

PENGOLAHAN AIR BUNGAN LIMBAH LAUNDRY MENGUNAKAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI MEDIA ADSORPSI

LAUNDRY WASTE WATER TREATMENT USING *BOTTOM ASH* AS ADSORPTION MEDIA

Fadarina¹, Indah Purnama Sari¹, Hafizh Rasi Harahap¹

¹Teknologi Kimia Industri / Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang, Sumatera Selatan 30139
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : hafizhrasiharahap@gmail.com

ABSTRACT

The development of the laundry industry needs attention because generally laundry industry players dispose of waste directly into receiving waters, which causes the water environment to become polluted. Therefore, it is necessary to conduct research to reduce levels of pollutants (BOD, COD, pH, and phosphate). One of the processing techniques that can be used to treat laundry wastewater is the adsorption process. Adsorption occurs because of the attractive forces between the adsorbate molecules on the adsorbent surface. In this study, bottom ash was used as an adsorbent to absorb pollutant levels from laundry waste. This study aims to determine the quality of the adsorption of bottom ash adsorbent on the reduction of pollutant levels from laundry waste and the effectiveness of reducing pH, phosphate, COD and BOD levels on variations in the time and weight of the adsorbent used. This laundry waste treatment goes through several stages such as raw material preparation, initial analysis, absorption of laundry waste using bottom ash and final analysis. The results showed that the values of COD, BOD, pH and phosphate after adsorption were obtained values of 354.8 mg / L, 129.2 mg / L, 7 and 0.095 mg / L, respectively.

Keywords: Laundry Waste, Bottom Ash, Adsorption.

1. PENDAHULUAN

Menurut Rahmat dan Mallongi,. (2017) Industri *laundry* saat ini berkembang pesat. Perkembangan industri ini perlu mendapat perhatian karena pada umumnya para pelaku industri membuang langsung limbah sisa produksinya ke selokan atau badan air tanpa pengolahan terlebih dulu. Pencemaran terhadap lingkungan dapat timbul karena air limbah dari industri *laundry* yang banyak mengandung polutan berupa lemak dan senyawa organik lain yang berasal dari pakaian kotor, beberapa senyawa kimia seperti natrium tripoli fosfat sebagai pengisi, dan deterjen atau surfaktan yang sulit terombak secara alami di alam (Kusuma, dkk., 2019). Hasil analisis kimiawi limbah *laundry* menunjukkan bahwa nilai pH, fosfat, COD, dan BOD lebih besar dari nilai ambang batas yang sudah ditentukan. Limbah cair yang dihasilkan dari sisa proses pencucian baju juga mengakibatkan kekeruhan sehingga menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air (Adiastuti, dkk., 2018). Dengan demikian pemrosesan limbah *laundry* menjadi sangat penting agar beban pencemaran berkurang dan air dapat dimanfaatkan kembali.

Salah satu teknik pengolahan yang dapat dilakukan untuk mengolah air limbah *laundry* adalah adsorpsi. Adsorpsi terjadi karena gaya tarik-menarik antara

molekul adsorbat di permukaan adsorben. Suatu zat dapat digunakan sebagai adsorben untuk tujuan pemisahan apabila mempunyai daya adsorpsi yang selektif, dengan luas permukaan persatuan massa yang besar, serta memiliki daya ikat yang kuat terhadap zat yang hendak dipisahkan secara fisik atau kimia (Santoso, 2016). Senyawa-senyawa tersebut akan terjerap dalam pori-pori permukaan adsorben. Proses adsorpsi terhadap suatu senyawa dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suhu dan pH lingkungan, karakteristik unsur yang diadsorpsi, jenis dan jumlah adsorben, dan perlakuan selama adsorpsi seperti waktu kontak dan kecepatan pengadukan.

Hal yang paling penting di dalam proses adsorpsi adalah pemilihan jenis adsorben yang baik. Salah satu adsorben yang paling potensial adalah *bottom ash*. *Bottom ash* berpotensi digunakan sebagai adsorben karena memiliki porositas tinggi dan luas permukaan besar (Lestiani, 2010). *Bottom ash* juga dapat menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan, jika tidak diolah lebih lanjut akan dapat mengkontaminasi air tanah dengan kandungan pengotor yang dimiliki (Yunita, dkk., 2017).

Proses aktivasi dibedakan menjadi dua macam yaitu aktivasi secara fisika dan aktivasi secara kimia. Proses aktivasi fisik karbon dimasukkan kedalam reaktor dan dikarbonisasi pada suhu tinggi (800 - 1000°C). Semakin tinggi suhu aktivasi semakin aktif karbon

yang dihasilkan sehingga memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi. Sedangkan aktivasi kimia dapat dilakukan dengan menambahkan bahan kimia atau bahan pengaktif seperti seng klorida ($ZnCl_2$), magnesium karbonat ($MgCO_3$), natrium karbonat ($NaCO_3$), kalsium klorida ($CaCl_2$), natrium klorida ($NaCl$), natrium hidroksida ($NaOH$), kalium hidroksida (KOH) dan lain sebagainya (Sembiring, 2003).

Wardani (2012) telah melakukan modifikasi permukaan pada abu layang dengan penambahan $NaOH$. Pada penelitiannya, modifikasi permukaan abu layang menggunakan $NaOH$ dengan variasi konsentrasi 0M, 1M, 2M, 3M. Hasil dari penelitian tersebut adalah peningkatan konsentrasi $NaOH$ mampu membentuk ikatan yang lebih padat meskipun ikatan yang dihasilkan kurang kuat.

2. METODE

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah *laundry*, *bottom ash*, $NaOH$ 1 M, dan aquadest. Sementara alat yang digunakan adalah seperangkat alat *hot plate*.

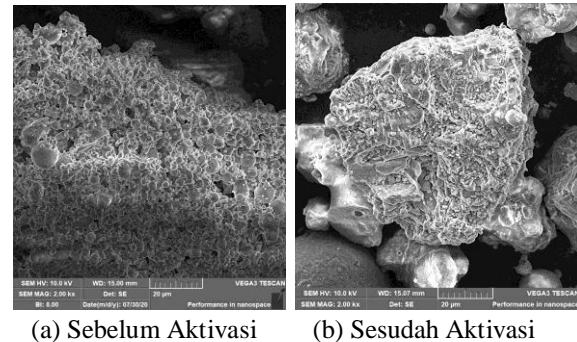
Bottom ash diayak dengan ukuran ayakan sebesar 45 mesh untuk menghomogenkan ukuran partikel. Membuat larutan $NaOH$ 1 M dengan mengencerkan 24 gram $NaOH$. Kemudian *bottom ash* akan di aktivasi dengan larutan $NaOH$ 1 M pada suhu $85 - 90^\circ C$ selama 6 jam supaya zat-zat pengotor yang ada di dalam pori-pori *bottom ash* akan keluar dan memperbesar luas permukaan. Setelah di aktivasi, *bottom ash* akan dibilas menggunakan aquadest untuk menghilangkan larutan $NaOH$ yang masi menempel pada permukaan *bottom ash*. Kemudian *bottom ash* akan dikeringkan di dalam oven selama 7 jam dengan suhu $110^\circ C$ untuk menghilangkan kadar air yang ada di dalam *bottom ash*. Mengayak kembali *bottom ash* dengan ukuran ayakan 45 mesh untuk menghomogenkan ukuran partikel dan memvariasikan berat *bottom ash* sebanyak 5, 10, 15, dan 20 gram, serta variasi lama waktu penyerapannya selama 20, 40 dan 60 menit. Air limbah *laundry* yang digunakan sebanyak 600 ml dan mencampurkannya dengan *bottom ash* dengan variasi berat dan waktu yang telah ditetapkan. Analisa sampel pada tiap percobaan yang diteloh dilakukan. Untuk mengkarakterisasikan *bottom ash* sebelum dan sesudah aktivasi menggunakan alat yang bernama SEM (*Scanning Electron Microscope*), sedangkan analisa COD menggunakan metode uji SNI 6989.73:2019, analisa BOD menggunakan metode uji SNI 6989.72:2009, analisa fosfat menggunakan metode uji SNI 06.6989.31-2005 dan untuk analisa pH menggunakan kertas pH.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

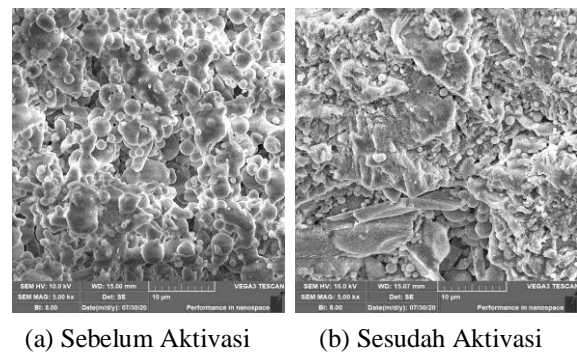
Penelitian adsorpsi ini menggunakan limbah *laundry* dengan adsorben *bottom ash* teraktivasi dengan larutan basa kuat $NaOH$ 1 M dilakukan dengan berbagai variasi diantaranya variasi massa sebesar 5, 10, 15, dan 20 gram, sedangkan untuk variasi lama waktu penyerapan sebesar 20, 40, dan 60 menit.

3.1 Karakterisasi *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Pada Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa struktur permukaan *bottom ash* sebelum dan sesudah aktivasi pada perbesaran 2000x maupun perbesaran 5000x terlihat jelas bahwa sama-sama mengalami perubahan bentuk dan struktur permukaan adsorben *bottom ash*. Permukaan adsorben yang belum diaktivasi masih berbentuk halus dan strukturnya masih terjaga. Sedangkan pada *bottom ash* yang telah diaktivasi bahwa permukaan *bottom ash* menjadi kasar dan terbentuk retakan yang banyak.



Gambar 1. Karakteristik *Scanning Electron Microscope Bottom Ash* Perbesaran 2000x (a) Sebelum Aktivasi (b) Sesudah Aktivasi



Gambar 2. Karakteristik *Scanning Electron Microscope Bottom Ash* Perbesaran 5000x (a) Sebelum Aktivasi (b) Sesudah Aktivasi

Basa kuat seperti $NaOH$ dapat digunakan sebagai aktivator untuk menghilangkan zat-zat pengotor pada adsorben sehingga menjadi lebih berpori. Hal ini juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Slamet dan Imas (2017) yang menggunakan *fly ash* dengan aktivator basa kuat $NaOH$ untuk adsorpsi limbah cair amonia dimana terjadi pelarutan komponen pada permukaan abu terbang sehingga menyebabkan permukaan adsorben semakin kasar. Dan juga hal ini terjadi pada penelitian yang dilakukan (Ramadhan, 2019) yang menggunakan *bottom ash* sebagai adsorben dengan aktivator $NaOH$ 3 M, membentuk permukaan adsorben menjadi kasar dan memiliki tekstur permukaan yang tidak beraturan. Perubahan bentuk permukaan dari halus menjadi kasar juga membuktikan

hilangnya logam-logam pengotor yang ada pada *bottom ash*. Berikut dapat dilihat pada Tabel 1. perubahan yang terjadi pada permukaan *bottom ash* setelah di aktivasi dengan NaOH 1M.

Tabel 1. Data Sebelum dan Sesudah Aktivasi

	Perubahan Struktur	
	Sebelum Aktivasi	Sesudah Aktivasi
Luas Permukaan	Struktur halus dan masih terjaga	Tidak Beraturan dan banyak membentuk retakan
Pori-pori	Tidak terlihat	Terlihat tidak jelas

Namun sangat disayangkan dari kedua gambar tidak terlihat jelas adanya pori-pori terbentuk pada kedua perlakuan. Hal ini mungkin disebabkan oleh besarnya ukuran partikel *bottom ash* yang akan diberi perlakuan analisis SEM dan kurangnya perbesaran untuk melihat morfologi *bottom ash*. Mungkin Ukuran partikel yang digunakan pada analisis ini sebesar 45 mesh, oleh karena itu pori-pori tidak tampak jelas pada permukaan *bottom ash*. Pada penelitian Astari dan Utami (2018), menggunakan ukuran partikel *fly ash* sebesar 100 mesh, sehingga terlihat jelas luas pori-pori pada permukaan adsorben.

3.2 Penurunan Kadar Polutan pada Limbah Laundry

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kualitas perbandingan sampel awal dengan hasil akhir untuk mendapatkan nilai penurunan kadar dari hasil analisis. Parameter yang dilakukan dipengujian awal meliputi, BOD, COD, Fosfat, dan pH.

Dimana untuk mengukur baku mutu air limbah telah diatur pada Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Sabun dan Deterjen. Berikut hasil analisis dari penyerapan kadar limbah *laundry*.

Tabel 2. Hasil Analisis Pengolahan Limbah Laundry

Parameter Uji (Sampel Awal)	Satuan	Hasil Uji		Metode Uji	Baku Mutu
		Awal	Akhir		
Fosfat	mg/L	0,26	0,104	SNI 06.6989.31-2005	2
BOD	mg/L	132,3	129,2	SNI 6989.72:2009	75
COD	mg/L	463,6	354,8	SNI 6989.73:2019	180
pH	-	7	7	-	6-9

a. Derajat Keasaman (pH)

Pada penelitian ini, nilai pH yang dihasilkan pada Tabel 2., menunjukkan nilai pH yang tidak mengalami penurunan. Nilai pH yang di dapat sebesar 7, dimana memiliki kadar pH yang masuk dalam batas normal (6-9) sesuai dengan Peraturan Gubernur Sumatera

Selatan. Dimana kondisi ini masih aman jika langsung dibuang ke perairan penerima. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa dapat membahayakan kelangsungan hidup organisme karena menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Tinggi atau rendahnya nilai pH air tergantung pada beberapa faktor yaitu, kondisi gas-gas dalam air seperti CO₂, konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat, proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan (Barus, 2004).

b. Biological Oxygen Demand (BOD)

Berdasarkan hasil analisis laboratorium dapat dilihat pada Tabel 2., kadar BOD yang telah dilakukan dalam proses penyerapan menggunakan *bottom ash* didapat nilainya sebesar 132,3 mg/L yang mengalami penurunan konsentrasi menjadi 129,2 mg/L. Sedangkan untuk baku mutunya sebesar 75 mg/L, dimana kadar BOD yang didapat masi diluar baku mutu. Hal ini menunjukkan kurangnya keefektivitasan adsorpsi dari adsorben *bottom ash* dalam penyerapannya. Nilai BOD yang tinggi menunjukkan tingkat pencemaran bahan organik pada air limbah tinggi, sehingga kurangnya oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme (bakteri) untuk mengurai/mendekomposisi zat organik pada air limbah. Hal ini menyebabkan bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi dan dapat membuat perairan penerima menjadi anaerobik (Atima, 2015).

c. Chemical Oxygen Demand (COD)

Untuk kadar COD yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2., didapat hasil analisis sebesar 463,6 mg/L yang mengalami penurunan kadar COD dalam proses adsorpsinya menjadi 354,8 mg/L. Hal ini menunjukkan nilai COD yang didapat selama proses adsorpsi tidak memenuhi standar baku mutu dari Peraturan Gubernur Sumatera Selatan. Keefktivitasan adsorben *bottom ash* dalam penyerapannya kurang maksimal. Tingginya nilai COD menandakan banyaknya jumlah bahan organik yang teroksidasi pada air limbah, yang akan mengurangi tingkat oksigen terlarut. Penurunan tingkat oksigen dapat menyebabkan kondisi anaerob, yang dapat merusak ekosistem perairan penerima (Sumantri, dkk. 2011).

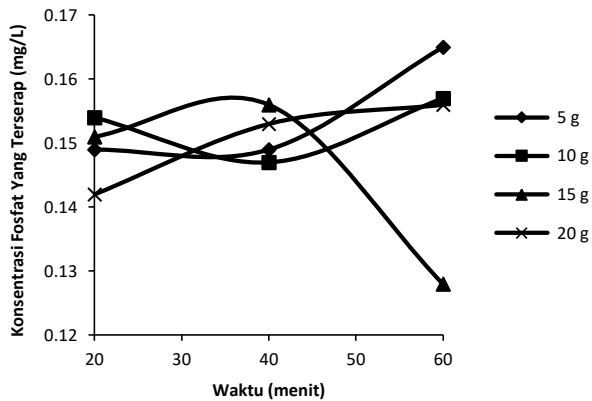
d. Fosfat (PO₄³⁻)

Hasil dari penyerapan kadar fosfat ditunjukkan pada Tabel 3. Pengujian adsorpsi dengan variasi berat bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh berat adsorben dalam menyerap konsentrasi fosfat, sedangkan untuk variasi waktu kontak bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh waktu kontak terhadap daya jerap fosfat.

3.3 Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Adsorpsi terhadap Konsentrasi Fosfat pada Limbah Laundry

Untuk mengetahui pengaruh berat adsorben dan lama waktu penyerapan konsentrasi fosfat, dilakukan penelitian dengan memvariasikan massa adsorbennya

sebanyak 5, 10, 15 dan 20 gram yang telah diaktivasi menggunakan NaOH 1 M dan untuk lama waktu penyerapannya selama 20, 40, dan 60 menit. Gambar 3 memperlihatkan hubungan antara massa adsorben dan waktu penyerapan terhadap konsentrasi fosfat.



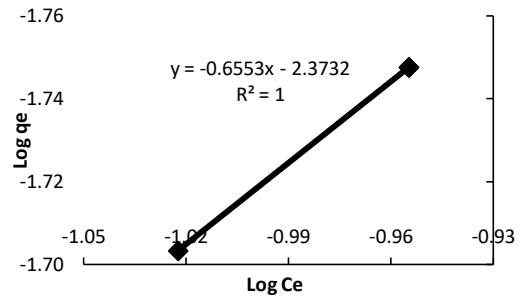
Gambar 3. Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Adsorpsi terhadap Konsentrasi Fosfat

Dapat dilihat pada Gambar 3, bahwa daya serap fosfat terjadi peningkatan yang sangat signifikan tiap penambahan waktunya. Menurut Sathasivam dan Haris (2010), tahap pertama adsorpsi merupakan tahap yang secara kuantitatif dominan dan terjadi di awal proses adsorpsi. Pada tahap ini laju proses adsorpsi cepat karena berkaitan dengan faktanya bahwa pada awalnya banyak sisi adsorben yang kosong sehingga kecenderungan larutan untuk terserap ke adsorben semakin tinggi dengan bertambah waktu kontak. Pada proses adsorpsi terjadi pula proses desorpsi yaitu terlepasnya partikel adsorbat dari permukaan adsorben. Adanya fenomena desorpsi disebabkan karena proses adsorpsi terjadi secara fisika (Holmberg, 2006), dimana proses adsorpsi terjadi secara reversibel sehingga akan menyebabkan ion-ion fosfat terlepas kembali ke dalam larutan air limbah dari permukaan adsorben.

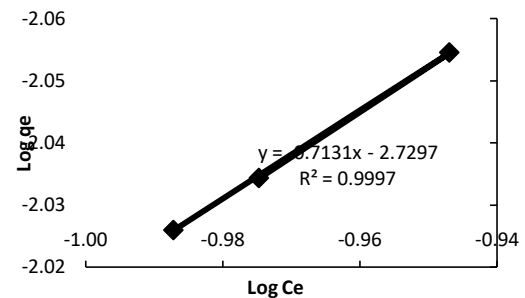
Pada penelitian ini, didapatkan peningkatan kapasitas adsorpsi terhadap daya serap adsorbat dari variasi massa *bottom ash* dan waktu yang digunakan selama proses penyerapan mengalami kenaikan dan penurunan walaupun perbedaan konsentrasi fosfat yang dihasilkan tidak terlalu signifikan, namun didapat nilai yang paling optimum pada penyerapan ini adalah pada berat 15 gram dengan waktu penyerapan selama 40 menit. Didapat daya adsorpsi yang mampu diserap sebanyak 0,156 mg/L, dengan efisiensi penyerapannya sebesar 60 %. Menurut Teka dan Enyew (2014), dan Dhilon dkk. (2016) dosis adsorben yang diberikan terlalu besar dapat menyebabkan penurunan kadar zat yang mampu diadsorpsi. Makin lama perendaman ternyata laju desorpsi makin membesar atau laju adsorpsi menurun. Pada titik inilah adsorben akan mengalami titik jenuh dalam penyerapannya. Sedangkan untuk variasi adsorben lainnya belum mengalami titik jenuh dan masih mampu menyerap ion fosfat melebihi waktu uji.

3.4 Isoterm Adsorpsi

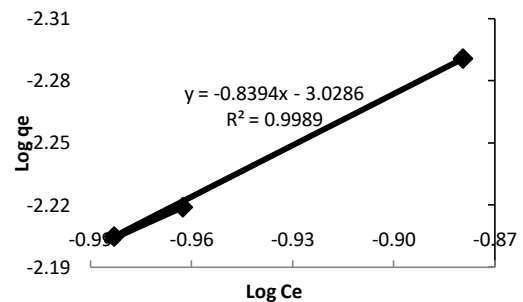
Penentuan isoterm adsorpsi bertujuan untuk menentukan hubungan antara konsentrasi dan tingkat penyerapannya ke permukaan adsorben. Penelitian ini menggunakan model isoterm Freundlich dan Langmuir untuk menentukan model isoterm adsorpsi fosfat. Berikut didapat model dan plot grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



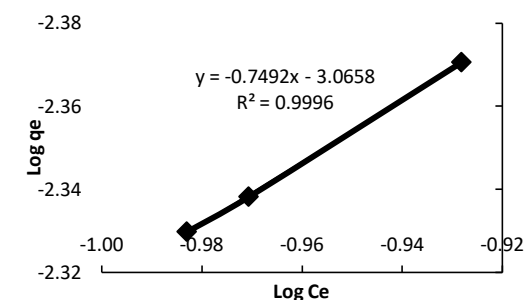
(a) 5 gram



(b) 10 gram

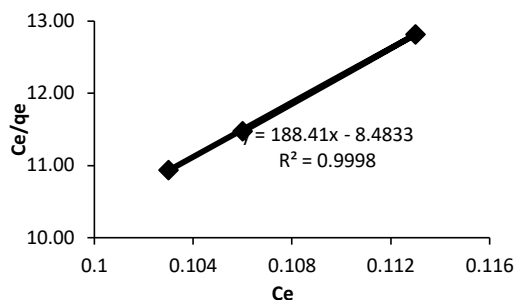


(c) 15 gram

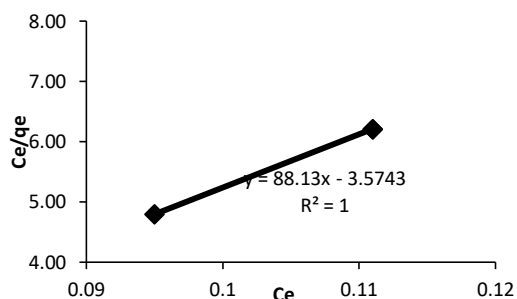


(d) 20 gram

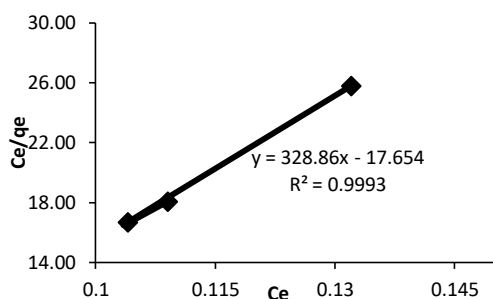
Gambar 4. Isoterm Freundlich (a) 5 gram (b) 10 gram (c) 15 gram dan (d) 20 gram



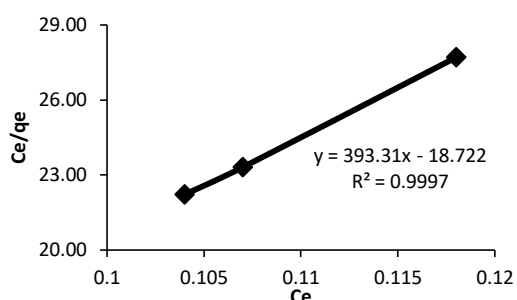
(a) 5 gram



(b) 10 gram



(c) 15 gram



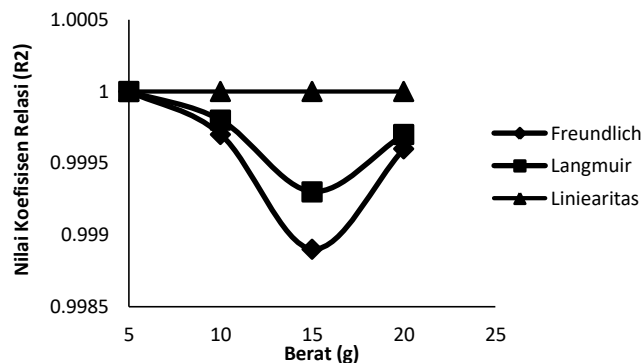
(d) 20 gram

Gambar 5. Isotherm Langmuir (a) 5 gram (b) 10 gram (c) 15 gram dan (d) 20 gram

Model isotherm yang sesuai dengan data hasil penelitian diuji dengan analisis regresi linear (R^2). Jika nilai R^2 semakin mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa terdapat pengaruh yang semakin besar dan keterkaitan antar variabel semakin kuat. Nilai regresi linier (R^2) dapat digunakan sebagai parameter penentuan jenis isotherm adsorpsi fosfat. Nilai R^2 pada grafik isotherm yang paling mendekati 1, menunjukkan

bahwa pola adsorpsi mengikuti pola isotherm tersebut (Apriyanti, dkk., 2018).

Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 maka dibuatlah sebuah rangkuman yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Koefisien Relasi (R^2)

Pada Gambar 6. dapat dilihat perbandingan nilai koefisien relasi (R^2) dari kedua model isotherm adsorpsi. Nilai R^2 dari model Langmuir lebih mendekati linearitas dibandingkan model Freundlich. Hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi fosfat dengan *bottom ash* teraktivasi NaOH bersifat adsorpsi kimia dan terbentuk lapisan *monolayer*. Adsorpsi kimia melibatkan gaya yang jauh lebih besar daripada adsorpsi fisika. Karena adanya ikatan kimia maka pada permukaan adsorben akan terbentuk suatu lapisan, di mana terbentuknya lapisan tersebut akan menghambat proses penyerapan selanjutnya sehingga efektifitas penyerapannya berkurang (Herawaty, 1993).

Oleh karena itu penentuan daya adsorpsi maksimum *bottom ash* pada proses penyerapan fosfat dihitung dengan menggunakan persamaan adsorpsi Langmuir karena membentuk lapisan tunggal zat yang teradsorpsi dari ion fosfat pada setiap permukaan *bottom ash* dalam satuan mg ion fosfat yang teradsorpsi/gram *bottom ash*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya adsorpsi maksimum (q_m) yang paling optimum untuk penyerapan pada ion fosfat sebesar 0,0113 mg /gram.

Berdasarkan Alfaresa (2020), kesesuaian pola isotherm Langmuir dapat ditentukan melalui konstanta tidak berdimensi (R_L) yang dapat dilihat pada persamaan berikut ini.

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L C_e}$$

Nilai R_L menunjukkan kesesuaian pola isotherm Langmuir terhadap proses adsorpsi, dimana nilai R_L dapat ditafsirkan sebagai $R_L > 1$ tidak sesuai atau kurang baik, $R_L = 1$ adsorpsi linear, dan $0 < R_L < 1$ merupakan adsorpsi yang sesuai atau baik (Hidayati, dkk. 2016). Pada penelitian ini diperoleh nilai R_L dari berat adsorben 5, 10, 15, dan 20 g dengan nilai yang

didapat 0,3404, hal ini menunjukkan proses adsorpsi pada adsorben *bottom ash* sesuai dan dapat digunakan

sebagai media penyerap.

3.5 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Berikut ini adalah penelitian pengolahan air buangan limbah *laundry* menggunakan adsorben *bottom ash* yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, sehingga dapat dibuat Tabel 3 sebagai perbandingan hasil penelitian berikut ini:

Tabel 3. Hasil Perbandingan dari Penelitian

Bahan Baku	Adsorben	Berat Adsorben (g)	Larutan Aktivasi	Lama Waktu Penyerapan (menit)	Efisiensi Penurunan Fosfat (%)	Referensi
Limbah Laundry	<i>Bottom Ash</i>	3	KOH 3 M	40	74,80	Ramadhan, 2019
	Karbon Aktif	5	NaOH 25%	40	74,68	Soeharto dkk., 2020
	Zeolit	1	HCl 5%	30	71,93	Wirosoedarmo dkk., 2019
	<i>Bottom Ash</i>	15	NaOH 1 M	40	60,00	Penelitian Sekarang

Pada Tabel 3 dapat diketahui perbandingan beberapa parameter dari penelitian lain. Data tersebut merupakan nilai optimum yang didapatkan pada setiap penelitian, dimana efisiensi penurunan untuk kadar fosfat yang didapat berbeda-beda. Penyebab penting yang harus diperhatikan dalam penelitian ini dapat disebabkan dari jenis adsorben, berat adsorben, jenis larutan aktivasi serta ukuran partikel yang digunakan selama proses penelitian. Dari beberapa penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa pada setiap jenis adsorben yang digunakan mampu menyerap kadar fosfat yang terkandung dalam limbah *laundry*, terkhusus untuk *bottom ash* yang mampu menyerap kadar fosfat dengan baik dan optimal.

Dapat kita ketahui dari tabel diatas, dengan menggunakan jenis adsorben yang sama (*Bottom Ash*), terdapat penurunan efisiensi nilai kadar fosfat yang didapat penelitian sekarang dengan nilai 63,50 % sedangkan penelitian sebelumnya diperoleh nilainya sebesar 74,80 %, untuk selisih penurunannya didapat sebesar 11,3 %. Selisih nilai yang didapatkan ini dapat disebabkan karena konsentrasi larutan aktivasi yang digunakan pada penelitian sekarang terlalu rendah daripada penelitian Ramadhan (2019), sehingga pori-pori adsorben yang terbentuk tidak terbuka lebar sehingga hanya sedikit yang bisa terserap. Untuk berat adsorben yang digunakan pada penelitian sekarang sebesar 15 gram, sedangkan berat adsorben yang digunakan Ramadhan (2019) sebesar 3 gram dengan memiliki waktu optimum yang sama. Hal ini dapat mempengaruhi kemampuan adsorben dalam penyerapannya. Pada massa adsorben yang besar, proses adsorpsinya akan berlangsung dengan cepat pada awal penyerapan, sehingga dengan cepat sampai pada titik kejenuhan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Larutan NaOH 1 M dapat meningkatkan kualitas adsorben *bottom ash*, dengan adanya perubahan struktur permukaan sebelum dan sesudah di aktivasi.
2. Kadar BOD dan COD didapat sebesar 129,2 mg/L dan 354,8 mg/L nilainya masih diluar baku mutu, sedangkan kadar pH yang didapat sebesar 7 dan kadar fosfat sebesar 0,104 mg/L dengan efisiensi penyerapan 60,0 %.
3. Berat optimum yang didapat sebesar 15 gram dan waktu kontak yang paling optimum selama 40 menit, sedangkan untuk kapasitas adsorpsi maksimum yang didapat sebesar 0,0113 mg/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiastuti, F. E., Ratih, Y. W., dan Afany, M. R. 2018. *Kajian Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Metode Adsorpsi Karbon Aktif Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Azolla*. Jurnal Tanah dan Air. 15(1): 38-46, Yogyakarta.
- Alfaresa, T. 2020. *Analisis Uji Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Adsorben Graphite Oxide dari Limbah Organik Tongkol Jagung*. Laporan Tugas Akhir. Jakarta Selatan: Universitas Pertamina.
- Apriyanti, H., Candra, I. N., dan Elvinawati. 2018. *Karakterisasi Isoterm Adsorpsi dari Ion Logam Besi (Fe) pada Tanah di Kota Bengkulu*. Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia. 2(1): 14-19, Bengkulu.

- Atima, W. 2015. *BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah*. *Jurnal Biologi Science dan Education*, 4(1): 83-93, Ambon.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. SNI 06.6989.31:2005. *Air dan Air Limbah – Bagian 31: Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer secara Asam Askorbat*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. SNI 6989.72:2009. *Air dan Air Limbah – Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 6989.73:2019. *Air dan Air Limbah – Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Barus, T. A. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau*. Fakultas MIPA. USU, Medan.
- Dhilon, A., Sharma, T., Soni, S., dan Kumar, D. 2016. *Fluoride adsorption on a cubical ceria nanoadsorbent: Function of surface properties*. *RSC Advances Journal* Vol. 6, No. 92.
- Herawaty, E. 1993. *Sifat-sifat Permukaan dan Proses Katalisis*. Skripsi, Depok: Universitas Indoensia.
- Hidayati, D. S. N., Juliananda, dan Ismuyanto, B. 2016. *Adsorpsi Kesadahan (Ca) Menggunakan Adsorben Berbasis Sekam Padi*. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 5(3): 1-6. Malang
- Holmberg, Jenny Perez. (2006). *Competitive Adsorption and Displacement Behaviour of Heavy Metals on Peat*. *Master's Thesis, Division of Water Environment Technology, Chalmers University of Technology*. Göteborg: Sweden.
- Kurniasari, L., Djaeni, M., dan Purbasari, A. 2011. *Aktivasi Zeolit Alam sebagai Adsorben pada Alat Pengeringan Bersuhu Rendah*. *Jurnal Reaktor*. 13(3): 178-184, Semarang.
- Kusuma, D. A., Fitria, L., dan Kadaria, U. 2019. *Pengolahan Limbah Laundry dengan Metode Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)*. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 2(1): 1-10, Tanjungpura.
- Lestiani, D. D., Muhayatun dan Adventini, N. 2010. *Karakteristik Unsur pada Abu Dasar dan Abu Terbang Batubara Menggunakan Analisis Aktivasi Neutron Instrumental*. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*. 11(1): 27-34, Bandung.
- Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik, dan Pertambangan Batubara.
- Putri, M. F. 2016. *Adsorpsi Diklorometana pada Adsorben Granular Activated Carbon (GAC) Menggunakan Sistem Batch*. Skripsi. Surabaya: Universitas Airlangga Surabaya.
- Rahmat, B., dan Mallongi, A. 2018. *Studi Karakteristik dan Kualitas BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto Dg. Pasewang Kabupaten Jeneponto*. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK)* Vol. 1.
- Ramadhan, Alfikri. 2019. *Pemanfaatan Bottom Ash Batubara Teraktivasi KOH untuk Menurunkan Kandungan Fosfat PO_4^{3-} pada Limbah Deterjen*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Santoso, D. R. 2016. *Pemanfaatan Arang Aktif Limbah Kulit Ubikayu (Manihot esculenta, Crantz) Sebagai Bahan Adsorpsi Logam Besi (Fe) pada Air Sungai Parit Busuk di Kecamatan Medan Perjuangan Sumatera Utara*. Skripsi. Medan: Universitas Medan Area.
- Sathasivam, K., & Haris, M. R. H. M. 2010. *Banana Trunk Fibers As An Efficient Biosorbent For The Removal Of Cd(II), Cu(II), Fe(II) And Zn(II) From Aqueous Solutions*. *Journal of the Chilean Chemical Society*. 55(2): 278-282 Penang: Malaysia.
- Sembiring, M. T., dan Tuti, S. S. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Slamet dan Imas, K. K. 2017. *Pemanfaatan Limbah Fly Ash untuk Penanganan Limbah Cair Amonia*. *Jurnal Kimia dan Kemasan*. 39(2), 69-78.
- Soeharto, B., Anugroho, F., dan Putri, F. K. 2020. *Penurunan Kadar Fosfat Air Limbah Laundry Menggunakan Kolom Adsorpsi Media Granular Avtivated Carbon (GAC)*.

Jurnal Sumber Alam dan Lingkungan.
1(1): 36-46, Malang.

- Sumantri A, Cordova MR. 2011. *Dampak Limbah Domestik Perumahan Skala Kecil Terhadap Kualitas Air Ekosistem Penerimaannya dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat*. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 1(2): 127-134.
- Teka, T. Dan Enyew, S. 2014. *Study On Effect Of Different Parameter On Adsorption Efficiency Of Low Cost Activated Orange Peels For The Removal Of Methylene Blue Dye*. International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 8, No. 1.
- Utami, I. 2017. *Aktivasi Zeolit Sebagai Adsorben Gas CO₂*. Jurnal Teknik Kimia. 11(2): 51-55, Surabaya.
- Wardani, R. K. 2012. *Pemanfaatan Abu Bawah Batubara (Bottom Ash) Teraktivasi Sebagai Adsorben Ion Logam Cd²⁺*. Skripsi. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Wirosoedarmo, R., Kurniati, E., dan Ardika, A. J. 2018. *Adsorpsi Senyawa Fosfat Total PO₄ dalam Air Buangan Laundry dengan Zeolit Termodifikasi*. Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Malang.
- Yunita, E., Rahmaniah, R., dan Fitriyanti, F. 2017. *Analisis Potensi dan Karakteristik Limbah Padat Fly Ash dan Bottom Ash Hasil dari Pembakaran Batubara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) PT. Semen Tonasa*. Jurnal Fisika dan Terapannya. Vol. 4. No. 1.