

UJI AKTIVITAS BEBERAPA KATALIS PADA PROSES DEGRADASI SENYAWA AKTIF DETERJEN SECARA FOTOKATALISIS

Yeyen Maryani¹, Indar Kustiningsih², Mega Yaumi Rakhma³, Hayatun Nufus³

1. Mahasiswa S3 Jurusan Mipa-Kimia UNIVERSITAS PADJADJARAN
(HP: 0856 101 3039/ y3y3nmaryani@yahoo.co.id)
2. Mahasiswa S3 Jurusan Teknik Kimia UNIVERSITAS INDONESIA
3. Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Kimia UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

Abstrak

Senyawa LAS (*Linear Alkilbenzen sulfonat*) dan ABS (*Alkil Benzen sulfonat*) yang berasal dari limbah rumah tangga dan industri banyak terkandung dalam air sungai. Karena memberi efek buruk bagi manusia, maka keberadaannya perlu dipantau. Salah satu alternatif mendegradasi LAS dan ABS adalah dengan metode fotokatalisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi empat jenis katalis pada proses degradasi LAS dan ABS 100 mg/L serta silica gel sebagai support katalis. Reaktor yang digunakan berbentuk semi batch dengan lampu UV-Mercury. Konsentrasi LAS dan ABS sebelum dan sesudah degradasi dianalisa dengan Spektrofotometer UV- Vis secara MBAS (*Methylene Blue Active Substance*). Hasil penelitian, didapat bahwa katalis TiO₂ Degussa P-25 menunjukkan penyisihan terbesar yaitu 84,98% dalam waktu 4 jam. Sedangkan untuk katalis lainnya yaitu TiO₂ Merck, immobilized TiO₂ P25 Degussa – silica gel, immobilized TiO₂ Merck – silica gel dan silica gel masing – masing menunjukkan penyisihan sebesar 76,29% ; 65,45% ; 53,87% dan 39,87%.

Kata Kunci : Photokatalisis, LAS,ABS, Degradasi.

1. Pendahuluan

Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) dan *Alkyl Benzene Sulfonat (ABS)* adalah surfaktan anionik yang merupakan senyawa aktif detergen. Limbah detergen diperairan dihasilkan dari industri dan dari limbah rumah tangga yang digunakan untuk keperluan mencuci (Doan H.D.2008). Keberadaan deterjen yang berlebih diperairan sangat berbahaya bagi lingkungan karena bersifat karsinogen, menimbulkan bau dan menimbulkan pertumbuhan tak terkendali bagi eceng gondok dan menyebabkan pendangkalan sungai (Ariffin *et al.*, 2007).

Salah satu teknologi alternatif yang digunakan untuk mengolah limbah ini adalah metode fotokatalis dengan menggunakan titanium dioksida (TiO₂) sebagai katalis. Pada perkembangan penelitian awal, TiO₂ digunakan sebagai fotokatalis dalam sistem suspensi

tapi mempunyai kelemahan dalam hal pemisahan katalis setelah proses degradasi dan daya adsorpsi katalis terhadap limbah. Pada penelitian ini, dipilih metode imobilisasi TiO_2 dengan *Silica gel* sebagai penyangga. Dengan metode ini memudahkan dalam hal pemisahan setelah proses degradasi dan meningkatkan kemampuan adsorpsi katalis (Hidaka, 2004).

Silika gel merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (*NaSilica gel*) yang banyak dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penyangga katalis. Silika gel bersifat polar (bersifat hidrofilik). Polutan yang akan didegradasi terserap oleh adsorben kemudian dioksidasi oleh fotokatalis menjadi CO_2 dan H_2O . (Qourzal *et al.*, 2009) :

Silica gel dipilih sebagai bahan penyangga karena *Silica gel* mempunyai *high thermal stability, excellent mechanical strength* dan terdapat dalam banyak variasi ukuran, serta mempunyai gugus hidroksil pada permukanya yang bertindak sebagai sisi aktif atau sisi adsorptif karena karakter hidrofiliknya sehingga cocok digunakan sebagai adsorben senyawa organik (Qourzal *et al.*, 2009) .

Tujuan dari penelitian ini adalah mendegradasi senyawa aktif deterjen, yaitu LAS dan ABS menggunakan teknologi fotokatalis dengan memvariasikan jenis katalis dan mengetahui pengaruh dari jenis katalis dan penambahan *silica gel* sebagai support katalis terhadap penurunan konsentrasi limbah pada proses fotokatalis.

2. Metode Penelitian

Bahan : Bahan yang digunakan adalah limbah campuran Alkil Sulfarilat (ASL) atau natrium laurel sulfat $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}$ dan ABS, TiO_2 P-25 Degussa, TiO_2 Merck, *Silica gel* granular grade 60. Sedangkan untuk analisa digunakan bahan, larutan indikator fenolftalin 0,5%, larutan natrium hidroksida NaOH Pro Analysi *merck*, larutan sulfat H_2SO_4 Pro Analysi *merck*, larutan biru metilena Pro Analysi *merck*, CHCl_3 Pro Analysi *merck*, H_2O_2 Pro Analysi *merck*. Pelarut yang digunakan yaitu aquades.

Alat : Pada penelitian ini menggunakan fotoreaktor yang dilengkapi dengan lampu UV-Mercury 300-400 nm 125W (Phillips). Selain itu digunakan juga berbagai peralatan pendukung seperti labu ekstraksi 250 mL (Scotch) , gelas kimia 100 mL, 500 mL, dan

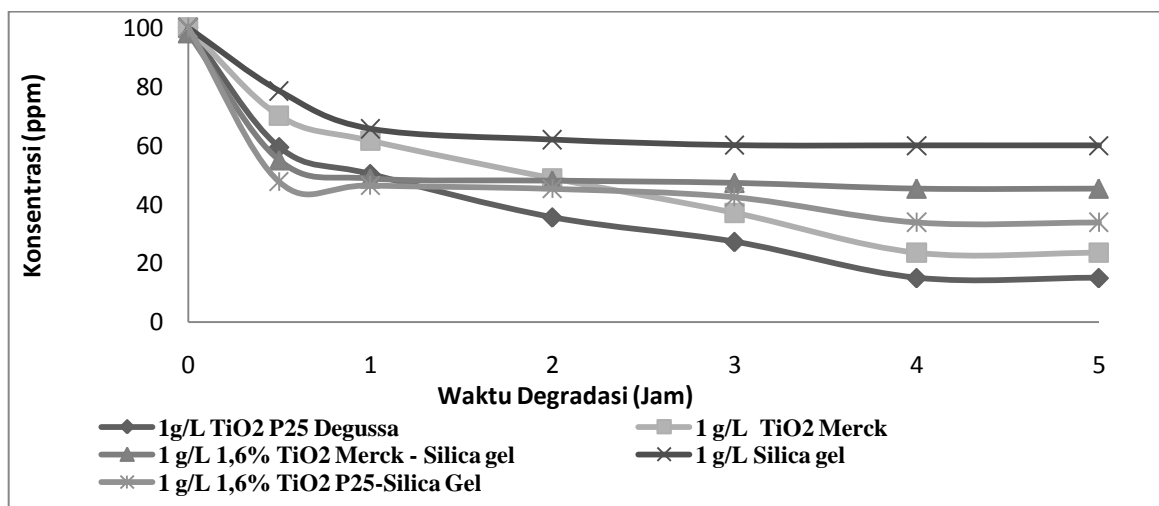
1000 mL (Pyrex), botol sampel, pipet volume 2 mL, 10 mL, 25 mL (Pyrex), pipet tetes, termometer, labu ukur 100 mL, dan 1000 mL (Pyrex), kuvet, *stopwatch*, dan *centrifuge* serta perlengkapan kolom penukar kation dan anion. Sedangkan peralatan analisis yang digunakan untuk mendeteksi kadar LAS dan ABS sintesis baik sebelum maupun setelah didegradasi dengan UV-Vis Spektrofotometer.

Preparasi Katalis : Mula-mula membuat larutan dengan mencampurkan 4 gram TiO_2 dan 200 ml aquadest dan disonikasi selama 20 menit. Kemudian 250 gr *silica gel* ditambahkan ke dalam campuran suspensi TiO_2 -aquades. Campuran tersebut disonikasi selama 20 menit, setelah itu dipanaskan dengan menggunakan *hot plate* untuk menguapkan kandungan air yang masih tersisa sehingga akan berbentuk pasta. Lalu pasta tersebut dikeringkan di dalam oven pada temperature 100°C selama 2 jam dan dikalsinasi pada temperature 500°C di dalam *furnace* selama 5 jam. Setelah dipanaskan, *coated silica gel* dibilas dengan aquadest sambil dikocok sehingga partikel - partikel TiO_2 yang masih menempel akan luruh dan didapatkan katalis *immobilized TiO_2 -Silica gel*.

Kondisi operasi standar : Pada penelitian ini 1000 ml limbah sintetik yang terdiri dari campuran LAS dan ABS 100 mg/L didegradasi secara fotokatalitik selama 5 jam dalam sebuah reaktor *semi batch* yang dilengkapi dengan lampu UV-Mercury. Proses dilakukan pada pH 5 di awal proses, temperatur kamar dan tekanan atmosfer. Jenis katalis yang digunakan adalah dua jenis katalis dari hasil preparasi dan dua jenis katalis komersil (TiO_2 *Degussa P-25* dan TiO_2 *Merck*) serta *silica gel* sebagai pembanding. Kadar LAS dan ABS sebelum dan sesudah degradasi dianalisa dengan *Spectrophotometer UV-VIS DR/2400* merek HACH secara MBAS (*Methylene Blue Active Substance*).

III. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh jenis katalis terhadap proses penyisihan limbah dengan metode fotokatalis. Hubungan antara jenis katalis dengan besarnya penyisihan limbah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh jenis katalis terhadap penurunan konsentrasi limbah.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada menit ke-30 katalis immobilized TiO₂ P25 *Degussa* – *silica gel* menunjukkan penurunan paling signifikan jika dibandingkan dengan jenis katalis lainnya. Sedangkan konsentrasi limbah paling rendah pada akhir degradasi ditunjukkan oleh katalis TiO₂ P25 *Degussa* dengan konsentrasi akhir sebesar 14,98 mg/L dari konsentrasi awal sebesar 100 mg/L. Silica gel sebagai *support* mampu menurunkan konsentrasi limbah hingga 59,96 mg/L pada akhir proses, dengan laju penurunan yang cenderung konstan setelah satu jam.

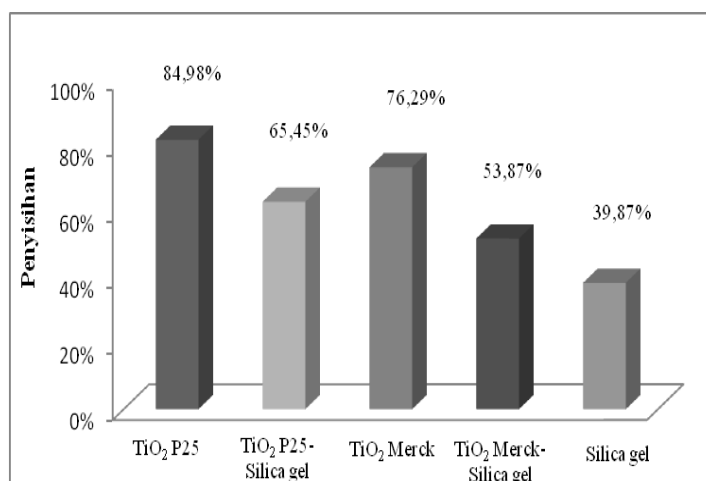
Semakin lama waktu degradasi maka penurunan konsentrasi limbah akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena katalis yang berada di dalam reaktor akan mendapat penyinaran lebih lama sehingga lebih banyak katalis yang teraktifkan dan akan menghasilkan OH[•] yang lebih banyak. OH[•] ini kemudian akan mengoksidasi limbah (Contreras, 2002).

Penurunan konsentrasi limbah yang signifikan pada awal proses ditunjukkan oleh katalis Immobilized TiO₂ P25 *Degussa* – *silica gel*, hal ini karena adanya kemampuan

degradasi TiO_2 P25 *Degussa* sebagai katalis yang dikombinasi dengan kemampuan adsorpsi *silica gel* yang bekerja secara bersamaan dalam mengurangi konsentrasi limbah.

Silica gel menunjukkan kinerja paling signifikan pada 1 jam proses, sedangkan untuk selanjutnya cenderung konstan karena *silica gel* sudah jenuh sehingga tidak mampu lagi mengadsorpsi limbah.

Pada Gambar 2. dapat dilihat pengaruh jenis katalis terhadap penyisihan limbah selama 4 jam proses, katalis TiO_2 *Degussa P-25* menunjukkan hasil terbaik dengan penyisihan sebesar 84,98%. Sedangkan untuk katalis lainnya yaitu TiO_2 *Merck*, immobilized TiO_2 P25 *Degussa – silica gel*, immobilized TiO_2 *Merck – silica gel* dan *silica gel* masing – masing menunjukkan penyisihan sebesar 76,29% ; 65,45% ; 53,87% ; 39,87%.



Gambar 2. Pengaruh jenis katalis terhadap penyisihan limbah.

Proses degradasi limbah dilakukan dengan menggunakan dua jenis katalis dari hasil preparasi dan dua jenis katalis komersial (TiO_2 *Degussa P-25* dan TiO_2 *Merck*) serta *silica gel* sebagai pembanding. Hasil uji variasi katalis dapat dilihat pada Gambar 2. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa untuk jenis katalis komersial, TiO_2 *Degussa P-25* menunjukkan hasil yang lebih baik. Hal itu disebabkan karena TiO_2 *Degussa P-25* mempunyai luas permukaan lebih besar yaitu $59 \text{ m}^2/\text{g}$ jika dibandingkan dengan luas permukaan TiO_2 *Merck* yang hanya sebesar $14,4 \text{ m}^2/\text{g}$ (Slamet.R, 2003).

Penyisihan yang ditunjukkan oleh *silica gel* terhadap limbah sebesar 39,87% bukan merupakan hasil aktivitas degradasi melainkan sebagai hasil dari kinerja *silicagel* sebagai adsorben. Dari hasil penelitian didapat bahwa penambahan *support* sebesar 98,4% pada TiO_2 *Degussa P-25* dan TiO_2 *Merck* mempunyai kemampuan degradasi sebesar 65,45% dan 53,87%.

IV. Kesimpulan

Proses fotokatalisis dengan reaktor *slurry* yang bekerja secara semi batch menggunakan beberapa jenis katalis dalam waktu 5 jam, telah berhasil mendegradasi campuran Linear Alkilbenzen Sulfonat (LAS) dan Alkil Benzen Sulfonat (ABS). Katalis TiO_2 *Degussa P-25* menunjukkan hasil terbaik dengan penyisihan sebesar 84,98%. Sedangkan untuk katalis lainnya yaitu TiO_2 *Merck*, immobilized TiO_2 P25 *Degussa – silica gel*, immobilized TiO_2 *Merck – silica gel* dan *silica gel* masing – masing menunjukkan penyisihan sebesar 76,29% ; 65,45% ; 53,87% ; 39,87%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, dengan Surat Perjanjian Pelaksana Penelitian Hibah Bersaing , Nomor : 266/H43.9/PL/2009, selaku pemberi dana kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Contreras, S., (2002), *Degradation and Biodegradability Enhancement of Nitrobenzene and 2,4 Dichlorophenol by Means of Advanced Oxidation Processes Based on Ozone*, Universitat de Barcelona.
- Doan H.D., M. Saidi. 2008. “*Simultaneous removal of metal ions and linear alkylbenzene sulfonate by combined electrochemical and photocatalytic process. J. of Hazard. Mater*”, doi:10.1016/j.jhazmat.2008.01.102.
- EPA. 1983. *Methylene Blue Active Substance (MBAS), Methode 425.1 (Chlorometri)*, storet No. 38260, Methods For Chemical Analysis of Water and Wastes, Enviromental



Monitoring And Support Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency.

Hidaka, Hisao. Takayoshi Koike, Teruo Kurihara and Nick Serpone. 2004.” *Dynamics and mechanistic features in the photocatalyzed oxidation of disulfonated anionic surfactants on the surface of UV-irradiated titania nanoparticles*”. *New J. Chem.* 28, 1100 - 1106, DOI: 10.1039/b402583k.

A.Y. Kahn.2003.*Titanium Dioxide Coated Activated Carbon: A Regenerative Technology for Water Recofery*, Thesis, University of Florida.

Nurdin,M. 2007. “*Degradasi fotoelektrokatalitik pada potassium hydrogen phthalate*”. Pusat teknologi limbah radioaktif- Kendari.

Qourzal,S, N. Barka , M. Tamimi, et.all. 2009. “*Sol–gel synthesis of TiO₂–Silica gel photocatalyst for β -naphthol photodegradation*”, Materials Science and Engineering.

Rehfuess, E., (2002), *The Global Solar UV Index (UVI) : A Pratical Guide*, WHO in collaboration with WMO, UNEP and ICNIRP, Geneva, Switzerland.

Rosen, M. J. 1972. *Surfactants and Interfacial Phenomena*. John Wiley and Sons, Chiya Eden.

Slamet dkk. 2005. Laporan Penelitian Hibah Bersaing “*Modifikasi Zeolit Alam dan Karbon Aktif dengan TiO₂ serta Aplikasinya sebagai Bahan Adsorben dan Fotokatalis untuk Degradasi Polutan Organik*”. Universitas Indonesia.

Slamet., E.Marliana. 2007. *Pengolahan Limbah Cr(VI) dan Fenol denganFotokatalis Serbuk TiO₂ dan CuO/ TiO₂*, Universitas Indonesia.

Tjahjanto. Rachmat Triandi, dan Jarnuzi Gunlazuardi, 2001, *Preparasi Lapisan Tipis TiO₂ Sebagai Fotokatalis : Keterkaitan Antara Ketebalan dan Aktivitas Fotokatalisis*, Jakarta : Makara Jurnal Penelitian UI vol 5 no 2 seri sains hal 81-91.



SEMINAR REKAYASA KIMIA DAN PROSES, 4-5 Agustus 2010
ISSN : 1411-4216