). Jadi, oksidasi bahan organik secara kimia dapat berlangsung lebih optimal dibandingkan oksidasi secara biologi, sehingga nilai COD akan mengalami penurunan sampai volume 100 mL, sedangkan nilai BOD mengalami penurunan pada volume 50 mL. Penyerapan TSS mengalami penurunan dengan bertambahnya volume air dapat



Gambar 3. Pengaruh variasi volume sampel air sungai terhadap hasil penyerapan fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS, warna

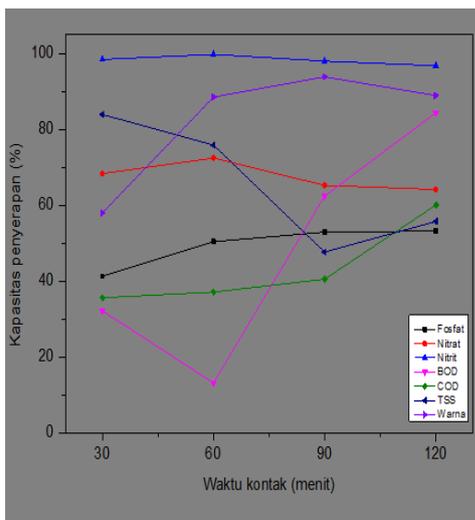
disebabkan oleh semakin banyaknya TSS dalam air sehingga adsorben tidak mampu menyerap atau mengalami kejenuhan seiring bertambahnya volume air sungai yang dikontakkan. Penyerapan warna mengalami penurunan pada volume air 50 mL dan 75 mL dapat disebabkan oleh adsorben yang tidak tersaring secara baik setelah proses adsorpsi sehingga menyebabkan terganggunya pengukuran warna dan kadar warna air mengalami kenaikan pada volume tersebut.

Pengaruh variasi waktu kontak terhadap hasil penyerapan fosfat, nitrat, nitrit BOD, COD, TSS, dan warna air sungai

Waktu kontak optimum dari komposit untuk berikatan dengan fosfat, nitrat, dan nitrit yaitu selama 60 menit. Kondisi optimum ini disebabkan karena pada lama waktu tersebut komposit telah mampu menyerap anion tersebut secara optimal, sedangkan pada penambahan waktu kontak selanjutnya terjadi peningkatan kadar nitrat dan nitrit dalam air. Hal ini dapat disebabkan oleh kejenuhan sisi aktif adsorben dan karena pelepasan adsorbat. Menurut hipotesis Freundlich, energi ikat akan menurun secara eksponensial dengan meningkatnya saturasi permukaan (Amin dkk. 2016).

Pengaruh variasi waktu kontak terhadap perubahan nilai BOD terjadi secara fluktuatif. Perubahan tersebut dapat terjadi karena gangguan yang terjadi pada uji BOD yaitu ikut terhitungnya oksigen yang dikonsumsi oleh bahan-bahan anorganik atau bahan-bahan tereduksi lainnya seperti flourida, NH₃, dan nitrit yang disebut juga *Intermediate Oxygen Demand* (Ginting 2019; Choiruddin & Sutikno 2013). Penyerapan TSS mengalami penurunan saat bertambahnya waktu kontak adsorpsi dapat disebabkan lamanya pengadukan sehingga menyebabkan TSS yang terikat pada pori-pori adsorben terlepas kembali ke air.

Analisis penurunan kadar fosfat, nitrat, dan nitrit menggunakan berbagai macam adsorben telah



Gambar 4. Pengaruh variasi waktu kontak terhadap hasil penyerapan fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS, warna

banyak dilakukan sebelumnya seperti penggunaan tanah liat sebagai adsorben yang terbukti dapat menghilangkan nitrat sebesar 71,89% (Ouardi *et al.* 2015). Penyerapan ion fosfat dan nitrat menggunakan Aluminium-mangan bimetall oksida (AMBO) yang dimodifikasi secara organik (OABO) dapat menyerap fosfat sebesar 37,988 mg/g dan nitrat 17,048 mg/g (Wu *et al.* 2019). Dari hasil penelitian penghilangan kadar nitrat dan nitrit menggunakan adsorben karbon aktif dari sabut kelapa didapatkan % penurunan nitrat sebesar 60,53% sedangkan nitrit % penurunannya sebesar 14,64% (Mangkurat dkk. 2019). Penggunaan adsorben dari kitosan/PEG dan kitosan/PVA untuk menghilangkan kadar nitrat menunjukkan hasil kapasitas penyerapan sebesar 50,68 mg/g dan 35,03 mg/g masing-masingnya (Rajeswari *et al.* 2016).

KESIMPULAN

Komposit dari perlit yang dimodifikasi dengan cangkang pensi mampu menurunkan kadar fosfat, nitrat, nitrit, BOD, COD, TSS, dan warna berturut-turut sebesar 66,92%, 78,41%, 99,73%, 97,45%, 76,10%, 91,95%, dan 93,8%,. Perbandingan massa optimum dari perlit dengan cangkang pensi untuk fosfat, nitrat dan warna yaitu (20:10) g, sedangkan untuk BOD, COD, nitrit dan TSS yakni (20:15) g. Analisis FTIR terjadinya pergeseran angka gelombang gugus fungsi dari komposit sebelum dan sesudah adsorpsi serta hilangnya serapan pada angka gelombang 3638,72 cm^{-1} yang menandakan bahwa terjadinya interaksi antara gugus fungsi amina pada komposit dengan polutan di dalam air. Analisis XRF terjadi perubahan kadar komposisi kimia komposit sebelum dan sesudah adsorpsi yakni penurunan kadar CaO dari 38,655 % menjadi 27,947 %, peningkatan SiO_2 dari 46,314 % menjadi 56,317 %, dan Al_2O_3 dari 7,531 % menjadi 9,672 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Afranita, G., Anita, S. & Hanifah, T.A. (2014) Potensi abu cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai adsorben ion timah putih. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*, **1(1)**: 1-5.
- Amin, A., Sitorus, S. & Yusuf, B. (2016). Pemanfaatan limbah tongkol jagung (*Zea mays* L.) sebagai arang aktif dalam menurunkan kadar amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu menggunakan teknik celup. *Jurnal Kimia Mulawarman*. **13(2)**: 78-84.
- Bermalita, Y. (2019). Modifikasi Perlit dengan Cangkang Pensi sebagai Adsorben Ion Nitrat, Nitrit, Keekeruhan dan Bau untuk Penjernih Air Muara. Skripsi. FMIPA. Universitas Andalas, Padang.
- Choiruddin, A & Sutikno. (2013). Pemodelan Indikator Pencemar Biological Oxygen Demand di Kali Surabaya Menggunakan Pendekatan Spatial-Temporal Weighted Regression. 2018. hal-01694700
- Ginting, E. (2019). Analisa Kadar BOD (Biochemical Oxygen Demand) pada Air Limbah Cair Domestik Inlet dan Outlet menggunakan Metode Titrimetri di Pramita Lab. Laporan Tugas Akhir. FMIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Hamakonda, U.A., Suharto, B. & Susawanati, L.D. (2019). Analisis kualitas air dan beban pencemaran air pada sub DAS Boentuka Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. **23(1)**: 56-67.
- Khairat & Zultinair. (2011). Penentuan Daya Serap Perlit Terhadap Zat Warna Methylene Blue Secara Dinamis. Prosiding STNK TOPI. Pekanbaru, 21-22 Juli 2011. 30-34.
- Liu, Y., Xu, E., Xie, M., Gao, X., Yang, Y. & Deng, H. (2018). Use of calcium silicate-coated paraffin/expanded perlite materials to improve the thermal performance of cement mortar. *Construction and Building Materials*. **189**: 218-226.
- Mangkurat, W., Nurdiana, E. & Budianto, A. (2019). Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, dan Nitrat pada Air Sungai Menggunakan Karbon Aktif sebagai Solusi Efisiensi. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII 2019 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Munaf, E., Suhaili, R., Anwar, Y. & Zein, R. (2009). Dynamic removal of toxic metals from wastewater using perlite as sorbent. *Asian Journal of Chemistry*. **21(3)**: 2059-2066.
- El Ouardi, M., Qourzal, S., Alahiane, S., Assabbane, A. & Douch, J. (2015). Effective removal of nitrates ions from aqueous solution using new

- clay as potential low-cost adsorbent. *Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences*. **5(4)**: 178-190.
- Rajeswari, A., Amalraj, A. & Pius, A. (2016). Adsorption studies for the removal of nitrate using chitosan/PEG and chitosan/PVA polymer composites. *Journal of Water Process Engineering*: **9**: 123-134.
- Ramayanti, D. & Amna, U. (2019). Analisis parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH (potential Hydrogen) limbah cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. **1(1)**: 16-21.
- Valentina, A.E., Miswadi, S.S. & Latifah, L. (2013). Pemanfaatan arang eceng gondok dalam menurunkan kekeruhan, COD, BOD pada air sumur. *Indonesian Journal of Chemical Science*. **2(2)**: 84-89.
- Vijayakumar, G., Tamilarasan, R. & Dharmendirakumar, M. (2012). Adsorption, kinetic, equilibrium and thermodynamic studies on the removal of basic dye rhodamine-B from aqueous solution by the use of natural adsorbent perlite. *Journal of Materials and Environmental Science*. **3(1)**: 157-170.
- Wiryo. (2013). *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Pertelon Media. Bengkulu.
- Wiyantoko, B., Andri, P.N. and Anggarini, D., 2017, November. Pengaruh aktivasi fisika pada zeolit alam dan lempung alam terhadap daya adsorpsinya. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya. Malang, 5 November 2017. pp. 120-128
- Wu, K., Li, Y., Liu, T., Huang, Q., Yang, S., Wang, W. & Jin, P. (2019). The simultaneous adsorption of nitrate and phosphate by an organic-modified aluminum-manganese bimetal oxide: Adsorption properties and mechanisms. *Applied Surface Science*. **478**: 539-551.
- Wu, K., Liu, T., Ma, C., Chang, B., Chen, R. & Wang, X. (2014). The role of Mn oxide doping in phosphate removal by Al-based bimetal oxides: adsorption behaviors and mechanisms. *Environmental Science and Pollution Research*. **21(1)**: 620-630.
- Zein, R., Syukri, S., Muhammad, M., Pratiwi, I. & Yutaro, D.R. (2018). The ability of pensi (*Corbicula moltkiana*) shell to adsorb Cd(II) and Cr(VI) ions. AIP Conference Proceedings . **2023(1)**: 020099. AIP Publishing LLC.
- Zein, R., Ramadhani, P., Aziz, H. & Suhaili, R. (2019). Biosorben cangkang pensi (*Corbicula moltkiana*) sebagai penyerap zat warna metanil yellow ditinjau dari pH dan model kesetimbangan adsorpsi. *Jurnal Litbang Industri*. **9(1)**: 15-22.