



Influence of Sodium Carbonate Activator Concentration and Activated Carbon Size on The Reduction of *Total Dissolved Solid (TDS)* and *Chemical Oxygen Demand (COD)* of Water

Diah Puspita Nurmalasari*, Susilowati, Avido Yuliestyan, I Gusti S. Budiaman.

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. Padjajaran 104 (Lingkar Utara), Condongcatur Yogyakarta 55283

*E-mail: diahp490@gmail.com

Abstract

Report published in 2018 by Indonesian Ministry of Agriculture suggests that Indonesia's production of coconut is the biggest in the world. This come with some side effects concerning on its waste management, particularly for its shell wastes. In response, this research aims to use coconut shell as the raw materials of the adsorbent, previously being activated using Sodium Carbonate (Na_2CO_3) activator, for later being used to reduce water impurities. Further than that, two parameters, of which activator's concentration ranging from 2.5 to 12.5% b/v and the size of activated carbon between 177 and 2380 μm , have been investigated. Once material prepared, by carbonization process and chemical activation, the activated carbon is immersed in poor quality water having qualitatively high turbidity and distinctive odor. Total Dissolved Solid (TDS) and Chemical Oxygen Demand (COD) of the water have then been tested in which the results suggest the reduction of TDS and COD with the presence of activated carbon. It is reported that agglomeration of micro-sizes activated carbon upon activation with Na_2CO_3 resulted in poor screening performance. That causes the size parameter seems to have no influence on TDS. Meanwhile, the optimum activator's concentration is reached for 5% b/v of Na_2CO_3 addition, with a decrease in TDS of 12,7% and COD of 45,93%.

Keyword: Activated Carbon, Activator, Adsorbent, Coconut shell

Pendahuluan

Laporan yang diterbitkan pada tahun 2018 oleh Kementerian Pertanian Indonesia menunjukkan bahwa produksi kelapa Indonesia adalah yang terbesar di dunia. Hal ini, mengakibatkan jumlah limbah tempurung kelapa semakin banyak dan selama ini hanya dimanfaatkan untuk bahan bakar rumah tangga. Padahal tempurung kelapa dapat diolah menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi salah satunya yaitu karbon aktif.

Produksi karbon aktif di Indonesia pada tahun 1993 baru mencapai 20.000 ton dengan konsumsi terbesar di dalam negeri oleh industri minyak nabati, monosodium glutamat, industri gula, etanol, dan pengolahan air limbah. Indonesia masih mengimpor karbon aktif dengan kualifikasi tertentu dari berbagai negara sebanyak 2.000 ton/tahun (R. Sudrajat dan Salim S, 1994).

Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorf dari pelat-pelat datar terdiri dari susunan atom-atom C yang berikatan secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom disetiap sudutnya. Senyawa ini dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas, berkisar antara 300 hingga 3500 m^2/g . Senyawa ini diperoleh dengan proses aktivasi (Meilita Taryana, 2002).

Proses aktivasi didefinisikan sebagai perlakuan terhadap karbon yang bertujuan untuk memperbesar pori-pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga karbon mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia. Perubahan sifat tersebut diharapkan dapat memberikan pengaruh positif terhadap daya adsorpsi. Pada umumnya karbon aktif dapat di aktivasi dengan 2 cara, (1) aktivasi fisika yang merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas untuk menghilangkan senyawa volatil pada pori karbon yang disebut dengan proses karbonisasi dan (2) aktivasi kimia dengan hidroksida logam alkali, garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah. Faktor faktor yang berpengaruh terhadap proses aktivasi adalah waktu aktivasi, suhu aktivasi, ukuran partikel, rasio aktivator dan jenis aktivator (Siti dan Martomo, 2014). Dalam penelitian ini aktivasi kimia dilakukan dengan menggunakan Na_2CO_3 , yang sebelumnya diaktifkan terlebih dahulu secara fisika.

Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu substansi pada permukaan zat padat. Pada fenomena adsorpsi, terjadi gaya tarik-menarik antara substansi terserap dan penyerapnya. Selain itu, proses adsorpsi ialah salah satu



teknik pengolahan limbah yang diharapkan dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi logam atau senyawa organik yang berlebihan. Hal yang mempengaruhi adsorpsi antara lain kecepatan pengadukan, luas permukaan, jenis dan karakteristik adsorben, pH, temperatur, dan sifat adsorbat (Rifki, 2016).

Total zat padat terlarut (*Total Dissolved Solids*, sering disingkat dengan TDS) adalah suatu ukuran kandungan kombinasi dari semua zat-zat anorganik dan organik yang terdapat di dalam suatu cairan sebagai: molekul, yang terionkan atau bentuk mikrogranula (sol koloida) yang terperangkap. Total zat padat terlarut secara normal hanya dibahas untuk sistem air tawar, karena salinitas meliputi sebagian dari ion-ion yang merupakan definisi dari TDS. Aplikasi dasar dari TDS ialah studi mengenai mutu air untuk aliran, sungai, dan danau, meskipun TDS secara umum tidak dianggap sebagai suatu zat cemar yang utama (misalnya, TDS tidak dianggap terkait dengan efek kesehatan) TDS digunakan sebagai satu petunjuk estetika karakteristik air minum dan sebagai suatu indikator dari adanya pengukuran yang luas dari kontaminan-kontaminan zat kimia.

COD atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) adalah jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air, dimana pengoksidannya adalah $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ atau KMnO_4 . Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya serap karbon aktif yang diaktivasi kimia dengan Na_2CO_3 sebagai penyerap *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dari air berkualitas buruk.

Metode Penelitian

Bahan

Tempurung kelapa didapatkan dari salah satu rumah warga Dusun Tegalsari, Desa Kebowan, Kec. Suruh, Kab. Semarang. Bahan kimia Na_2CO_3 dengan kadar 99,2% dibeli dari CV. Alfa Kimia Jl. C. Simanjutak No. 12, Terban, Gondokusuman, Kota Yogyakarta. *Aquabidest* diproduksi oleh PT. Jaya Santosa yang dapat dibeli dari CV. Progo Mulyo Jl. Selokan Mataram Blok CT III NO. 1, Kocoran, Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta. Sampel air dengan kekeruhan yang tinggi dan memiliki bau tidak sedap untuk pengujian diperoleh dari kran air mushola FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta.

Alat

Tungku pengarangan, ayakan (8, 18, 20, 40, 80, dan 100 mesh), *furnace*, oven, gelas beker, corong, *erlenmeyer*, pengaduk kaca, kertas saring Whatman No. 42, kurs porselen, alu, timbangan analitik yang ada di laboratorium jurusan Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta dan TDS meter.

Prosedur Penelitian

1. Penyiapan Karbon Aktif

Tempurung kelapa yang telah dikeringkan, kemudian dikarbonisasi di dalam tungku pengarangan. Proses tersebut dilakukan selama ± 8 jam dalam keadaan tertutup sehingga udara di dalam tungku pengarangan terbatas dan hasil yang terbentuk berupa arang. Arang yang terbentuk dari proses karbonisasi dibiarkan dingin terlebih. Bersihkan arang yang terbentuk dari zat pengotor kemudian cuci dengan air lalu keringkan menggunakan oven. Setelah kering dinginkan kemudian ditumbuk dan diayak sesuai dengan ukuran yang diinginkan (8, 18, 20, 40, 80, dan 100 mesh).

Timbang karbon masing-masing ukuran seberat 15 gram untuk diaktif, kemudian direndam dengan larutan Na_2CO_3 selama 17 jam. Setelah 17 jam karbon aktif tersebut disaring dengan kertas saring dan dicuci menggunakan *aquabidest* agar karbon aktif yang dihasilkan netral dari larutan pengaktif. Setelah itu, karbon aktif dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama ± 1 jam dan kemudian didinginkan. Setelah dingin karbon aktif siap digunakan untuk proses selanjutnya.

2. Perendaman dan Penyaringan untuk Mendapatkan Filtrat air sample

Karbon aktif yang sudah siap pakai ditimbang masing-masing 10 gram untuk direndam dalam air kran yang keruh dan berbau khas selama ± 30 menit sambil sesekali diaduk, setelah itu disaring dengan kertas Whatman No. 42. Filtrat hasil penyaringan kemudian diukur *total dissolved solid* (TDS) menggunakan TDS meter dan untuk *chemical oxygen demand* (COD) dilakukan uji di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta (BBTKLPP).

3. Pengujian *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Cara mengukur *total dissolved solid* yaitu pertama mencelupkan TDS meter kedalam *aquabidest* kemudian baca skalanya dilayar panel setelah itu baru mencelupkannya ke filtrat hasil penyaringan dan baca skala dilayar panel. Maka nilai *total dissolved solid* adalah dengan mengurangkan hasil TDS dari Filtrat dengan TDS *aquabidest*.

Cara menentukan nilai COD limbah sebelum dan sesudah perlakuan.

$$COD = \frac{(A - B) \times N \times FAS \times 1000 \times BeO_2 \times P}{V \text{ sampel}}$$

Menghitung penurunan COD limbah setelah selesai perlakuan.

$$\text{penurunan COD} = \frac{(COD \text{ awal} - COD \text{ sampel}) \times 100\%}{COD \text{ awal}}$$

Hasil dan Pembahasan

Standarisasi karbon aktif menurut Standar Industri Indonesia (SII) No. 0258-79

Proses standarisasi memiliki tujuan untuk menyeragamkan sifat dan properti dari karbon aktif yang tidak seragam. Standar yang dimaksud adalah menurut SII No. 0258-79 dimana karbon aktif harus memenuhi kriteria kadar air 10% dan kadar abu 2,1%. Dari pengujian *drying* diperoleh kadar air sebesar 4,61-7,23%. Selain itu juga dilakukan pengujian dekomposisi termal pada suhu 450°C selama 1 jam diperoleh kadar abu sebesar 0,8007-1,37%. Berdasarkan data tersebut maka karbon aktif yang dihasilkan telah memenuhi standar.

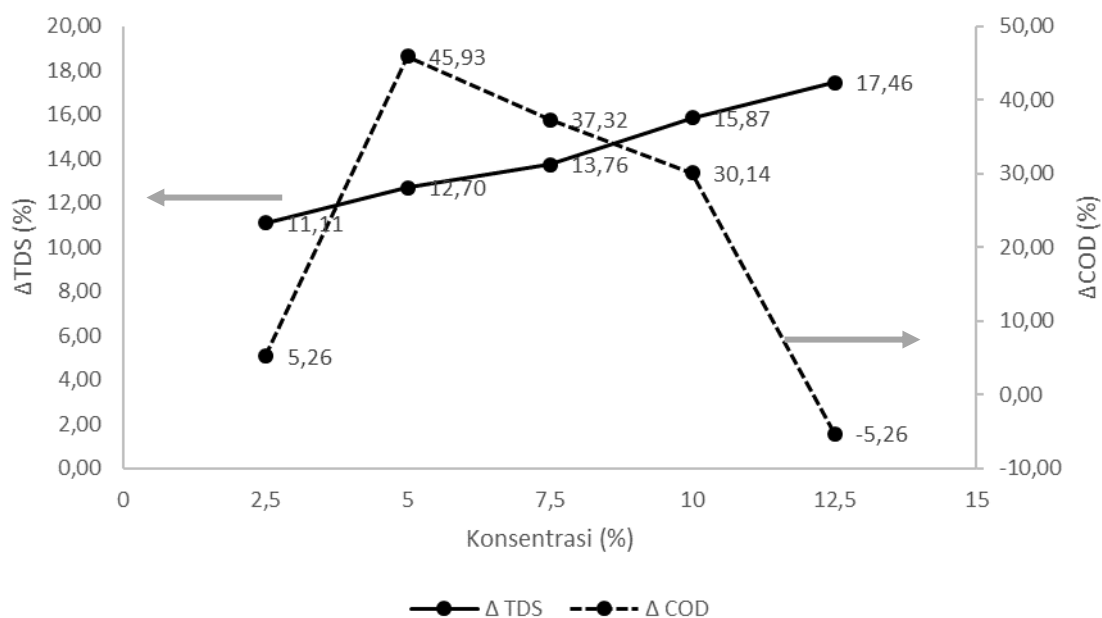
Efek Konsentrasi pengaktif terhadap penurunan kadar COD dan TDS

Dalam pengujian ini variable tetap yang dipilih yaitu ukuran karbon aktif sebesar 841 µm, sedangkan variabel bebasnya yaitu konsentrasi zat pengaktif Na₂CO₃. Penggunaan ukuran tersebut didasari atas penelitian yang telah dilakukan oleh Ahmad Rizani (2016) yang menyatakan untuk berat karbon aktif yang digunakan kurang dari 50 gram maka karbon aktif yang paling baik yang berbentuk granula dengan rentang ukuran 841-2380 µm. Selanjutnya efek konsentrasi pengaktif terhadap penurunan kadar COD dan TDS dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Efek Konsentrasi pengaktif terhadap penurunan kadar COD dan TDS

No	Konsentrasi (% b/v)	COD (mg/l)	TDS (mg/l)	ΔCOD (%)	ΔTDS (%)
1	air sampel	20,9	189		
2	2,5	19,8	168	5,26	11,11
3	5	11,3	165	45,93	12,70
4	7,5	13,1	163	37,32	13,76
5	10	14,6	159	30,14	15,87
6	12,5	22	156	-5,26	17,46

Dari data konsentrasi, pesentase penurunan kadar COD dan TDS yang ada pada tabel 1 diplotingkan sebagai grafik yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi pengaktif terhadap persentase penurunan kadar COD dan TDS

Hipotes awal yang diusulkan adalah pada konsentrasi pengaktif yang semakin besar maka daya serap karbon aktif pada sampel semakin besar. Pada konsentrasi 2,5% b/v besarnya persentase penurunan kadar COD 5,26%, konsentrasi 5% b/v persentase penurunan kadar COD naik hingga 45,93%, namun setelah konsentrasi naik lebih dari 5% b/v sampai 12,5% b/v persentase penurunan kadar COD semakin turun. Hal ini diduga karena adanya peningkatan kejenuhan pada larutan pengaktif yang dibuktikan dengan adanya endapan Na_2CO_3 saat penyaringan karbon aktif setelah diaktifkan. Sehingga pada penelitian ini yang paling optimum untuk digunakan untuk menyerap COD adalah pada konsentrasi zat pengaktif Na_2CO_3 5% b/v yang sesuai penelitian yang telah dilakukan oleh Gilar S. Pambayun, dkk. (2013) dengan menggunakan bahan pengaktif yang sama.

Pada Konsentrasi zat aktivator Na_2CO_3 12,5% b/v besar penurunannya -5,26%. Hal ini dapat terjadi dikarenakan Na_2CO_3 yang dilarutkan dalam air sebanyak 100 ml pada temperatur 27°C telah mengalami kondisi lewat jenuh, sehingga tidak larut sempurna dan masih ada sisa-sisa Na_2CO_3 yang terjerap dalam permukaan pori karbon aktif, meskipun telah dilakukan pencucian berulang kali dengan *aquabidest* pada temperatur $80-90^\circ\text{C}$. Kemudian pada saat perendaman karbon aktif tersebut pada air sampel, Na_2CO_3 tersebut ikut larut dalam air sampel yang mengakibatkan pembacaan nilai COD yang lebih besar dari pada air sampelnya.

Sedangkan pada gambar 1 penurunan kadar TDS menunjukkan kenaikan seiring bertambahnya konsentrasi zat pengaktif Na_2CO_3 , hal ini terjadi karena dengan kenaikan kadar konsentrasi pengaktif akan membuat pori-pori karbon aktif terbuka sehingga penyerapan yang terjadi optimum. Penurunan terbesar pada penelitian ini terjadi untuk konsentrasi pengaktif 12,5% b/v dengan persentase penurunan kadar TDS 17,46%. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Samorn Hirunpraditkoon, dkk. (2011) menyatakan bahwa kenaikan persentase penurunan kadar TDS seiring dengan bertambahnya konsentrasi zat pengaktifnya.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran hasil uji COD air sampel tanpa perlakuan dan setelah perlakuan tidak ada yang sesuai untuk digunakan sebagai air minum karena batas COD maksimum yang dipersyaratkan 10 mg/l. Dari hasil uji COD pada ditabel 1 sesuai dengan klasifikasi mutu air kelas 2 yang diperuntukkan untuk prasarana/sarana rekreasi air mandi cuci, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan keperluan lainnya dengan rentang $10 < \text{COD} \leq 25$ mg/l.

Pada penelitian Gilar S. Pambayun, dkk. (2013), persen removal tertinggi didapat pada karbon aktif dengan zat aktivator Na_2CO_3 5% b/v dengan persen removal sebesar 99,745%. Kapasitas optimum penyerapan fenol dengan karbon aktif dari arang tempurung kelapa terbaik didapat pada karbon aktif dengan zat aktivator Na_2CO_3 5% b/v dengan kapasitas serapan sebesar 220,751 mg fenol/gram karbon aktif.

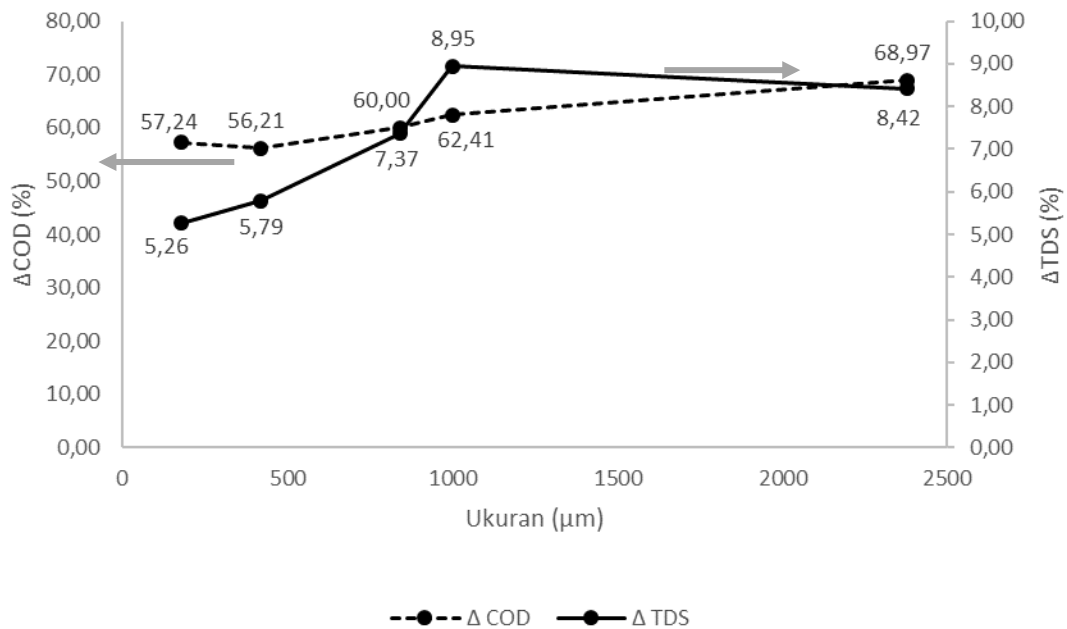
Pengaruh ukuran karbon aktif terhadap penurunan kadar COD dan TDS

Dalam pengujian ini variable tetap yang dipilih yaitu konsentrasi zat pengaktif Na_2CO_3 sebesar 5% b/v, sedangkan variable bebasnya yakni ukuran karbon aktif dari 177-2380 μm . Penggunaan konsentrasi zat pengaktif 5% didasari atas dari percobaan yang telah dilakukan sebelumnya dan penelitian yang telah dilakukan oleh Gilar S. Pambayun, dkk. (2013) yang menyatakan bahwa pada konsentrasi tersebut penyerapannya paling optimal. Selanjutnya data pengaruh ukuran karbon aktif terhadap penurunan kadar COD dan TDS dapat dilihat pada tabel 2.

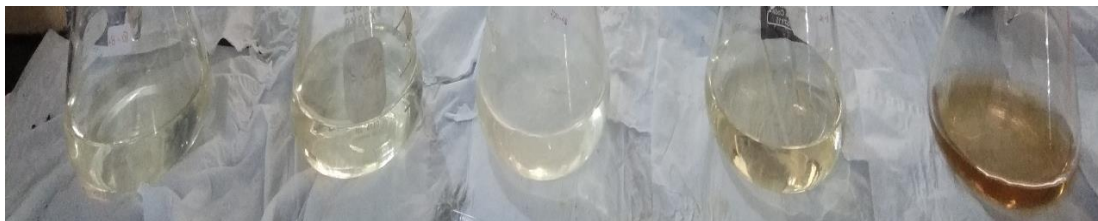
Tabel 2. Pengaruh ukuran karbon aktif terhadap penurunan kadar COD dan TDS

No	Ukuran (μm)	COD (mg/l)	TDS (mg/l)	ΔCOD (%)	ΔTDS (%)
1	air sampel	29	190		
2	2380	9	174	68,97	8,42
3	1000	10,9	173	62,41	8,95
4	841	11,6	176	60,00	7,37
5	420	12,7	179	56,21	5,79
6	177	12,4	180	57,24	5,26

Kemudian selain pada tabel 2, data besarnya persentase penurunan kadar COD dan TDS terhadap ukuran karbon aktif juga dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh ukuran karbon aktif terhadap persentase penurunan kadar COD dan TDS



Gambar 3. Fitrat hasil penyaringan air sampel dengan karbon aktif

Dengan basis yang sama, secara teoritis luas persatuan massa dari partikel yang ukurannya diperkecil akan bertambah besar, belum lagi dari luasan didalam pori. Penambahan luas berdampak pada bidang kontak penyerapan (adsorpsi). Akan tetapi, hasil menunjukkan sebaliknya dimana semakin kecil ukuran partikel COD dan TDS yang berkurang yaitu semakin kecil. Pada penelitian ini, ukuran karbon aktif yang semakin kecil mengakibatkan penyaringan karbon aktif dari sampel harus dilakukan berulang-ulang dan terjadi kesulitan memisahkan karbon aktif yang terikat dalam filtrat sampel, sehingga berakibat pada kenaikan kadar COD atau turunnya presentase penurunan kadar COD sampel. Berdasarkan gambar 2. pengaruh ukuran karbon aktif dengan penurunan kadar COD terbesar terjadi pada ukuran karbon aktif 2380 µm dengan besarnya persentase penurunan kadar COD 68,97%.

Selanjutnya pada ukuran karbon aktif 2380 µm penurunan kadar TDS sebesar 8,42%, untuk ukuran 1000 µm terjadi penurunan kadar TDS sebesar 8,95% dan pada ukuran karbon aktif 841 µm kadar TDS kembali mengalami kenaikan yang menyebabkan persentase penurunan kadar TDS-nya semakin turun hingga ukuran 177 µm. Setelah dilakukan observasi visual pada sampel tampak pada filtrat hasil penyaringan campuran karbon aktif dengan air sampel berwarna kecoklatan, seperti terlihat pada gambar 3. Proses penyaringan sudah dilakukan sebanyak 2 kali penyaringan dengan menggunakan kertas saring dengan ukuran perforasi 2,5 µm. Hal ini menandakan bahwa terdapat partikel yang memiliki ukuran dibawah 2,5 µm dan lolos dari penyaringan. Selain itu secara kualitatif tidak dapat dipungkiri bahwa pada saat dilakukan aktivasi dengan Na_2CO_3 terdapat kemungkinan terbentuknya aglomerasi partikel karbon dan pencucian yang tidak sempurna.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran hasil uji COD dari tabel 2 yang memenuhi klasifikasi mutu air kelas 1 untuk air minum yaitu pada ukuran 2380 µm dengan nilai 9 mg/l dengan batas maksimum yang diperbolehkan yaitu 10 mg/l. Selebihnya untuk partikel yang ukurannya lebih kecil memenuhi klasifikasi mutu air kelas 2 yang dapat dipergunakan untuk keperluan lainnya selain untuk air minum.

Berbeda dengan penelitian karbon aktif dari kulit singkong menggunakan aktivator NaOH yang dilakukan (Suratmin, 2014), semakin luas permukaan karbon aktif maka semakin besar daya serap dari karbon aktif tersebut. Hal ini dimungkinkan untuk ukuran partikel yang lebih besar, daya serapnya semakin kecil karena tingkat



kepadatannya tinggi sehingga masing-masing partikel saling menutup satu sama lain dan akhirnya adsorben tidak mengadsorbsi dengan baik. Sehingga kemungkinan jenis zat pengaktif mempengaruhi luas porositas yang ada pada karbon aktif.

Kesimpulan

Pengaruh variasi konsentrasi zat pengaktif terhadap daya adsorbsi karbon aktif yaitu semakin besar konsentrasi zat pengaktif maka semakin besar daya adsorbsi dari karbon aktif. Dari hasil penelitian ini penurunan kadar COD terbesar terjadi pada konsentrasi pengaktif 5% b/v dengan besar penurunan 45,93% dan penurunan TDS terbesar pada konsentrasi pengaktif 12,5% b/v dengan besar penurunan 17,46%. Ketika konsentrasi zat pengaktif terlalu besar akan terjadi kejenuhan pada pori karbon aktif sehingga efisiensi penyerapan berkurang.

Pengaruh variasi ukuran karbon aktif terhadap daya adsorbsi karbon aktif yaitu semakin kecil ukuran karbon aktif maka semakin besar daya adsorbsi dari karbon aktif. Dari hasil penelitian, penurunan kadar COD terbesar terjadi pada ukuran karbon aktif 2380 μm dengan besar penurunan 68,97% dan penurunan kadar TDS terbesar terjadi pada ukuran karbon aktif 1000 μm dengan besar penurunan 8,95%. Hal ini terjadi karena terdapat kesalahan pembacaan ukuran partikel karbon aktif yang masih oleh lolos kertas saring ukuran 2,5 μm dan ketidaksempurnaan proses penyiapan bahan.

Dari uji TDS yang dilakukan pada semua jenis variasi konsentasi dan ukuran hasilnya tidak melebihi ambang batas yang dicantumkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air yaitu sebesar 1000 mg/l. Hasil uji COD rata-rata airnya hanya dapat digunakan untuk memenuhi prasarana/sarana untuk kebutuhan mandi cuci dan keperluan lainnya selain untuk air minum. Pada penelitian ini besarnya konsentasi dan ukuran karbon aktif yang paling baik untuk adsorbsi dengan parameter COD dan TDS yaitu 5% b/v zat pengaktif Na_2CO_3 dengan ukuran 2380 μm .

Daftar Notasi

- A = titran blangko (ml)
- B = titrasi sampel (ml)
- N = normalitas FAS
- $Be_{O_2} = 8$
- P = pengenceran
- ΔTDS = penurunan TDS (ppm)
- ΔCOD = penurunan COD (mg/l)

Daftar Pustaka

- Ahmad Rizani, Suparno. Pengaruh Bentuk (Powder, Granule, dan Gravel) Karbon Aktif Kayu Akasia Mangium terhadap Hasil Pengolahan Air Selokan Mataram. *Jurnal Fisika FMIPA UNY*, 2016; 5 (1): 21-28.
- B. Viswanathan, P. Indra Neel, T. K. Varadarajan. *Methods of Activation and Specific Applications of Carbon Materials*. National Centre for Catalysis Research Department of Chemistry Indian Institute of Technology Madras Chennai 600 036, 2009.
- Gilar S. Pambayun, Remigius Y.E. Yulianto, M. Rachimoellah, Endah M.M. Putri. Pembuatan karbon aktif dari arang tempurung kelapa dengan aktivator ZnCl_2 dan Na_2CO_3 sebagai adsorben untuk mengurangi kadar fenol dalam limbah air. *Jurnal Teknik Pomits*, 2013; 2 (1): 2337-2539.
- Meilita Taryana. *Pengenalan dan pembuatan arang aktif*. Skripsi Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara, 2002.
- Rifki Husnul Khuluk. *Pembuatan dan karakterisasi karbon aktif dari tempurung kelapa (Cocous nucifera L.) sebagai adsorben zat warna metilen biru*. Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, 2016.
- Samorn Hirunpraditkoon, Nathaporn Tunthong, Anotai Ruangchai, Kamchai Nuithitikul. Adsorption Capacities of Activated Carbons Prepared from Bamboo by KOH Activation. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Chemical and Molecular Engineering*, 2011; 5 (6).
- Siti Jamilatun dan Martomo Setyawan. Pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa dan aplikasinya untuk penjernihan asap cair. *Spektrum Industri*, 2014; 12 (1): 1-112.
- Suat Uçar, Murat Erdem, Turgay Tay, Selhan Karagöz. Removal of lead (II) and nickel (II) ions from aqueous solution using activated carbon prepared from rapeseed oil cake by Na_2CO_3 activation. *Clean Techn Environ Policy*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.
- Sudrajad R. dan Salim S. *Petunjuk teknis pembuatan arang aktif*. Puslitbang hasil hutan dan sosial ekonomi kehutanan, 1994.
- Suratmin Utomo. *Pengaruh Aktivasi Dan Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Dari kulit Singkong Dengan Pengaktif NaOH*. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Jakarta. ISSN: 2407-1846, 2014.





Lembar Tanya Jawab

Moderator : Zami Furqon (PEM AKAMIGAS Cepu)
Notulen : Yusmardhany Yusuf (UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Wahid Muchlason (Teknik Kimia - UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Bagaimana proses kerja aktivator untuk membuka pori – pori ?
Jawaban : Aktivator dalam bentuk cairan akan diadsorpsi oleh pori – pori karbon dan akan masuk untuk mengeluarkan kotoran dalam pori – pori karbon tersebut.
2. Penanya : Alfia Virgiandini (Teknik Kimia - UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Mengapa menggunakan Natrium Karbonat sebagai aktivator ?
Jawaban : Karena berdasarkan pada penelitian sebelumnya Natrium Karbonat memiliki keunggulan performa yang lebih bagus dan murah.
3. Penanya : Arni Retno Setyowati (PT Arsco Maintoya)
Pertanyaan : Pada penurunan COD sebesar 40%, berapakah konsentrasi inisial nya ?
Jawaban : Konsentrasi inisial berada pada konsentrasi 29 mg/L
4. Penanya : Muhammad Aditya Pratama Kusumah (Teknik Kimia – UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Apakah hasil penelitian sudah memenuhi standar ?
Jawaban : Saat ini hasil penelitian hanya mampu memenuhi standar air proses, namun untuk penggunaan sebagai air konsumsi masih belum memenuhi standar.
5. Penanya : Yunus Tonapa Sarungu (Teknik Kimia – Politeknik Negeri Bandung)
Pertanyaan : Apakah karbon aktif dalam penelitian ini dapat direaktivasi ?
Jawaban : Bisa, dengan melakukan pencucian pada karbon aktif jenuh
6. Penanya : Lelly Nursanti (Teknik Lingkungan – IST Akprind)
Pertanyaan : Apakah proses pengolahan aktivasi karbon dalam penelitian ini sudah sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) ?
Jawaban : Untuk referensi SNI saat ini kami belum mengecek, namun dari beberapa referensi lain diperoleh suhu operasi pirolisis karbon aktif berkisar sekitar (300 – 400 °C).

