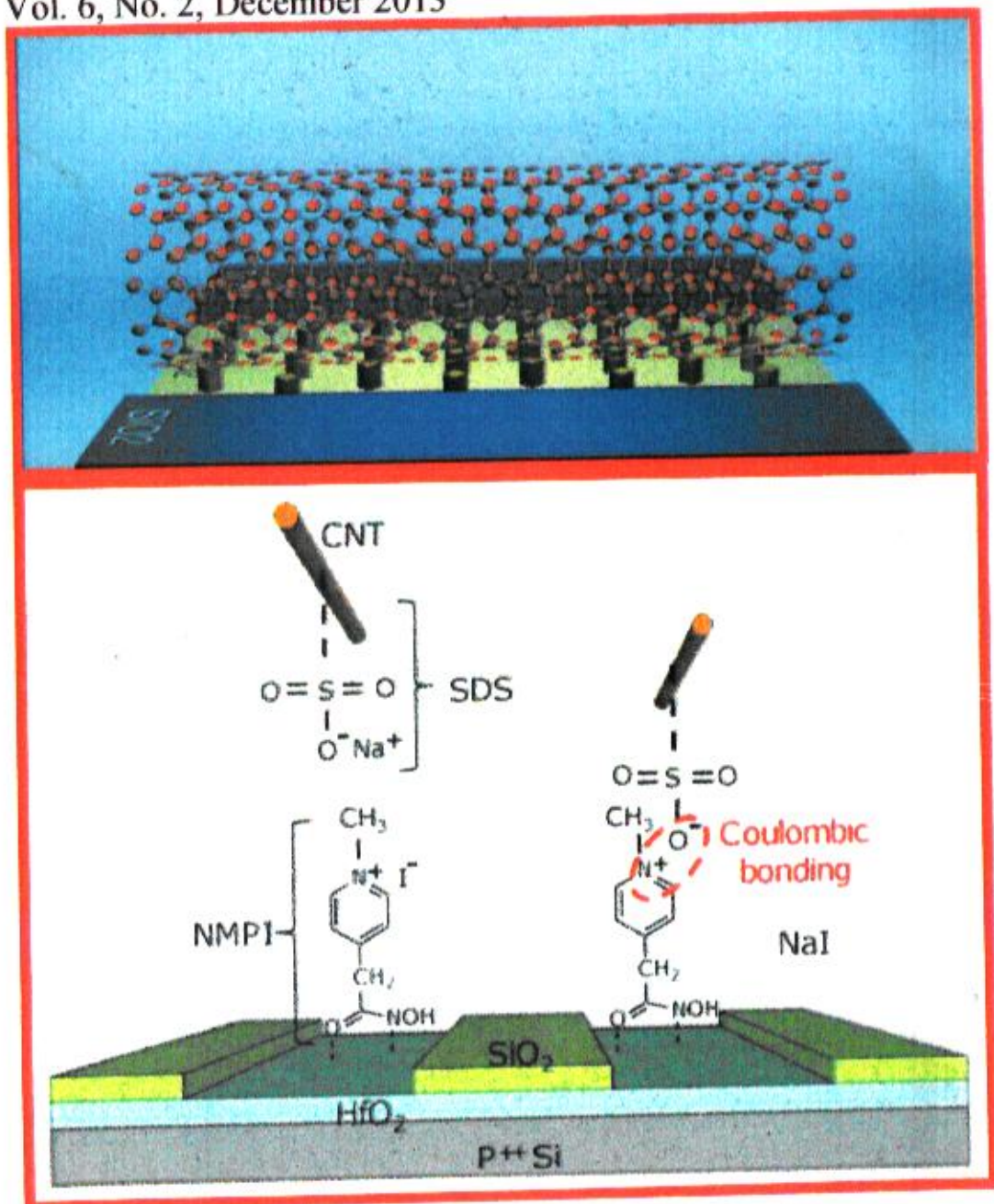


# Indonesia Chimica Acta 19 - 20

Vol. 6, No. 2, December 2013



Department of Chemistry  
Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Hasanuddin University  
Makassar, Indonesia

# Indonesia Chimica Acta

## *Editor in Chief*

Dr. Sci. Muhammad Zakir  
Department of Chemistry  
Hasanuddin University, Kampus Tamalanrea, 90245 Indonesia  
e-mail: muhammadzakir@gmail.com

## *Editorial Staff*

Prof. Dr. Ahyar Ahmad, Biochemistry  
Dr. Indah Raya, MS, Inorganic Chemistry  
Dr. Nursiah La Nafie, M.Sc, Analytical Chemistry  
Dr. Paulina Taba, M.Phil, Physical Chemistry  
Dr. Firdaus, MS, Organic Chemistry

## *International Advisory Board*

Prof. Dr. Tsutomu Sekine, Tohoku University, Sendai, Japan  
Prof. Dr. Heri Hermansyah, M.Eng, University of Indonesia, Indonesia  
Dr. Eng. Sri Harjanto, University of Indonesia, Indonesia  
Dr. Sci. Sal Prima Yudha, Bengkulu University, Indonesia  
Dr. Agr. Ardiansyah, Bakrie University, Indonesia  
Dr. Agr. Lalu Zulkifli, M.S, Mataram University, Indonesia  
Dr. Sci. Muhammad Amin, Khairun University, Indonesia  
Dr. Noor Fitri, M.Si, Islamic University Indonesia, Yogyakarta  
Prof. Dr. Alfian Noor, M.Sc, Hasanuddin University, Indonesia  
Prof. Dr. Abd. Rauf Patong, Hasanuddin University, Indonesia  
Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab, MS, Hasanuddin University, Indonesia  
Prof. Dr. Numuk Hariani, MS, Hasanuddin University, Indonesia

## *Secretary and Executive Editorial*

Djabal Nur Basir, S.Si, M.Si.

**Publisher:** This journal is officially published by Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin University. It is published 2 times annually. Editorial address: Hasanuddin University Campus, Tamalanrea, Makassar 90245, Phone: 0411 586498; Fax: 0411 588551  
e-mail: kimiauh@unhas.ac.id  
website: <http://indonesiachimicaacta.wordpress.com>

**Cover Topic:** IBMers at the Watson Research Center in New York have become the first scientists to create high-density, working computer chips from carbon nanotube transistors fashioned using conventional semiconductor processes. With a density of one billion transistors per square centimeter, and performance in the region of five times faster than silicon transistors, IBM's breakthrough indicates that carbon nanotubes will be the semiconductor that eventually replaces silicon in computer chips. While the full process is rather complicated, the basic gist is this: IBM starts with silicon, deposits a layer of hafnium oxide ( $\text{HfO}_2$ ) on top of it, and then deposits a layer of silicon dioxide ( $\text{SiO}_2$ ) on top of that. Then, using electron beam lithography, the silicon dioxide is etched away to reveal hafnium oxide trenches (the exact pattern of which defines the layout of the transistors, and the function of the computer chip). Carbon nanotubes are then deposited on the hafnium, to complete the CNTFETs.

## DAFTAR ISI

### Artikel Riset (Research Articles)

- Efektivitas Katalis  $AlCl_3$  dan  $H_2SO_4$  dalam Reaksi Esterifikasi Asam p-Kumarat** 1-8  
*Firdaus, Hanapi Usman, Nur Umriani P, Dirayah M. Husain, Sukarti, Ihsan Charismawan, Herlina Rasyid*
- Elektrodeposisi Logam Mn pada Permukaan Karbon Aktif Sekam Padi dengan Iradiasi Ultrasonik** 9-18  
*M. Zakir, J. Botahala, M. Ramang, St. Fauziah, B. Abdussamad*
- Karakterisasi Enzim Amilase dari Isolat Bakteri Termofilik *Bacillus substilis*** 19-26  
*Seniwati Dali, Rugaiyah Arfah, Abdul Karim, Abd. Rauf Patong*
- Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru pada Karbon Aktif dari Sekam Padi dengan Memanfaatkan Energi Gelombang Ultrasonik** 27-36  
*Paulina Taba, Mery Arafah, Prastawa Budi, Abd. Hayat Kasin, St. Fauziah, Muhammad Zakir*
- Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Gedi *Abelmoschus manihot L.*** 37-43  
*Zulfian Armah, Abd. Wahid Wahab, Paulina Taba, M. Yasser*
- Peranan Abu Sekam Padi terhadap Kualitas Mekanis Fisis Semen Portland Komposit yang Menggunakan Aditif Batu Kapur** 44-50  
*Loth Botahala, Muhammad Zakir dan Paulina Taba*
- Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Ubi Jalar Ungu *Ipomoea batatas L.*** 51-57  
*Irham Pratama, Abd. Wahid Wahab, Paulina Taba*

DAFTAR ISI

- Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Emas Menggunakan Ekstrak Daun Gedi *Abelmoschus manihot* L.** 58-63  
*M. Yasser, Abd. Wahid Wahab, Paulina Taba, Zulfian Armah*
- Pengaruh Periode Pemanenan terhadap Komponen Kimia Minyak Atsiri dari Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth)** 64-68  
*Oktapianus Patarru, Firdaus, Numuk Hariani Soekamto*
- Pengaruh Elektrolit Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan NaCl terhadap Recovery Logam Cu dengan Kombinasi Transpor Membran Cair dan Elektroplating menggunakan Asam *p-t*-Butilkaliks[4]arena-tetrakarboksilat sebagai Ion Carrier** 69-77  
*Andi Putri Ayuningtias, Maming dan Muhammad Zakir*
- Pengaruh Elektrolit HNO<sub>3</sub> dan HCl terhadap Recovery Logam Cu dengan Kombinasi Transpor Membran Cair dan Elektroplating menggunakan Asam *p-t*-Butilkaliks[4]arena-tetrakarboksilat sebagai Ion Carrier** 78-86  
*Andi Dzulviana Dewi, Maming dan Muhammad Zakir*
- Analisis Pb dalam Beberapa Jenis Ikan dari Perairan Suppa Kabupaten Pinrang** 87-91  
*Ima R. Supardi, L. Musa Ramang, Rohani Bahar*
- Analisis Logam Pb pada Kerang Lokan (*Geloina coxans*), Sedimen dan Air Laut di Perairan Wilayah Metro Tanjung Bunga Kota Makassar** 92-101  
*Mahdi Bahri, Syarifuddin Liong, Rohani Bahar*
- Sintesis dan Karakterisasi *Molecular Imprinted Polymer* sebagai Adsorben Selektif  $\beta$ -Sitosterol** 102-108  
*Prastawa Budi, Numuk Hariani, Paulina Taba, Abd Hayat Kasim, dan St. Fauziah*

## ADSORPSI ZAT WARNA METILEN BIRU PADA KARBON AKTIF DARI SEKAM PADI DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI GELOMBANG ULTRASONIK

Paulina Taba\*, Mery Arafah, Prastawa Budi, Abd. Hayat Kasin, St. Fauziah, Muhammad Zakir

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin

**Abstrak.** Penelitian pemanfaatan energi gelombang ultrasonik dalam menyerap zat warna metilen biru pada karbon aktif dari sekam padi telah dilakukan. Tujuan jangka panjang penelitian ini adalah tersedianya data kapasitas penyerapan dari karbon aktif sekam padi dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik. Karbon aktif dibuat dari sekam padi yang dibersihkan, dikeringkan dan dikarbonasi pada suhu 400°C selama 2 jam, lalu diaktivasi dengan larutan ZnCl<sub>2</sub> 10% b/v. Eksperimen penyerapan dilakukan melalui adsorpsi zat organik pada karbon aktif sekam padi yang dikombinasi dengan iradiasi gelombang ultrasonik. Adsorpsi metilen biru dilakukan pada berbagai variasi waktu, pH, konsentrasi dan suhu. Target khusus yang dibuat adalah memperoleh data kapasitas adsorpsi (metilen biru sebagai representasi zat polutan organik yang ada di lingkungan. Data penyerapan yang diperoleh dianalisis dengan model Langmuir dan model Freundlich untuk penyerapan dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik. Hasil menunjukkan bahwa waktu optimum bio-adsorpsi untuk penyerapan dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik berturut-turut adalah 30 dan 45 menit, pH optimum penyerapan dengan kedua metode sama yakni 9 dan suhu optimum penyerapan dengan iradiasi sama dengan tanpa iradiasi yakni 40 °C. Penyerapan metilen biru dengan kedua metode memenuhi model isothermal Freundlich dengan kapasitas penyerapan berturut-turut 19,45 dan 19,77 mg/g untuk penyerapan dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik.

Kata kunci: karbon aktif, sekam padi, energi ultrasonik, dan kapasitas adsorpsi

**Abstract.** A research on the utilization of ultrasonic wave energy in adsorption of methylene blue on active carbon produced from rice husks has been conducted. The long term objective of the research is the available information of adsorption capacity data of active carbon produced from rice husks with and without irradiation with ultrasonic wave. Active carbon was made from clean rice husks heated at 400 °C for 2 hours. The product was then activated with 10% (b/v) ZnCl<sub>2</sub>. Adsorption experiments were conducted by adsorption of organic compound on active carbon produced from rice husks combined with and without the use of ultrasonic wave irradiation. Adsorption of methylene blue was performed under various adsorption time, pH of methylene blue solution, concentration of the solution, and temperature of the system. Special target made was to obtain data of adsorption capacity of methylene blue as a representative of organic pollutant found in the environment. Adsorption data obtained were analyzed by Langmuir and Freundlich models for adsorption with and without ultrasonic wave irradiation. Results showed that the equilibrium was achieved after 30 and 45 minutes for adsorption with and without ultrasonic wave irradiation, respectively. pH optimum for the adsorption with and without irradiation was the same, i.e. 9. The temperature optimum for both adsorption with and without irradiation was also the same, i.e. 40 °C. The adsorption of the dye with the two methods used fulfilled the Freundlich model with the adsorption capacity of 19.45 and 19.77 mg/g, respectively.

**Keywords:** active carbon, rice husks, ultrasonic energi, and adsorption capacity

\* Alamat korespondensi : ptaba\_1511@yahoo.co.id

## PENDAHULUAN

Gelombang ultrasonik dalam kimia merupakan salah satu sumber energi yang besar (Suslick, 1990). Produksi energi muncul dari proses kavitasi akustik (*acoustic cavitation*) yang terdiri dari pembentukan, pertumbuhan, dan keruntuhan (*implosive collapse*) dari gelembung yang terbentuk. Selama pemecahan gelembung (*cavitation collapse*), pemanasan intens dari gelembung terjadi. Titik panas yang terlokalisasi ini memiliki temperatur 5000°C, tekanan 500 atm, dan waktu hidup beberapa mikrodetik (Flint dan Suslick, 1991). Gelombang kejut dari kavitasi dalam bubur cair-padat menghasilkan tumbukan interpartikel yang berkecepatan tinggi. Efek kavitasi ini memiliki energi yang cukup untuk meleburkan logam yang ada pada sistem itu (McNamara III dkk. 1999). Dalam sistem larutan (cair-padat), gelombang ultrasonik menyebabkan efek mekanik pada reaksi, misalnya memperbesar luas permukaan melalui pembentukan celah mikro pada permukaan, mempercepat pelarutan, ataupun meningkatkan laju transfer massa (Suslick dkk. 1999; Thompson dan Doraiswamy, 1999). Taleyarkan dkk. (2006) mengamati adanya emisi nuklir (emisi neutron) dari iradiasi benzene(<sup>2</sup>H) dan campuran aseton dengan gelombang ultrasonik. Karena potensi energi yang tinggi, maka sumber energi ini cukup menarik untuk diteliti, dieksplorasi, dan dimanfaatkan sebagai sumber energi masa depan.

Pemanfaatan gelombang ultrasonik untuk degradasi kontaminan kimia dalam lingkungan telah dilakukan (Hoffmann, dkk. 1996; Thompson dan Doraiswamy, 1999). Contoh yang bisa dituliskan adalah penanganan kasus logam berat Teknesium, yang disamping merupakan logam berat yang berbahaya, semua isotop unsur ini juga bersifat radioaktif. Kami melaporkan untuk pertama kali

pelarutan koloid  $Tc(IV)O_2 \cdot nH_2O$  yang diiradiasi dengan gelombang ultrasonik (Sekine dan Zakir, 2008). Oksidasi  $Tc(IV)$  menjadi  $Tc(VII)$  disebabkan oleh radikal OH yang dihasilkan dari hasil pemecahan molekul air akibat adanya pemecahan gelembung (*cavitation collapse*) dalam proses kavitasi akustik (Zakir dan Sekine, 2009). Mekanisme reaksi sistem heterogen (cair-padat) yang terjadi pada oksidasi  $Tc(IV)$  ke  $Tc(VII)$  melewati beberapa tahap antara (Zakir dan Sekine, 2010). Hasil analisis kinetik juga menunjukkan bahwa reaksi oksidasi  $Tc(IV)$  ke  $Tc(VII)$  lebih sesuai dengan kinetika reaksi heterogen (cair-padat), bukan reaksi homogen. Model kinetika baru untuk reaksi ini diturunkan dari kombinasi Model Langmuir-Hinshelwood dan Model Eley-Rideal (Zakir, 2010). Aplikasi sistem heterogen yang ada pada kasus diatas, bisa juga digunakan dalam sistem adsorpsi zat pencemar (logam berat atau zat organik) pada karbon aktif sekam padi, karena zat pencemar berada dalam larutan (cair) sedangkan adsorbennya (karbon aktif) berwujud padat.

Karbon aktif komersial (CAC, *commercial activated carbon*) merupakan adsorben yang paling banyak digunakan untuk menghilangkan zat pencemar, baik logam berat (Pb dan Cu) maupun zat organik/zat warna (metilen biru dan eosin), dari lingkungan karena keefektifannya dan kapasitas adsorpsi yang besar, namun demikian pemanfaatannya masih terbatas karena biaya operasi yang besar (Ramirez dan Holmez, 2008). Untuk mengatasi tingginya biaya penggunaan CAC dalam pengolahan air limbah, pembuatan adsorben alternatif (*low cost adsorbent*) dari limbah pertanian (Hameed, 2009), limbah industri (Kavitha dan Namasivayam, 2007), dan bahan-bahan murah dan berlimpah lainnya (Weng dan Pan, 2006; Weng dkk. 2007; Aroguz dkk. 2008; Bukallah dkk. 2007) menjadi

pilihan yang menarik (Babel dan Kurniawan, 2003; Crini 2006; Febrianto dkk. 2009). Pemanfaatan sekam padi (Daifullah dkk. 2003), abu sekam padi (Mane dkk. 2007; Chandrasekar dan Pramada, 2006), karbon pori sekam padi (Guo dkk. 2005), karbon aktif sekam padi (Gupta dkk. 2006; Ponnusami dkk. 2007, Zakir dkk. 2011) sebagai bio-adsorben zat pencemar juga telah dilaporkan. Karbon aktif yang dibuat dari bahan limbah pertanian, termasuk sekam padi, umumnya memiliki beberapa kelemahan seperti (1) kapasitas adsorpsi relatif rendah, (2) luas permukaan kecil, (3) struktur mikropori terbatas, dan (4) jalur difusi adsorbat (zat pencemar) ke dalam partikel padat (partikel adsorbent) yang panjang (Ramirez dan Holmez, 2008).

Pencemaran lingkungan, terutama lingkungan perairan yang disebabkan oleh logam berat (Pb dan Cu) dan polutan organik (metilen biru dan eosin) telah cukup memprihatinkan. Peningkatan kebutuhan manusia di berbagai bidang kehidupan yang menggunakan zat-zat tersebut: Pb sebagai zat aditif bahan bakar, Cu sebagai bahan kawat listrik, metilen biru sebagai pewarna bidang bakteriologi, dan eosin sebagai bahan pewarna tekstil dan tinta merah; juga akan semakin meningkatkan beban pencemaran pada lingkungan dan sangat membahayakan manusia dan mahluk hidup lainnya. Timbal (Pb) mengakibatkan gangguan saraf, ginjal, sistem reproduksi, sistem hemopoitik. Tembaga (Cu) menghambat aktivitas enzim dalam pembelahan fitoplankton. Metilen biru dan eosin stabil dalam larutan sehingga bila terbuang ke lingkungan akan mematikan biota yang ada (Sudarmaji dkk. 2006).

Berdasarkan uraian di atas, dalam penelitian ini akan dilakukan pemanfaatan energi yang ditimbulkan akibat iradiasi gelombang ultrasonik untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi karbon aktif sekam padi dalam menyerap polutan zat warna metilen biru dan eosin

dari dalam larutan.] menggunakan ion  $Nd^{3+}$  *imprinted polymer* untuk pengkayaan  $Nd^{3+}$  melalui ekstraksi sebelum dilakukan analisis dengan ICP-AES, terhadap contoh dari lingkungan dengan matriks yang kompleks.

Selain digunakan pada prakonsentrasi, *Ion imprinted polimer* juga telah banyak digunakan sebagai membran pada elektrode selektif ion (ESI) seperti yang telah dilakukan oleh Alizadeh, dkk [14] pada penentuan konsentrasi *ultratrace* (ultra runut) ion  $Hg^{2+}$ . Prasad, dkk [15] telah menggunakan IIP sebagai elektrode selektif ion pada penentuan konsentrasi ion logam tanah jarang disprosium (III),  $Dy^{3+}$ .

Berdasarkan uraian di atas, sintesis dan karakterisasi ion  $Cd(II)$ -*imprinted polymer* telah dilakukan yang selanjutnya akan diaplikasikan sebagai membran Elektroda Selektif Ion  $Cd(II)$  untuk menentukan  $Cd(II)$  yang ada di lingkungan.

## BAHAN DAN METODA

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini memiliki derajat kemurnian pro analisis (p.a) yang meliputi metilen biru,  $ZnCl_2$  aquadest, NaOH, KCl,  $H_3BO_3$ ,  $HNO_3$ , asam sitrat ( $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ ), dan  $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ . Alat yang digunakan terdiri atas tanur (Muffle furnace tipe 6000), Oven (tipe SPNISOSFD), kertas saring Wathmann 42, *membrane filter* 0,38 mikrometer, penangas air, pengaduk magnetik (fisher tipe 115), pH meter (pH scan 2), ayakan ukuran 50-100 mesh, neraca analitik (Shimadzu AW 220), FTIR (Shimadzu, IR Prestige 21), XRD (Shimadzu, 6000), *Pore size analyzer* (Quantachrome, Autosorbi Q-MP), SEM (JEOL, JSM 6510), cawan porselin, Spektrofotometer UV-Vis (PG instrument T 60), ultrasonik cleaner (Elmasonic S40H), lumpang, pompa vakum (Vacuubrand tipe ME4C),

desikator, mortal porselin, dan thermometer.

### Prosedur

#### Pengukuran kadar abu sekam padi

Sekam padi sebanyak 8g yang sudah bersih dan kering dimasukkan ke dalam cawan porselin lalu dipanaskan dalam tungku (*muffle furnace*) pada temperatur 750°C selama 4 jam. Berat sampel sebelum dan sesudah dipanaskan ditimbang dan dicatat. Penimbangan sampel masing-masing dilakukan dengan tiga kali pengukuran dan diambil nilai rata-rata.

#### Pembuatan karbon dari sekam padi

Sekam padi, yang sudah bersih dan kering, dipanaskan dalam tungku pada suhu 400°C selama 2 jam sampai terbentuk karbon. Bahan yang terbentuk diaktivasi dengan larutan ZnCl<sub>2</sub> 10%(b/v) dengan cara direndam selama 1 hari. Karbon kemudian disaring dan dicuci sampai bersih dengan akuades hingga pH hasil cucian netral (pH = 7). Karbon aktif kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dipanaskan dalam *muffle furnace* pada suhu 300°C dan 400°C selama 2 jam.

#### Identifikasi gugus fungsi sekam padi, karbon dan karbon aktif sekam padi

Sekam padi, karbon sekam padi, dan karbon aktif sekam padi dikarakterisasi gugus-gugus-gugus fungsinya dengan metode spektroskopi inframerah.

#### Penentuan panjang gelombang optimum Metilen biru

Larutan metilen biru sebanyak 25 mL dengan konsentrasi larutan 10 mg/L diukur serapan optimumnya pada panjang

gelombang 190-380 nm. Panjang gelombang yang memberikan serapan optimum kemudian digunakan sebagai serapan gelombang UV-Vis saat pengukuran adsorpsi metilen biru oleh karbon dan karbon aktif sekam padi yang diiradiasi dengan gelombang ultrasonik.

#### Iradiasi dengan Gelombang Ultrasonik

Ultrasonic Cleaner diisi dengan air destilasi hingga 1/3 volumenya terisi (kira-kira 3,5L). Seluruh eksperimen dilakukan pada temperatur 25°C ( $\pm 0,2$  °C). Temperatur tersebut dipertahankan melalui sirkulasi air dari penangas air yang dilengkapi dengan thermometer melalui pompa. Labu Erlenmeyer (250 mL) yang digunakan sebagai wadah adsorpsi diletakkan pada tatakan di atas sumber ultrasonik (90 osilasi per menit). Larutan uji (logam berat dan senyawa organik) dan 1 g adsorben dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Labu Erlenmeyer diletakkan di atas tatakan dalam air pada jarak tertentu dari dasar Ultrasonic Cleaner. Pada eksperimen adsorpsi tanpa gelombang ultrasonik (*silent experiment*), generator ultrasonik dimatikan.

#### Penentuan kondisi optimum adsorpsi metilen biru menggunakan karbon dan karbon aktif sekam padi yang diiradiasi dengan gelombang ultrasonik

- a. Penentuan waktu penjerapan optimum pada adsorpsi metilen biru oleh karbon dan karbon aktif sekam padi yang diiradiasi dengan gelombang ultrasonik

Sebanyak masing-masing 1g sekam padi, karbon dan karbon aktif sekam padi dimasukkan ke dalam 50 mL larutan metilen biru secara individual dengan konsentrasi awal larutan 50 mg/L. Campuran diinteraksikan dengan bantuan gelombang ultrasonik dengan variasi

waktu 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 menit. Setelah selesai, filtrat dan endapan dipisahkan dengan penyaringan. Konsentrasi metilen biru dalam filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis.

*b. Penentuan pH optimum adsorpsi metilen biru oleh karbon dan karbon aktif sekam padi yang diiradiasi dengan gelombang ultrasonic*

Sebanyak masing-masing 1g sekam padi, karbon dan karbon aktif sekam padi diinteraksikan dengan 50 mL larutan metilen biru secara individual dengan konsentrasi awal larutan 50 mg/L. Pengaturan pH larutan dilakukan dengan penambahan HCl atau NaOH atau penambahan larutan buffer sehingga didapatkan nilai pH awal 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0, 9,0 dan 10,0. Larutan yang telah diatur pH-nya, kemudian diiradiasi dengan gelombang ultrasonik selama waktu optimum. Setelah selesai, filtrat dan endapan dipisahkan dengan penyaringan. Konsentrasi metilen biru dalam filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis.

*c. Penentuan suhu optimum adsorpsi Metilen biru oleh karbon dan karbon aktif sekam padi yang diiradiasi dengan gelombang ultrasonic*

Mula-mula larutan metilen biru dibuat dengan konsentrasi awal adalah konsentrasi optimum, dengan volume masing-masing 50 mL pada kondisi pH optimum. Kemudian ke dalam 50 mL larutan tersebut ditambahkan 1 g sekam padi, karbon dan karbon aktif sekam padi. Larutan kemudian diiradiasi dengan gelombang ultrasonik selama waktu optimum dengan temperatur 27°C, 29°C, 32°C, 35°C dan 37°C. Setelah selesai, filtrat dan endapan dipisahkan dengan penyaringan. Filtrat yang diperoleh

kemudian dianalisis konsentrasi Metilen biru dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum.

**Penentuan kapasitas adsorpsi**

Kapasitas adsorpsi dapat dicari dengan cara bervariasi konsentrasi adsorbat pada pH dan waktu kontak optimum. Untuk menghitung besarnya kapasitas adsorpsi dapat dicari melalui rumusan model adsorpsi yang digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi suatu adsorben. Prosedur kerja yang dilakukan adalah memasukkan 1 g sekam padi, karbon dan karbon aktif sekam padi ke dalam Erlenmeyer yang berisi larutan Metilen biru pada pH optimum dengan konsentrasi 2, 5, 10, 15, 20, 30, 35, 40, 45 dan 50 mg/L dan masing-masing diiradiasi dengan gelombang ultrasonik selama waktu optimum. Setelah selesai, filtrat dan endapan dipisahkan dengan penyaringan. Filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis konsentrasi Metilen biru dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum. Dari hasil pengukuran spektrofotometer UV-Vis dibuat grafik konsentrasi adsorbat versus banyaknya Metilen biru yang dapat terjerap oleh 1 g sekam padi, karbon dan karbon aktif sekam padi. Untuk menentukan kapasitas adsorpsi, dibuat grafik  $C_e$  versus  $C_e/q_e$  yang diambil dari persamaan berikut

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{q_0} + \frac{1}{k \cdot q_0}$$

dimana,

- $q_e$  : jumlah mg zat terlarut yang terserap per gram adsorben,
- $q_0$  : jumlah mg zat terlarut per gram adsorben yang diperlukan untuk membentuk lapisan tunggal (atau disebut juga kapasitas adsorpsi),
- $C_e$  : konsentrasi zat terlarut pada kesetimbangan (M),
- $k$  : konstanta kesebandingan antara proses adsorpsi dan desorpsi

Nilai  $k$  dan  $q_0$  dapat ditentukan dari kemiringan dan intersep grafik grafik  $C_e$  versus  $C_e/q_0$ .

## HASIL DAN DISKUSI

Hasil penelitian yang dibahas pada laporan ini adalah kadar abu sekam padi yang digunakan, panjang gelombang serapan metilen biru yang diukur dengan menggunakan spektrofotometer sinar tampak, kondisi optimum adsorpsi metilen biru (waktu, pH, dan suhu optimum), kapasitas adsorpsi.

### Kadar Abu Sekam Padi

Kadar abu sekam padi ditentukan melalui pemanasan sekam tersebut dalam tanur pada suhu 700 °C selama 4 jam. Hasil diberikan pada Tabel 1.

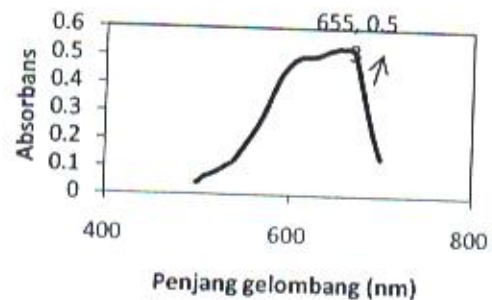
Tabel 1. Kadar abu sekam padi

Berat sekam padi (g)	Berat Abu (g)	Kadar Abu (%)
8	1,76	22,0
8	1,75	21,88
8	1,74	21,75
Rata-rata		21,88

Hasil menunjukkan bahwa sekam padi yang dipakai untuk menghasilkan karbon aktif memiliki kadar abu 21,88 %.

### Panjang Gelombang Maksimum Metilen biru

Untuk menentukan panjang gelombang maksimum serapan metilen biru, penentuan absorbans larutan diukur pada berbagai panjang gelombang. Gambar 5 menunjukkan absorbans larutan metilen biru sebagai fungsi panjang gelombang.

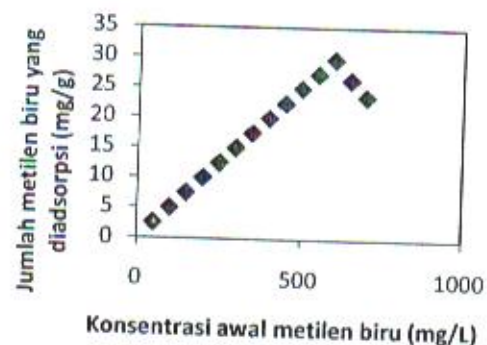


Gambar 5. Spektrum serapan metilen biru (konsentrasi larutan awal = 10 ppm)

Grafik menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum serapan metilen biru adalah 655 nm. Panjang gelombang ini digunakan untuk pengukuran absorbans metilen biru pada percobaan selanjutnya.

### Konsentrasi metilen biru optimum pada adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif sekam padi

Konsentrasi optimum dapat diperoleh dengan menentukan jumlah metilen biru yang diadsorpsi oleh karbon aktif sekam padi sebagai fungsi konsentrasi. Hasil ditunjukkan oleh Gambar 6.

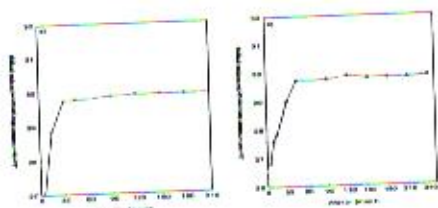


Gambar 6. Jumlah metilen biru yang diadsorpsi sebagai fungsi konsentrasi awal larutan (waktu kontak 30 menit, suhu 30°C).

Jumlah metilen biru yang diadsorpsi bertambah dengan bertambahnya konsentrasi sapaai konsentrasi 600 mg/L. Pada konsentrasi yang lebih tinggi dari 600 ppm, jumlah yang diadsorpsi cenderung menurun. Sehingga konsentrasi 600 mg/L dari larutan metilen biru digunakan untuk menentukan waktu, pH dan suhu optimum.

### Waktu optimum adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif sekam padi

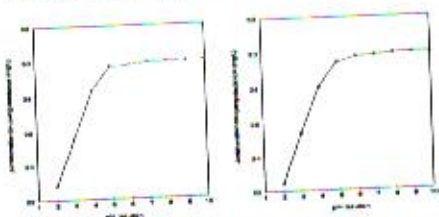
Waktu optimum adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif sekam padi dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik diberikan berturut-turut pada Gambar 7. Jumlah metilen biru yang terjerap oleh karbon aktif sekam padi bertambah dengan bertambahnya waktu adsorpsi baik dengan iradiasi energi gelombang ultrasonik maupun tanpa iradiasi. Iradiasi gelombang ultrasonik pada proses adsorpsi mempercepat tercapainya kesetimbangan adsorpsi yang menunjukkan bahwa penggunaan gelombang ultrasonik lebih efisien dalam lamanya proses berlangsung. Waktu optimum adsorpsi metilen biru dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik berturut-turut adalah 30 dan 45 menit.



Gambar 7. Jumlah metilen biru yang diadsorpsi sebagai fungsi waktu adsorpsi a) dengan menggunakan dan b) tanpa energi gelombang ultrasonik (konsentrasi larutan awal = 600 ppm)

### pH optimum adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif sekam padi

Gambar 8 menunjukkan jumlah metilen biru yang diadsorpsi pada berbagai pH dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik.

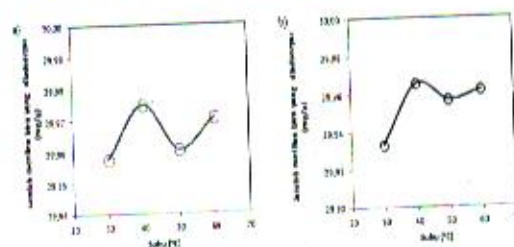


Gambar 8. Jumlah metilen biru yang dijerap sebagai fungsi pH larutan dengan iradiasi gelombang ultrasonik (konsentrasi larutan awal = 600 ppm)

Adsorpsi metilen biru pada pH yang rendah lebih kecil dibandingkan adsorpsi pada pH yang tinggi. Kenaikan jumlah yang diadsorpsi meningkat dengan nyata dari pH 2 sampai dengan 5 baik dengan iradiasi gelombang ultrasonik maupun tanpa iradiasi. Kenaikan jumlah metilen biru yang terjerap dari pH 5 sampai 10 hanya sedikit dan mencapai maksimum pada pH 9. Jadi pH optimum adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif sekam padi dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik sama yakni 9 sehingga pH ini digunakan untuk penentuan kapasitas adsorpsi.

### Suhu optimum adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif sekam padi

Pengaruh suhu terhadap adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif sekam padi dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik diberikan pada Gambar 9.



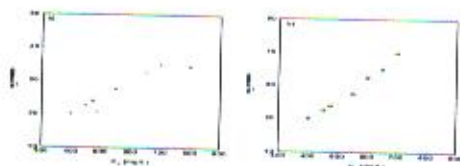
Gambar 9. Jumlah metilen biru yang diadsorpsi oleh karbon aktif sekam padi a) dengan dan b) tanpa iradiasi gelombang ultrasonik sebagai fungsi suhu.

Suhu meningkatkan jumlah metilen biru yang terjerap oleh karbon aktif sekam padi tetapi mencapai optimum pada suhu 40 °C. Suhu optimum adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif yang digunakan dengan iradiasi gelombang ultrasonik sama dengan suhu optimum untuk percobaan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik. Sehingga suhu ini digunakan untuk penentuan kapasitas adsorpsi,

### Kapasitas adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif sekam padi

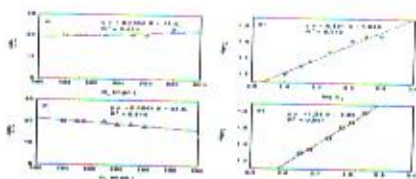
Kapasitas adsorpsi ditentukan dengan melakukan adsorpsi metilen biru pada berbagai konsentrasi pada kondisi optimum. Jumlah metilen biru yang terjerap oleh

karbon aktif sekam padi dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik diberikan berturut-turut pada Gambar 10.



Gambar 10. Jumlah metilen biru yang diadsorpsi oleh karbon aktif sekam padi a) dengan dan b) tanpa iradiasi gelombang ultrasonik sebagai fungsi konsentrasi awal larutan metilen biru.

Jumlah yang diadsorpsi oleh adsorben meningkat dengan meningkatnya konsentrasi awal larutan metilen biru yang digunakan. Berhubung jumlah yang terjerap meningkat terus dengan meningkatnya konsentrasi, keadaan dimana adsorben telah jenuh oleh adsorbat belum tercapai pada adsorpsi tanpa iradiasi sehingga kapasitas adsorpsi tidak dapat ditentukan. Oleh karena itu, untuk mengetahui kapasitas adsorpsi, Model isothermal Langmuir dan Freundlich diterapkan pada penelitian ini.



Gambar 11. Isothermal adsorpsi metilen biru dengan iradiasi dan tanpa iradiasi

Isothermal adsorpsi metilen biru dengan iradiasi gelombang ultrasonic untuk model Langmuir (a) dan Freundlich (b) serta tanpa iradiasi: untuk model Langmuir (c) dan Freundlich (d) dengan beberapa puncak yang merupakan kontribusi dari gugus-gugus fungsi yang ada pada metilen biru. Pita serapan pada sekitar  $1096\text{ cm}^{-1}$  melebar setelah adsorpsi yang menunjukkan adanya interaksi antara metilen biru dan karbon aktif. Pita pada  $1627\text{ cm}^{-1}$  bergeser ke  $1607\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya interaksi antara metilen biru dan gugus C=C dari karbon aktif.

Berdasarkan nilai slope diperoleh kapasitas adsorpsi metilen biru oleh karbon

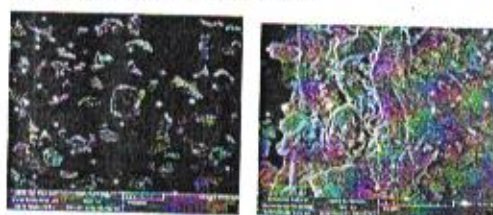
aktif sekam padi dengan iradiasi  $19,45\text{ mg/g}$  adsorben. Sedangkan adsorpsi dengan karbon aktif tanpa iradiasi memberikan kapasitas adsorpsi sebesar  $19,77\text{ mg/g}$ .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kapasitas adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif sekam padi dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik relatif sama. Tetapi waktu yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi dengan iradiasi gelombang ultrasonik lebih cepat dibandingkan waktu yang diperlukan tanpa iradiasi.

### Karakterisasi karbon aktif

#### a. Karakterisasi dengan Scanning Electron Microscopy

Morfologi permukaan karbon aktif sebelum dan sesudah adsorpsi metilen biru diberikan pada Gambar 12.

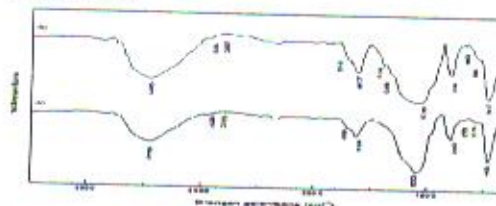


Gambar 12. Morfologi permukaan karbon aktif (a) sebelum dan (b) sesudah adsorpsi metilen biru

Hasil ini menunjukkan bahwa setelah adsorpsi permukaan karbon aktif menjadi lebih tidak teratur karena ditutupi oleh molekul metilen biru.

#### b. Karakterisasi dengan Scanning Electron Microscopy

Spektra FTIR karbon aktif sebelum dan sesudah adsorpsi diberikan padan Gambar 13.



Gambar 13. FTIR spectra dari karbon aktif (a) sebelum dan (b) sesudah adsorpsi metilen biru.

Berapa pita serapan tampak pada spektrum FTIR karbon aktif sebelum adsorpsi antara lain pada 3449, 2926, 2854, 1699, 1627, 1096, 800 dan 465  $\text{cm}^{-1}$ . Pita serapan yang lebar pada 3449  $\text{cm}^{-1}$  merupakan kontribusi dari gugus -OH dan air yang teradsorpsi secara fisika oleh karbon aktif sekam padi menunjukkan adanya gugus -OH. Pita pada 2926 dan 2854  $\text{cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya vibrasi -C-H ulur. Pita serapan yang kuat pada 1096  $\text{cm}^{-1}$  dan puncak pada 800  $\text{cm}^{-1}$  merupakan vibrasi ulur Si-O dari kisi silikat. Pita serapan yang kuat pada 1627  $\text{cm}^{-1}$  merupakan kontribusi dari ikatan C=C dari cincin aromatic dari karbon aktif. Setelah adsorpsi pita-pita serapan di atas masih ada dan ditambah

### KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu, pH dan suhu menentukan jumlah metilen biru yang dijerap oleh karbon aktif sekam padi dengan kondisi optimum sebagai berikut: waktu optimum = 30 menit untuk adsorpsi dengan iradiasi gelombang ultrasonik dan 45 menit untuk adsorpsi tanpa iradiasi; pH optimum untuk adsorpsi dengan dan tanpa iradiasi sama yakni 9 dan suhu optimum untuk kedua metode adsorpsi yang digunakan sama yakni 40 °C. Kapasitas adsorpsi metilen biru dengan dan tanpa iradiasi gelombang ultrasonik berturut-turut adalah 19,45 dan 19,77 mg/g.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Hasanuddin dan LP2M atas bantuan dana penelitian serta kepada semua pihak yang membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

### DAFTAR PUSTAKA

Aroguz, A.Z. Gulen, J. Evers, R.H. 2008. "Adsorption of Methylene Blue From Aqueous Solution on Pyrolyzed Petrified Sediment". *Bioresour. Technol.* 99 (1503-1508).

- Bukallah, S.B. Rauf, M.A. Alali, S.S. 2007. "Removal of Methylene Blue from Aqueous Solution by Adsorption on Sand". *Dyes Pigments* 74 (85-87).
- Chandrasekhar, S. Pramada, P.N. 2006. "Rice husk ash as an adsorbent for methylene blue—effect of ashing temperature". *Adsorption*, 12 (27-43).
- Crini, G. 2006. "Non-Conventional Low-Cost Adsorbents for Dye Removal: A Review". *Bioresour. Technol.* 97 (1061-1085).
- Daifullah, A.A.M. Girgis, B.S. Gad, H.M.H. 2003. "Utilization of Agro-Residues (Rice-Husk) in Small Waste Water Treatment Plants". *Mater. Lett.* 57 (1723-1731).
- Febrianto, J. Kosasih, A.N. Sunarso, J. Ju, Y.H. Indraswati, N. Ismadji, S. 2009. "Equilibrium and Kinetic Studies in Adsorption of Heavy Metals using Biosorbent: a Summary of Recent Studies". *J. Hazard. Mater.* 162 (616-645).
- Flint, E. B. dan Suslick, K. S. 1991. "The Temperature of Cavitation". Dalam *Science*. 253 (1397-1399).
- Guo Y. Zhao J. Zhang H. Yang S. Qi J. Wang Z. 2005. "Use of rice husk-based porous carbon for adsorption of Rhodamine B from aqueous solutions". *Dyes Pigments*, 66 (123-128).
- Gupta, V. K. Mittal, A. Jain, R. Mathur, M. and Sikarwar, S. 2006. "Adsorption of Safranin-T from wastewater using waste materials—activated carbon and activated rice husks". *J. Colloid Interface Sci.* 303(80-86).
- Hameed, B.H. 2009. "Spent Tea leaves: A New Non-Conventional and Low-Cost Adsorbent for Removal of Basic Dye From Aqueous Solutions". *J. Hazard. Mater.* 161 (753-759).
- Hoffmann, M. R. Hua, I. Hochemer, R. 1996. "Application of Ultrasonic

- Irradiation for the Degradation of Chemical Contaminants in Water". Dalam *Ultrason. Sonochem.* 3 (S163-S172).
- Kavitha, D. Namasivayam, C. 2007. "Experimental and Kinetic Studies on Methylene Blue Adsorption by Coir Pith Carbon". *Bioresour. Technol.* 98 (14-21).
- Mane, V.S. Mall, I.D. Srivastava, V.C. 2007. "Kinetic and equilibrium isotherm studies for the adsorptive removal of Brilliant Green dye from aqueous solution by rice husk ash". *J. Environ. Manage.* 84 (390-400).
- McNamara III, W. B. Didenko, Y. T. Suslick, K. S. 1999. "Sonoluminescence Temperatures during Multi-bubble Cavitation". Dalam *Nature.* 401(772-775).
- Ponnusami, V. Kritika, V. Madhuram, R. Srivastava S.N. 2007. "Biosorption of reactive dye using acid-treated rice husk: factorial design analysis" *J. Hazard. Mater.* 142 (397-403).
- Ramirez, O.H. Holmes, S.M. 2008. "Novel and Modified Materials for Wastewater Treatment Application". *J. Mater. Chem.* 18 (2751-2761).
- Sekine, T. dan Zakir, M. 2008. "Oxidative Dissolution of  $Tc(IV)O_2 \cdot nH_2O$  Colloids by Sonolysis". Dalam *Radiochim. Acta.* 96 (9-11, 625-629).
- Sudarmaji, Mukono, J. Corie, I.P. 2006. "Toksikologi Logam Berat, Zat B3, dan dampaknya terhadap kesehatan". *Kesehatan Lingkungan.* 2 (2; 129-142)
- Suslick, K. S. 1990. "Sonochemistry". Dalam *Science.* 247 (1439-1445).
- Suslick, K. S. Didenko, Y. Fang, M. M. Hyeon, T. Kolbeck, K. J. McNamara III, W. B. Mdleleni, M. M. dan Wong, M. 1999. "Acoustic Cavitation and Its Chemical Consequences. Dalam *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A.* 357 (335-353).
- Thompson, L. H. Doraiswamy, L. K. 1999. "Sonochemistry: Science and Engineering". Dalam *Ind. Eng. Chem. Res.* 38 (1215-1249).
- Tim Penyusun RP Unhas. 2009. "Roadmap Penelitian Universitas Hasanuddin". hal. 15-19.
- Weng, C.H. Pan, Y.F. 2006. "Adsorption Characteristics of Methylene Blue from Aqueous Solution by Sludge Ash". *J. Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects.* 274 (154-162).
- Weng, C.H. Tsai, C.Z. Chu, S.H. Sharma, Y.C. 2007. "Adsorption Characteristics of Copper (II) onto Spent Activated Clay". *Sep. Purif. Technol.* 54 (187-197).
- Zakir, M. dan Sekine, T. 2009. "Oxidation Reaction of  $Tc(IV)O_2 \cdot nH_2O$  Nanocolloid Induced by Ultrasonic Wave". Dalam *Indo. Chim. Acta.* 2 (1, 46-47).
- Zakir, M. dan Sekine, T. 2010. "Sonolytic Oxidation of  $Tc(IV)O_2 \cdot nH_2O$  Nanoparticles to  $Tc(VII)O_4^-$  in Aqueous Solution". Dalam *Atom Indonesia.* 36 (1, 17-22).
- Zakir, M. 2010. "Sonochemical Dissolution of  $TcO_2 \cdot nH_2O$  Nanocolloids in Aqueous Solution: A New Heterogeneous Kinetics Model Taking into Account The Local Concentration of OH Radicals and  $TcO_2 \cdot nH_2O$  Nanoparticle". Dalam Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia (SNHKI). Makassar, 2-3 Agustus 2010.
- Zakir, Maming, and Achmad, A. 2011. "Adsorption of Methylene Blue and Eosin on Rice Husk Based Activated Carbon". Dalam *Indo. Chim. Acta.* 4 (2, 1-6)