

PENGARUH KONSENTRASI ARANG AMPAS TEBU TERHADAP DAYA SERAPNYA PADA LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT

Sarwadi, Ardian Putra

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163

e-mail: sarwadi69@gmail.com, ardhee@fmipa.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh konsentrasi arang ampas tebu terhadap daya serapnya pada limbah cair kelapa sawit. Penelitian bertujuan untuk menentukan nilai optimum konsentrasi arang ampas tebu dalam menyerap kandungan limbah cair pabrik kelapa sawit yang ditinjau dari parameter TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*), dan absorbansi. Pengukuran TSS, TDS menggunakan metode gravimetri dan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometri. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah penyerapan optimum zat padat tersuspensi terlihat pada konsentrasi arang ampas tebu $1,0 \times 10^{-2}$ dan zat padat terlarut adalah $0,5 \times 10^{-2}$ g/mL, sementara untuk nilai absorbansi terlihat pada saat konsentrasi arang ampas tebu $0,5 \times 10^{-2}$ g/mL.

Kata kunci: Absorbansi, arang ampas tebu, TDS, TSS

ABSTRACT

The research on the effect of bagasse charcoal concentration to its absorption power on palm oil waste has been carried out. This project aims is to determine the optimum concentration of bagasse charcoal to absorb the palm oil waste, which is tested by TSS (Total suspended Solid), TDS (Total Dissolved Solid) and absorbance. The TSS and TDS test uses gravimetric method and absorbance test uses spectrophotometric device. The TSS test shows that the optimum concentration is resulted from the sample which has the 1.0×10^{-2} g/mL of concentration while the TDS and absorbance is obtained from the sample which has 0.5×10^{-2} g/mL of concentration.

Keywords: absorption, bagasse charcoal, TDS, TSS

I. PENDAHULUAN

Limbah cair industri kelapa sawit mengandung sejumlah padatan dalam bentuk total zat padat terlarut dan tersuspensi. Padatan di dalam limbah cair minyak kelapa sawit pada umumnya terdiri dari senyawa organik seperti selulosa, lemak, protein dan juga merupakan mikroorganisme seperti bakteri dan alga yang tersuspensi di dalam limbah cair tersebut. Selain senyawa organik, limbah cair juga mengandung senyawa anorganik seperti pasir halus dan lumpur alami yang sulit terurai oleh mikroorganisme. Padatan ini akan membentuk endapan-endapan yang akan terdekomposisi sehingga oksigen terlarut di perairan akan menurun. Endapan ini menyebabkan penetrasi cahaya matahari ke permukaan tidak berlangsung efektif, sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna, yang pada akhirnya akan mengganggu ekosistem perairan (Anonim, 2009). Dari hasil penelitian Satria (1999) mengenai limbah cair industri minyak mencapai 21.170 mg/L untuk TSS (*Total Suspended Solid*) dan TDS (*Total Dissolved Solid*) sebesar 46.186 mg/L. Bahan-bahan organik yang terkandung seperti selulosa, protein, lemak yang dibuang ke perairan (sungai) tanpa diolah akan membuat endapan-endapan yang sukar terurai sehingga mempengaruhi kehidupan biota dalam air (Anonim, 2009).

Pencegahan terhadap semakin meluasnya bahaya pencemaran total zat padat terlarut dan tersuspensi dapat diupayakan melalui pengurangan atau reduksi total zat padat terlarut dan tersuspensi di perairan. Perkembangan teknologi terkini diarahkan untuk memanfaatkan bahan baku yang berpotensi sebagai limbah di lingkungan melalui teknik adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap kedalam (Atkins, 1999). Proses adsorpsi dapat terjadi adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan padatan yang tidak seimbang. Gaya ini menyebabkan, padatan cenderung menarik molekul-molekul yang lainnya bersentuhan dengan permukaan padatan, baik

fasa gas atau fasa larutan ke dalam permukaannya. Akibatnya, konsentrasi molekul pada permukaan menjadi lebih besar dari pada dalam fasa gas atau zat terlarut dalam larutan.

Pertimbangan biaya untuk pengolahan merupakan salah satu alternatif yang perlu dipertimbangkan untuk memilih teknologi yang akan digunakan untuk pengolahan bahaya pencemaran total zat padat terlarut dan tersuspensi tersebut. Bahan alami yang banyak terdapat dalam limbah pertanian atau industri merupakan potensi adsorben murah, diantaranya adalah ampas tebu. Ampas tebu adalah hasil dari pembuatan dari air tebu yang belum memanfaatkan secara optimal. Data yang diperoleh dari Ikatan Gula Indonesia (Ikagi) menunjukkan bahwa jumlah tebu yang digiling oleh 57 pabrik gula di Indonesia mencapai sekitar 30 juta ton, sehingga ampas tebu yang dihasilkan diperkirakan mencapai 9.640.000 ton. Ampas tebu tersebut hanya 60% yang dimanfaatkan oleh pabrik gula sebagai bahan bakar, bahan baku untuk kertas dan industri jamur. Oleh karena itu diperkirakan sebanyak 40% dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan (Husin, 2007). Secara kimiawi, komponen utama penyusunan ampas tebu adalah serat yang didalamnya terkandung gugus selulosa, poliosa seperti hemiselulosa, lignoselulosa dan lignin mempunyai kemampuan penyerapan yang baik (Santosa, dkk, 2003).

Karbonisasi adalah proses pembakaran material organik pada bahan baku. Karbonisasi akan menyebabkan terjadinya dekomposisi material organik bahan baku dan pengeluaran pengotor. Sebagian besar unsur non karbon akan hilang pada tahap ini. Pelepasan unsur-unsur yang *volatil* ini akan membuat struktur pori-pori mulai terbentuk/pori-pori mulai terbuka. Seiring karbonisasi, struktur pori awal akan berubah. Hasil pengarangan ampas tebu akan mengakibatkan penguraian lignoselulosa menjadi asam asetat, metanol, gas CO, CH₄, H₂ dan CO₂. Asam asetat umumnya berasal dari selulosa, terutama hemiselulosa (Mukhlieshin, 1997).

Total Suspended Solid atau TSS merupakan padatan melayang dalam cairan limbah. Pengaruh *suspended solid* lebih nyata dibandingkan dengan total *solid*. Semakin tinggi TSS maka bahan organik membutuhkan oksigen untuk perombakan yang lebih tinggi, oleh sebab itu diupayakan TSS lebih kecil yaitu dengan penyaringan, pengendapan atau penambahan bahan kimia flokulan. Padatan tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, sisa tanaman dan limbah industri. Standar baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri, dimana dari keputusan menteri Negara lingkungan hidup nomor: KEP-51/Menlh/10/1995 untuk nilai TSS sebesar 200mg/L. Estimasi nilai TSS diperoleh dengan cara menghitung perbedaan antara padatan terlarut total padatan menggunakan Persamaan 1.

$$TSS = \frac{(A - B)}{V} \times 1000 \quad (1)$$

dengan A adalah berat kertas saring + residu kering (mg), B adalah berat kertas saring (mg), dan V adalah volume sampel (mL).

Total Dissolved Solid atau TDS merupakan parameter dari jumlah material yang dilarutkan dalam air. Sumber padatan terlarut total dapat mencakup semua kation dan anion terlarut, sehingga dapat digunakan sebagai generalisasi dari hubungan TDS untuk masalah kualitas air. Material ini dapat mencakup karbonat, bikarbonat, klorida, sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, ion-ion organik. Perubahan dalam konsentrasi TDS dapat berbahaya karena densitas (massa jenis) air menentukan aliran air masuk dan keluar dari sel-sel organisme. Namun, jika konsentrasi TDS terlalu tinggi atau terlalu rendah, pertumbuhan kehidupan banyak air dapat dibatasi, dan kematian dapat terjadi. TDS konsentrasi tinggi juga dapat mengurangi kejernihan air, memberikan penurunan secara signifikan pada proses fotosintesis, serta gabungan dengan senyawa beracun dan logam berat, dan menyebabkan peningkatan suhu air. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode gravimetri dimana metode ini merupakan pengukuran TDS yang paling akurat dibanding dengan metode konduktivitas listrik dan melibatkan penguapan cairan pelarut untuk meninggalkan residu yang kemudian dapat ditimbang langsung dengan menggunakan neraca digital.

Absorbansi merupakan suatu polarisasi cahaya yang terserap oleh bahan (komponen kimia) tertentu pada panjang gelombang tertentu sehingga akan memberikan warna tertentu terhadap bahan. Sementara kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di

dalam air. Nilai kekeruhan dapat ditentukan dengan mengukur nilai absorbansi terlebih dahulu, dengan mengukur intensitas cahaya yang diserap cahaya oleh larutan yang dianalisis. Alat yang biasa digunakan untuk mengukur absorbansi adalah spektrofotometer. Cara kerja spektrofotometer yakni dengan cara melewati cahaya pada panjang gelombang tertentu dengan jenis atom pada suatu objek kaca yang disebut kuvet. Nilai absorbansi yang dilewatkan sebanding dengan konsentrasi larutan dalam kuvet.

II. METODE

Sampel limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari limbah cair kelapa sawit PT. Pasaman Marama Sejahtera, Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat. sampel diambil pada satu titik yaitu kolam pertama sebelum dilakukan pengolahan (kolam effluent). Untuk pembuatan arang, ampas tebu yang digunakan diperoleh dari penjualan air tebu yang berjualan di Pasar Raya Padang. Ampas tebu dicuci bersih dengan air yang mengalir, setelah itu dikeringkan di bawah sinar matahari selama 1 minggu, kemudian dipotong dengan ukuran panjang 1 cm, dihaluskan dengan blender, dan dipanaskan pada suhu 250° C dengan *furnace* di laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika hingga menjadi serbuk arang. Serbuk arang diayak dengan pengayak (nomor standar ayakan 70) menjadi ukuran partikel berukuran maksimum 212 μm .

Arang ampas tebu yang dihasilkan ditimbang masing-masing dengan massa 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 g. Arang ampas tebu tersebut dimasukkan masing-masing ke dalam gelas ukur. Kemudian 100 mL limbah cair kelapa sawit dimasukkan ke dalam gelas ukur yang telah diisi arang ampas tebu. Sampel arang ampas tebu yang telah dicampur dengan limbah cair kelapa sawit diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan pengadukan 200 rpm pada temperatur 26 °C selama 30 menit. Setelah itu, campuran arang ampas tebu dengan limbah cair kelapa sawit dipisahkan dengan cara disaring dengan menggunakan kertas saring. Proses ini diulangi untuk masing-masing variasi massa arang ampas tebu. Sampel diuji dengan 3 parameter yaitu TSS, TDS dan absorbansi.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengujian TSS

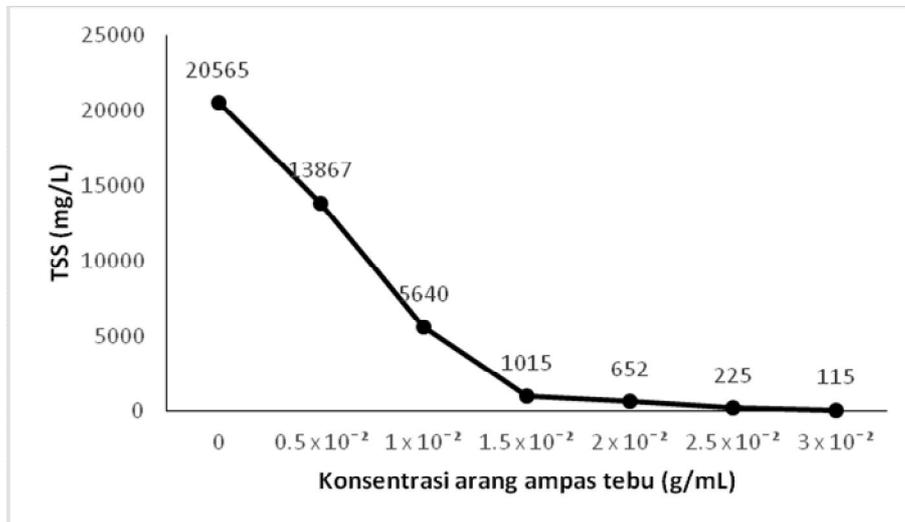
Data Pengukuran TSS dapat dilihat pada Tabel 1, dan dapat dilihat bahwa kondisi optimum penyerapan arang ampas tebu terhadap limbah cair kelapa sawit terlihat pada konsentrasi arang ampas tebu $1,0 \times 10^{-2}$ g/mL dengan kapasitas penyerap 8227 mg/L, nilai TSS adalah 5640 mg/L dan efisiensi penyerapan yaitu sebesar 72,57 %. Nilai efisiensi dihitung dari nilai kandungan zat padat awal (limbah cair pabrik kelapa sawit) dikurang dengan nilai kandungan zat padat akhir (variasi massa) dibagi nilai kandungan zat padat awal dikali 100 %.

Tabel 1 Data pengukuran TSS

Konsentrasi Arang ampas tebu (g/mL)	TSS (mg/L)	Kapasitas penyerap (mg/L)	% Penyerapan
0	20565		
$0,5 \times 10^{-2}$	13867	6698	32,57
$1,0 \times 10^{-2}$	5640	8227	72,57
$1,5 \times 10^{-2}$	1015	4625	95,06
$2,0 \times 10^{-2}$	652	363	96,83
$2,5 \times 10^{-2}$	225	427	98,91
$3,0 \times 10^{-2}$	115	110	99,44

Gambar 1 adalah grafik hubungan TSS terhadap konsentrasi arang ampas tebu. Nilai TSS mengalami penurunan signifikan pada konsentrasi arang ampas tebu $0,5 \times 10^{-2}$ - $1,5 \times 10^{-2}$ g/mL. Penambahan konsentrasi arang ampas tebu selanjutnya tidak menurunkan nilai TSS

secara signifikan. Hal tersebut disebabkan karena proses adsorpsi dipengaruhi oleh banyak proton dalam larutan yang berkompetisi dengan kandungan zat padat pada permukaan adsorben, sehingga pada massa arang ampas tebu semakin meningkat, jumlah proton (H^+) melimpah, mengakibatkan peluang terjadinya pengikat kandungan zat padat oleh adsorben relatif kecil atau efisiensi penyerapannya menurun (Taty, dkk, 2003).



Gambar 1 Hubungan TSS terhadap konsentrasi arang ampas tebu

Dari Gambar 1 juga terlihat bahwa semakin besar konsentrasi arang ampas tebu yang diberikan, maka penyerapannya terhadap zat padat tersuspensi semakin besar pula. Sedangkan nilai TSS yang memenuhi baku mutu untuk kegiatan industri berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-51/Menlh/10/1995 tercapai pada konsentrasi arang $3,0 \times 10^{-2}$ g/mL. Bertambahnya konsentrasi arang ampas tebu sebanding dengan bertambahnya jumlah tempat mengikat zat padat tersuspensi juga bertambah dan efisiensi penyerapan meningkat (Refilda, dkk, 2001).

3.2 Pengujian TDS

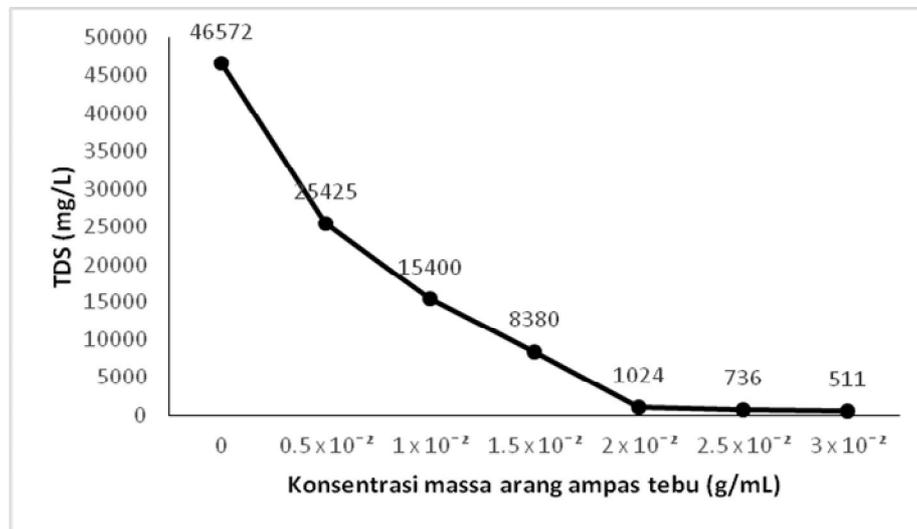
Data Pengukuran TDS dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kondisi optimum penyerapan arang ampas tebu terhadap limbah cair kelapa sawit terlihat pada konsentrasi arang ampas tebu $0,5 \times 10^{-2}$ g/mL dengan kapasitas penyerap 21147 mg/L, nilai TDS adalah 25425 mg/L dan efisiensi penyerapan yaitu sebesar 45,41 %. Pada saat konsentrasi arang ampas tebu $2,0 \times 10^{-2}$ g/mL nilai TDS adalah 1024 mg/L. Nilai ini telah memenuhi baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri yang ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-51/Menlh/10/1995.

Gambar 2 adalah grafik hubungan TDS terhadap konsentrasi arang ampas tebu. Nilai TDS sebelum pemberian arang ampas tebu adalah sebesar 46572 mg/L. Hasil ini jauh melebihi baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-51/Menlh/10/1995 untuk nilai TDS yaitu sebesar 2000 mg/L. Hal ini mengindikasikan limbah ini masih banyak mengandung komponen zat terlarut yang terdiri dari zat organik dan anorganik yang dapat mencemari lingkungan apabila langsung dibuang.

Nilai TDS mengalami penurunan signifikan saat konsentrasi arang ampas tebu bernilai $0,5 \times 10^{-2}$ - $2,0 \times 10^{-2}$ g/mL. Meningkatnya konsentrasi arang ampas tebu yang diberikan sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan arang ampas tebu sehingga menyebabkan bertambahnya sisi aktif adsorpsi dan efisiensi penyerapannya pun meningkat sedangkan kapasitas penyerapannya menurun dengan bertambahnya konsentrasi adsorben (Refilda, dkk, 2001). Hal ini diperkuat oleh Barros, dkk (2003) yang menyatakan bahwa pada saat ada peningkatan konsentrasi adsorben, maka ada peningkatan persentase efisiensi penyerapan dan penurunan kapasitas penyerapan.

Tabel 2 Data pengukuran TDS

Konsentrasi Arang ampas tebu (g/mL)	TDS (mg/L)	Kapasitas penyerap (mg/L)	% Penyerapan
0	46572		
$0,5 \times 10^{-2}$	25425	21147	45,41
$1,0 \times 10^{-2}$	15400	10025	66,93
$1,5 \times 10^{-2}$	8380	7020	82,01
$2,0 \times 10^{-2}$	1024	7356	97,80
$2,5 \times 10^{-2}$	736	288	98,42
$3,0 \times 10^{-2}$	511	225	98,90



Gambar 2 Hubungan TDS terhadap konsentrasi arang ampas tebu

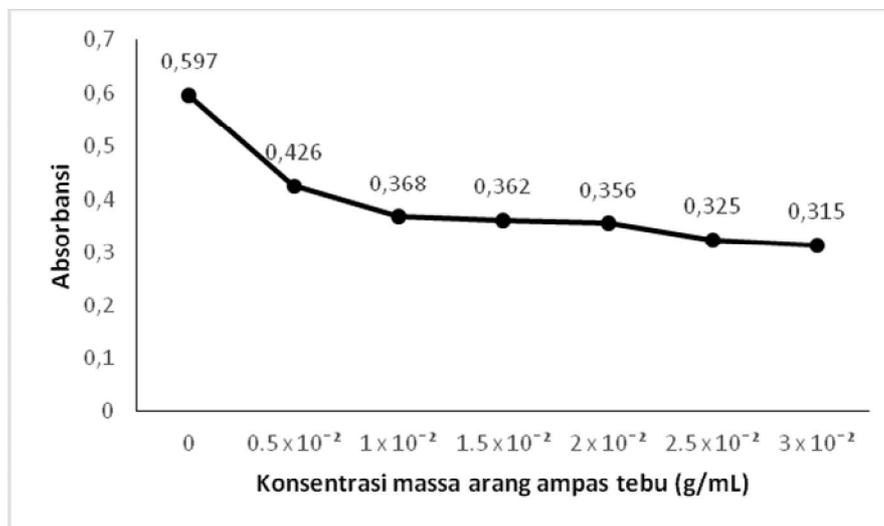
3.3 Pengujian Absorbansi

Data pengukuran absorbansi dapat dilihat pada Tabel 3, dan dapat dilihat bahwa kondisi optimum penyerapan arang ampas tebu pada limbah cair kelapa sawit terlihat pada konsentrasi arang ampas tebu $0,5 \times 10^{-2}$ g/mL dengan kapsitas penyerap 0,171, nilai absorbansi 0,426 dan efisiensi penyerapan 28,64 %. Konsentrasi arang ampas tebu yang menghasilkan absorbansi memenuhi baku mutu bagi kegiatan industri berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-51/Menlh/10/1995 adalah $3,0 \times 10^{-2}$ g/mL yaitu sebesar 0,315.

Gambar 3 adalah grafik hubungan absorbansi terhadap konsentrasi arang ampas tebu, mengindikasikan bahwa sampel murni limbah cair kelapa sawit memiliki nilai absorbansi 0,597. Penambahan arang ampas tebu menyebabkan nilai absorbansi menurun. Proses penyerapan mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan bila dibandingkan dengan nilai TSS dan TDS. Hal ini karena suatu unsur akan menyerap cahaya lebih kuat seiring dengan meningkatnya nilai kekeruhan. Semakin besar konsentrasi arang ampas tebu yang diberikan, maka absorbansi semakin menurun. Hal ini berhubungan dengan intensitas cahaya yang diserap berbanding terbalik dengan konsentrasi arang ampas tebu yang diberikan.

Tabel 3 Data pengukuran absorbansi

Konsentrasi Arang ampas tebu (g/mL)	Absorbansi	Kapasitas penyerap	% Penyerapan
0	0,597		
$0,5 \times 10^{-2}$	0,426	0,171	28,64
$1,0 \times 10^{-2}$	0,368	0,058	38,36
$1,5 \times 10^{-2}$	0,362	0,006	39,36
$2,0 \times 10^{-2}$	0,356	0,006	40,37
$2,5 \times 10^{-2}$	0,325	0,031	45,46
$3,0 \times 10^{-2}$	0,315	0,01	47,24



Gambar 3 Hubungan absorbansi terhadap konsentrasi arang ampas tebu

IV. KESIMPULAN

Penyerapan optimum untuk nilai TSS terlihat pada konsentrasi arang ampas tebu $1,0 \times 10^{-2}$ g/mL, sementara untuk nilai TDS dan absorbansi penyerapan optimum terlihat pada saat konsentrasi arang ampas tebu $0,5 \times 10^{-2}$ g/mL. Nilai TSS dan TDS yang memenuhi baku mutu bagi kegiatan industri berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-51/Menlh/10/1995, dicapai berturut-turut pada saat konsentrasi arang ampas tebu $3,0 \times 10^{-2}$ dan $2,0 \times 10^{-2}$ g/mL. Semakin meningkat konsentrasi arang ampas tebu yang diberikan maka nilai TSS, TDS dan absorbansi semakin menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 2009, Pedoman Teknisi Pengkajian Pemanfaatan Air Limbah Dari Industri Kelapa Sawit Pada Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit, Kep. Menneq L, H, No, 29.
- Atkins, P.W., 1999, *Kimia Fisika 2*, Erlangga, Jakarta.
- Baig, T.H, Garcia A. E, Tieman K. J and Gardea T., 1999, Adsorption of Heavy Metal Ions by Biomass of *Solanum Elaeagnifolium* (Silverleaf nightshade), Proceedings of the Conference on Hazardous Waste Research.
- Barros, J. L.M, Maedo G.R, Duarte M. M. M, Silva E. P and Lobato., 2003, Biosorption Cadmium Using The Fungus *Aspergillus niger*, Braz, J Chem 20:1-17.
- Husin, A, 2007, Pemanfaatan Limbah Untuk Bahan Bangunan, <http://www.kimpraswil.go.id/ba-Litbang/puskim/modul>, tanggal akses 20 Januari 2014.

- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup., 1995, *Kep 51/MENHL/10/1996 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri*, Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Mukhlieshien, 1997, Pembuatan Arang dari Ampas Tebu Secara Pirolisis, Laporan Penelitian, Aceh : Universitas Syiah Kuala Darussalam Aceh.
- Nasution, MI, 2008, Penentuan Jumlah Amoniak dan Total Padatan Tersuspensi Pada Pengolahan Air Limbah PT. Brigestone Sumatera Rubber Estate Dolok Merangkir, Universitas Sumatera Utara.
- Refilda, M. S., Zein R dan Munaf, E., 2001, Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Penyerap Sintetik Logam-logam Berat Pada Air Limbah, FMIPA UNAND, Padang.
- Santosa, S.J., Jumina dan Sri S., 2003, Sintesis Membran Bio Urai selulosa Asetat dan Adsorben Super Korboksimetilselulosa dari Selulosa Ampas Tebu Limbah Pabrik Gula, FMIPA, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Satria, H., 1999, *Disain Instalasi Pengolahan Limbah Cair Industri Minyak Kelapa Sawit*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Taty C., VC. H, Fauduent. C, Porte and A, Delaacrix., 2003, Removol of Cd (II) and Pb (II) Ions from Aqueous Solution by Adsorption onto Swadust of Pinus sylvestris, J. Hazard Mater pp: 121-142.