

**FOTODEGRADASI SURFAKTAN
LINEAR ALKIL SULFONAT (LAS) MENGGUNAKAN SINAR
UV 254 nm DENGAN BANTUAN SEMIKONDUKTOR ZnO
SEBAGAI FOTOKATALIS**

TESIS

Oleh :

HARY SANJAYA



PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS ANDALAS

2009

Fotodegradasi Surfaktan Linear Alkil Sulfonat (LAS) Menggunakan Sinar UV 254 nm dengan Bantuan Semikonduktor ZnO sebagai Fotokatalis

Oleh : Hary Sanjaya

(Dibawah bimbingan Hermansyah Aziz dan Syukri)

RINGKASAN

Pemakaian deterjen semakin marak di masyarakat luas menimbulkan dampak negatif terhadap kehidupan manusia dan lingkungannya. Surfaktan sebagai komponen utama yang terdapat dalam deterjen dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan seperti iritasi pada kulit, katarak dan menimbulkan gangguan terhadap lingkungan seperti timbulnya busa pada permukaan air yang dapat mengurangi kadar oksigen terlarut dalam air. Untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh deterjen maka diperlukan suatu metoda pengolahan terhadap air limbahnya dan berdasarkan hal itu maka dilakukannya penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana kemampuan ZnO sebagai fotokatalis dalam mendegradasi senyawa surfaktan yang terdapat dalam deterjen dengan menggunakan sinar UV 254 nm.

Percobaan ini dilakukan di Laboratorium Fotokimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang, sejak bulan September 2008 sampai dengan bulan November 2008. Bahan – bahan yang digunakan adalah bubuk putih ZnO, serbuk Linear Alkil Sulfonat (LAS) dan aquadest. Peralatan yang digunakan adalah reaktor fotokatalis yang terdiri dari lampu uap raksa tekanan rendah (254 nm), neraca analitis, spektrofotometer UV-Vis, kertas saring, gelas piala, pipet gondok dan peralatan gelas standar lainnya.

Penelitian ini dilakukan melalui 4 tahap yaitu tahap I penentuan konsentrasi optimum ZnO terhadap fotodegradasi LAS, dimana 40 ml LAS 10 ppm ditambahkan x mg ZnO ($x = 0, 10, 20, \dots, 100$ mg) kemudian disinari dengan lampu UV 254 nm selama 2 jam lalu filtrat diukur serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis mulai panjang gelombang 200 sampai 700 nm. Tahap II adalah penentuan waktu optimum penyinaran terhadap fotodegradasi LAS, dimana 40 ml LAS 10 ppm ditambahkan x mg ZnO ($x =$ konsentrasi optimum) kemudian disinari selama t menit ($t = 15, 30, 45, 60, \dots, 150$ menit) lalu filtrat diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. Dari Hasil tersebut akan didapatkan kondisi optimum pada proses fotodegradasi LAS. Tahap III Uji aktifitas katalitik ZnO terhadap fotodekomposisi LAS yang disinari dengan sinar UV 254 nm pada berbagai perlakuan yaitu 40 ml LAS 10 ppm ditambahkan X mg ZnO dan disinari selama t menit sambil diaduk (perlakuan I) dan tidak diaduk (perlakuan

II) serta tanpa penyinaran (perlakuan III), tanpa penambahan ZnO (perlakuan IV), dibiarkan saja (perlakuan V). Tahap IV adalah uji pemakaian ulang ZnO terhadap fotodegradasi LAS hingga 5 kali pemakaian ulang. Kemudian juga dilakukan uji variasi sumber sinar dalam proses fotodegradasi LAS ini, adapun sumber sinar yang divariasikan yaitu sinar UV 254 nm yang berasal dari lampu raksa tekanan rendah (254 nm) dan sinar UV yang berasal dari sinar matahari.

Hasil penelitian untuk Tahap I dan Tahap II didapatkan kondisi optimum dalam proses fotodegradasi LAS yaitu dengan penambahan 20 mg ZnO dan disinari selama 60 menit menggunakan sinar UV 254 nm, dimana surfaktan yang terdegradasi mencapai 82,12%. Untuk Tahap III memperlihatkan bahwa pengaruh dari penambahan ZnO dan penyinaran sangat jelas terlihat, dimana surfaktan yang terdegradasi tanpa penambahan ZnO (perlakuan IV) hanya 49,88% sedangkan tanpa penyinaran dengan sinar UV 254 nm (perlakuan III) 39,64 %, surfaktan yang dibiarkan saja selama 1 jam tidak terdegradasi. Pada Tahap IV setelah dilakukan uji pemakaian ulang ZnO, memperlihatkan bahwa setelah ZnO dipakai hingga 5 kali pemakaian ulang dalam proses fotodegradasi LAS menggunakan sinar UV 254 nm masih mampu mendegradasi surfaktan hingga 66, 23 %. Untuk uji variasi sumber sinar didapatkan hasil yaitu fotodegradasi surfaktan LAS juga bisa menggunakan sinar UV yang berasal dari sinar matahari, dengan tingkat degradasi mencapai 77,48% sedangkan dengan sinar UV 254 nm dari lampu artifisial itu dicapai 82,12 %.

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa fotodegradasi surfaktan Linear Alkil Sulfonat (LAS) dalam pelarut air dengan menggunakan sumber lampu uap raksa tekanan rendah 254 nm dapat ditingkatkan efisiensi waktu dan penggunaan sumber energinya apabila ZnO digunakan sebagai fotokatalis. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisa produk yang dihasilkan setelah proses fotodegradasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemakaian bahan pembersih sintesis yang dikenal dengan detergen sudah umum di masyarakat luas. Hal ini mulai menimbulkan dampak baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap manusia dan lingkungannya. Senyawa-senyawa yang terkandung didalam detergen dapat menimbulkan gangguan kesehatan terhadap manusia seperti iritasi pada kulit, penyebab katarak pada mata orang dewasa dan menimbulkan gangguan terhadap lingkungan seperti adanya busa-busa pada permukaan air sehingga mengurangi kadar oksigen terlarut dalam air.

Dalam detergen terkandung komponen utamanya, yaitu surfaktan, baik bersifat kationik, anionik maupun non-ionik. Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang termasuk bahan kimia organik. Ia memiliki rantai kimia yang sulit didegradasi (diuraikan) secara alamiah. Sesuai namanya, surfaktan bekerja dengan menurunkan tegangan air permukaan untuk mengangkat kotoran (emulsifier, bahan pengemulsi). Pada mulanya surfaktan hanya digunakan sebagai bahan utama pembuat deterjen. Namun karena terbukti ampuh membersihkan kotoran, maka banyak digunakan sebagai bahan pencuci lain.

Surfaktan merupakan suatu senyawa aktif penurun tegangan permukaan yang dapat diproduksi melalui sintesis kimiawi maupun biokimiawi. Karakteristik utama surfaktan adalah memiliki gugus polar dan non polar pada molekul yang sama. Sifat

aktif permukaan yang dimiliki surfaktan diantaranya mampu menurunkan tegangan permukaan, tegangan antarmuka dan meningkatkan kestabilan sistem emulsi. Hal ini membuat surfaktan banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti industri sabun, detergen, produk kosmetika dan produk perawatan diri, farmasi, pangan, cat dan pelapis, kertas, tekstil, pertambangan dan industri perminyakan, dan lain sebagainya. Dengan makin luasnya pemakaian surfaktan sebagai bahan utama pembersih maka risiko bagi kesehatan dan lingkungan pun makin rentan (Housecroft and Alan, 2005).

Surfaktan yang terdapat dalam detergen sangat susah diurai secara biologi, sehingga secara tidak langsung akan menimbulkan dampak terhadap lingkungan yaitu lambat laun perairan yang terkontaminasi oleh surfaktan akan dipenuhi oleh busa, menurunkan tegangan permukaan dari air, pemecahan kembali dari gumpalan (flock) koloid, pengemulsian lemak dan minyak, pemusnahan bakteri yang berguna, dan penyumbatan pada pori – pori media filtrasi. Kerugian lain dari penggunaan detergen adalah terjadinya proses eutrofikasi di perairan. Ini terjadi karena penggunaan detergen dengan kandungan fosfat tinggi. Eutrofikasi menimbulkan pertumbuhan tak terkendali bagi eceng gondok dan menyebabkan pendangkalan sungai. Sebaliknya detergen dengan rendah fosfat beresiko menyebabkan iritasi pada tangan dan bersifat kaustik karena diketahui lebih bersifat alkalis dengan pH antara 10 - 12. Pengolahan deterjen selama ini adalah menggunakan sistem lumpur aktif secara biodegradasi, yang memerlukan waktu yang cukup lama serta biaya relatif besar sehingga belum efektif dalam mengolah air yang mengandung deterjen di lingkungan. Selain menggunakan sistem lumpur aktif deterjen juga bisa diolah dengan menggunakan *trickling filter* (Schlebek *et al.*, 2000)

Metoda lain yang prospektif dalam menangani limbah deterjen adalah dengan menggunakan teknik fotodegradasi memakai fotokatalis semikonduktor seperti TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 dsb. Untuk ZnO sejumlah ilmuwan pada beberapa tahun belakangan ini telah menemukan aplikasi ZnO sebagai fotokatalis dalam proses dekomposisi kontaminan baik berupa senyawaan organik maupun anorganik. Kemampuan ZnO sebagai fotokatalis dikarenakan struktur elektroniknya. Dalam ukuran *nanoparticle*, ZnO memiliki sifat konduktivitas yang unik dengan nilai energi celah (*band gap*) yang tidak sebesar dibandingkan saat ZnO berbentuk molekuler ataupun cluster sehingga sifat semikonduktornya makin terlihat. ZnO memiliki band gap 3,40 eV sehingga elektron yang mengalami eksitasi saat terjadi fotokonduksi akan memiliki potensial yang memadai untuk merangsang terbentuknya radikal hidroksil. Sebagaimana diketahui, radikal hidroksil adalah oksidator yang sangat hebat bagi suatu dekomposisi oksidatif bahan organik menjadi produk-produk dan oksida-oksida paling sederhana (Hoffmann *et al.*, 1995).

Sifat katalitik yang unik dari ZnO ini secara teoritis tentu akan dapat diaplikasikan Untuk mendegradasi senyawa surfaktan pada deterjen. Sebagai suatu fotokatalis, keuntungan yang dapat diperoleh dengan penggunaan ZnO disamping secara ekonomis material ini sangat murah, proses penggunaannya juga tidak sulit, dapat dipakai berulang kali (*re-used*) dan yang juga penting adalah bahwa sinar matahari dapat dipakai sebagai sumber energinya.

1.2. Perumusan Masalah

Detergen sangat berbahaya bagi lingkungan karena dari beberapa kajian menyebutkan bahwa detergen mengandung surfaktan yang memiliki kemampuan untuk melarutkan bahan dan bersifat karsinogen, sebagai contoh 3,4 *Benzopyrene* yang merupakan surfaktan kationik, dapat menimbulkan gangguan terhadap masalah kesehatan. Disamping itu kandungan detergen dalam air minum akan menimbulkan bau dan rasa tidak enak. Pemakaian detergen juga dapat menimbulkan dampak yang negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metoda pengolahan untuk mengurangi kadar detergen dalam air. Maka dalam penelitian ini diteliti apakah ZnO dapat digunakan sebagai fotokatalis pada degradasi senyawa LAS dalam deterjen.

1.3. Hipotesa

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu penggunaan ZnO untuk mengatasi masalah-masalah yang ditimbulkan oleh kandungan senyawa organik dalam air maka diperkirakan ZnO bisa mendegradasi senyawa surfaktan yang terdapat dalam detergen melalui suatu proses fotokatalisis dengan sinar UV sebagai sumber energi.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana kemampuan semikonduktor ZnO sebagai fotokatalis dalam proses fotodegradasi senyawa surfaktan yang terdapat dalam detergen menggunakan sinar UV.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengatasi dampak pemakaian detergen pada lingkungan serta memberikan masukan bagi para pengelola unit pengolahan limbah yang selama ini terbentur masalah waktu dan biaya dalam mengolah air limbah yang mengandung detergen. Selain itu hasil penelitian ini juga bermanfaat untuk pengembangan fotokatalis ZnO dalam mengatasi masalah-masalah yang terdapat di lingkungan.

BAB V.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

Fotodegradasi surfaktan linear alkil sulfonat (LAS) dalam pelarut air dengan sumber sinar lampu merkuri λ 254 nm dapat ditingkatkan efisiensi waktu dan penggunaan sumber energinya apabila semikonduktor ZnO digunakan sebagai fotokatalis.

5.2. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar melakukan penelitian terhadap fotodegradasi surfaktan kationik dan analisa produk setelah proses fotodegradasi.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Alearts, G. F. Santika, *Metoda Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya.1987, hal 224-230
- Bateman, T.J, KS Dodgson, and GF White., *Primary alkylsulphatase activities of the detergent-degrading bacterium Pseudomonas C12B. Purification and properties of the P1 enzyme*. *Biochem. J.* 1986, 236: 401-408
- Cotton, A and G. Wilkinson, *Kimia Anorganik Dasar*, UI Press, Jakarta, 1989,hal. 402- 408
- Denger, F and AM Cook., *Linear alkylbenzenesulfonate (LAS) bioavailable to anaerobic bacteria as a source of sulfur*. *J. Appl. Microbiol.* 1999, 86: 165-6
- Devilliers, D, *Semiconductor Photocatalysis: Still an Active Research Area Despite Barriers to Commercialization*, *Energieia*, vol. 17, no. 3, 2006
- Fleming, T.K. Mandal, D.R. walt, *Chemistry Material*. 2001. 1. 231
- Goldstein, J. Brown and B. Koretz, *New Developments in the Electric Fuel Ltd. Zinc/Air System*, *Journal of Power Sources*, vol. 80, 1999, p. 171.
- Hermansyah, A. D. Syukri, A. Admin., Emriadi. *Pengaruh pH pada Kinerja Fotokatalis Semikonduktor TiO₂*, Unand. Padang. 1997.
- Hoffmann M. R, S. T. Martin, W. Choi, and D. W. Bahnemann, *Environmental Applications of Semiconductor Photocatalysis*, *Chem. Rev.* vol. 95, 1995, p. 69-96
- Housecroft C. A and Alan G. Sharpe, *Inorganic Chemistry*, 2nd-ed, Prentice Hall, England, 2005, p. 151, 596-59F.