Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, dan Nitrat pada Air Sungai Menggunakan Karbon Aktif sebagai Solusi Efisiensi *Chlorine*

Wisnu Mangkurat[1], Eka Nurdiana[2], Agus Budianto[3]
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri [1,2,3]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jalan Arief Rahman Hakim No.100, Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60117
Tlp 031 5945043, Fax 031 5994620
Email: wisnumangkurat@gmail.com [1] , ekanurdiana907@gmail.com [2] , budichemical@itats.ac.id [3]

ABSTRACT

High level of ammonia, nitrite, and nitrate content in river water will increase organic content. Such a fact will certainly escalate the consumption of chemical material, i.e.: chlorine gas, in Clean Water Treatment Plant. The content of ammonia, nitrite, and nitrate can be lowered by using active carbon in order to curb the use of chlorine gas. The research was to use young coconut skin to produce active carbon to absorb ammonia, nitrite, and nitrate in river water. The variable used were contact time by 5, 10, 20, 40, and 70 minutes and active carbon mass by 0.5, 1, 1.5, and 2 gram. The results of the research showed that optimum ammonia and nitrate contact time was 20 minutes with removal percentage by 46.79% and 60.26%, while the nitrite contact time was 40 minutes with removal percentage by 12.68%.

***Keywords** : active carbon, ammonia, nitrite, nitrate*

ABSTRAK

Amonia, nitrit, dan nitrat dengan konsentrasi tinggi pada air sungai akan meningkatkan kandungan organik, sehingga berpengaruh terhadap meningkatnya pemakaian bahan kimia berupa gas *chlorine* pada Instalasi Pengolahan Air Bersih. Kadar amonia, nitrit, dan nitrat dapat diturunkan dengan menggunakan karbon aktif, sehingga dapat mengurangi penggunaan gas *chlorine*. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah kulit kelapa muda untuk dijadikan karbon aktif, sehingga dapat mengadsorbsi amonia, nitrit dan nitrat pada air sungai. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini waktu kontak 5, 10, 20, 40, dan 70 menit dan massa karbon aktif 0,5; 1; 1,5; dan 2 gram. Dari hasil penelitian didapatkan waktu kontak optimum amonia dan nitrat yaitu 20 menit dengan %*removal* sebesar 46,79% dan 60,26%. Sedangkan nitrit yaitu 40 menit, %*removal* sebesar 12,68%.

Kata Kunci : *Karbon Aktif, Amonia, Nitrit, Nitrat*

PENDAHULUAN

Saat ini, limbah cair sudah menjadi salah satu masalah serius karena memiliki kontribusi yang besar dalam pencemaran air, terutama air di Jawa Timur. Sebagian besar air sungai merupakan bahan baku air yang digunakan perusahaan pengolahan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat sekitar. Polutan yang terdapat pada air sungai diantaranya yaitu amonia, nitrit, dan nitrat. Amonia, nitrit, dan nitrat dengan konsentrasi tinggi pada air sungai akan meningkatkan kandungan organik, sehingga berpengaruh terhadap meningkatnya pemakaian bahan kimia berupa gas *chlorine* pada Instalasi Pengolahan Air Bersih. Pada PT X di Jawa Timur, prinsip pengolahan air bersih meliputi sedimentasi, koogulasi-flokulasi, filtrasi dan klorinasi. Klorinasi merupakan zat oksidator berupa klorin yang ditambahkan, dimana berfungsi sebagai oksidator dan desinfektan pada proses pengolahan air. Penambahan klorin dilakukan pada pada unit reservoir, dimana kebutuhan klorin yang ditambahkan bergantung pada *Break Point Chlorination* atau klorinasi titik retak. Sederhananya, semakin sedikit zat-zat reduktor yaitu

amonia, nitrit dan nitrat, maka jumlah klorin yang dibutuhkan akan berkurang. Oleh karena itu, dibutuhkan metode untuk menurunkan kadar amonia, nitrit dan nitrat yang ramah lingkungan dan efisien agar penggunaan gas *chlorine* dapat di minimalisasikan. Kadar amonia, nitrit, dan nitrat dapat diturunkan dengan menggunakan karbon aktif, sehingga dapat mengurangi penggunaan gas *chlorine*.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang pembuatan karbon aktif dari sabut kelapa dengan suhu karbonisasi 700°C, suhu aktivasi 816°C, waktu aktivasi 1 jam, dan rasio impregnasi KOH 3,9. Karbon aktif yang dihasilkan mampu sebagai penyerap *methylene blue* [1]. Penelitian selanjutnya adalah karbon aktif dari ampas kopi mampu menurunkan kadar amonia, nitrit, dan nitrat masing-masing sebesar 64,69%, 52,35%, dan 86,4% pada waktu kontak 30 menit dan pH 7 [2]. Penelitian lain menyebutkan bahwa karbon aktif dari tongkol jagung mampu menurunkan kadar amonia, nitrit, dan nitrat masing-masing sebesar 51,29%, 31,93%, dan 58,71% pada waktu kontak 10 menit dan pH 6 [3]. Berdasarkan referensi penelitian yang telah dilakukan, penelitian ini dimaksudkan untuk mengadsorbsi dengan karbon aktif kadar amonia, nitrit, dan nitrat dalam air sebelum masuk ke proses filtrasi agar klorin yang ditambahkan semakin efisien. Namun, ruang lingkup pada penelitian ini hanya sampai mengetahui % *removal* adsorbsi amonia, nitrit, dan nitrat dengan menggunakan karbon aktif.

TINJAUAN PUSTAKA

Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa *amorf* yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung arang atau karbon yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat dibuat dari kayu bakau [4], [5] atau *mangrove* [6], karbon aktif dari limbah kakao [7], dan dari batu bara [8]. Daya serap karbon aktif sangat besar yaitu 25-1000% terhadap berat karbon aktif [9]. Karbon aktif memiliki luas permukaan berkisar antara 300 sampai 1200 m^2/g dengan rata-rata diameter pori 10 – 60 Å [10]. Syarat mutu karbon aktif berdasarkan [11] dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Karbon Aktif SNI 06 – 3730 – 1995

No	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1	Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C	%	Max 15	Max 25
2	Kadar air	%	Max 4,5	Max 15
3	Kadar abu	%	Max 2,5	Max 10
4	Daya serap terhadap larutan I_2	mg/gram	Min 750	Min 750
5	Karbon aktif murni	%	Min 80	Min 65

Air

Aktivitas manusia yang menjadi penyebab sungai rentan terhadap pencemaran air. Pertumbuhan industri juga dapat menyebabkan kualitas lingkungan mengalami penurunan [12]. Air bersih merupakan air yang layak untuk dijadikan bahan baku air minum, sehingga air tersebut layak pula untuk keperluan mandi, cuci, dan sanitasi. Standar baku mutu air tercantum dalam standar maksimal baku mutu berdasarkan [13], [14], dan [15] dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Standar Maksimal Baku Mutu Air Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001

No	Parameter	Satuan	Standar Maksimal
1	Amonia (NH_3-N)	mg/lt NH_3-N	-
2	Nitrat (NO_3-N)	mg/lt NO_3-N	10
3	Nitrit (NO_2- N)	mg/lt NO_2-N	0,06

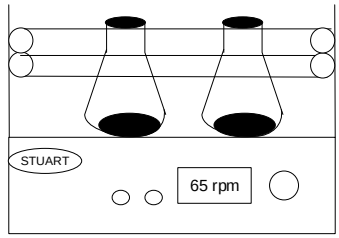
Tabel 3. Standar Maksimal Kualitas Air Minum Berdasarkan Permenkes No. 492 dan 736

No	Parameter	Satuan	Standar Maksimal
1	Amonia (NH_3-N)	mg/lt NH_3-N	1.5
2	Nitrat (NO_3)	mg/lt NO_3	50
3	Nitrit (NO_2)	mg/lt NO_2	3

Metode Adsorbsi

Adsorpsi adalah proses dimana molekul-molekul fluida menyentuh dan melekat pada permukaan padatan [16]. Adsorpsi (penyerapan) merupakan suatu proses pemisahan dimana komponen dari suatu fase fluida atau cairan berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorban). Pada adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorban. Adsorbat merupakan zat yang terserap atau zat yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorban merupakan suatu media penyerap yang biasanya berbentuk padatan. Pada proses adsorpsi, adsorbat menempel dipermukaan adsorban membentuk suatu lapisan tipis (film).

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Rangkaian Alat *shaker*

Persiapan bahan baku

Karbon aktif yang digunakan adalah karbon aktif yang terbuat dari kulit kelapa muda yang diaktivasi gabungan kimia-fisika. Aktivasi kimia menggunakan larutan KOH 30% dan aktivasi fisika menggunakan *microwave* daya 800W, dengan spesifikasi pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Spesifikasi Karbon Aktif

No	Parameter	Nilai
1	Volatilitas (950^{o}C) (%)	17
2	Kadar air (%)	2
3	Kadar abu (%)	9
4	Daya serap iod (mg/g)	2220,5
5	karbon aktif murni (%)	72

Penentuan Waktu Kontak Optimum terhadap % *Removal*

Sampel air sungai dianalisa preatreatment parameter amonia, nitrit , dan nitrat. Karbon aktif sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam erlenmayer yang berisi 50 mL sampel air sungai. Kemudian Mengkocok dengan *shaker* berkecepatan 65 rpm dengan variabel waktu 5, 10, 20, 40, dan 70 menit. Filtrat disaring dan dianalisa kadar amonia, nitrit, dan nitrat.

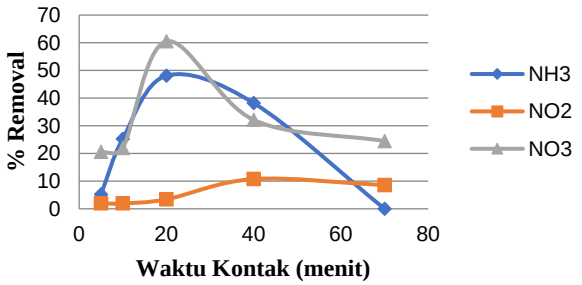
Penentuan Massa Optimum terhadap % *Removal*

Karbon aktif ditimbang dengan variabel massa (0,5; 1,0 1,5 ; 2 gram) dan memasukkannya ke dalam erlenmayer yang berisi 50 mL air sungai. Mengkocok dengan *shaker* berkecepatan 65 rpm dengan waktu optimum. Filtrat disaring dan dianalisa kadar amonia, nitrit, dan nitrat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Waktu Optimum

Waktu kontak optimum merupakan waktu adsorbsi terbaik karbon aktif, dimana terjadi penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat pada limbah air sungai yang paling besar. Menurut [2], peristiwa adsorpsi yang terjadi pada karbon aktif karena adanya gaya Van der Walls yaitu gaya tarik-menarik intermolekuler antara molekul padatan dengan solut yang diadsorpsi lebih besar daripada gaya tarik-menarik sesama *solut* itu sendiri di dalam larutan, maka solut akan terkonsentrasi pada permukaan padatan. Adsorpsi jenis ini tidak bersifat *site spesifik*, dimana molekul yang teradsorpsi bebas untuk menutupi seluruh permukaan padatan. Karbon aktif secara teori mampu untuk menyerap ion-ion logam berat, warna, bau, dan rasa. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil penelitian yang kami lakukan dimana karbon aktif dapat menurunkan kadar amonia dan nitrat pada variabel waktu kontak 20 menit dan nitrit pada variabel waktu kontak 40 menit. Pada **Gambar 2,** parameter amonia dan nitrat dengan waktu kontak optimum selama 20 menit didapatkan % *removal* masing- masing 48,1 dan 60,53%, sedangkan parameter nitrit dengan waktu kontak optimum 40 menit didapatkan % *removal* sebesar 10,76%..

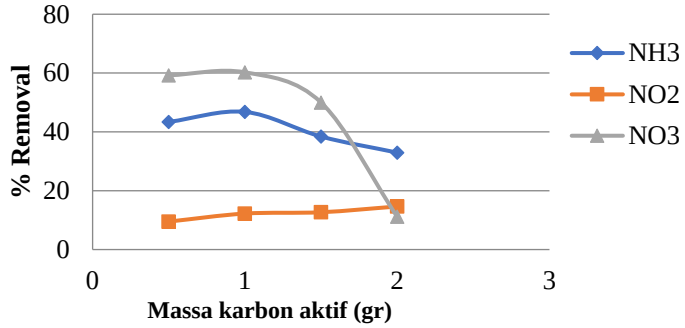


Gambar 2. Pengaruh Waktu Kontak Karbon Aktif terhadap % *Removal* NH_3, NO_2, dan NO_3

Penentuan Massa Optimum

Massa optimum merupakan massa terbaik arang aktif, dimana terjadi penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat pada limbah air sungai yang paling besar. Pada **Gambar 3**, massa arang aktif optimum untuk parameter amonia dan nitrat adalah 1 gram dengan % *removal* masing-masing sebesar 46,78 dan 60,25%. Penurunan kemampuan adsorbsi terus menurun setelah massa optimum tercapai, hal ini karena massa arang aktif yang berlebih menjadi pengotor. Namun berbeda dengan parameter nitrit, semakin banyak massa arang aktif, maka semakin besar daya adsorbsinya, dimana massa optimumnya adalah 2 gram dengan % *removal* nya sebesar 14,64%. Selain itu, jika dilihat

tren data pada **Gambar 3** persentase penurunan nitrit merupakan yang paling kecil jika dibandingkan dengan amonia dan nitrat



Gambar 3. Pengaruh Massa Karbon Aktif terhadap % *Removal* NH_3, NO_2, dan NO_3

. Hal ini karena nitrit merupakan senyawa yang tidak stabil. Nitrit merupakan tahap intermediet (transisi) dalam dekomposisi biologis senyawa organik yang mengandung nitrogen. Sedangkan persentase penurunan kadar nitrat pada limbah sungai yang diperoleh cukup tinggi dibandingkan dengan persentase penurunan kadar amonia dan nitrit. Bahan organik berupa protein yang terdapat dalam limbah sungai terdekomposisi menjadi amonia dengan bantuan mikroorganisme pengurai. Pada kondisi aerobik amonia teroksidasi menjadi nitrit, kemudian nitrit dioksidasi lagi menjadi nitrat sehingga senyawa kimia yang paling banyak ditemukan adalah nitrat. Menurut [2] bahwa persentase penurunan nitrit paling kecil jika dibandingkan dengan amonia dan nitrat, karena nitrit merupakan senyawa yang tidak stabil.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan meliputi: waktu kontak optimum parameter ammonia dan nitrat yaitu 20 menit dengan % removal sebesar 48,10% dan 60,53%. Sedangkan waktu kontak optimum parameter nitrit yaitu 40 menit dengan % *removal* sebesar 10,76% ; massa adsorben terbaik untuk parameter amonia dan nitrat yaitu 1 gram dengan % *removal* 46,78 dan 60,25%. Sedangkan massa adsorben terbaik untuk parameter nitrit yaitu 2 gram dengan % *removal* 14,64%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Tan I.A.W., Ahmad A.L., dan Hameed B.H.. 2008. *Optimization of Preparation Conditions for Activated Carbons from Coconut Husk Using Response Surface Methodology*. Chemical Engineering Journal, 184, 57-65.

[2] Irmanto, S. 2009. *Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi*. Molekul, vol.4. No.2, 105-114.

[3] Amin, A, Saibun S., dan Bohari Y. 2016. *Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung (Zea mays L.) sebagai Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Amonia, Nitrit, dan Nitrat pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Teknik Celup*. Jurnal Kimia Mulawarman, Vol. 13 No.2, 78-84.

[4] Aziz, M dan Efendi, S.2016."Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Kayu Bakau". Institut Adhi Tama Surabaya: Surabaya.

[5] Udyani. Kartika., Purwaningsih. Dian. Y., Setiawan. Rio., Yahya. Khalida. 2019. *Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Bakau Menggunakan Gabungan Aktivasi Kimia dan Fisika*

dengan Microwave. Jurnal IPTEK.Vol 23 No 1, Mei Tahun 2019. Institut Adhi Tama Surabaya: Surabaya.

[6] Budianto, A., Kusdarini, E., Effendi, S. dan Aziz, M. 2019. "The Production of Activated Carbon from Indonesian Mangrove Charcoal". IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 462 (2019) 012006.

[7] Budianto, A., Romiarto, dan Fitrianingtyas. 2016. "Pemanfaatan Limbah Kakao (Theobroma cacao l) sebagai Karbon Aktif dengan Aktifator Termal dan Kimia", Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IV, hal. 208-213.

[8] Kusdarini E, Budianto A, dan Ghafarunnisa D.(2017).Produksi Karbon Aktif dari Batubara Bituminus dengan Aktivasi Tunggal H_3PO_4, Kombinasi H_3PO_4-NH_4HCO_3, dan Termal. Jurnal Reaktor. Vol. 17 No. 2, Juni Tahun 2017, Hal. 74-80.

[9] Darmawan S. 2008. *Sifat Arang Aktif Tempurung Kemiri dan Pemanfaatannya sebagai Penyerap Emisi Formaldehida Papan Serat Berkerapatan Sedang*. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.

[10] Geankoplis, C. J. 2003. *Transport Processes and Separation Process Principles*. 4thedition. New Jersey: Prentice Hall Professional Technical Reference.

[11] SNI. 1995. *SNI 06 – 3730 – 1995: Arang Aktif Teknis.* Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.

[12] Soemarwoto, O.2003. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.

[13] Peraturan Pemerintah Nomor 82. 2001. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Pemerintah RI

[14] Menteri Kesehatan RI. 2010. *PERMENKES NO. 492/MENKES/PER/IV/2010: Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

[15] Menteri Kesehatan RI. 2010. *PERMENKES NO. 736/MENKES/PER/VI/2010: Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum*. Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

[16] Nasruddin. 2005. *Dynamic Modeling and Simulation of Two Bed Silica Gel-Water Adsorption Chiller*. Disertasi, hal 3-12.