

PENGARUH JENIS ARANG AKTIF AMPAS TEBU, TATAL KAYU DAN TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KEMAMPUAN PENJERAPAN WARNA AIR SUNGAI SAMBAS

Winda Apriani¹, Indra Perdana², Sri Puji Saraswati³

¹Prodi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

³Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

*Korespondensi : winihem@yahoo.com

Abstract

The availability of clean water still poses problems in Indonesia. The need of clean water for Sambas City people still depends on river water. This river water comes from Sambas River which has bright yellow color (73.6 TCU), exceeding the allowed maximum level for clean water in accordance with the Regulation of Health Affairs No.416/MEN.KES/PER/IX/1990, which is 50 TCU, with low turbidity (23.3 TCU) and low pH (4.34). The characteristics of this river water indicate that the water color of Sambas River is true color. Level of this type of water color can be degraded by adsorption process using activated charcoal. It is easy to find raw materials of activated charcoal from waste sources containing carbon in Indonesia, especially West Kalimantan, such as bagasse, wood chips and coconut shell. Therefore, this research was conducted to identify the influence of activated charcoal types of bagasse, wood chips and coconut shell which are used as adsorbent to adsorb the color of Sambas river water and to identify the optimum dosage and duration of the process.

Activated charcoal was made of bagasse, wood chip and coconut shell through pyrolysis process at a temperature of 500°C for 3.5 hours followed by chemical activation process using H₃PO₄ 5% for 24 hours. The water was from Sambas river, Tanjung Mekar Village, Sambas, West Kalimantan. The adsorption process employed various types of activated charcoal (bagasse, wood chips and coconut shell); dosage (1, 2, 3, 4 and 5% b/v); and contact time (10, 15, 30, 60, 90, 120 and 180 minutes).

The results indicated that different types of activated charcoal material in the adsorption process give different color level. The best treatment of batch process with 500 ml of Sambas river water was from the adsorption using activated charcoal of bagasse with an optimum dosage of 2% b/v and optimum contact duration of 90 minutes. It produced water color level between 50.00-52.00 TCU (meeting the standard of the Regulation of Health Affairs No.416/MEN.KES/PER/IX/1990).

History:

Received: September 24, 2013

Accepted: August 1, 2014

First published online:

December 30, 2014

Keywords:

*activated charcoal
adsorbent
adsorption
water color
Sambas river*

1. Pendahuluan

Pelayanan air bersih di Kota Sambas masih belum menunjukkan hasil yang menggembirakan. Sebagian besar masyarakat masih memanfaatkan air sungai Sambas sebagai sumber air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Secara fisik air sungai Sambas ini terlihat berwarna kuning terang (73,6 TCU) yang melebihi kadar maksimum kualitas air bersih yang diperbolehkan sesuai dengan Permenkes No. 416/MEN.KES/PER/IX/1990 (50 TCU).

Permasalahan lain yang ada di lingkungan masyarakat kabupaten Sambas yaitu masalah limbah ampas tebu dari pedagang sari tebu, limbah tatal kayu dari pengrajin *furniture* dan limbah tempurung kelapa dari pedagang kelapa parut. Adanya limbah tersebut menimbulkan masalah karena penanganannya hanya dibiarkan menumpuk hingga membusuk atau pun dibakar begitu saja, yang semuanya tidak memberikan dampak yang positif terhadap lingkungan sehingga penanggulangannya perlu dipikirkan. Jalan yang dapat ditempuh adalah memanfaatkannya menjadi produk yang bernilai tambah. Salah satunya dengan mengolah limbah tersebut menjadi arang aktif.

Karakteristik air sungai Sambas yang berwarna kuning terang (73,6 TCU) dengan kekeruhan rendah (23,3 NTU) dan pH rendah (4,34) menunjukkan warna air sungai Sambas adalah warna sejati. Penurunan kadar warna air jenis ini dapat melalui proses penjerapan menggunakan arang aktif. Arang aktif dipilih sebagai adsorben

berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah berhasil mengungkap bahwa arang aktif dapat digunakan untuk menurunkan kadar warna air. Penurunan kadar warna ini disebabkan terbukanya pori-pori dari arang yang telah diaktifkan, sehingga terjadi proses penjerapan. Kemampuan arang aktif sebagai adsorben tidak sama antara satu bahan dengan yang lainnya. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh jenis arang aktif ampas tebu, tatal kayu dan tempurung kelapa dalam menjerap warna air sungai Sambas, serta mengetahui dosis optimum dan waktu kontak optimum pada proses penjerapan menggunakan arang aktif terbaik.

Warna air memberikan gambaran dan informasi tentang kualitas air. Adanya warna dikhawatirkan akibat dari terlarutnya zat-zat berbahaya pembawa warna. Selain itu juga dapat mempengaruhi sikap pemakai yang akan mengkonsumsinya, yaitu nilai estetikanya berkurang. Pemakai lebih menyukai air jernih yang tidak berwarna. Dalam proses pengolahan air, warna merupakan salah satu parameter fisika yang digunakan sebagai persyaratan kualitas air baik untuk air bersih maupun untuk air minum.

Pemilihan perlakuan penjernihan air harus sesuai dengan kondisi air yang akan diolah. Kusnaedi (2010) menyebutkan bahwa air sumur, rawa, atau sungai yang terasa bau dan berwarna kuning dapat diolah melalui pengolahan adsorpsi. Media yang dapat digunakan dalam pengolahan air secara adsorpsi adalah karbon aktif atau

arang yang terbuat dari apa saja yang dapat dibuat menjadi arang aktif.

Arang aktif merupakan media yang sangat efektif dalam penyerapan zat terlarut dalam air, baik organik maupun anorganik. Permukaan arang aktif bersifat non polar. Adanya oksida-oksida logam pada arang aktif dapat menimbulkan gaya elektrostatis pada permukaan sehingga memungkinkan arang aktif bertindak sebagai adsorben.

Penelitian yang dilakukan Mardinarsih (2004) menunjukkan adanya penurunan kadar warna air sungai dari 92 TCU menjadi 19 TCU melalui proses adsorpsi menggunakan arang aktif sekam kulit kopi. Penurunan kadar warna ini disebabkan terbukanya pori-pori sekam kulit kopi yang telah diaktifkan, sehingga terjadi proses adsorpsi. Selain itu, menurut Masduqi (2010), dalam pengolahan air, arang aktif digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan rasa, bau, atau warna yang disebabkan oleh kandungan bahan organik dalam air, produk samping disinfeksi, pestisida, dan bahan organik sintetis lainnya. Zat organik di dalam air dapat ditarik oleh arang aktif sehingga melekat pada permukaannya dengan kombinasi daya fisik kompleks dan reaksi kimia (Said, 1999 dalam Khair, 2010), sehingga air menjadi jernih.

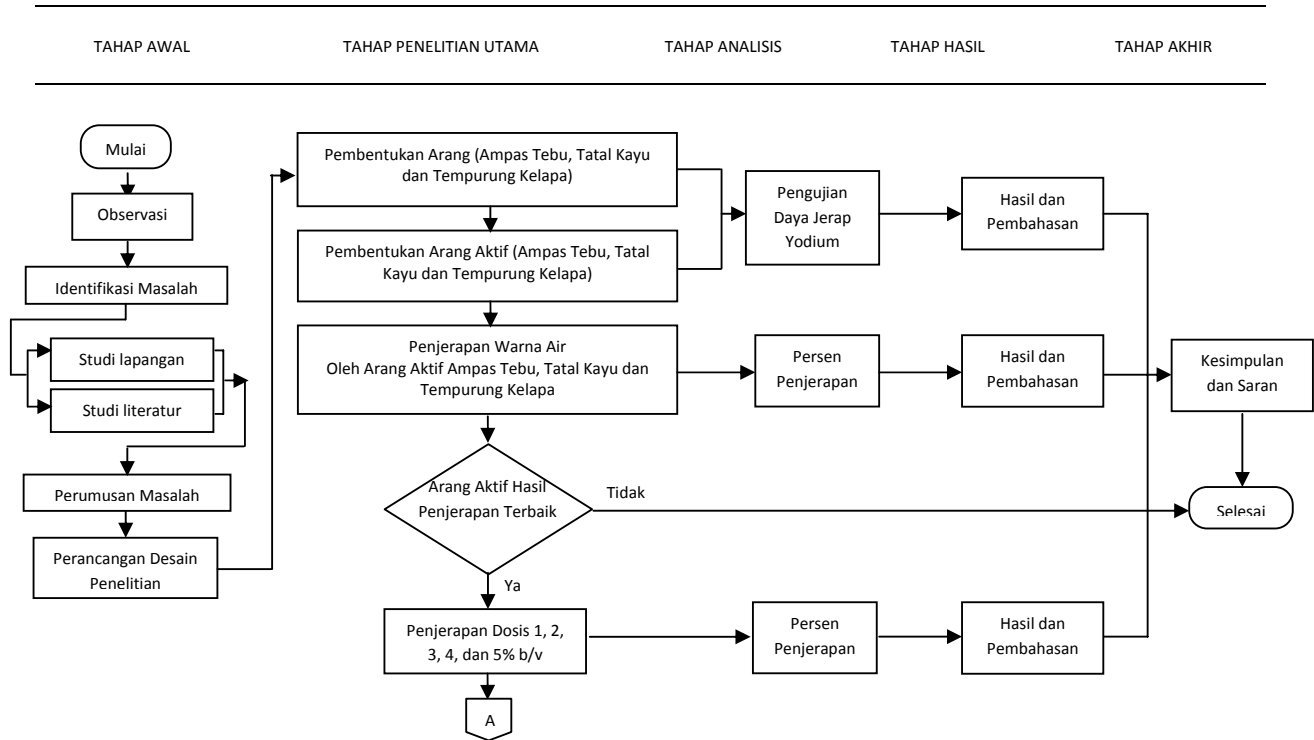
Arang aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon, baik organik maupun anorganik, asal saja bahan tersebut memiliki struktur berpori (Sudradjat dan Pari, 2011). Samaniego dan Leon (1940) dalam Sembiring dan Sinaga (2003) telah mencoba membuat

arang aktif dari beberapa macam bahan buangan, seperti: sekam, dedak, tempurung kelapa dan lain-lain. Hasil yang diperoleh diuji daya jerapnya terhadap larutan Yodium. Dari percobaan yang dilakukan, ternyata daya jerap arang aktif ditentukan oleh jenis bahan baku dan aktifator yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan penyerapan terhadap warna air sungai Sambas dengan menggunakan arang aktif yang berasal dari bahan baku yang berbeda, yaitu ampas tebu, tatal kayu dan tempurung kelapa.

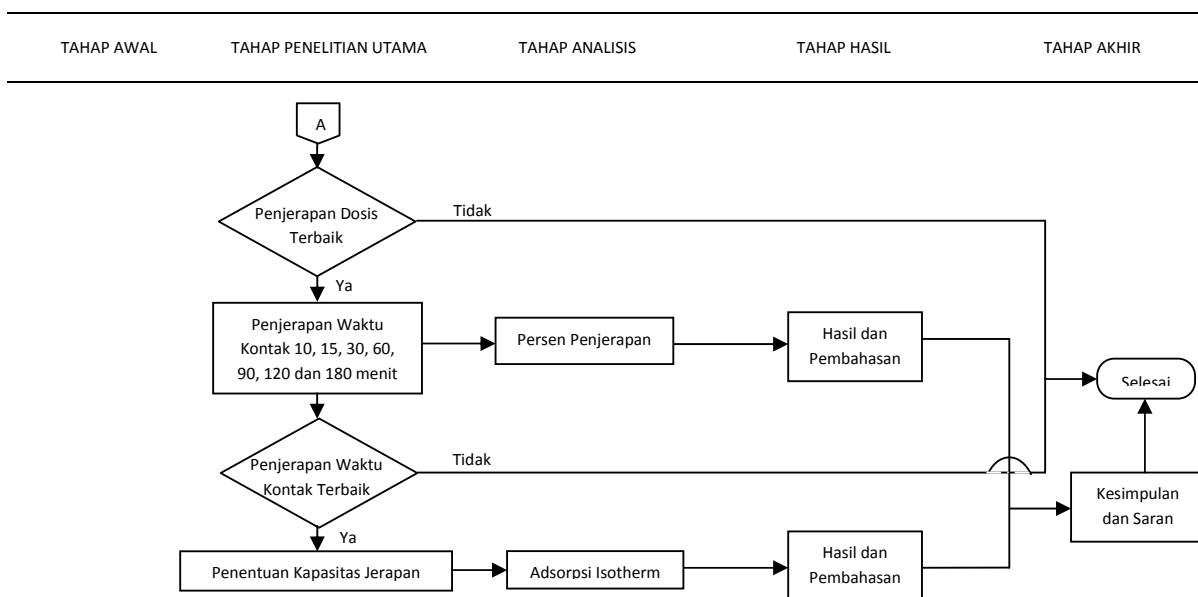
Rumidatul (2006) telah melakukan penelitian untuk mengaplikasikan arang aktif yang mempunyai kualitas terbaik sebagai adsorben pada pengolahan air limbah dengan konsentrasi yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi arang aktif terbaik sebagai adsorben pada pengolahan air limbah berbeda untuk masing-masing limbah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis arang aktif terbaik pada proses penyerapan warna air sungai Sambas dengan variasi dosis pada waktu kontak tertentu.

2. Metodologi Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan baku arang aktif, yaitu ampas tebu, tatal kayu dan tempurung kelapa. Air sungai yang digunakan adalah air sungai Sambas, Kalimantan Barat. Tahap penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahap Penelitian



Gambar 1 Tahap Penelitian (Lanjutan)

3. Hasil dan Pembahasan

Kualitas arang aktif dapat ditunjukkan dengan nilai daya jerap terhadap Yodium. Gambar 2 menunjukkan terjadinya peningkatan nilai daya jerap terhadap Yodium dari arang nonaktif ke arang teraktifasi.

Nilai daya jerap terhadap Yodium oleh arang nonaktif pada penelitian ini berkisar antara 125,36 (mg/gr) sampai dengan 354,03 (mg/gr). Nilai tersebut meningkat pada arang teraktifasi yaitu berkisar antara 416,75 (mg/gr) sampai dengan 548,04 (mg/gr). Hal tersebut menunjukkan terjadinya peningkatan jumlah pori yang terbentuk akibat penambahan bahan pengaktif pada proses aktivasi. Proses aktivasi menggunakan bahan pengaktif asam fosfat. Asam fosfat membantu membuka permukaan pori arang yang semula tertutup oleh deposit hidrokarbon, sehingga pori-pori arang akan menjadi semakin banyak atau luas permukaan arang meningkat sehingga disebut arang aktif.

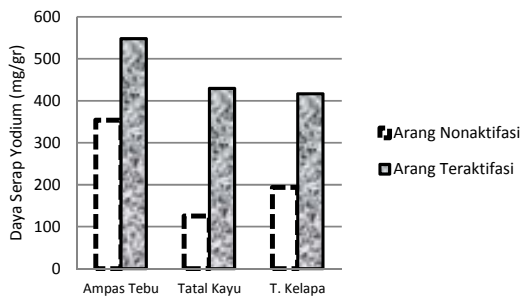
Nilai daya jerap Yodium yang dihasilkan dari ketiga jenis arang aktif pada penelitian ini berbeda-beda. Nilai daya jerap terhadap Yodium oleh arang aktif berbahan baku ampas tebu, tatal kayu dan tempurung kelapa berturut-turut adalah 548,04; 429,45; dan 416,74 mg/gr. Daya jerap arang aktif tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Meskipun nilainya tidak terlalu jauh berbeda, namun hal ini menunjukkan bahwa jumlah, bentuk dan ukuran pori yang dimiliki oleh ketiga jenis bahan baku tersebut berbeda. Nilai daya jerap terhadap Yodium oleh arang aktif ampas tebu lebih besar dibandingkan dengan nilai daya jerap terhadap Yodium oleh arang aktif tatal kayu dan tempurung kelapa. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku. Ampas tebu mempunyai kerapatan yang lebih kecil dibandingkan tatal kayu dan tempurung kelapa. Pada umumnya struktur dengan kerapatan yang lebih kecil

akan lebih berpori sehingga permukaannya lebih luas dan kemampuan adsorpsinya tinggi.

Adsorben yang digunakan pada proses penjerapan ini berasal dari tiga jenis bahan yang berbeda, yaitu ampas tebu, tatal kayu dan tempurung kelapa. Nilai persen penjerapan warna air rata-rata dari berbagai jenis arang aktif tersebut dapat dilihat pada Gambar 3. Persen penjerapan oleh arang aktif ampas tebu berkisar antara 11,38% sampai dengan 23,84%; arang aktif tatal kayu berkisar antara 13,47% sampai dengan 22,35%; dan arang aktif tempurung kelapa berkisar antara 9,06% sampai dengan 17,07%. Nilai persen penjerapan ini menunjukkan bahwa ketiga jenis arang aktif tersebut mempunyai kemampuan menyerap warna air sungai Sambas. Hal ini ditunjukkan oleh nilai persen penjerapan yang merupakan persen dari selisih antara kadar warna air sebelum penjerapan dengan kadar warna air setelah penjerapan. Semakin besar nilai persen penjerapan menunjukkan semakin banyak kadar warna air yang mampu dihilangkan.

Nilai persen penjerapan terbesar yang diperoleh pada penelitian ini berasal dari perlakuan menggunakan arang aktif ampas tebu. Nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan nilai persen penjerapan menggunakan arang aktif tatal kayu. Hal ini menunjukkan bahwa struktur dan jumlah pori yang dimiliki antara keduanya pada penelitian ini tidak jauh berbeda.

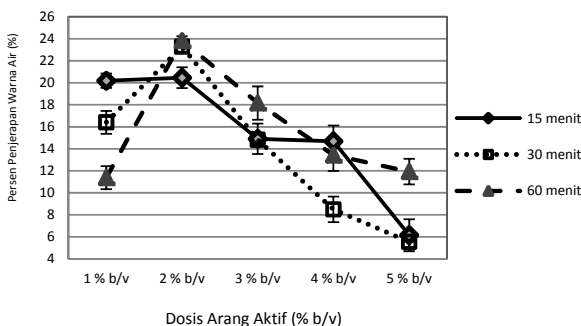
Dilihat dari kemampuan menyerap warna air sungai Sambas pada penelitian ini, maka ketiga jenis arang aktif dikatakan memiliki kemampuan untuk menyerap warna air sungai Sambas. Pada penelitian lebih lanjut, digunakan arang aktif terpilih diantara ketiganya. Arang aktif terpilih yang dimaksud pada penelitian ini adalah arang aktif yang mempunyai kemampuan menyerap warna air terbaik.



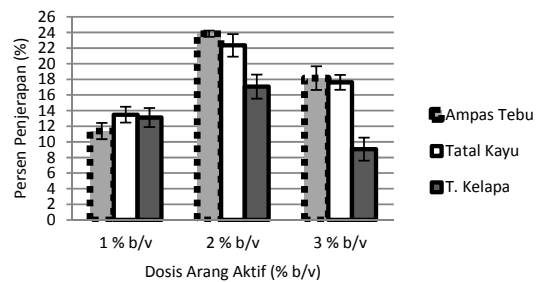
Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Nilai Daya Jerap Yodium (mg/gr) dengan Perlakuan Aktifasi Arang dari Ampas Tebu, Tatal Kayu dan Tempurung Kelapa

Dipilih arang aktif ampas tebu sebagai arang aktif terpilih untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Salah satu yang menjadi dasar pemilihan tersebut adalah dilihat dari nilai persen penjerapan dan uji daya jerap terhadap Yodium. Nilai tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan yang menggunakan arang aktif ampas tebu. Selain itu potensi limbah ampas tebu yang merupakan limbah dari penjualan minuman sari tebu belum banyak dimanfaatkan di Indonesia, khususnya di Kalimantan Barat (provinsi asal dari sungai Sambas). Berbeda dengan limbah dari kayu dan tempurung kelapa yang sudah terdapat pabrik arang aktif dengan bahan tersebut di Indonesia.

Gambar 4 menunjukkan bahwa dosis optimum arang aktif ampas tebu pada proses penjerapan warna air adalah 2% b/v. Peningkatan jumlah arang aktif pada proses penjerapan ini tidak memberikan hasil yang lebih baik. Penelitian yang dilakukan Rumidatul (2006) juga menunjukkan bahwa konsentrasi arang aktif terbaik sebagai adsorben pada pengolahan air limbah rumah sakit dan limbah industri pelapisan nikel adalah 2% b/v jika dibandingkan dengan konsentrasi 1 dan 3% b/v.



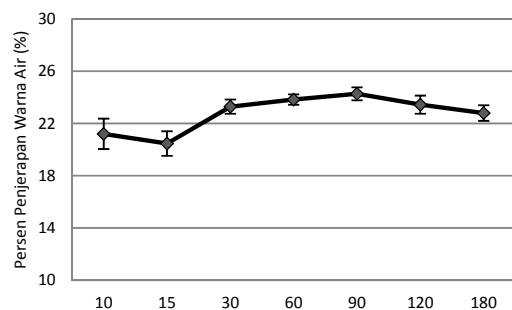
Gambar 4 Grafik Hubungan Antara Persen Penjerapan Warna Air (%) Terhadap Dosis Arang Aktif Ampas Tebu (% b/v) Pada Waktu Kontak 15, 30 dan 60 menit



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Persen Penjerapan Warna Air (%) dengan Dosis Arang Aktif (% b/v) Pada Arang Aktif Ampas Tebu, Tatal Kayu dan Tempurung Kelapa

Bahkan pada pada pengolahan air limbah rumah tangga, konsentrasi arang aktif terbaik adalah 1% b/v. Hal yang sama juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan Debora (2011) terhadap penurunan kadar besi menggunakan serbuk biji kelor, dimana dosis 1 gr/L merupakan dosis terbaik dibandingkan dengan dosis 0,8; 3 dan 5 gr/L. Peningkatan jumlah arang aktif tidak memberikan hasil yang lebih baik, mungkin disebabkan karena adanya molekul dari adsorben yang terlarut dalam larutan. Larutnya molekul adsorben dapat disebabkan karena proses pengadukan, dimana dengan semakin banyaknya jumlah adsorben dapat mengakibatkan tumbukan yang besar antar adsorben sehingga mengakibatkan adanya molekul adsorben yang terlepas dan terlarut dalam larutan.

Selain itu, kemungkinan dapat disebabkan oleh sifat dari penjerapan ini adalah penjerapan secara fisika, sehingga ikatan antara zat warna air dan arang aktif lemah. Hal ini dapat menyebabkan zat warna air yang sudah terjerap pada permukaan arang aktif akan keluar, sehingga dapat meningkatkan kembali warna air dalam larutan.



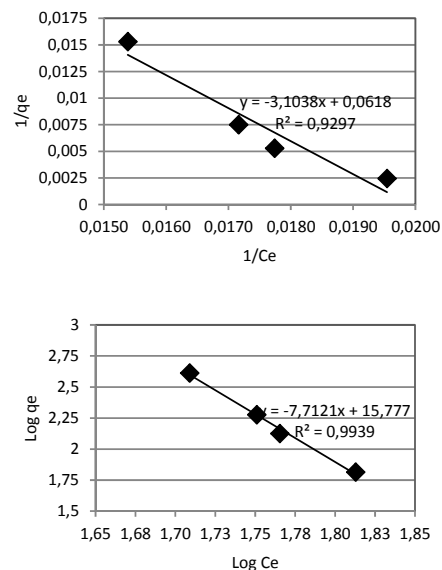
Gambar 5 Grafik Hubungan Antara Persen Penjerapan Warna Air (%) Terhadap Waktu Kontak (menit) Pada Dosis 2% b/v Arang Aktif Ampas Tebu

Gambar 5 menunjukkan persen penjerapan hasil pengamatan yang diperoleh pada waktu kontak 10, 15, 30, 60, 90, 120 dan 180 menit. Persen penjerapan terbesar terjadi pada waktu kontak 90 menit. Kondisi tersebut merupakan kondisi puncak kenaikan persen penjerapan, yaitu sebesar 24,28%. Pada kondisi ini penambahan waktu kontak (120 dan 180 menit) tidak menambah jumlah zat warna yang terjerap, maka dikatakan proses penjerapan telah mencapai kesetimbangan. Hal ini disebabkan pori-pori arang aktif ampas tebu relatif telah penuh tertutupi oleh zat warna air yang terjerap dan arang aktif mulai mengalami titik jenuh.

Hasil terbaik pada penelitian ini diperoleh pada perlakuan dosis 2% b/v dan waktu kontak 90 menit menggunakan arang aktif ampas tebu, yaitu 24,28% dari kandungan awal. Nilai ini diperoleh dari 3 sampel dengan kandungan awal berkisar antara 66,37-68,17 TCU dan kandungan akhir berkisar antara 50,00-52,00 TCU. Berdasarkan Permenkes No.416/MEN.KES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air bahwa kadar maksimum warna air bersih yang diperbolehkan yaitu sebesar 50 TCU, maka kadar warna air yang diperoleh dari penelitian ini sebagian sudah memenuhi standar.

Gambar 6 menunjukkan kurva adsorpsi menggunakan model isotherm *Langmuir* dan *Freundlich*. Kedua model isotherm ini menunjukkan linearitas yang tinggi, yaitu 92,9% untuk isotherm *Langmuir* dan 99,3% untuk isotherm *Freundlich*. Penentuan penggunaan model adsorpsi isotherm yang sesuai untuk proses penjerapan ini dapat diketahui dengan melihat koefisien determinasi (R^2) terbesar. Dari kedua model adsorpsi isotherm tersebut ternyata nilai R^2 model isotherm *Freundlich* lebih besar dibandingkan dengan isotherm *Langmuir*, sehingga model isotherm *Freundlich* lebih tepat digunakan untuk mencirikan mekanisme penjerapan warna air sungai Sambas oleh arang aktif ampas tebu.

Model isotherm *Freundlich* menunjukkan lapisan zat warna yang terbentuk pada permukaan arang aktif adalah *multilayer*. Hal tersebut merupakan ciri-ciri dari adsorpsi secara fisika, oleh karena itu ikatan antara zat warna air dan arang aktif ini lemah. Sehingga memungkinkan zat warna air keluar dari permukaan arang aktif yang dapat meningkatkan kembali warna air dalam larutan. Hal ini dapat terjadi apabila waktu kontak diperpanjang dan pengadukan terus dilakukan. Untuk itu penentuan waktu kontak yang optimum sangat dibutuhkan. Model ini juga menunjukkan bahwa proses penjerapan zat warna air pada permukaan arang aktif ampas tebu ini bersifat heterogen. Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua permukaan arang aktif mempunyai daya adsorpsi.



Gambar 6 Kurva Adsorpsi Isotherm

Keterangan Gambar 6 :

- (A) Hubungan antara $1/q_e$ dan $1/C_e$ pada Penjerapan Warna Air Oleh Arang Aktif Ampas Tebu menggunakan Model Isotherm *Langmuir*,
- (B) Hubungan antara $\log q_e$ dan $\log C_e$ pada Penjerapan Warna Air Oleh Arang Aktif Ampas Tebu menggunakan Model Isotherm *Freundlich*

4. Kesimpulan

1. Limbah ampas tebu, tatal kayu dan tempurung kelapa dapat ditingkatkan kegunaannya yaitu menjadi arang dan arang aktif.
2. Daya jerap arang nonaktifasi terhadap Yodium lebih kecil dibandingkan dengan daya jerap arang teraktifasi. Nilai daya jerap masing-masing arang nonaktifasi dan arang teraktifasi terhadap Yodium adalah ampas tebu (354,03 mg/gr dan 548,03 mg/gr), tatal kayu (125,35 mg/gr dan 429,45 mg/gr) dan tempurung kelapa (193,47 mg/gr dan 416,74 mg/gr).
3. Jenis bahan baku arang aktif yang berbeda dalam proses penjerapan akan memberikan hasil penurunan zat warna yang berbeda. Nilai persen penurunan warna air masing-masing arang aktif ampas tebu, tatal kayu dan tempurung kelapa adalah dosis 1% b/v (11,38%, 13,47% dan 13,11%), dosis 2% b/v (23,84%, 22,35% dan 17,62%) dan dosis 3% b/v (18,16%, 17,62% dan 9,06%).
4. Perlakuan terbaik proses penjerapan warna air dalam 500 ml air sungai menggunakan ampas tebu sebagai arang aktif terbaik adalah dosis optimum 2% b/v dan waktu kontak optimum 90 menit. Persen penurunan warna air berkisar antara 23,72%-24,66% dengan kadar warna berkisar antara 50,00-52,00 TCU, maka nilai kadar warna ini telah memenuhi standar Permenkes No.416/MENKES/PER/IX/1990, yaitu 50 TCU.

5. Model isotherm *Freundlich* menunjukkan linearitas yang lebih besar jika dibandingkan dengan model isotherm *Langmuir*, yaitu 99,3% untuk isotherm *Freundlich* dan 92,9% untuk isotherm *Langmuir*. Sehingga model isotherm *Freundlich* lebih tepat digunakan untuk mencirikan mekanisme penjerapan warna air sungai Sambas oleh arang aktif ampas tebu.

Daftar Pustaka

- Debora, N., 2011, Peningkatan Kualitas Air Bersih Berbahan Baku Air Sungai Mahakam Samarinda Memakai Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*) dan Arang Tempurung Kelapa, Tesis, Magister Sistem Teknik, UGM, Yogyakarta
- Khair, R., M., 2010, Efektifitas Proses Ozonisasi dan Kombinasi Filter Secara Kontinu Pada Penurunan Intensitas Warna Pada Air Gambut, Tesis, Magister Sistem Teknik, UGM, Yogyakarta
- Kusnaedi, 2010, Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum, Penebar Swadaya, Jakarta
- Mardiningsih, D., 2004, Kemampuan Arang Aktif Sekam Kulit Kopi Dalam Penurunan Kadar Air Sungai Way Kuripan Bandar Lampung, Skripsi, Undip, Semarang
- Masduqi, 2010, Bagian II : Proses Pengolahan Secara Fisik, <http://blog.its.ac.id/masduqi/files/2010/02/pengolahan-fisik.pdf>, diakses tanggal 2 Desember 2010
- Rumidatul, A., 2006, Efektivitas Arang Aktif Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Air Limbah, Tesis, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Sembiring, M. R, dan Sinaga, T. S, 2003, Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya), Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik, USU, Medan
- Sudradjat, R., dan Pari, G., 2011, Arang Aktif : Teknologi Pengolahan dan Masa Depanannya, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta