

Jurnal

Rekayasa Kimia & Lingkungan

Journal of Chemical Engineering and Environment



Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan	Vol. 11	No. 1	Hlm. 1–52	Juni 2016	ISSN 1412-5064 e-ISSN 2356-1661
---------------------------------------	---------	-------	-----------	-----------	------------------------------------

Jurnal

Rekayasa Kimia & Lingkungan

(Journal of Chemical Engineering and Environment)

TIM EDITOR

Ketua : Dr. Nasrul Arahman, ST., MT.
Anggota : Dr. M. Faisal, ST., M. Eng., Dr. M. Dani Supardan, ST., MT.
Dr. Ir. Husni Husin, MT., Mirna Rahmah Lubis, ST., MS.
Web admin/lay out : Wahyu Rinaldi, ST., M.Sc.
Cetak dan sirkulasi : Dr. Ir. Cut Meurah Rosnelly, MT.

Reviewer (Mitra Bestari)

Dr. Ir. Darmadi, M.T (Universitas Syiah Kuala), Dr. Ir. Asri Gani, M.Eng (Universitas Syiah Kuala), Dr. Ir. Izarul Machdar, M.Eng (Universitas Syiah Kuala), Dr. Ir. Azhari, M.Sc (Universitas Malikussaleh), Dr. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T (Universitas Lampung), Dr. Sunu Herwi Pranolo, S.T., M.Sc (Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta), Dr. Yuli Setyo Indartono (Institut Teknologi Bandung), Dr. Agung Sudrajad, S.T., M.Eng (University Pahang Malaysia), Dr. Muhammad Jawaid (University Sains Malaysia), Dr. Saeid Rajabzadeh Kahnemouei (Kobe University, Japan), Dr. Agus Saptoro (Curtin University, Malaysia), Dr. Abrar Muslim, ST, M. Eng. (Universitas Syiah Kuala), Dr. Fachrul Razi, ST, MT. (Universitas Syiah Kuala).

Jurnal ini terbit setiap enam bulan sekali

Harga Langganan dua kali terbit:

Aceh Rp. 80.000,-
Luar Aceh Rp. 100.000,- (termasuk ongkos kirim)

Untuk surat menyurat dan berlangganan, harap menghubungi Sdri. Dewi Yana dengan alamat seperti tercantum di bawah. Petunjuk penulisan artikel dapat dilihat pada halaman terakhir jurnal.

©2016 Jurusan Teknik Kimia; Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala
Jl. Syech Abdurrauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111, Indonesia
Hp. +62 853-2299-7268 Fax. (0651) 52222; <http://jurnal.unsyiah.ac.id/RKL>
E-mail: rkl@che.unsyiah.ac.id

Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan telah terindek oleh lembaga berikut:



Vol. 11, No. 1, Juni 2016

ISSN: 1412-5064 (cetak), 2356-1661 (online)

Jurnal

Rekayasa Kimia & Lingkungan

(Journal of Chemical Engineering and Environment)

Daftar Isi

Kata Pengantar

- | | |
|---|--|
| Ruka Yulia, Hesti Meilina, 1
Adisalamun, Darmadi | Aplikasi <i>Metode Advance Oxidation Process</i> (AOP) Fenton pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit |
| Darmansyah, Simparmin br. G., 10
Lisa Ardiana, Hens Saputra | Mesopori MCM-41 sebagai Adsorben: Kajian Kinetika dan Isotherm Adsorpsi Limbah Cair Tapioka |
| Ekky Wahyudi, Zultiniar, Edy 17
Saputra | Pengolahan Sampah Plastik Polipropilena (PP) Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Metode Perengkahan Katalitik Menggunakan Katalis Sintetis |
| Aris Munandar, Syaifullah 24
Muhammad, Sri Mulyati | Penyisihan COD dari Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit menggunakan Nano Karbon Aktif |
| Novia Mehra Erfiza, Ryan Moulana, 32
Desy Wulandari, Satriana,
Muhammad Dani Supardan | Pengaruh Rasio Biji terhadap Pelarut dan Waktu Ekstraksi terhadap <i>Yield</i> dan Kualitas Minyak Biji Alpukat |
| Rosyid Ridho | 39 Pengaruh Penggunaan Fotokatalis TiO ₂ /Resin, TiO ₂ /Zeolit Dan TiO ₂ /Karbon Aktif dalam Proses Fotoreduksi Ion Hg(II) Dengan Metode SODIS (Solar Desinfection Water) |
| Rondang Tambun, Rangga P 46
Saptawaldi, M. Anshori Nasution,
Oktris N Gusti | Pembuatan <i>Biofuel</i> dari <i>Palm Stearin</i> dengan Proses Perengkahan Katalitik menggunakan Katalis ZSM-5 |
-

Kata Pengantar

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas terbitnya Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan (JRKL) Volume 11 melalui kerjasama Jurusan Teknik Kimia Unsyiah dengan berbagai institusi. Terbitnya edisi pertama di tahun 2016 ini menjadi bukti semakin ditingkatkannya apresiasi terhadap pengembangan diri dan sumbangsih para peneliti. Melalui berbagai perspektif, tujuh tulisan dalam jurnal ini mencoba melihat secara mendalam kajian pengolahan limbah dari banyak metode. Nomor ini dimulai dengan tulisan Ruka Yulia yang mengupas aplikasi metode advance oxidation process (AOP) fenton pada pengolahan limbah cair sawit. Sementara itu pada artikel terakhir Rondang Tambun mengupas pembuatan biofuel dari palm stearin dengan proses perengkahan katalitik menggunakan katalis ZSM-5.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memotivasi dan membantu terbitnya kembali JRKL ini. Semoga jurnal ini dapat memberi manfaat yang sebesar-besarnya bagi komunitas ilmiah, sains, dan teknologi serta secara luas bagi kemajuan peradaban manusia. Selamat membaca!

Banda Aceh, Juni 2016

Editor



Pengaruh Penggunaan Fotokatalis TiO_2 /Resin, TiO_2 /Zeolit Dan TiO_2 /Karbon Aktif dalam Proses Fotoreduksi Ion Hg(II) dengan Metode SODIS (Solar Disinfection Water)

The Influences of Photocatalyst TiO_2 /Resin, TiO_2 /Zeolite, TiO_2 /Activated Carbon For Photoreduction Process of ion Hg(II) With SODIS (Solar Disinfection Water) Method

Rosyid Ridho

Jurusan Kimia Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas PGRI Banyuwangi.
Jl. Ikan Tongkol no. 22 Banyuwangi
E-mail: rosyidridho@gmail.com

Abstrak

Pada penelitian ini telah dilakukan proses pembuatan fotokatalis TiO_2 /resin, TiO_2 /zeolit dan TiO_2 /karbon aktif yang selanjutnya dikarakterisasi dengan XRD dan Energi Band Gap (Eg). Karakterisasi XRD bertujuan untuk mengetahui telah terbentuknya fotokatalis. Sedangkan karakterisasi Energi Band Gap (Eg) bertujuan untuk mengetahui tingkat celah energi pada masing-masing fotokatalis dimana semakin tinggi harga Energi Band Gap maka efektivitas fotoreduksi akan semakin tinggi. Hasil dari karakterisasi XRD menunjukkan bahwa fotokatalis TiO_2 -resin, TiO_2 -zeolit, dan TiO_2 /karbon aktif telah terbentuk, sedangkan hasil energi band gap untuk TiO_2 /zeolit sebesar 3,608 eV, TiO_2 /resin sebesar 3,38 eV, sedangkan TiO_2 /karbon aktif adalah 3,48 eV. Berdasarkan pada harga Eg tersebut diharapkan aktivitas fotokatalis TiO_2 /zeolit lebih tinggi daripada fotokatalis yang lain. Pengujian aktivitas fotokatalis dilakukan dengan mereaksikan 50 mg masing-masing fotokatalis untuk mereduksi 50 mL larutan Hg(II) 5 ppm yang disinari oleh sinar matahari sebagai sumber cahaya dengan variasi waktu penyinaran (1,2,3,4,5 dan 6 jam). Dari hasil penyinaran menunjukkan bahwa semakin tinggi waktu penyinaran semakin tinggi % Hg tereduksi, dalam penelitian ini efektivitas fotokatalis terbaik adalah TiO_2 /zeolit dengan efektivitas fotoreduksi pada penyinaran 6 jam sebesar 98,5%. Pada tahap ini juga dipelajari pengaruh konsentrasi Ion Hg(II) (0; 2,5; 5; 10; 20; dan 25) dengan waktu penyinaran 6 jam. Data yang diperoleh menunjukkan semakin tinggi konsentrasi awal ion Hg , semakin rendah efektivitas fotoreduksinya.

Kata Kunci: Fotokatalis, Sodis, TiO_2 /resin, TiO_2 /zeolit, TiO_2 /karbon aktif

Abstract

The making of TiO_2 /resin, TiO_2 /zeolite dan TiO_2 /activated carbon as photocatalyst that will characterize with X Ray Diffraction (XRD) and Band Gap Energy (Eg) has been done. The characterization aims to find out the formation and to determine the level of band gap energy in each of photocatalyst where the higher band gap energy then photoreduction effectiveness will be higher. XRD and Band Gap Energy (Eg) characterization showed that the photocatalyst (TiO_2 /resin, TiO_2 /zeolite dan TiO_2 /activated carbon) has been formed while the results of the band gap energy of TiO_2 /zeolite, TiO_2 /resin and TiO_2 /activated carbon is 3.608 eV, 3.38 eV, and 3.48 eV. Based on the expected value Eg photocatalytic activity of TiO_2 /zeolite is higher than the other photocatalyst. Photocatalytic activity test carried out by reacting 50 mg each photocatalyst to reduce 50 ml of Hg(II) of 5 ppm is illuminated by sunlight as a light source with a variation of exposure time (1,2,3,4,5 and 6 hours). From the results indicate that the higher radiation exposure time the higher percentage Hg(II) reduced. In this research TiO_2 /zeolite has an optimum photocatalyst with exposure time 6 hours and 98,5% photoreduction affectivity. At this stage also studied the effect of the concentration of ions Hg(II) (0; 2.5; 5; 10; 20; and 25) with 6 hours of exposure time. The data obtained showed that the higher the initial concentration of ions Hg(II) , the lower the Photoreduction effectiveness

Keyword: photocatalyst, Sodis, TiO_2 /resin, TiO_2 /zeolite, TiO_2 / activated carbon

1. Pendahuluan

Pencemaran lingkungan saat ini menjadi masalah serius yang perlu disikapi dan diantisipasi sehingga akibat pencemaran

sedini mungkin dapat ditanggulangi (Frans, 2011). Salah satu jenis polutan yang berbahaya adalah senyawa merkuri yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan emas oleh masyarakat. Pencemaran merkuri

juga terjadi di daerah Pesanggaran, Banyuwangi, dimana terdapat lokasi yang berpotensi sebagai penghasil limbah logam Hg, yaitu Tumpang Pitu. Di daerah tersebut berkembang pendulangan logam emas secara liar. Para penambang mendulang emas menggunakan air raksa (Hg) yang kemudian limbahnya dibuang secara langsung ke lingkungan. Oleh karena itu, di daerah tersebut dimungkinkan terjadi pencemaran ion Hg(II).

Mengingat bahaya yang ditimbulkan oleh merkuri seperti yang telah diuraikan di atas maka perlu dilakukan upaya penanganan terhadap limbah tersebut. Penanganan tersebut dapat dilakukan dengan metode adsorpsi, pertukaran ion dan fotoreduksi. Metode adsorpsi dan pertukaran ion relatif sederhana dan efektif, namun tidak menghilangkan sifat racun Hg(II), melainkan hanya memindahkannya dari larutan dan padatan adsorben atau bahan penukar ion. Selain itu apabila adsorben atau penukar ion telah jenuh oleh ion Hg(II) maka akan menjadi limbah padat yang berbahaya karena masih mengandung ion Hg (II) yang cukup besar. Untuk mengatasi hal tersebut telah dikembangkan metode fotoreduksi menggunakan cahaya dan serbuk TiO₂ sebagai fotokatalis yang dapat mengubah ion Hg(II) yang sangat berbahaya bagi lingkungan menjadi Hg(0) yang lebih mudah penanganannya (Devina, 2008).

Walaupun penggunaan TiO₂ dalam bentuk serbuk untuk pengolahan limbah secara umum termasuk ion Hg(II), cukup praktis namun serbuk ini selalu *mobile* sehingga akan cepat hilang dari larutan (Asilturk dan Sener, 2012; Eliyas dkk., 2013; Andriantsiferana dkk., 2014). Hal ini mengakibatkan reduksi ion Hg(II) menjadi Hg(0) tidak efektif sehingga harus digunakan jumlah yang banyak. Serbuk TiO₂ yang terlalu banyak akan menyebabkan larutan menjadi keruh sehingga penyerapan cahaya oleh substrat menjadi kurang sempurna, sehingga efektivitas fotokatalis rendah (Ridho, 2013).

Untuk mengatasi masalah tersebut maka dalam penelitian ini digunakan perbandingan beberapa pengemban untuk TiO₂ seperti resin (*polistirene sulfonated*), zeolit dan karbon aktif sehingga diharapkan serbuk TiO₂ dapat terimobilisasi atau tidak terlarut dalam larutan. Dalam penelitian ini imobilisasi dilakukan dengan metode pertukaran ion yang diikuti dengan kalsinasi, atau uji fotoaktivitas TiO₂/Pengemban sebagai fotokatalis untuk proses fotoreduksi Hg(II) menjadi Hg(0).

Proses fotoreduksi yang sering digunakan selama ini masih banyak yang menggunakan lampu UV sebagai sumber cahaya, namun dalam penelitian ini digunakan metode SODIS (*Solar Disinfection Water*). SODIS memanfaatkan energi cahaya dan panas matahari untuk menonaktifkan patogen melalui mekanisme sinergis (Byrne, 2011). Radiasi UV (200 - 400 nm) dapat diklasifikasi sebagai UV A (320 - 400 nm), UV B (280 - 320 nm), dan UV C (200 - 280 nm). UV C diserap oleh lapisan ozon bersama dengan proporsi UV B, karena itu UVA merupakan fragmen utama dari radiasi ultraviolet matahari yang mencapai permukaan bumi (Byrne dkk., 2011). Sehingga dalam penelitian ini sumber cahaya yang digunakan dalam proses fotoreduksi adalah cahaya matahari.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah titanium (IV) Iso-propoksida, etanol absolut, resin (*polistirene sulfonated*), TiO₂ degusa, karbon aktif, zeolit alam, HgCl₂, yang semuanya buatan Merck. Kertas saring *Whatman* 42 ($\Phi = 110$ nm), dan akuabides buatan Laboratorim Kimia UNIBA.

Penelitian ini terdiri dari sintesis dan karakterisasi komposit TiO₂/resin, TiO₂/zeolit, dan TiO₂/karbon aktif serta uji fotokatalitik untuk detoksi ion Hg(II) melalui reaksi fotoreduksi terkatalisis.

2.2. Preparasi dan karakterisasi fotokatalis

Preparasi dilakukan dengan prosedur sebagai berikut. Larutan yang mengandung Ti(IV) isopropoksida dalam etanol dan air sebanyak 100 ml ditambah dengan 1 gram pengemban (zeolit, karbon aktif dan resin penukar kation) dan diaduk selama 24 jam dengan pegaduk magnet. Selanjutnya dilakukan pemisahan dengan kertas saring *Whatman* 42, sehingga diperoleh filtrat dan padatan. Padatannya dikeringkan dan dikalsinasi pada suhu 200°C. Setelah itu, padatan tersebut siap untuk dikarakterisasi dengan metode difraksi sinar X (XRD) maupun diuji sebagai fotokatalis. Disamping itu, juga dilakukan pengukuran energi band gap (Eg) sebagai karakter suatu fotokatalis, dengan cara membuat spektra UV-Vis. Diffusi reflektansi pada panjang gelombang 800-250 nm.

2.3. Uji fotokatalitik masing-masing fotokatalis untuk fotoreduksi larutan Hg(II)

Proses fotoreduksi ion Hg(II) dilakukan dengan sistem *batch* dengan sinar matahari secara langsung yang diaduk dengan magnetik *stirer*. Untuk itu, campuran yang terdiri dari larutan Hg(II) dan komposit TiO₂/Pengemban dimasukkan ke dalam erlenmeyer disinari dengan sinar matahari sambil diaduk dengan pengaduk magnet dalam waktu tertentu. Pemisahan filtrat dari padatnya dilakukan dengan cara penyaringan dengan kertas *Whatman* 42. Filtrat yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan AAS teknik uap dingin untuk menentukan konsentrasi ion Hg(II) sisa atau tidak tereduksi.

Langkah yang sama dilakukan untuk mempelajari pengaruh waktu fotoreduksi dengan cahaya matahari, dan konsentrasi ion Hg(II) dengan waktu penyinaran optimum, terhadap efektifitas fotoreduksi ion Hg(II). Untuk mempelajari pengaruh waktu penyinaran dilakukan proses dengan menggunakan fotokatalis dengan massa 50 mg untuk 50 ml larutan Hg(II) 5 ppm dengan variasi waktu penyinaran selama 1,2,3,4,5, dan 6 jam. Pengaruh konsentrasi larutan Hg(II) dipelajari dengan cara yang sama, konsentrasi larutan yang bervariasi yaitu 0; 2,5; 5; 10; 20, dan 25 ppm pada waktu dan massa fotokatalis optimum.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Karakterisasi Fotokatalis

Pada penelitian ini karakterisasi fotokatalis dilakukan dengan dua tahapan yaitu dengan XRD dan Analisa Energi Band Gap. Karakterisasi XRD dalam penelitian ini dilakukan dengan tiga tahapan yaitu TiO₂/resin, TiO₂/zeolit, dan TiO₂/karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 1 Berikut:

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa fotokatalis TiO₂/resin telah terbentuk, hal ini ditunjukkan dengan adanya serapan TiO₂ pada sudut 23° dengan intensitas sedang, sudut 25° dengan intensitas tajam serta 48,39° dengan intensitas tajam. Sedangkan serapan pada resin ditunjukkan pada sudut 18,34° dengan intensitas rendah, dan 44,04° dengan intensitas tajam (Ridho, 2013).

Sedangkan pada difraktogram TiO₂/zeolit tersebut tidak terlihat refleksi TiO₂ secara

jelas di daerah 2θ = 23° dan 25°. Hal ini mungkin disebabkan oleh tumpang tindihnya refleksi TiO₂ dengan zeolit. Namun pada daerah 2θ = 40° terlihat 2 puncak kecil yang mungkin disebabkan oleh refleksi TiO₂, sedangkan refleksi zeolit terlihat jelas pada daerah 2θ = 20,3° sampai 24,15° dan 27,8° sampai 35,9° (Joseph dkk., 2013).

Pada Difraktogram TiO₂/karbon aktif menunjukkan serapan TiO₂ yang cukup tajam di daerah 2θ = 23°, 25°, dan 48°, dan menunjukkan intensitas sedang di daerah 2θ = 38°, sedangkan serapan karbon aktif ditunjukkan dengan adanya serapan amorf pada daerah 2θ = 20° sampai 25°, serapan yang tajam pada 2θ = 35°, 57°, dan 64°. Dari data diatas dapat disimpulkan telah terbentuk TiO₂ dan karbon aktif pada fotokatalis TiO₂/karbon aktif tersebut (Baolin dkk., 2016; Huang dkk., 2011).

Analisa Energi Band Gap (Eg)

Pada penelitian ini telah dilakukan pengukuran energi Band gap (Eg) sebagai karakter suatu fotokatalis dengan menggunakan metode *Spektrofotometer Diffuse Reflectance Ultra Violet* (DR-UV).

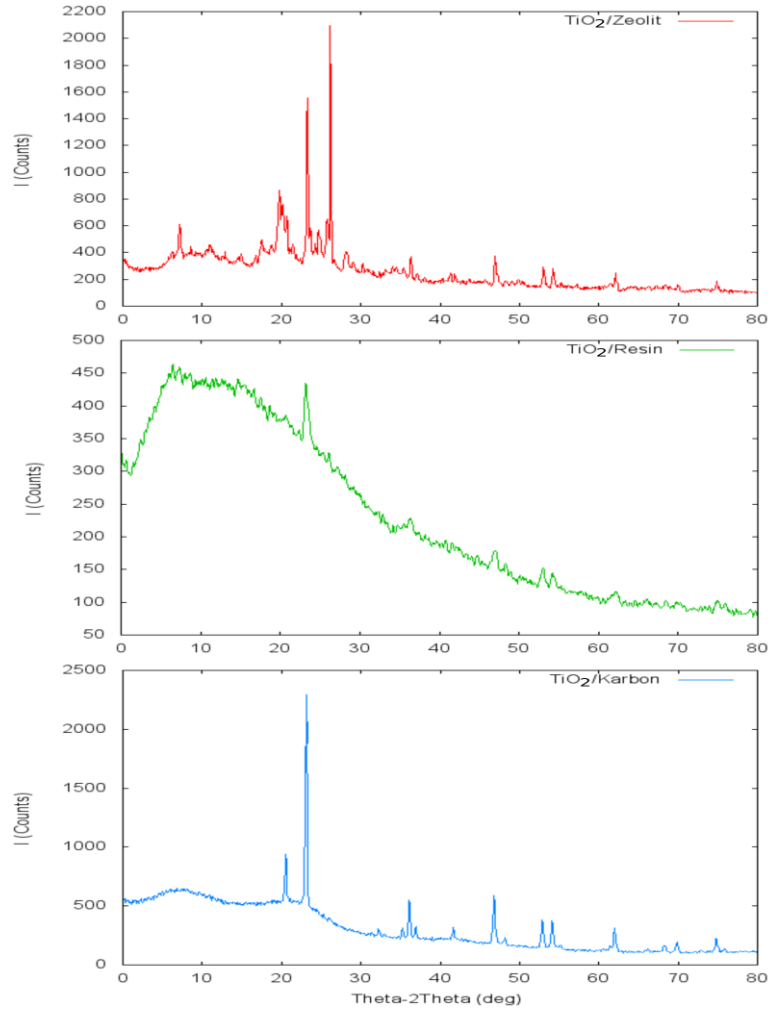
Pengukuran ini dilakukan terhadap TiO₂/zeolit, TiO₂/resin dan TiO₂/karbon aktif untuk mengetahui efek imobilisasi TiO₂ terhadap harga Eg. Hasil pengukuran disajikan pada Gambar 2, yang memperlihatkan munculnya serapan tepi maksimum (λg) untuk sampel TiO₂/zeolit pada panjang gelombang 344 nm, TiO₂/resin pada panjang gelombang 367 nm dan TiO₂/karbon aktif pada panjang gelombang 356 nm. Harga λg ini selanjutnya digunakan untuk menentukan harga energi band gap (Eg) (Zhao dkk., 1996).

Harga λg ini selanjutnya digunakan untuk menentukan harga energi band gap (Eg) yang menggunakan persamaan 1.

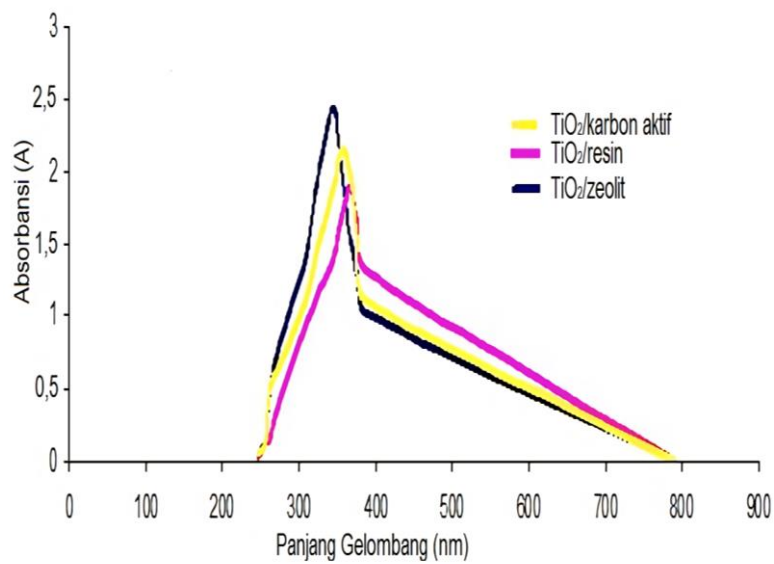
$$E_g = \frac{hc}{\lambda} \quad (1)$$

Eg = Energi Band Gap
λ = Panjang Gelombang
c = Kecepatan cahaya (3x10⁸ m/s)
h = Tetapan Planck (6,62 x 10⁻³⁴ J s)

sedangkan 1 eV = 1,6 x 10⁻¹⁹ J, sehingga harga Eg dapat ditentukan



Gambar 1 Data XRD TiO₂/resin, TiO₂/zeolit, TiO₂/karbon aktif



Gambar 2 Grafik DR UV-Vis TiO₂/zeolit, TiO₂/resin dan TiO₂/karbon aktif

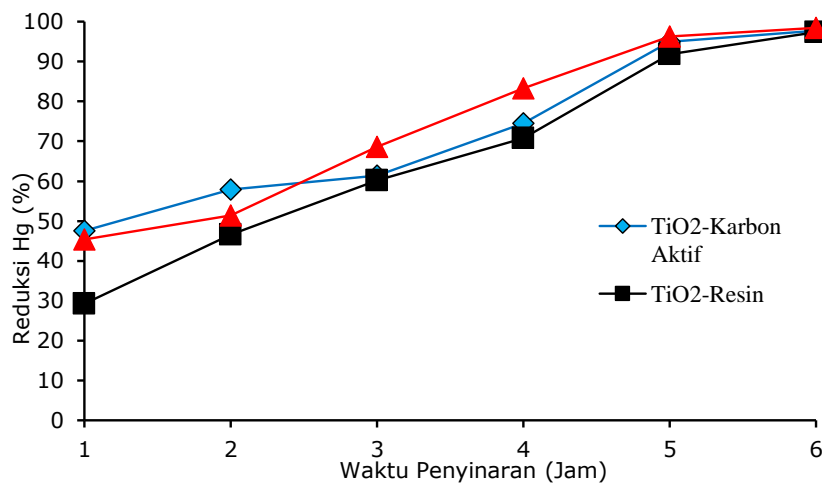
Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan tersebut diperoleh harga E_g untuk $\text{TiO}_2/\text{zeolit}$ sebesar 3,608 eV, $\text{TiO}_2/\text{resin}$ sebesar 3,38 eV, sedangkan $\text{TiO}_2/\text{karbon}$ aktif adalah 3,48 eV. Harga E_g $\text{TiO}_2/\text{zeolit}$ yang lebih besar daripada TiO_2 serbuk mengindikasikan bahwa partikel TiO_2 dalam $\text{TiO}_2/\text{zeolit}$ tersebut kemungkinan mempunyai ukuran yang lebih kecil dibanding $\text{TiO}_2/\text{karbon}$ aktif dan $\text{TiO}_2/\text{resin}$. Penurunan ukuran TiO_2 dalam $\text{TiO}_2/\text{resin}$ terjadi karena pertumbuhan partikel tersebut terhalangi oleh kerangka struktur Zeolit. Didasarkan pada harga E_g tersebut diharapkan aktivitas fotokatalis $\text{TiO}_2/\text{zeolit}$ lebih tinggi daripada fotokatalis yang lain. Pengujian aktivitas fotokatalis tersebut dilakukan untuk fotoreduksi ion Hg(II) .

3.3. Aplikasi Fotokatalis Sebagai pereduksi ion Hg

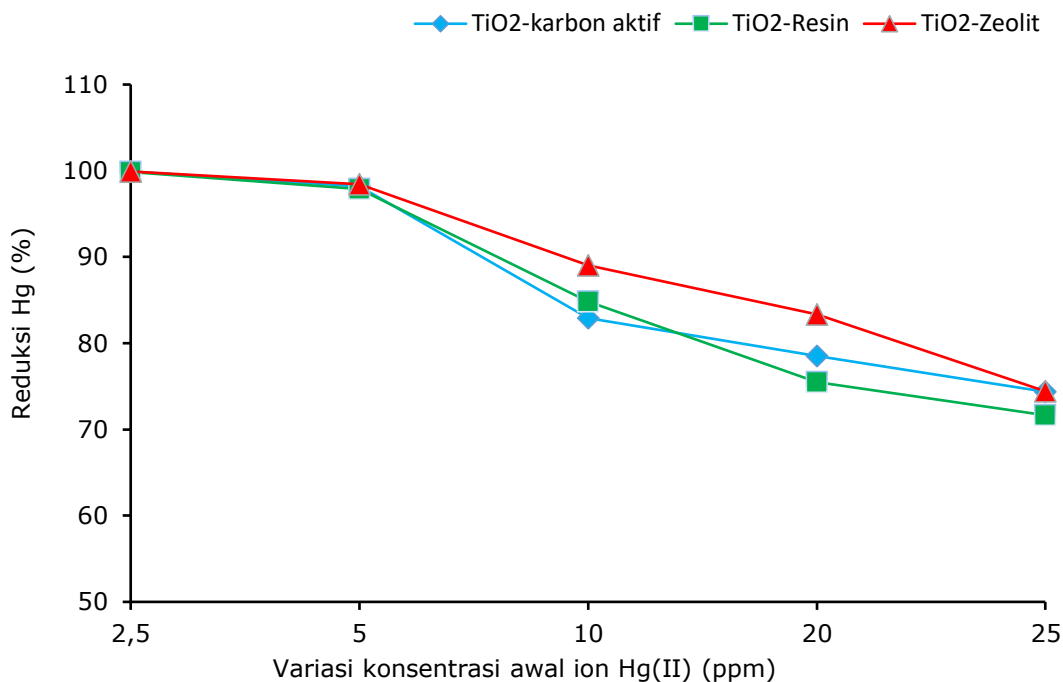
Aplikasi Fotokatalis sebagai pereduksi ion Hg(II) dilakukan dengan dua macam variasi yaitu penentuan waktu penyinaran optimum dan pengaruh konsentrasi ion Hg(II) . Penentuan waktu penyinaran optimum dilakukan dengan menambahkan 50 mg fotokatalis ($\text{TiO}_2/\text{resin}$, $\text{TiO}_2/\text{zeolit}$, dan $\text{TiO}_2/\text{karbon}$ aktif) ke dalam erlenmeyer yang berisi larutan Hg(II) 5 ppm, kemudian disinari dengan cahaya matahari selama 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 jam. Data penentuan penyinaran optimum ditunjukkan pada Gambar 3

Pada Gambar 3 terlihat bahwa semakin lama waktu penyinaran maka efektivitas fotoreduksi ion Hg(II) semakin tinggi, hal ini dikarenakan pada proses penyinaran fotokatalis akan melepas elektron yang berfungsi sebagai pereduksi ion Hg(II) , jadi semakin lama waktu penyinaran maka semakin banyaknya elektron yang dihasilkan, sehingga ion Hg(II) yang tereduksi akan semakin besar.

Penggunaan fotokatalis $\text{TiO}_2/\text{resin}$, $\text{TiO}_2/\text{zeolit}$, dan $\text{TiO}_2/\text{karbon}$ aktif pada proses reduksi ion Hg(II) menunjukkan efektivitas yang hampir sama, hal ini dikarenakan masing-masing fotokatalis tersebut menggunakan pengemban untuk mengikat TiO_2 di permukaan, sehingga diharapkan luas permukaan TiO_2 yang diembankan ke resin, karbon aktif dan zeolit akan menjadi lebih besar sehingga dengan semakin besarnya luas permukaan mengakibatkan elektron yang dihasilkan semakin banyak sehingga efektivitas fotoreduksi akan semakin tinggi. Dalam penelitian ini didapatkan efektivitas fotoreduksi tertinggi adalah fotokatalis $\text{TiO}_2/\text{zeolit}$ dengan jumlah ion Hg(II) tereduksi sebesar 98,5% pada waktu penyinaran 6 jam, hal ini dikarenakan harga Energi Band Gap $\text{TiO}_2/\text{zeolit}$ lebih besar dari fotokatalis $\text{TiO}_2/\text{resin}$ maupun $\text{TiO}_2/\text{karbon}$ aktif, dengan semakin besarnya energi band gap maka aktivitas fotokatalis akan semakin tinggi sehingga meningkatkan efektivitas fotoreduksi ion Hg(II) .



Gambar 3. Pengaruh waktu penyinaran terhadap % ion Hg(II) tereduksi dengan fotokatalis TiO_2 -Resin, $\text{TiO}_2/\text{zeolit}$, dan $\text{TiO}_2/\text{karbon}$ aktif.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi awal larutan Hg(II) terhadap fotoreduksi Hg(II) dalam %. Lama penyinaran 6 jam dan massa fotokatalis 50 mg

3.4. Efektivitas Fotoreduksi Ion Hg(II) Terkatalisis TiO₂/resin, TiO₂/Zeolit, dan TiO₂/karbon aktif

Pengaruh konsentrasi awal larutan ion Hg(II) dipelajari untuk mendapatkan informasi tentang konsentrasi ion Hg(II) maksimal yang dapat direduksi secara efektif dengan menggunakan sejumlah tertentu fotokatalis. Untuk menyelidiki pengaruh konsentrasi awal ion Hg(II) dilakukan dengan menyinari 50 mL larutan ion Hg(II) dengan konsentrasi bervariasi selama 6 jam dan berat fotokatalis 50 mg. Hasil penelitian disajikan pada Gambar 4.

Gambar 4 memperlihatkan secara umum bahwa kenaikan konsentrasi awal larutan Hg(II) dari 2,5 – 25 ppm menyebabkan penurunan % reduksi Hg(II). Penurunan ini terjadi karena % tereduksi dihitung dengan cara membandingkan konsentrasi ion Hg(II) yang tereduksi dengan konsentrasi ion Hg(II) awal. Pada konsentrasi awal ion Hg(II) 2,5 – 5 mg/L terlihat bahwa ion Hg(II) tereduksi sangat tinggi yaitu berkisar 97,88% - 99,99%. Hal ini menunjukkan bahwa pada interval konsentrasi yang rendah kenaikan

koncentrasi awal ion Hg(II) memberikan hasil fotoreduksi yang relatif besar terhadap jumlah ion Hg(II) mula-mula. Namun untuk konsentrasi awal larutan ion Hg(II) yang cukup besar yaitu 10-25 mg/L, ternyata kenaikan konsentrasi memberikan % ion Hg(II) tereduksi yang lebih rendah, yaitu berkisar dari 71,68% - 89,05%. Pada konsentrasi yang relatif besar, kenaikan konsentrasi menyebabkan meningkatnya kekentalan yang diakibatkan kenaikan spesies Hg(II) dalam larutan, sehingga akan menghalangi tumbukan antara ion Hg(II) dengan elektron sehingga efektivitas fotoreduksi menjadi berkurang. Selain itu karena elektron yang tersedia pada sistem relatif tetap, maka meskipun jumlah ion Hg(II) dalam larutan meningkat, efektivitas fotoreduksi relatif tidak berubah. Hal tersebut menyebabkan ion Hg(II) yang mengalami fotoreduksi relatif lebih kecil jika dibandingkan konsentrasi awal ion Hg(II), sehingga menghasilkan % ion Hg(II) yang tereduksi relatif rendah.

Pada Gambar 4 juga menunjukkan proses fotoreduksi ion Hg(II) pada masing katalis (TiO₂/resin, TiO₂/zeolit, dan TiO₂/karbon aktif) juga memberikan efektivitas

fotoreduksi yang hampir sama, namun fotokatalis yang paling optimum dalam proses reduksi ion Hg(II) adalah TiO₂/zeolit.

4. Kesimpulan

Dari hasil karakterisasi XRD dan Energi band gap dapat disimpulkan bahwa telah terbentuk fotokatalis TiO₂/zeolit, TiO₂/resin dan TiO₂/karbon aktif dengan harga energi band Gap (Eg) sebesar 3,608 eV, 3,38 eV dan 3,48 eV. Pada proses fotoreduksi menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyinaran maka akan meningkatkan efektivitas fotoreduksi ion Hg (II), sedangkan semakin tinggi konsentrasi awal ion Hg(II) mengakibatkan efektivitas fotoreduksi ion Hg(II) semakin rendah. Fotoreduksi terhadap 50 ml larutan Hg(II) 5 ppm dapat tercapai secara optimal oleh fotokatalis TiO₂/zeolit, yaitu sebesar 98,5% dengan waktu penyinaran selama 6 jam.

Daftar Pustaka

- Andriantsiferana, Mohamed, C.E.F., Delmas, H. (2014) Photocatalytic degradation of an azo dye on TiO₂/activated carbon composite material, *Environmental Technology*, 35(3), 355 – 363.
- Asilturk, M., Sener, S. (2012) TiO₂-activated carbon photocatalysts: preparation, characterization and photocatalytic activities, *Chemical Engineering Journal*, (180), 354 – 363.
- Baolin X., Changliang S., Chuanxiang Z., Guiyun Y., Lunjian C., Hui G., Guangxu H., Jianliang C. (2016) Preparation of TiO₂/Activated Carbon Composites for Photocatalytic Degradation of RhB under UV Light Irradiation, *Hindawi Publishing Corporation Journal of Nanomaterials*, 2016, 1 – 10.
- Byrne, J. A., Pilar, A., Fernandez-Ibanez, Patricks, S. M. D., Dheaya, M. A., Alrousan, Jeremy, W., Hamilton (2011) Photocatalytic enhancement for solar disinfection of water, *Hindawi Publishing Corporation, International Journal of Photoenergy*, 2011, Article ID 798051.
- Devina, I. (2008) Pengaruh senyawa p-klorofenol terhadap efektivitas fotoreduksi ion Hg(II) yang dikatalisis TiO₂, *JSKA*, XI(2).
- Eliyas, A. E., Ljutzkanov, L., Stambolova, I. D. (2013) Visible light photocatalytic activity of TiO₂ deposited on activated carbon, *Central European Journal of Chemistry*, 11(3), 464 – 470.
- Frans G. I. (2011) Laju reduksi merkuri oleh pseudomonas diisolasi dari perairan pantai teluk manado, *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, Vol. VII-2.
- Huang, Miyamoto, D.Y., Matsumoto, T. (2011) Preparation and characterization of high surface area TiO₂/activated carbon by low temperature impregnation, *Separation and Purification Technology*, 78(1), 9 – 15.
- Joseph, C.G., Sharain-liem, Y.C., Bono Awang, Teng, L.Y. (2013) Photodegradation of Indigo Dye Using TiO₂ and TiO₂/Zeolite System, *Asian Journal of Chemistry*, 25(15), 840 – 8406.
- Ridho, R. (2013) Imobilisasi TiO₂ ke dalam resin penukar kation dan aplikasinya sebagai fotokatalis dalam proses fotoreduksi ion Hg, *Jurnal Valensi*, 3(2), 93 – 99.
- Zhao, X.S., Lu, G.Q., Millar, G.J. (1996) Encapsulation of transition metal species into zeolites and molecular sieves as redox catalyst, *Journal of Porous Materials*, 3, 61 – 66.