

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR HOTEL DENGAN KOMBINASI METODE
ELEKTROKOAGULASI DAN ADSORPSI MENGGUNAKAN KARBOSIL**
**(TREATMENT OF HOTEL WASTEWATER WITH A COMBINATION OF
ELECTROCOAGULATION AND ADSORPTION USING CARBOSIL)**

Lenny Warlina¹⁾, Ilim²⁾, dan Wasinton Simanjuntak²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung

²⁾Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

E-mail : about_lenny@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari pengolahan limbah cair hotel dengan kombinasi metode elektrokoagulasi dan adsorpsi menggunakan karbosil yang diperoleh melalui pirolisis sekam padi. Percobaan elektrokoagulasi dilakukan untuk mempelajari pengaruh potensial terhadap penurunan kadar bahan organik menggunakan elektroda aluminium. Limbah hasil elektrokoagulasi selanjutnya dilakukan proses adsorpsi dengan variasi waktu kontak. Panjang gelombang maksimum untuk limbah hotel adalah 226 nm yang diperoleh melalui pemindaian sampel sebelum diolah pada panjang gelombang 200 sampai 700 nm. Berdasarkan literatur, puncak serapan pada 226 nm menunjukkan adanya struktur benzena diperoleh dari senyawa Alkil Benzena Sulfonat (ABS) yang banyak terdapat dalam deterjen. Hasil percobaan elektrokoagulasi menunjukkan terjadi penurunan absorbansi pada λ_{\max} , dimana semakin besar potensial yang digunakan menghasilkan absorbansi yang semakin kecil sehingga potensial optimum diperoleh 10 volt. Hasil percobaan adsorpsi yaitu hilangnya puncak pada 226 nm yang menunjukkan bahwa bahan organik yang berkaitan dengan λ_{\max} telah dihilangkan sepenuhnya. Kemampuan adsorpsi karbosil juga dilakukan analisis SEM karbosil sebelum dan sesudah digunakan sebagai adsorben. Analisis SEM menunjukkan bahwa karbosil yang digunakan memiliki morfologi permukaan yang homogen sebelum diasorpsi, setelah diadsorpsi permukaan terdapat flok-flok senyawa organik yang terserap.

Kata kunci : adsorpsi, elektrokoagulasi, karbosil, limbah cair hotel

ABSTRACT

This study was carried out to investigate treatment of hotel wastewater using a combination of electrocoagulation and adsorption using carbosil prepared from rice husk with pyrolysis method. Electrocoagulation was applied with the aim to remove natural organic matter in the sample, using aluminium as electrodes, with the particular purpose to study the effect of potentials. The treated water was then subjected to adsorption process at different contact times and the performance of the process was evaluated in term of the reduction of the absorbance at maximum wave length. The performance of the method was defined in term of absorbance reduction at the maximum wavelength of 226 nm, which was determined by scanning the original sample at the wavelength ranging from 200 to 700 nm. According to literature, the maximum wavelength of 226 nm is commonly assigned to benzene structure, most likely from the Alkyl Benzene Sulfonate (ABS) used in detergents. The results obtained indicate that for electrocoagulation process, the highest reduction in the absorbance was achieved using potential of 10 volt. Adsorption process was found to result in the diminish of peak at 226 nm, reflecting that the organic pollutant associated with this wavelegth has been completely removed from the water. Characterization of the carbosil using SEM technique revealed that the carbosil has practically homogeneous surface morphology, supporting its ability to adsorb the pollutants from the wastewater.

Key words : adsorption, carbosil, electrocoagulation, hotel wastewater

PENDAHULUAN

Limbah cair domestik merupakan limbah yang paling dominan mencemari lingkungan selain limbah industri. Hotel merupakan salah satu penyumbang limbah cair domestik yang belum banyak dilakukan pengolahan. Limbah cair di berbagai hotel biasanya langsung dibuang ke tanah maupun ke sungai. Kandungan yang terdapat dalam limbah cair ini merupakan suspensi padat dari senyawa organik. Kehadiran zat-zat organik dalam limbah cair ini dapat menimbulkan perubahan rasa, warna dan bau yang tidak sedap. Apabila terdapat dalam konsentrasi yang tinggi polutan yang terdapat dalam limbah cair merupakan ancaman yang cukup serius terhadap kelestarian lingkungan, karena di samping adanya polutan yang beracun terhadap biota perairan, polutan juga mempunyai dampak terhadap sifat fisika, kimia, dan biologis lingkungan perairan (Hawkes 1962; Sastrawijaya, 2000), sehingga perlu adanya pengolahan limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

Dalam penelitian ini digunakan kombinasi metode elektrokoagulasi dan adsorpsi menggunakan karbosil. Metode elektrokoagulasi merupakan pengembangan dari metode koagulasi yaitu pemisahan zat-zat organik dan padatan yang tersuspensi yang terdapat di dalam limbah cair (Ciorba *et al.*, 2000; Xiong *et al.*, 2001; Yilmaz *et al.*, 2005). Dalam penelitian ini, metode elektrokoagulasi menggunakan logam Al sebagai elektroda yang menghasilkan Al^{3+} dan bereaksi dengan zat-zat organik dalam limbah cair (Uyun, 2012). Setelah di elektrokoagulasi, limbah hasil olahan dilakukan perlakuan lebih lanjut menggunakan metode adsorpsi. Proses adsorpsi digunakan karbosil yang dihasilkan dari sekam padi dengan metode pirolisis (Akbar, 2011) pada suhu $400^{\circ}C$ selama 3 jam.

Untuk mengetahui pengaruh potensial elektrokoagulasi dan waktu kontak adsorpsi pada kualitas limbah cair hotel, maka dalam penelitian ini dilakukan variasi potensial pada proses elektrokoagulasi dan variasi waktu kontak untuk proses adsorpsi. Unjuk kerja metode ini dinyatakan berdasarkan penurunan absorbansi sampel pada panjang gelombang maksimum (λ_{max}) sampel yang ditentukan sebelum sampel diolah. Setelah sampel dilakukan proses elektrokoagulasi dan adsorpsi, pemantauan penurunan absorbansi dapat dilihat pada panjang gelombang maksimum yang telah dihasilkan. Proses elektrokoagulasi juga dipelajari dengan analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM) terhadap karbosil sebelum dan sesudah digunakan.

METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat elektrokoagulator, elektroda alumunium, spektrofotometer UV-Vis Varian Carry 50, reaktor pembakar (*pirolisis*), spektrofotometer FT-IR Varian Scimitar 2000, *X-Ray Diffractometer* (XRD) Merk PANalitical X'Pert PRO, dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) ZEISS EVO/MA10-14-37, perangkat elektrokoagulator, statip, timbangan, ember, pipa dan alat-alat gelas laboratorium. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah sampel limbah cair dari hotel yang diambil dari hotel Bandara di daerah Natar Lampung Selatan, sekam padi, akuades dan batangan logam Al sebagai elektroda.

Prosedur penelitian terdiri dari:

1. Preparasi karbosil

Sekam padi direndam selama sehari untuk melarutkan bahan organik yang larut air, disaring dan dicuci berulang untuk menghilangkan sisa bahan larut air yang kemungkinan masih menempel pada permukaan sekam padi. Sekam padi yang telah terbebas dari semua bahan organik yang terlarut dalam air kemudian dikeringanginkan. Sebanyak 500 gram sekam padi yang kering dimasukkan ke dalam reaktor pembakar untuk proses pengarangan

pada suhu 400°C selama 3 jam. Setelah itu, arang digiling, dihaluskan dan siap digunakan sebagai adsorben.

2. Proses elektrokoagulasi

Percobaan ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh potensial terhadap efektifitas proses elektrokoagulasi yang berlangsung. Oleh karena itu, pada percobaan ini digunakan variasi potensial 4, 6, 8 dan 10 volt dengan waktu kontak tetap yakni 60 menit (Wasinton dkk., 2007). Limbah olahan dialalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

3. Proses adsorpsi

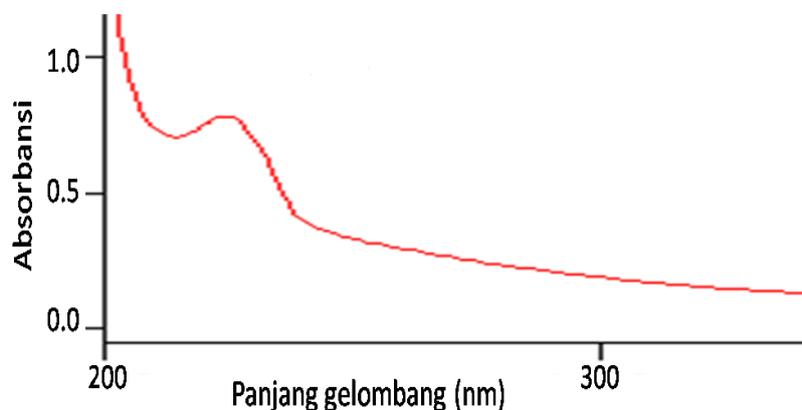
Metode ini dilakukan dengan sistem mengalir yaitu limbah cair elektrokoagulasi optimum dimasukan ke dalam ember yang dihubungkan ke dalam pipa yang telah diisi oleh karbosil. Air mengalir ke dalam pipa dan terjadi proses adsorpsi dan selanjutnya mengalir ke bak penampung limbah olahan. Pada percobaan adsorpsi ini dilakukan variasi waktu kontak yaitu; 5, 10 dan 15 menit, dan diukur konsentrasi partikulatnya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

4. Karakterisasi SEM

Karakterisasi SEM dilakukan untuk mengetahui struktur mikro dan komposisi kimia pada karbosil sebelum dan sesudah adsorpsi menggunakan sampel air laut. Adapun langkah-langkah dalam analisis menggunakan SEM yakni sebelum menghidupkan alat SEM, terlebih dahulu menghidupkan mesin pendingin *chiller*. Jika kevakuman telah dicapai yaitu lampu V1 & V3 menyala, menunjukkan alat SEM siap digunakan. Selanjutnya menentukan tegangan (*accelerating voltage*) SEM yang digunakan. Tegangan ditentukan dengan perkiraan 1,5–3 kali energi dispersi unsur/element yang terkandung dalam sampel. Selanjutnya karbosil yang telah dipersiapkan dan sudah ditempel pada dudukan sampel (*stub*) kemudian divakum. Setelah kevakuman dicapai (lampu V1 & V3 menyala), langkah selanjutnya menyalakan tombol tegangan, *detector*, mengatur posisi kemiringan karbosil, mengatur posisi karbosil yang diamati dan perbesaran yang dikehendaki. Kemudian mengatur ketajaman (*focus*) dan penyorotannya (*contrast & brightness*) dan dilakukan proses pengambilan gambar (pemotretan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

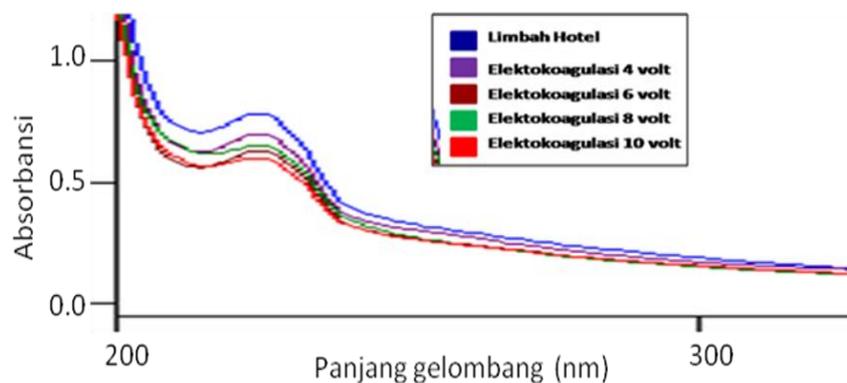
Karakterisasi UV-Vis sampel sebelum diolah dilakukan untuk mendapatkan λ_{\max} , dengan cara memindai sampel pada rentang panjang gelombang 200-700 nm. Spektrofotometer yang didapatkan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektrum UV-Vis sebelum dielektokoagulasi.

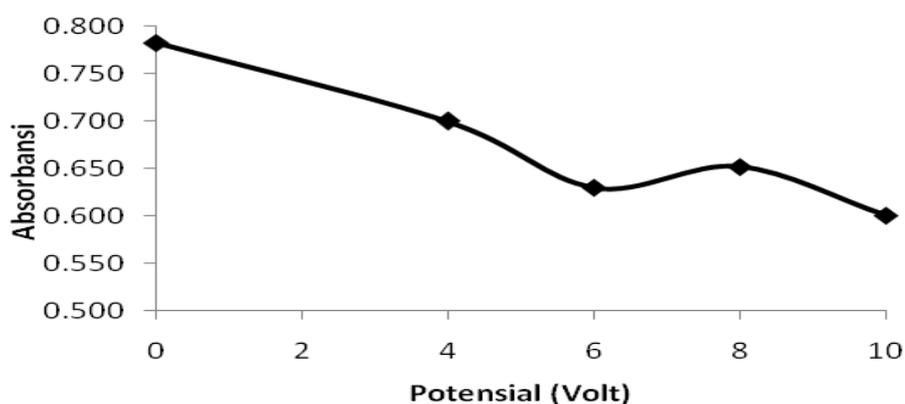
Gambar 1 dapat dilihat terdapat satu puncak maksimum yaitu pada panjang gelombang 226 nm dengan konsentrasi sebesar 0,783. Puncak maksimum ini menunjukkan bahwa adanya senyawa organik dominan yang terdapat dalam limbah hotel tersebut. Senyawa organik yang terdapat dalam limbah hotel ini bersifat UV- aktif karena serapan terletak pada daerah UV. Menurut Taufik kurohmah (2005), puncak absorbansi pada panjang gelombang 226 nm menunjukkan bahwa adanya senyawa benzena dalam limbah cair hotel tersebut. Senyawa ini mungkin dihasilkan dari senyawa *Alkil Benzene Sulfonat* (ABS) yang banyak terkandung dalam detergen. ABS merupakan bahan kimia pengaktif permukaan (surfaktan) yang bersifat sebagai oksidator kuat sehingga dapat mengoksidasi kotoran-kotoran yang terdapat dalam pakaian.

Penentuan potensial optimum elektrokoagulasi dilakukan dengan memvariasikan potensial yaitu; 4, 6, 8 dan 10 volt, menggunakan waktu kontak tetap yaitu 60 menit. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya perubahan absorbansi pada setiap variasi potensial yang digunakan. Hasil pengukuran panjang gelombang menggunakan UV-Vis dapat dilihat dari Gambar 2.



Gambar 2. Spektrum UV-Vis limbah hotel dengan variasi potensial.

Gambar 2 menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi dapat menurunkan absorbansi limbah cair hotel. Penurunan absorbansi pada puncak spektrum (226 nm) menunjukkan penurunan konsentrasi senyawa benzena karena penurunan absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi senyawa. Penurunan absorbansi pada proses elektrokoagulasi dengan variasi potensial dapat dijelaskan dengan grafik hubungan potensial dan absorbansi pada Gambar 3.

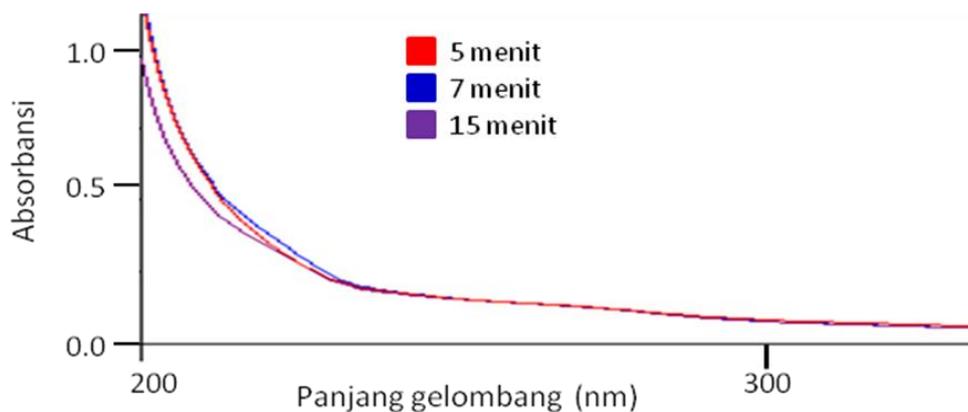


Gambar 3. Hubungan potensial elektrokoagulasi terhadap absorbansi.

Gambar 3 dapat dilihat bahwa penurunan absorbansi sampel mulai terjadi pada potensial 4 volt, dan terus menurun pada potensial 6 volt. Kemudian mengalami kenaikan kembali pada potensial 8 volt dan kembali menurun pada potensial 6 volt. Limbah cair hotel sebelum dilakukan elektrokoagulasi memiliki serapan absorbansi sebesar 0,783 dan setelah dielektrokoagulasi mengalami penurunan konsentrasi. Pada potensial 4 dan 6 volt terjadi penurunan absorbansi dari 0,700 dan 0,630. Potensial 4 dan 6 volt menunjukkan bahwa penggunaan potensial ini pada proses elektrokoagulasi kurang efektif karena pada potensial yang rendah, kemampuan untuk mengoksidasi senyawa organik sangat kecil sehingga absorbansi yang diperoleh masih cukup tinggi. Absorbansi pada potensial 8 volt, mengalami kenaikan kembali yaitu 0,652. Peningkatan absorbansi karena terjadinya destabilisasi yaitu elektroda yang digunakan dalam keadaan jenuh atau tidak stabil. Hal ini yang disebabkan produksi gas hidrogen di katoda cukup banyak, sehingga koagulan yang terbentuk kemungkinan pecah sehingga serapan senyawa organiknya juga meningkat kembali.

Elektrokoagulasi pada potensial 10 volt mengalami penurunan absorbansi kembali. Penurunan kembali ini terjadi karena elektroda yang digunakan telah mengalami stabilisasi kembali. Potensial 10 volt ini menunjukkan bahwa kemampuan elektroda untuk mengoksidasi senyawa organik ini cukup tinggi sehingga koagulan yang terbentuk juga lebih banyak daripada koagulan pada potensial yang lainnya sehingga dapat disimpulkan bahwa potensial optimum untuk pengolahan limbah cair hotel adalah sebesar 10 volt.

Metode adsorpsi digunakan setelah hasil potensial optimum telah didapatkan. Metode ini menggunakan variasi waktu kontak yaitu; 5,10 dan 15 menit. Hasil spektrofotometer UV-Vis yang diperoleh untuk waktu kontak secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.

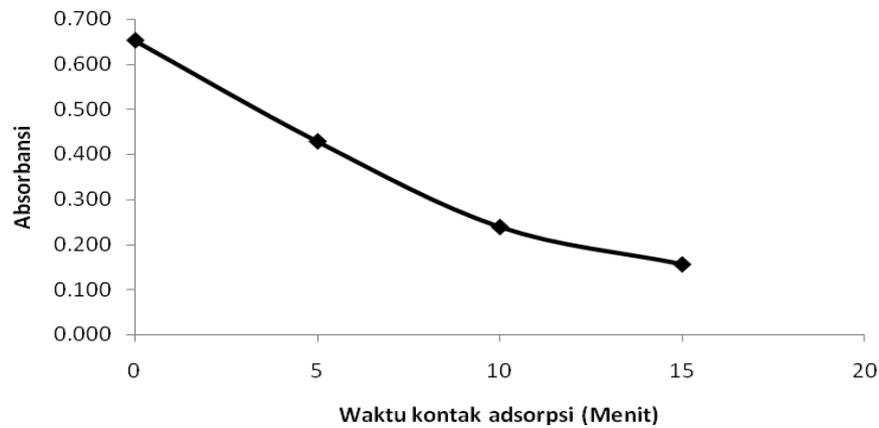


Gambar 4. Spektrum UV-Vis limbah setelah diadsorpsi.

Pada Gambar 4 dapat dilihat tidak ada puncak serapan lagi pada panjang gelombang 226 nm. Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya lagi senyawa organik dominan yang terdapat dalam limbah tersebut karena telah teradsorpsi oleh karbosil. Tidak adanya puncak serapan ini menunjukkan bahwa metode adsorpsi menggunakan karbosil sekam padi sangat efektif digunakan dalam pengolahan limbah cair hotel. Untuk penentuan waktu kontak optimum dalam limbah cair hotel dipantau melalui absorbansi yang terdapat pada panjang gelombang 226 nm dan dapat dilihat pada Gambar 5.

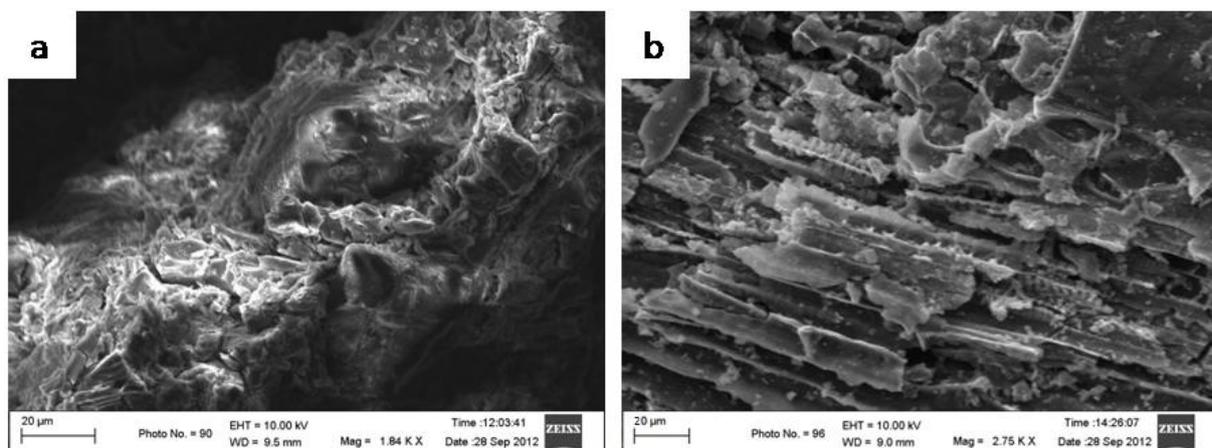
Gambar 5 menunjukkan bahwa adsorpsi dapat menurunkan adsorpsi limbah hotel. Semakin lama waktu kontak karbosil dengan limbah maka semakin kecil adsorpsi yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak adsorpsi maka semakin lama juga karbosil berinteraksi dengan limbah hotel sehingga karbosil lebih banyak menyerap senyawa-senyawa organik yang ada pada limbah hotel tersebut. Hasil waktu kontak adsorpsi

optimum adalah selama 15 menit, karena pada waktu 15 menit absorbansi yang dihasilkan sangatlah menurun tajam yaitu menjadi 0,150.



Gambar 5. Hubungan waktu kontak adsorpsi dengan absorbansi.

Karakterisasi menggunakan SEM berfungsi untuk mengetahui perubahan morfologi permukaan karbosil sebelum dan sesudah digunakan sebagai adsorben. Hasil karakterisasi morfologi menggunakan SEM dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Mikrograf karbosil sekam padi (a) karbosil sebelum adsorpsi (b) karbosil setelah adsorpsi.

Analisis morfologi menggunakan SEM dilakukan pada perbesaran 20000x. Mikrograf pada karbosil sebelum diadsorpsi menunjukkan bahwa karbosil ini memiliki permukaan yang agak halus seperti Gambar 6.

Perubahan morfologi permukaan yang cukup jelas akibat proses adsorpsi limbah cair hotel dapat dilihat pada mikrograf yang disajikan dalam Gambar 6b yang menunjukkan adanya butiran-butiran yang terdistribusi secara merata pada permukaan karbosil. Butiran tersebut diduga merupakan unsur dari senyawa organik yang terserap dalam karbosil.

SIMPULAN

Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Spektrum karakteristik UV-Vis sampel menunjukkan adanya senyawa organik dominan yaitu benzena dilihat dari puncak absorbansi pada panjang gelombang 226 nm.
2. Kondisi optimum yang diperoleh dari penelitian adalah potensial elektrokoagulasi 10 volt dan waktu kontak adsorpsi selama 15 menit.
3. Proses adsorpsi merupakan proses yang lebih baik dalam pengolahan limbah cair hotel dibandingkan dengan proses elektrokoagulasi.

SANWACANA

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak hotel Bandara yang telah memberi izin mengambil sampel limbah cair hotel, dan juga terima kasih untuk semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, I. 2011, *Pengolahan air payau menjadi air tawar dengan kombinasi metode elektrokoagulasi dan adsorpsi menggunakan karbosil dari sekam padi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ciorba, G. A., Radovan, C., Vlaicu, I., and Pitulice, L. 2000. *Correlation between organic component and electrode material: consequences on removal of surfactants from wastewater*. *Electrochimica Acta*, 46, pp.297-303.
- Daifullah, A. A. M., Awwad, N. S., and El-Reefy, S. A. 2003. *Purification of phosphoric acid from ferric ion using modified rice husk*. *Chemical Engineering and Processing*. 43. pp 193-201.
- Hawkes, H. A. 1962. *Biological aspects of river pollution*. Dalam L. Klein (Ed.), *River Pollution II. Causes and Effects*. Butterworths, London. Hal 311.
- Mahakrishnan, S., Havakisan, K., Manickavasgam, K., Rasappan, P.S.S., Shabudden, R., Venikatesh and S. Pattabh. 2008. *Ricinus communis pericarp activated carbon used as an adsorbent for the removal of Ni (II) from aqueous solution*. India. Vol. 5. No.4. pp 761-769.
- Sastrawijaya, A. T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Buku. Rineka Cipta. Jakarta. 86—125p.
- Supradata. 2005. *Pengolahan limbah domestik menggunakan tanaman hias Cyperus alternifolius, 1. dalam aistem lahan basah buatan aliran bawah permukaan (ssfwetlands)*.
- Taufikkurohmah, Titik. 2005. *Sintesis p-Metoksisinamil p-Metoksisinamat dari Etil p-Metoksisinamat Hasil Isolasi Rimpang Kencur (Kaempferia galanga L) sebagai Kandidat Tabir Surya*. FMIPA Kimia Universitas Surabaya. Surabaya.
- Uyun, Kurratul. 2012. *Studi Pengaruh Potensial, Waktu Kontak, dan pH Terhadap Metode Elektrokoagulasi Limbah Cair Restoran Menggunakan Elektroda Fe dengan Susunan Monopolar dan Dipolar*. Mipa Unila. Bandar Lampung.
- Wasinton, S., Irwan, G. S, Ramadhani, R., 2007. *Pengaruh variabel dasar elektrokimia terhadap elektrokoagulasi limbah cair industri tahu*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Lampung.
- Xiong, Y., Strunk, P.J., Xia,H., Zhu, X., and Karlsson, H.T. 2001. *Treatment of dye wastewater containing acid orange II using a cell with three-phase three-dimensional electrode*. *Water Research*, 35(17), pp. 4226-4230.

Yilmaz, A.E., Boncukcuoglu, R., Kocakerim, M.M., and Keskinler, B. 2005. *The investigation of parameters affecting boron removal by electrocoagulation method. J. Hazard. Mater.*, 125: 160-165. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2005.05.020.