



**PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG
KELAPA DALAM MENURUNKAN KADAR AMONIA
TOTAL DALAM AIR LIMBAH INDUSTRI**

Nisa Nurhidayanti¹, Dodit Ardiatma², Bobi Anggriawan³

**Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pelita Bangsa
Kabupaten Bekasi, Jawa Barat Indonesia**

Korespondensi email: nisa.kimia@pelitabangsa.ac.id

Abstrak

Entering the industry 4.0 stage, more industries are developing in Indonesia, one of which is PT Puradelta Lestari. PT Puradelta Lestari as a developer of the Deltamas city area that serves industrial, commercial and residential customers produces industrial liquid waste. Preliminary studies have shown that the ammonia content of wastewater in the PT has exceeded the threshold of 25 mg / L ammonia. This study aims to determine the decrease in total ammonia levels in the wastewater of PT. Pura Delta Lestari by utilizing activated carbon from coconut shells using activator ingredients. The method of testing ammonia levels uses a phenate spectrophotometer. Activation of activated carbon is carried out with activators HCl, NaCl, and KOH with a concentration of 4%, with a volume ratio of activator 1: 6 and variations in the immersion time for 12 hours, 16 hours, 20 hours, 24 hours. The optimum condition was obtained at the time of immersion with KOH activator for 24 hours obtained a decrease in ammonia levels that is equal to 87.6%.

Informasi Artikel

Diterima: 13-02-2020
Direvisi: 02-03 2020
Dipublikasikan: 30-04-2020

Keywords

Activator, coconut shells, activated carbon, immersion time, total ammonia

I. Pendahuluan

Salah satu sumber yang berpotensi mencemari lingkungan adalah limbah cair industri. Limbah cair industri mengandung sejumlah besar molekul organik. Molekul organik tersebut berupa karbohidrat, lemak

dan protein yang dapat mengalami perombakan oleh mikroorganismepengurai. Bahan organik kompleks tersebut diubah menjadi bentuk senyawa yang lebih sederhana yaitu glukosa, gliserol, asam lemak dan asam amino. Asam amino merupakan hasil dari perombakan protein

akan dioksidasi menjadi nitrogen amonia (NH_3) dan senyawa karboksil. Senyawa (NH_3) akan dioksidasi lagi menjadi nitrit (NO_2^-). Apabila oksigen tersedia akan dioksidasi lagi menjadi nitrat (NO_3^-) [1].

Kandungan organik serta unsur hara lain pada konsentrasi tinggi terutama nitrogen dalam bentuk amonia (NH_3) di dalam air akan mempercepat pertumbuhan tumbuhan air. Kondisi demikian lambat laun akan menyebabkan kematian biota dalam air [2]. Limbah cair industri juga dapat mengakibatkan berbagai penyakit pada manusia karena dapat menimbulkan efek toksik apabila senyawa tersebut berada dalam bentuk amonia.

Karbon aktif banyak digunakan sebagai adsorben. Karbon aktif dapat menyerap gas dan senyawa kimia dengan daya serap yang cukup tinggi. Tingginya kemampuan menyerap ini disebabkan karena banyaknya pori-pori dalam karbon dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan. Aktivasi dapat dilakukan baik secara kimia maupun fisika. Aktivasi fisika dilakukan untuk memperluas pori karbon aktif dengan bantuan panas, uap dan gas CO_2 dan aktivasi kimia yaitu aktivasi menggunakan bahan kimia atau activator, seperti hidroksida logam alkali, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah, asam-asam anorganik [3]

Beberapa Penelitian tentang adsorpsi amonia menggunakan berbagai adsorben telah dilakukan yaitu penelitian tentang adsorpsi amonium pada zeolit berkarbon yang disintesis dari abu dasar batu bara PT. Ipomi [4]. Penurunan amonia menggunakan arang aktif dari ampas kopi [5], zeolit tipe Clinoptilolit [6,7], zeolit tipe 13X [8], serbuk gergaji [9], abu terbang batu bara dan sepiolit [10]. Dari beberapa jenis adsorben tersebut yang paling banyak digunakan ialah karbon aktif. Hal ini disebabkan karbon aktif memiliki luas permukaan yang lebih tinggi dari adsorban yang lain sehingga dapat mengadsorpsi

lebih banyak molekul. Konsumsi karbon aktif dunia meningkat setiap tahunnya. Menurut perkiraan sebuah riset, pada tahun 2014, konsumsi karbon aktif dunia mencapai 1,7 juta ton [11].

Studi tentang waktu perendaman media karbon aktif dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi karbon aktif dalam penyerapan amonia. Semakin besar pori dari arang aktif akan memperbesar luas permukaan arang aktif sehingga meningkatkan kemampuan adsorpsi dari karbon aktif [11]. Modifikasi permukaan karbon aktif menggunakan beragam jumlah larutan terbukti mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi pada suhu pada 30°C . Peningkatan ini karena daya tarik elektrostatis antara permukaan dalam bentuk anionik [12]. Ion klorida (Cl^-) pada cincin benzena, meningkatkan karakter asam berperan untuk membentuk anion pada atom oksigen dari OH^- dan juga memiliki afinitas yang kuat untuk permukaan karbon aktif maka kemampuan adsorpsi karbon aktif semakin besar [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar ammonia total dalam air limbah PT. Pura Delta Lestari dengan memanfaatkan karbon aktif dari tempurung kelapa dengan menggunakan bahan aktivator natrium hidroksida, kalium hidroksida dan asam klorida. Manfaat penelitian ini untuk memberikan kontribusi artikel ilmiah dan hasil penelitian yang dapat diintegrasikan dalam proses pembelajaran di program studi Teknik Lingkungan Universitas Pelita Bangsa.

II. Metodologi

a. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan adalah Spektrofotometer; Timbangan analitik; labu Erlenmeyer 50 ml; Labu ukur 100 ml; 500 ml dan 1000 ml; Gelas ukur 25

ml; Pipet volumetrik 1,0 ml; 2,0 ml; 3,0 ml dan 5,0 ml; Pipet ukur 10 ml dan 100 ml; dan Gelas piala 1000 ml, Kolom, Oven, Desikator dan Mesh filter.

Bahan yang digunakan adalah Amonium klorida (NH_4Cl); Larutan fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$), Natrium nitroprusida ($\text{C}_5\text{FeN}_6\text{Na}_2\text{O}$) 0,5%, Larutan alkalin sitrat ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7$), Natrium hipoklorit (NaClO) 5%, karbon Aktif dari tempurung kelapa, KOH, HCl, NaCl dan Aquades.

b. Prosedur Penelitian

2.2.1. Prosedur Aktivasi Karbon Aktif dengan Perbandingan Waktu Aktivasi

1. Arang yang telah diperoleh dikondisikan dengan penambahan bahan aktivator NaCl, HCl, KOH, dengan perbandingan waktu aktivasi 12 jam, 15 jam, 18 jam, 24 jam.
2. Kemudian disaring dan dicuci dengan aquades sampai pH netral ,
3. Residu dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 3 jam.
4. Arang didinginkan dalam desikator dan diperoleh arang yang telah teraktivasi [12].

2.2.2. Prosedur Filtrasi Sampel

1. 10 gram arang yang telah diaktivasi dimasukkan ke dalam kolom yang telah disediakan (ukuran mesh, ketinggian media arang aktif bervariasi sesuai yang sudah ditetapkan)

2. Disaring dan dicuci dengan aquades sampai pH netral ,
3. Dibilas dengan sampel, sebelum diambil filtratnya
4. Setelah stabil filtrat sampel yang sudah disaring dilakukan pengukuran kadar amonia dengan spektrofotometer [8].

2.2.3. Prosedur Pembuatan Kurva Kalibrasi Amonia

1. Optimalkan alat spektrofotometer sesuai dengan petunjuk alat untuk pengujian kadar amonia;
2. Pipet 25 mL larutan kerja dan masukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer, tambahkan 1 mL larutan fenol dan dihomogenkan, tambahkan 1 ml natrium nitroprusid, dihomogenkan;
3. Tambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi, dihomogenkan, tutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau parafin film;
4. Biarkan selama 1 jam untuk pembentukan warna, masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 640 nm;
5. Buat kurva kalibrasi dari data di atas dan atau tentukan persamaan garis lurusnya [16].

2.2.4. Prosedur Analisa Amonia

1. Pipet 25 ml contoh uji masukkan ke dalam erlenmeyer 50 mL;

2. Tambahkan 1 mL larutan fenol, dihomogenkan;
3. Tambahkan 1 mL natrium nitroprusid, dihomogenkan;
4. Tambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi, dihomogenkan;
5. Tutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau parafin film;
6. Biarkan selama 1 jam untuk pembentukan warna;
7. Masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 640 nm [16].

2.3. Analisis Data

Efisiensi penyerapan amonia dihitung dengan membandingkan antara konsentrasi amonia sebelum dan sesudah proses adsorpsi dengan menggunakan persamaan (1) berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{C_0 - C_{eq}}{C_0} * 100\% \dots (1)$$

C_0 adalah konsentrasi awal amonia (mg/L) dan C_{eq} adalah konsentrasi amonia setelah adsorpsi (mg/L).

Penentuan konsentrasi ammonia menggunakan persamaan (2) sebagai berikut:

$$\text{Kadar Amonia (mg N/L)} = C * fp \dots (2)$$

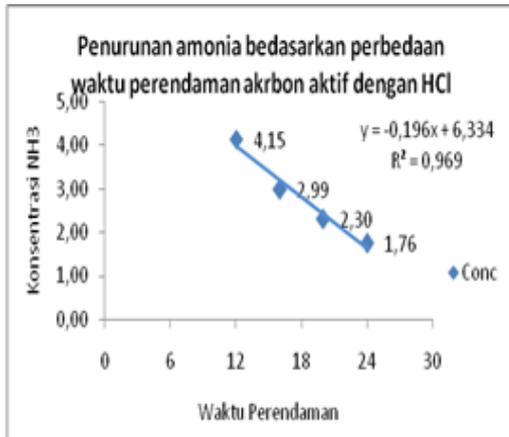
C adalah kadar yang didapat dari hasil pengukuran (mg/L); fp adalah faktor pengenceran [16].

III. Hasil dan Pembahasan

a. Pengaruh waktu perendaman karbon aktif tempurung kelapa dengan aktivator HCl

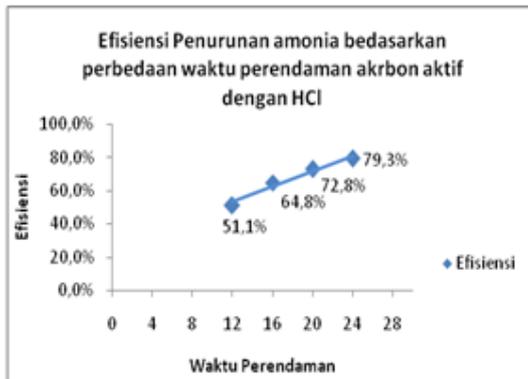
Konsentrasi awal air limbah sebesar 8.48 mg/L, difiltrasi dengan karbon aktif, Pada T12 jam kadar amonia turun menjadi 4,15 mg/L, T16 jam menjadi 2,99 mg/L, T20 jam, kadar amonia turun menjadi 2,30 mg/L, dan T24 jam, kadar amonia turun menjadi 1,76 mg/L. Dari data tersebut, diperoleh waktu optimum pada T24 jam dengan penurunan kadar amonia sebesar 1,76 mg/L.

Berdasarkan grafik 4.1, penyerapan terendah dicapai pada T12 jam yaitu sebesar 4,15 mg/L dan penyerapan tertinggi pada T24 jam yaitu sebesar 1,76 mg/L. Kemungkinan penyerapan masih dapat meningkat lagi pada waktu perendaman yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan pada waktu perendaman 24 jam rongga pori yang dihasilkan telah mengalami pelebaran maksimal. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa semakin lama waktu perendaman media karbon aktif maka kemampuan absorpsi karbon aktif semakin besar [11]. Grafik penurunan kadar amonia berdasarkan variasi Waktu Perendaman dengan aktivator HCl disajikan pada Gambar 4.1 sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik Penurunan Kadar Amonia berdasarkan variasi Waktu Perendaman dengan aktivator HCl

Berdasarkan data dari uji adsorpsi amonia diperoleh waktu optimum pada T24 jam dengan penurunan nilai amonia sebesar 79,3%. Efisiensi Penurunan kadar amonia berdasarkan variasi waktu perendaman dengan aktivator HCl disajikan pada Gambar 4.2 sebagai berikut:

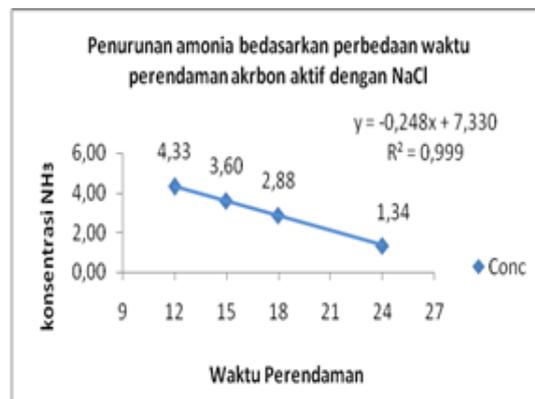


Gambar 4.2 Grafik Kenaikan Efisiensi Penurunan Kadar Amonia berdasarkan variasi Waktu Perendaman dengan aktivator HCl

b. Pengaruh waktu perendaman karbon aktif tempurung kelapa dengan aktivator NaCl

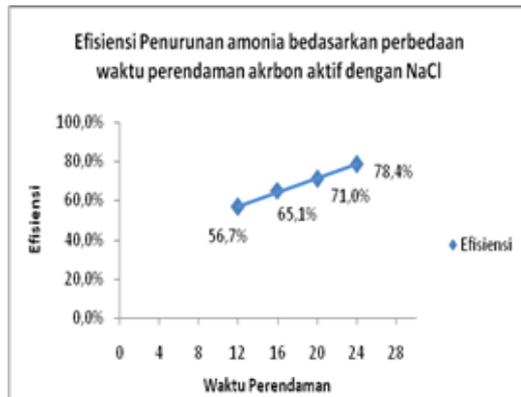
Konsentrasi awal air limbah sebesar 8.48 mg/L, difiltrasi dengan karbon aktif, Pada T12 jam kadar amonia turun menjadi 3,67 mg/L, T16 jam menjadi 2,96 mg/L, T20 jam, kadar amonia turun menjadi 2,46 mg/L, dan T24 jam, kadar amonia turun menjadi 1,83 mg/L, dapat dilihat pada data tersebut dapat dilihat perbandingan nilai amonia, dengan variasi waktu T12, T16, T20, T24, didapatkan waktu optimum pada T24 jam penurunan nilai amonia sebesar 1,83 mg/L.

Berdasarkan Gambar tersebut, penyerapan terendah dicapai pada T12 jam dengan daya serap amonia sebesar 3,67 mg/L. Sedangkan penyerapan tertinggi dicapai pada T24 jam yakni sebesar 1,83 mg/L dimungkinkan penyerapan masih dapat meningkat lagi pada waktu perendaman yang lebih tinggi. Grafik penurunan kadar amonia total berdasarkan variasi waktu perendaman dengan aktivator NaCl disajikan pada gambar 4.3 sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Penurunan Kadar Amonia berdasarkan variasi waktu perendaman dengan aktivator NaCl

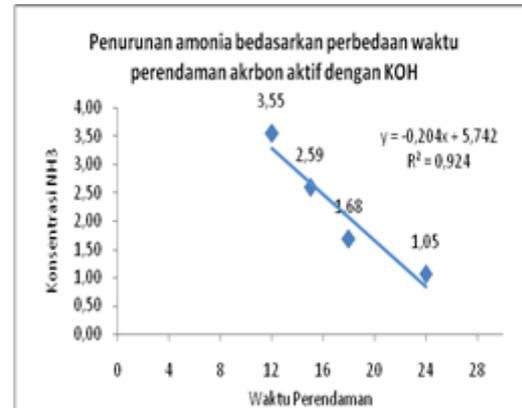
Berdasarkan grafik diatas diperoleh waktu optimum pada T24 jam dengan penurunan kadar amonia sebesar 78,4%. Efisiensi penurunan kadar amonia berdasarkan variasi waktu perendaman dengan aktivator NaCl disajikan pada Gambar 4.4 sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Kenaikan Efisiensi Penurunan Kadar Amonia berdasarkan variasi Waktu Perendaman dengan aktivator NaCl

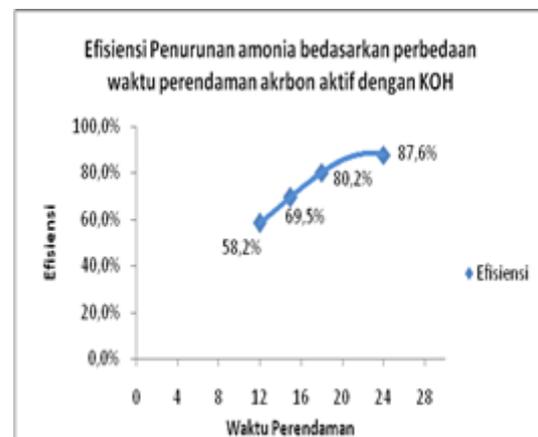
c. Pengaruh waktu perendaman karbon aktif tempurung kelapa dengan aktivator KOH

Konsentrasi awal air limbah sebesar 8.48 mg/L, difiltrasi dengan karbon aktif, Pada T12 jam kadar amonia turun menjadi 3,55 mg/L, T16 jam menjadi 2,59 mg/L, T20 jam, kadar amonia turun menjadi 1,68 mg/L, dan T24 jam, kadar amonia turun menjadi 1,05 mg/L. Waktu optimum pada T24 jam dengan penurunan kadar amonia menjadi 1,05 mg/L. Grafik Penurunan Amonia berdasarkan variasi waktu Perendaman dengan aktivator KOH disajikan pada gambar 4.5 sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik Penurunan Kadar Amonia berdasarkan variasi waktu perendaman dengan aktivator KOH

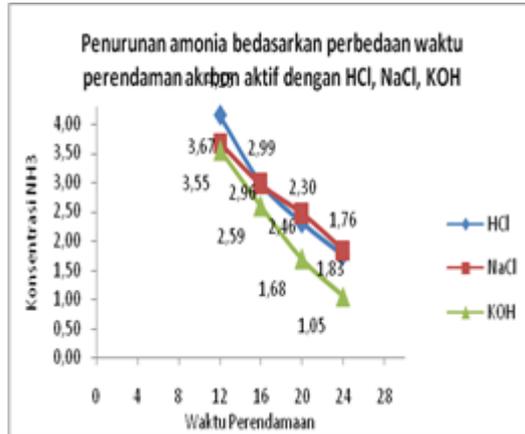
Berdasarkan grafik diatas peroleh waktu optimum pada T24 jam dengan penurunan kadar amonia sebesar 87,6%. Efisiensi Penurunan Amonia berdasarkan variasi waktu Perendaman dengan aktivator KOH disajikan pada Gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4.6 Grafik Kenaikan Efisiensi Penurunan Kadar Amonia berdasarkan variasi Waktu Perendaman dengan aktivator KOH

Perbandingan penurunan kadar amonia berdasarkan perbedaan waktu perendaman. Lama waktu perendaman memberikan pengaruh besar pada luas permukaan karbon aktif yang terbentuk.

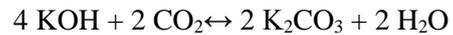
Perbandingan ketiga aktivator berdasarkan waktu perendaman terhadap penurunan kadar amonia disajikan pada Gambar 4.7 sebagai berikut:



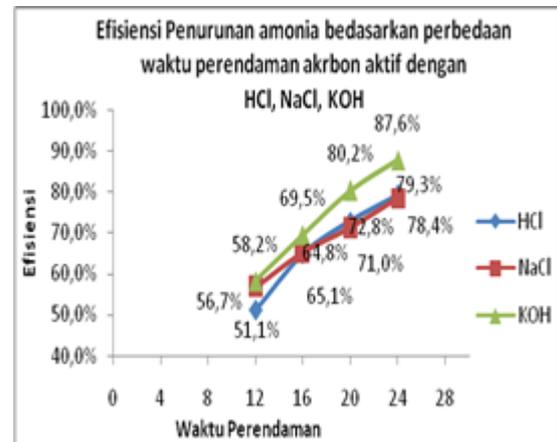
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Penurunan Kadar Amonia berdasarkan variasi Waktu Perendaman dengan aktivator HCl, NaCl, dan KOH

Grafik di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman karbon aktif maka penurunan kadar amonia akan semakin besar. Penurunan yang paling besar terjadi oleh bahan aktivator KOH dengan efisiensi sebesar 87,6%, kemudian NaCl dengan efisiensi sebesar 79,3%, dan selanjutnya HCl dengan efisiensi sebesar 78,4% yang disajikan pada Gambar 4.8. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa aktivator KOH merupakan basa kuat yang dapat mengkatalis reaksi oksidasi [12]. Mekanisme reaksinya adalah karbon dicampur dengan kalium hidroksida dan akan terjadi oksidasi sehingga merusak bagian dalam karbon akibatnya jumlah pori menjadi lebih besar. Proses aktivasi juga mengakibatkan hilangnya karbon karena membentuk gas karbondioksida. Reaksi

kimia yang terjadi mengikuti persamaan sebagai berikut [13]:



Pada saat saat karbonisasi, luas permukaan telah terbuka tetapi penyerapan tersebut masih relatif rendah. Hal ini diakibatkan oleh adanya residu tar yang menutupi pori. Pada aktivasi kimia, tar akan larut saat dilakukan perendaman [14]. Struktur karbon Aktif dengan penambahan larutan KOH dengan konsentrasi yang tinggi menghasilkan struktur pori yang merupakan kombinasi makropori dan mesopori. Pembentukan pori meso didalam pori makro meningkatkan luas permukaan [15].



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Efisiensi Penurunan Kadar Amonia berdasarkan variasi Waktu Perendaman dengan aktivator HCl, NaCl, dan KOH

Grafik diatas menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi dalam menyerap ammonia dalam air limbah industri dari ketiga bahan activator yang digunakan yang tertinggi dicapai oleh kalium hidroksida dengan nilai efisiensi sebesar 87,6%, sedangkan efisiensi

terendah dicapai oleh hidrogen klorida. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat keasaman dari bahan aktivator menyebabkan kemampuan adsorpsi ammonia yang berbeda-beda. Semakin kuat basa pada bahan aktivator maka akan semakin besar daya serapnya, diikuti dengan natrium klorida yang bersifat garam/ netral, kemudian adsorpsi terkecil dicapai oleh hidrogen klorida yang bersifat asam kuat [14].

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Bahan aktivator pada karbon aktif dari tempurung kelapa yang paling efektif menurunkan kadar ammonia pada air limbah adalah kalium hidroksida.
2. Penurunan kadar ammonia dengan karbon aktif dari bahan tempurung kelapa pada air limbah industri dengan variasi waktu perendaman dengan aktivator KOH menghasilkan efisiensi sebesar 87,6%, sedangkan dengan aktivator NaCl efisiensi sebesar 79,3% dan pada aktivator HCl dengan efisiensi sebesar 78,4%.

Daftar Pustaka

- [1] Azamia, M. 2012. Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dalam Penurunan Kadar Organik serta Logam Berat Fe, Mn, Cr dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi. Skripsi. Depok: FMIPA Universitas Indonesia.
- [2] Bahri, S., 2016. Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu Untuk Pembuatan Briket Arang Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan Di Nanggroe Aceh Darussalam. Sekolah Pascasarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan
- [3] Sudibandriyo, Mahmud, L, 2011, Karakteristik Luas Permukaan Karbon Aktif dari Ampas Tebu dengan Aktivasi Kimia. Jurnal Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [4] Budiono A, Suhartana, Gunawan. 2009. Pengaruh aktivasi arang tempurung kelapa dengan asam sulfat dan asam fosfat untuk adsorpsi fenol. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [5] Handayani, N. dan Widyastuti, N., 2009. Adsorpsi ammonium (NH_4^+) pada zeolit berkarbon dan zeolit A yang disintesis dari abu dasar batu bara PT. Ipmomi secara batch, Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] Irmanto dan Suyata, 2009. Penurunan Kadar ammonia, nitrit, dan nitrat limbah cair industri tahu menggunakan arang aktif dari ampas kopi, Molekul, 4(2): 105-114.
- [7] Jafarpour, M., Foolad, A., Mansouri, M., Nikbakhsh, Z., and Saeedizade, H., 2010. Ammonia removal from nitrogenous industrial waste water using iran natural zeolite of clinoptilolite type, World Academy of Science, Engineering and Technology, 70(2010): 939-945.
- [8] Li, X., Lin, C., Wang, Y., Zhao, M., and Hou, Y., 2010. Clinoptilolite adsorption capability of ammonia in pig farm, Procedia Environmental Sciences, 2: 1598-1612.

- [9] Zheng, H., Han, L., Ma, H., Zheng, Y., Zhang, H., Liu, D., and Liang, S., 2008. Adsorption characteristics of ammonium ion by zeolite 13X, *Journal of Hazardous Materials*, 158(2): 577-584.
- [10] Wahab, M. A., Jellali, S., and Jedidi, N., 2010. Ammonium biosorption onto sawdust: FTIR analysis, kinetics and adsorption isotherms modeling, *Bioresource Technology*, 101(14): 5070-5075.
- [11] Uğurlu, M. and Karaoğlu, M. H., 2011. Adsorption of ammonium from an aqueous solution by fly ash and sepiolite: Isotherm, kinetic and thermodynamic analysis, *Microporous and Mesoporous Materials*, 139(1): 173-178.
- [12] Takuya Mochizuki, 2015. Adsorption behaviors of ammonia and hydrogen sulfide on activated carbon prepared from petroleum coke by KOH chemical activation. Nagoya University, Japan.
- [13] Melania, M.S., 2012. Produksi Karbon Aktif dari Bambu dengan Aktivasi menggunakan Kalium Hidroksida. Skripsi. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- [14] Pambayun, G.S., Yulianto, R.Y.E., Rachimoallah, M., Putri, E.M.M. 2013. Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator $ZnCl_2$ dan Na_2CO_3 sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah. *Jurnal Teknik Pomits*. 2 (1) : 117.
- [15] Rohmah, P.M., Redjeki, A.S. 2014. Pengaruh Waktu Karbonisasi Pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Sekam Padi Dengan Aktivator KOH. *Jurnal Konversi* Vol. 3 No. 1 April 2014.
- [16] Badan Standarisasi Nasional. 2005. SNI 06-6989-30.2005. Air dan air limbah- Bagian 30 : cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer secara Fenat.