

Pengaruh konsentrasi aktivator NaOH terhadap kinerja karbon aktif kulit kacang tanah sebagai adsorben fosfat dalam limbah *laundry*

Effect of NaOH activator concentration on the performance of peanut shell activated carbon as phosphate adsorbent in laundry waste

Nindhytia Anandy Berliany¹, Nurunnisa Alfi Hidayat¹, Herawati Budiastuti^{1,*}, Endang Widiastuti¹

¹Program Studi Teknik Kimia Produksi Bersih, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung, Ds.

Ciwaruga, Bandung, Indonesia

*Email: herabudi@polban.ac.id

Abstrak

Salah satu pencemar pada air limbah *laundry* yaitu fosfat dari detergen, senyawa tersebut dapat mencemari lingkungan dan menyebabkan eutrofikasi. Kinerja karbon aktif kulit kacang tanah diteliti untuk digunakan sebagai adsorben untuk menyerap senyawa fosfat air limbah artifisial dan air limbah *laundry*. Kandungan selulosa yang tinggi dalam kulit kacang tanah berpotensi untuk diolah menjadi adsorben. Aktivator yang digunakan adalah NaOH 0,3; 0,5; dan 0,7 M. Dosis adsorben divariasikan 4, 8, 12, dan 16 g/L. Waktu karbonisasi 1 jam dengan suhu 450 °C. Ukuran karbon aktif ±100 mesh dan waktu aktivasi 24 jam. Karakterisasi dilakukan melalui analisis kadar air, abu, zat menguap, karbon aktif murni, daya serap iod, dan uji SEM-EDX. Diperoleh karbon dengan karakteristik terbaik, yaitu karbon teraktivasi NaOH 0,3 M. Karakteristik yang diperoleh yaitu kadar air 0,8 %, abu 18,2 %, zat menguap 42,1 %, karbon aktif murni 38,8 %, dan daya serap iod 361,33 mg/g. Adsorpsi fosfat karbon teraktivasi 0,3 M dalam air limbah artifisial *sodium tripolyphosphate* (STPP) menghasilkan efisiensi penyisihan 60 % dengan dosis terbaik 16 g/L. Adsorpsi fosfat karbon teraktivasi 0,3 M dalam limbah *laundry* diperoleh efisiensi penyisihan 37 % dengan dosis terbaik 16 g/L.

Kata Kunci: adsorben, fosfat, karbon aktif, kulit kacang tanah, limbah *laundry*

Abstract

One of the pollutants in laundry waste is phosphate from detergents, these compounds can pollute the environment and cause eutrophication. The performance of peanut shell activated carbon was studied for use as an adsorbent to adsorb artificial wastewater phosphate compounds and laundry wastewater. The high cellulose content in peanut shells has the potential to be processed into adsorbents. The activator used was NaOH 0.3; 0.5; and 0.7 M. Adsorbent doses were varied by 4, 8, 12, and 16 g/L. Carbonization time was 1 hour with a temperature of 450 °C. Activated carbon size was ±100 mesh and activation time was 24 hours. Characterization was carried out through the analysis of moisture content, ash, evaporating substances, pure activated carbon, iod absorption, and SEM-EDX tests. Carbon with the best characteristics was obtained, namely 0.3 M NaOH activated carbon. Characteristics obtained were water content of 0.8 %, ash content of 18.2 %, volatile matters 42.1 %, pure activated carbon 38.8 %, and iod absorption capacity of 361.33 mg/g. Adsorption of phosphate in artificial waste, *sodium tripolyphosphate* (STPP) by 0.3 M NaOH activated carbon resulted in a 60 % removal efficiency with the best dose of 16 g/L. Adsorption of phosphate in laundry waste by 0.3 M NaOH activated carbon resulted in a 37 % removal efficiency with the best dose of 16 g/L.

Keywords: activated carbon, adsorbent, laundry waste, peanut shell, phosphate

1. PENDAHULUAN

Hampir semua usaha *laundry* langsung membuang limbahnya ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Limbah *laundry* mengandung senyawa fosfat yang berasal dari detergen. Senyawa tersebut dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi, yaitu pencemaran air yang disebabkan adanya nutrisi berlebih pada ekosistem perairan sehingga tanaman air menjadi subur dan menutup permukaan air. Menurut Wandhana (2013) kadar fosfat dalam air limbah *laundry* yaitu 7,40 mg/L sedangkan kadar fosfat yang diizinkan dibuang ke badan air yaitu 1 mg/L (PP No 82 tahun 2001).

Berdasarkan hal tersebut untuk mengatasi eutrofikasi yang dapat menyebabkan pencemaran air, yaitu dengan menurunkan kadar fosfat dalam limbah yang dapat dilakukan dengan metode kimia dan fisika. Metode kimia berdasarkan prinsip pengendapan (Carbinatti, 2021) dan metode fisika berdasarkan prinsip adsorpsi (Zhang dkk, 2022). Metode kimia menghasilkan limbah berupa endapan sehingga yang lebih memungkinkan untuk dikembangkan adalah adsorpsi.

Adsorben yang digunakan berupa karbon aktif dari kulit kacang tanah. Kacang tanah termasuk tanaman yang sangat mudah ditemukan di Indonesia. Berdasarkan data dari Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2020), produksi kacang tanah di Indonesia mencapai 484,786 ton pada tahun 2020. Bagian dari kacang tanah yang biasa dimanfaatkan, yaitu bijinya, sedangkan kulit kacang tanah belum dimanfaatkan dengan maksimal. Komposisi kulit kacang tanah yaitu 47,19 % selulosa, 34,30 % lignin, dan 7,19 % hemiselulosa (Oktasari, 2018). Kandungan selulosa yang tinggi dalam kulit kacang tanah berpotensi untuk diolah menjadi adsorben berupa karbon aktif sehingga sekaligus akan menaikkan nilai tambah limbah kulit kacang tanah.

Pada penelitian ini, karbon kulit kacang tanah diteliti untuk digunakan sebagai adsorben senyawa fosfat pada limbah *laundry*. Adsorben biasanya berasal dari material yang mempunyai pori-pori sehingga proses adsorpsi terjadi di pori-pori pada partikel tersebut. Penelitian pemanfaatan adsorben dari kulit kacang tanah telah dilakukan oleh Irdhawati dkk. (2016) menggunakan jenis aktivator basa dengan hasil kapasitas adsorpsi fosfat terbaik, yaitu teraktivasi NaOH 0,5 M sebesar 10,4 mg/g (waktu kontak 45 menit) dan sampel yang diuji berasal dari senyawa fosfat artifisial Na_3PO_4 . Penelitian ini memperbesar rentang variasi konsentrasi aktivator NaOH, memvariasikan dosis adsorben, serta menggunakan senyawa fosfat artifisial berupa *sodium tripolyphosphate* atau disingkat STPP ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) dan limbah *laundry*.

Pemanfaatan adsorben dari kulit kacang tanah untuk penurunan senyawa fosfat usaha *laundry* merupakan salah satu alternatif produksi bersih (Sailah dkk., 2020). Oleh karena itu, perlu dilakukan uji kinerja adsorpsi karbon aktif kulit kacang tanah yang diaplikasikan pada senyawa fosfat limbah *laundry*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Proses pembuatan karbon aktif kulit kacang tanah dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu persiapan kulit kacang tanah, karbonisasi, aktivasi karbon. Selain itu, dilakukan juga pengujian karakteristik dan kinerja adsorben kulit kacang tanah.

Bahan utama yang digunakan, yakni kulit kacang tanah, NaOH, dan aquadest yang merupakan bahan-bahan pembuatan adsorben. Bahan utama berikutnya yakni limbah artifisial STPP dan limbah *laundry*. Pengujian kadar fosfat menggunakan metode spektrofotometri sinar tampak menggunakan senyawa ammonium molibdat, SnCl_2 , H_2SO_4 , dan KH_2PO_4 . Karakteristik dari karbon aktif diuji dengan metode adsorpsi iodine menggunakan bahan gliserol, iodine, kalium iodida, natrium thiosulfat, dan indikator kanji.

Peralatan utama yang digunakan yaitu oven, *furnace*, cawan porselen, mortar pengerus, ayakan, corong Buncher, *hot plate*, motor pengaduk, *magnetic stirrer*, desikator, alat-alat gelas laboratorium, neraca analitik, dan spektrofotometer UV-Vis.

2.1. Persiapan Kulit Kacang Tanah

Kulit kacang tanah dicuci lalu dijemur selama 2-3 hari di bawah matahari langsung. Kulit kacang tanah kemudian dioven pada suhu 105 °C hingga diperoleh berat konstan.

2.2. Karbonisasi Kulit Kacang Tanah

Kulit kacang tanah yang telah kering, dikarbonisasi di dalam *furnace* pada suhu 450 °C selama 1 jam. Proses ini akan menghasilkan karbon kulit kacang tanah. Karbon kulit kacang tanah didinginkan kemudian ditimbang, digerus, dan diayak untuk penyeragaman ukuran ± 100 mesh.

2.3. Aktivasi Karbon

Sebanyak 25gram karbon kulit kacang tanah dikontakkan dengan NaOH 0,3 M; 0,5 M; 0,7 M di dalam gelas kimia dengan pengadukan 100 rpm selama 24jam. Setelah itu dilakukan penyaringan dibantu pompa vakum, lalu dibilas dengan aquadest hingga pH netral. Setelah netral, karbon aktif dioven hingga diperoleh berat konstan.

2.4. Pengujian Karakteristik Adsorben

Proses pengujian karakteristik karbon aktif kulit kacang tanah yang dilakukan yaitu mengacu SNI 06-3730-1995, diantaranya kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, kadar karbon murni, dan daya serap iod. Selain itu, dilakukan pengujian SEM-EDX pada karbon aktif dengan karakteristik terbaik.

2.5. Pengujian Kinerja Adsorben

Proses pengujian adsorpsi fosfat dilakukan dengan mengontakkan karbon aktif kulit kacang tanah (variasi dosis 4, 8, 12, 16 g/L) dengan senyawa artifisial fosfat (STPP). Kemudian dengan variasi dosis yang sama dikontakkan pada air limbah *laundry*. Proses adsorpsi dilakukan selama 45 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Setelah itu dilakukan penyaringan, dimana filtratnya dilakukan analisis kadar fosfat. Penentuan kadar fosfat dilakukan dengan metode *Stanouse Chloride* dan menggunakan Spektrofotometer UV-VIS (Simanjuntak, 2012).

2.6. Analisis Daya Serap Iod

Karbon aktif dikeringkan terlebih dahulu pada suhu $115^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ selama 1 jam lalu dinginkan pada desikator. Timbang karbon aktif sebanyak 0,5 gram. Tambahkan 50 ml larutan iod 0,1 N. Kocok dengan alat pengocok selama 15 menit pada suhu ruang. Pindahkan campuran tersebut ke dalam tabung sentrifugal dan pusingkan sampai contoh turun dan cairannya bening. Pipet 10 ml cairan bening itu dan titrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N hingga larutan berwarna kuning muda. Kemudian ditambahkan indikator kanji 1% dan titrasi dilanjutkan sampai larutan tidak berwarna.

2.7 Analisis Kadar Fosfat

Sebelum menganalisis kadar fosfat dalam limbah *laundry* dan limbah artifisial dibuat terlebih dahulu larutan standar fosfat (KH_2PO_4) dalam labu takar 100 mL berturut-turut dengan konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,7; 0,9; 1 ppm sehingga diperoleh kurva kalibrasi fosfat. Ambil 50 mL sampel (asli atau diencerkan), tambahkan 2 mL larutan ammonium molibdat dan tambahkan 0,25 mL larutan SnCl_2 , dikocok dan dibiarkan 10 menit. Ukur absorbansinya pada panjang gelombang 705 nm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Yield Hasil Karbonisasi

Berat sampel setelah karbonisasi sebesar 208,47 gram, sedangkan berat sebelum karbonisasi 548,34 gram. Oleh karena itu, diperoleh yield 38,02 %. Yield hasil karbonisasi kulit kacang tanah yang rendah disebabkan karena komposisi selulosanya juga cukup rendah yaitu sebesar 47,19 % (Oktasari, 2018).

3.2. Karakteristik Karbon Aktif

Untuk mengetahui karakteristik karbon aktif kulit kacang tanah maka dilakukan beberapa analisis terlebih dahulu. Hasil analisis karbon aktif dari kulit kacang tanah disajikan pada Tabel 1.

Pada dasarnya karbon aktif dibuat dengan melewati proses karbonisasi dan aktivasi. Hasil dari karbonisasi merupakan karbon yang penyerapannya kurang aktif sehingga aktivasi diperlukan untuk menjadikan karbon aktif menjadi berpori dan luas permukaan spesifiknya lebih besar. Setelah dilakukan proses aktivasi, terlihat perubahan yaitu kadar zat menguap dan kadar abu semakin rendah serta kadar karbon murni dan daya serap iod yang semakin tinggi. Hal ini menunjukkan proses aktivasi telah berhasil meningkatkan kualitas karbon aktif.

Kadar Air

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air pada pori-pori karbon aktif setelah proses karbonisasi dan aktivasi. Semakin rendah kadar air maka semakin banyak daerah pada pori yang dapat ditempati sehingga adsorbat dapat teradsorpsi dengan baik.

Nilai kadar air karbon kulit kacang tanah tanpa aktivasi maupun dengan aktivasi oleh NaOH memiliki kadar air yang sesuai dengan persyaratan karbon aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 15 % (Tabel 1). Semakin tinggi konsentrasi aktivator menyebabkan kadar air mengalami kenaikan. Semakin tinggi konsentrasi aktivator NaOH maka akan semakin basa. Hal tersebut menyebabkan proses penetralan yaitu pembilasan karbon aktif dengan aquadest akan semakin lama, sehingga memungkinkan air terjebak pada pori karbon aktif. Dari hasil diperoleh karbon teraktivasi NaOH tetap memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan dengan karbon tanpa aktivasi karena salah satu fungsi aktivator yaitu sebagai agen pendehidrasi.

Kadar Abu

Penentuan kadar abu dimaksudkan untuk mengetahui kandungan mineral yang tersisa pada karbon aktif. Komponen dasarnya tidak hanya senyawa karbon tetapi juga terdapat berbagai mineral (Setiawan dkk., 2017).

Kadar abu terendah, yaitu pada karbon teraktivasi NaOH 0,3M sebesar 18,2%. Hasil ini masih melebihi yang disyaratkan SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 10%. Tingginya nilai kadar abu dapat terjadi karena kulit kacang tanah selain mengandung selulosa yang cukup tinggi, yaitu 47,19 % (Oktasari, 2018) juga mengandung mineral sebesar 4,5% (Kumar dkk, 2013). Mineral tersebut dengan perlakuan NaOH akan membentuk senyawa hidroksida, sehingga semakin tinggi konsentrasi NaOH menyebabkan kadar abu dari kulit kacang tanah yang teraktivasi menjadi

semakin meningkat. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH, semakin banyak pula abu yang terbentuk sehingga kadar karbon aktifnya semakin rendah

Peningkatan konsentrasi aktivator dapat menyebabkan kenaikan pada kadar abu (lihat Tabel

1). Aktivator dapat terperangkap dan menghalangi pori karbon aktif sehingga masih ada mineral yang tidak dapat diuapkan selama proses pengabuan.

Tabel 1. Hasil uji karakteristik karbon aktif kulit kacang tanah

Konsentrasi NaOH (M)	Kadar air	Kadar abu	Zat menguap	Karbon aktif murni	Daya serap iod (mg/g)
Tanpa aktivasi	2,5 %	39,2 %	45,8 %	12,5 %	92,02
0,3	0,8 %	18,2 %	42,1 %	38,8 %	361,33
0,5	2,1 %	25,6 %	45,5 %	26,7 %	304,81
0,7	2,3 %	26,9 %	45,5 %	25,3 %	284,86
SNI 06-3730-1995	Maks. 15 %	Maks. 10 %	Maks. 25 %	Min. 65 %	Min. 750 mg/g

Zat Menguap

Penetapan kadar zat menguap bertujuan untuk mengetahui zat-zat yang belum menguap saat karbonisasi dan aktivasi. Kadar zat menguap terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti CO, H₂, dan uap yang dapat mengembun (Meilianti, 2017). Tingginya kadar zat menguap akan mengurangi daya serap karbon aktif.

Semakin tinggi konsentrasi aktivator yang digunakan menyebabkan pengikisan pada karbon, sehingga proses aktivasi kurang maksimal. Hasil ini sesuai dengan Rosalina dkk. (2016) bahwa tingginya kadar zat menguap dikarenakan tingginya konsentrasi zat aktivator sehingga nitrogen dan sulfur yang terbakar pada temperatur 950 °C hanya sedikit.

Kadar Karbon Murni

Kadar karbon murni akan semakin tinggi apabila kadar zat menguap dan kadar abu rendah. Kadar karbon murni terbaik, yaitu karbon teraktivasi NaOH 0,3 M. Dalam hal ini karbon teraktivasi NaOH 0,3 M memiliki kadar zat menguap dan kadar abu yang paling rendah, maka dari itu kadar karbon murninya tinggi.

Hasil karbon murni tanpa aktivasi pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan penelitian Anggraini, dkk. (2019) dengan menggunakan bahan baku berbeda, yaitu tempurung kelapa sawit dengan hasil karbon murni 68,4 %. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh kandungan selulosa bahan baku karbon aktif yang digunakan. Selulosa pada tempurung kelapa sawit sebesar 62 % (Apriadi, 2021) sedangkan kandungan selulosa pada kulit kacang tanah 47,19 % (Oktasari, 2018). Semakin tinggi selulosa, maka semakin tinggi pula nilai karbon murninya.

Daya Serap Iod

Pengujian daya serap iod dimaksudkan untuk mengukur kemampuan karbon aktif dalam mengadsorpsi adsorbat dengan ukuran molekul kecil pada kisaran 10 Å atau 1 nm. Daya serap iod

ditunjukkan dengan bilangan iodin, bilangan iodin menunjukkan banyaknya iodin (mg) yang dapat diserap oleh satu gram karbon aktif. Semakin tinggi bilangan iodin maka kemampuan karbon aktif mengadsorpsi adsorbat semakin besar.

Seperti ditunjukkan di Tabel 1, terjadi peningkatan daya serap iod karbon teraktivasi NaOH dibandingkan dengan karbon tanpa aktivasi. Hal ini menunjukkan bahwa setelah dilakukan proses aktivasi, luas permukaan karbon meningkat sehingga daya serapnya menjadi lebih baik.

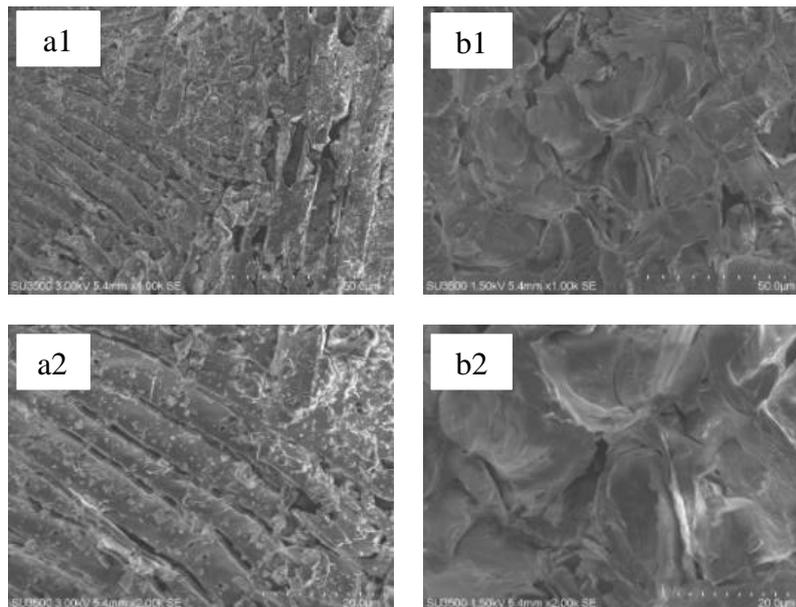
Daya serap iod mengalami penurunan seiring bertambahnya konsentrasi aktivator. Semakin tinggi konsentrasi aktivator yang digunakan dapat merusak struktur pori karbon aktif karena memberikan reaksi yang berlebihan. Anggraeni dan Yuliana (2015) menyatakan bahwa penurunan bilangan iodin disebabkan karena aktivator yang terjebak dalam pori dan merusak pori karbon sehingga volume pori menjadi semakin kecil.

Hasil analisis daya serap iod pada penelitian ini masih belum memenuhi SNI 06-3730-1995, yaitu minimal 750 mg/g. Daya serap iod yang belum sesuai SNI bukan berarti bahwa karbon aktif tidak dapat dimanfaatkan sebagai adsorben, namun ada kecenderungan semakin besar daya serap iod maka kualitas adsorben semakin baik (Rajagukguk, 2018).

Dari hasil pengujian karakteristik karbon aktif menurut SNI 06-3730-1995, diperoleh hasil terbaik yaitu karbon aktif kulit kacang tanah teraktivasi NaOH 0,3 M. Untuk itu maka selanjutnya dilakukan pengujian SEM-EDX dan adsorpsi fosfat pada limbah artifisial dan limbah laundry.

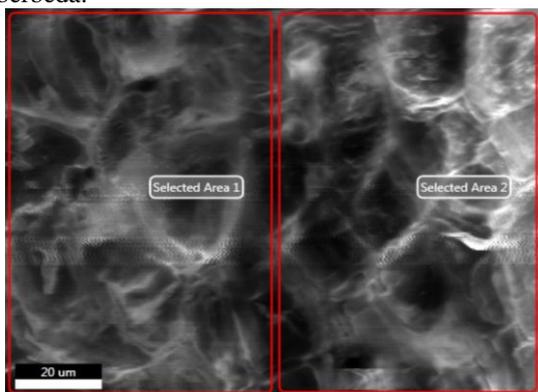
Uji SEM-EDX

Morfologi dari karbon aktif kulit kacang tanah diamati dengan melakukan uji SEM-EDX pada karbon aktif terbaik yaitu karbon aktif teraktivasi NaOH 0,3 M. Gambar 1 di bawah ini menunjukkan hasil pengujian SEM dengan perbesaran 1.000 kali dan 2.000 kali.



Gambar 1. Morfologi karbon, a) tanpa aktivasi dan b) teraktivasi NaOH 0,3M. a1) perbesaran 1.000x, a2) perbesaran 2.000x, b1) teraktivasi perbesaran 1.000x, b2) teraktivasi perbesaran 2.000x

Gambar 1 memperlihatkan adanya perbedaan struktur pori antara karbon tanpa aktivasi dengan karbon teraktivasi NaOH 0,3 M. Pada gambar a) terlihat bahwa karbon mempunyai bentuk batangan sedangkan pada gambar b) terjadi perubahan bentuk menjadi lempengan atau adanya perluasan permukaan. Hal ini menunjukkan bahwa aktivator dapat membuka pori serta dapat memperluas permukaan pori. Selain morfologi karbon, didapatkan data *Electron Dispersive X-ray* (EDX) karbon aktif teraktivasi NaOH 0,3 M. Gambar 2 menunjukkan dua area yang digunakan untuk pengujian EDX. Tabel 2. Menunjukkan hasil data EDX karbon aktif yang diperoleh dari dua area berbeda.



Gambar 2. Area yang digunakan untuk pengujian EDX

Tabel 2. Unsur yang terdapat pada karbon aktif teraktivasi NaOH 0,3 M

Unsur	% Berat unsur area 1	% Berat unsur area 2
C	71,63	71,83
O	25,52	25,54
Na	2,85	2,63

C	71,63	71,83
O	25,52	25,54
Na	2,85	2,63

Dari Tabel 2 terlihat bahwa terdapat unsur Na lebih dari 2,6% di kedua area yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan unsur Na walaupun dalam kadar kecil dapat mengganggu pada proses adsorpsi fosfat. Kehadiran pengotor berpengaruh terhadap kualitas adsorpsi. Menurut Yunita dkk. (2019) seiring penambahan konsentrasi ion Na maka proses adsorpsi akan terganggu.

3.3. Hasil Adsorpsi Fosfat Mekanisme Adsorpsi

Adsorpsi dapat terjadi karena molekul-molekul pada permukaan zat padat yang digunakan sebagai adsorben memiliki gaya tarik dalam keadaan tidak setimbang sehingga dapat menarik zat-zat lain yang berkontak dengan permukaannya (Astuti dan Susilowati, 2014). Dalam hal ini karbon aktif merupakan adsorben yang dapat menarik fosfat yang terkandung dalam larutan limbah artifisial STPP dan limbah laundry.

Pengaruh Dosis Adsorben terhadap Adsorpsi Larutan Sodium Tripolyphosphate (STPP)

Pada pengujian variasi dosis adsorben 4 g/L; 8 g/L; 12 g/L; dan 16 g/L., kadar fosfat semakin menurun seiring bertambahnya dosis adsorben. Kadar fosfat awal pada limbah artifisial yaitu 6,22 ppm. Gambar 3 menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya dosis adsorben, terjadi penurunan

kadar fosfat secara berturut-turut menjadi 4,63 ppm; 4,54 ppm; 4,14 ppm; dan 3,90 ppm artinya efisiensi penyisihan fosfat semakin tinggi seiring bertambahnya dosis adsorben. Efisiensi Penyisihan fosfat terbaik yaitu 37 % pada dosis 16 g/L adsorben. Gambar 3 menunjukkan kurva pengaruh dosis adsorben terhadap efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi fosfat pada limbah artifisial STPP.

Pengaruh Dosis Adsorben terhadap Adsorpsi Fosfat Limbah Laundry

Sama halnya pada pengujian variasi dosis adsorben ke limbah artifisial STPP, kadar fosfat pada limbah laundry semakin menurun seiring bertambahnya dosis adsorben. Kadar fosfat awal pada limbah laundry yaitu 0,41 ppm pada pengujian dosis adsorben 4 g/L; 8 g/L; 12 g/L; dan 16 g/L. Gambar 4 menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya dosis adsorben.

Penurunan kadar fosfat secara berturut-turut menjadi 0,26 ppm; 0,22 ppm; 0,19 ppm; dan 0,16 ppm artinya efisiensi penyisihan fosfat semakin tinggi seiring bertambahnya dosis adsorben. Efisiensi penyisihan fosfat terbaik yaitu 60 % pada dosis 16 g/L adsorben. Gambar 4 menunjukkan pengaruh dosis adsorben terhadap efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi fosfat pada limbah laundry.

Berkebalikan dengan efisiensi penyisihan, kapasitas adsorpsi akan semakin rendah seiring bertambahnya dosis adsorben karena daerah jenuh pada adsorben lebih sedikit sehingga kapasitas adsorpsi berkurang pula. Kapasitas adsorpsi

menunjukkan banyaknya fosfat (mg) yang teradsorpsi oleh setiap gram adsorben.

Efisiensi peyisihan fosfat pada limbah laundry lebih tinggi dari pada limbah artifisial STPP karena konsentrasi fosfat mula-mula pada limbah laundry jauh lebih rendah dari pada limbah artifisial STPP. Konsentrasi fosfat mula-mula pada limbah laundry hanya 0,41 ppm sedangkan pada limbah artifisial STPP 6,22 ppm. Menurut Ilmi (2018), konsentrasi awal larutan memiliki pengaruh terhadap proses adsorpsi, peningkatan konsentrasi awal dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi dan menurunkan efisiensi penyisihan.

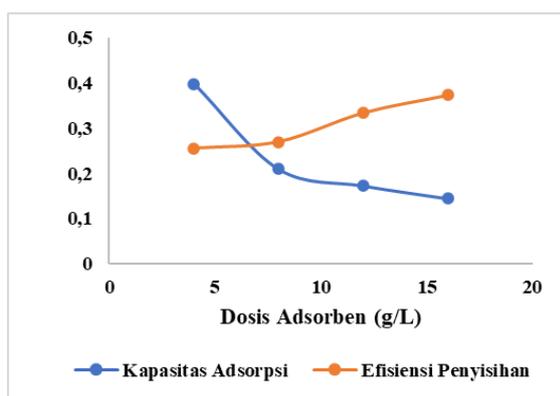
4. KESIMPULAN

Variasi konsentrasi aktivator NaOH memiliki pengaruh terhadap karakteristik dan kinerja karbon aktif kulit kacang tanah. Hasil terbaik yaitu karbon teraktivasi NaOH 0,3 M. Semakin tinggi dosis karbon aktif yang digunakan maka semakin tinggi pula senyawa fosfat yang teradsorpsi, dosis terbaik pada penelitian ini yaitu 16 g/L.

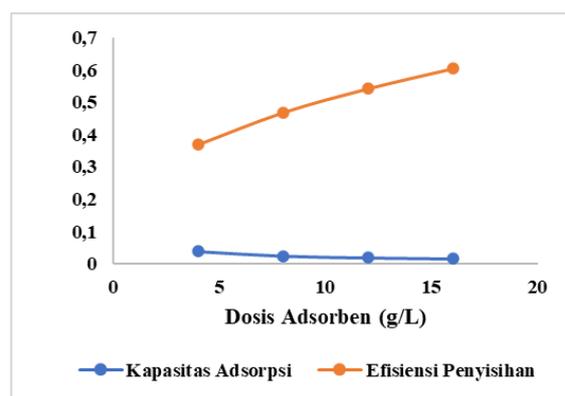
Pada penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian BET (*Brunauer-Emmett-Teller*) guna mengetahui ukuran luas permukaan adsorben dan volume pori yang terdapat pada permukaan adsorben.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Bandung dengan penyediaan dana penelitian dan Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung dengan penyediaan peralatan dan fasilitas laboratorium dalam penelitian ini.



Gambar 3. Grafik pengaruh dosis adsorben terhadap efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi fosfat pada limbah artifisial STPP.



Gambar 4. Grafik pengaruh dosis adsorben terhadap efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi fosfat pada limbah laundry.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, I. S., & Yuliana, L. E. 2015. Pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung siwalan (*Borassus flabellifer L.*) dengan menggunakan aktivator seng klorida ($ZnCl_2$) dan natrium karbonat (Na_2CO_3) (*Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*).
- Angraini, P.D., Setiawan, A. Mayangsari, N.E. 2019. Sintesis dan Karakterisasi TiO_2 -Karbon Aktif Tempurung Kelapa sebagai Photocatalyst Agent dalam Pengolahan Limbah Cair Batik. In *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology* (Vol. 2, No. 1, pp. 99-104).
- Apriadi, R. 2021. Analisis Perbandingan Karbon Aktif Tempurung Kelapa, Pecan Nut Dan Kombinasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Dengan Pecan Nut Sebagai Media Filtrasi Limbah Air Produksi Sumur Migas (*Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau*).
- Astuti, W., & Susilowati, N. 2014. Sintesis adsorben berbasis Lignoselulosa dari kayu randu (*Ceiba pentandra*.) Untuk menyerap Pb (II) dalam Limbah cair artifisial. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2), 50-54. <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i2.3697>
- Badan Standar Nasional [BSN]. 1995. Arang Teknis. SNI 06-3730-1995. Jakarta.
- Carbinatti, C.D.C. 2021. Functionalization of kaolinite for removal of phosphate from urban sewage. *MethodsX* 8, 1-6.
- Ilmi, M., 2018. Studi Adsorpsi Zat Warna Auramin Menggunakan ZSM-5 Yang Disintesis Dari Kaolin Bangka Tanpa Templat Organik (*Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*).
- Irdhawati, I., Andini, A., & Arsa, M. 2016. Daya serap kulit kacang tanah teraktivasi asam basa dalam menyerap ion fosfat secara bath dengan metode bath. *Jurnal Kimia Riset*, 1(1), 52-57 <https://doi.org/10.20473/jkr.v1i1.2443>
- Kumar, B., Shankar, S., Vasanthi, R., & Vishnuvardhan, K. 2013. Comparative physico-chemical, proximate and mineral analysis on raw and roasted seeds of groundnut. *Communications in Plant Sciences*, 25-29.
- Meilianti, M. 2017. Karakteristik Karbon Aktif Dari Cangkang Buah Karet Menggunakan Aktivator H_3PO_4 . *Jurnal Distilasi*, 2(2), 1-9. <https://doi.org/10.32502/jd.v2i2.1146>
- Oktasari, A. 2018. Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*) sebagai Adsorben Ion Pb (II). *Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*. 2(1), pp. 17-27. <https://doi.org/https://doi.org/10.19109/al.kimia.v2i1.2258>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. *Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/53103/pp-no-82-tahun-2001>
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian [Pusdatin]. 2020. *Outlook Komoditas Tanaman Pangan dan Hortikultura*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id> (accessed 13.06.21).
- Rajagukguk, P.T.R. 2018. Pemanfaatan Kulit Durian Sebagai Adsorben untuk Penyisihan Detergen dan Fosfat dalam Pengolahan Limbah Cair Laundry. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- Rosalina, Tun Tedja, Ety Riani, dan Sri Sugiarti. 2016. Pengaruh Aktivasi Fisika dan Kimia Arang Aktif Buah Bintaro Terhadap Daya Serap Logam Berat Krom. *Biopropal Industri* 7 (1) : 35-45. <http://dx.doi.org/10.36974/jbi.v7i1.689>
- Sailah, I., Mulyaningsih, F., Ismayana, A., Puspaningrum, T., Adnan, A. A., & Indrasti, N. S. 2020. Kinerja Karbon Aktif Dari Kulit Singkong Dalam Menurunkan Konsentrasi Fosfat Pada Air Limbah Laundry. *Journal of Agroindustrial Technology*, 30(2). <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.2.180>
- Setiawan, A. A., Shofiyani, A., & Syahbanu, I. 2017. Pemanfaatan limbah daun nanas (*Ananas comosus*) sebagai bahan dasar arang aktif untuk adsorpsi Fe (II). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 6(3).
- Simanjuntak, G., 2012. Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Fosfat Menggunakan Adsorben Kitosan-Ferrihidrit dengan Sistem Batch (*Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya*).
- Wandhana, R. 2013. Pengolahan Air Limbah Laundry Secara Alami (Fitoremediasi) Dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*). *Skripsi*. Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Jawa Timur.
- Yunita, F.E., Lalasari, L.H., Ardhi, B.P. and Wibowo, A.H., 2019. Pengaruh Natrium Terhadap Adsorpsi Lithium Pada Proses Pengendapan Menggunakan Mangan Hidroksida. *Prosiding Semnastek*.

Zhang, Y., Yang, K., Fang, Y., Ding, J., & Zhang, H. 2022. Removal of Phosphate from Wastewater with a Recyclable La-Based Particulate Adsorbent in a Small-Scale Reactor. *Water*, 1-16.