

**FOTODEGRADASI SENYAWA SURFAKTAN MENGGUNAKAN
SINAR UV DENGAN PENAMBAHAN KATALIS TiO_2
PADA LIMBAH LAUNDRY**

TESIS



OLEH

**HENDRA
NIM 1104214**

Ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan
dalam mendapatkan gelar Magister Sains

**PROGRAM STUDI ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2015**

ABSTRACT

Hendra. 2015."Photo-degradation of Surfactant Compounds using UV Rays with Addition of TiO_2 Catalysts in Laundry Waste". Thesis. Graduate Program of Padang State University.

The utility of synthetic cleaners or commonly called as detergents have developed far indeed in this century. The effective and efficient use of detergents in cleaning process, was attracted to be used in laundry's industry commercially, though, it has some drawback to the society and environments. Since the active materials in the compounds can cause irritating to the skins, cataracts to mature eyes and some other environmental issues due to the excess of foams can prevent oxygen dilution in the water so it be hazardous to water living organisms. Once the promising method to solve this problem is by photo-degradation using photo-catalyst. Photo-catalyst is the process using light and catalyst in order to accelerate chemical transformation, thus, solar or uv-rays can be used as light sources. This research aims at to show the ability of catalyst TiO_2 to degrade active material in linear alkyl benzene sulphonate (LAS) and alkyl benzene sulphonate (ABS) which is available in commercial detergent. Photo-degradation of LAS and ABS compounds was determined by optimum capacity TiO_2 and irradiance time. Whereas, for environmental application, the degrade compounds such Rinso® and Wipol® was chosen since it is commonly used in daily life. Beside, artificial water waste and laundry water was chosen to show the environmental effect. The result shows that the optimum number of catalyst TiO_2 addition for LAS degradation was 1.5 g, and optimum time was 120 minute. Whereas the optimum number of catalyst TiO_2 addition for ABS degradation was 2.0 g, and optimum time was 120 minute as well. Thus, for detergent Rinso®, at optimum catalyst addition, we found degradation number was 75.83%, and for detergent Wipol®, at optimum catalyst addition, we found degradation number was 57.94%. Whereas, for artificial waste at optimum catalyst addition, we found degradation number was 91.32%, and for laundry water waste at optimum catalyst addition, we found degradation number was 70.27%.

ABSTRAK

Hendra. 2015. "Fotodegradasi Senyawa Surfaktan Menggunakan Sinar UV Dengan Penambahan Katalis TiO_2 Pada Limbah Laundry". Tesis. Program Pascasarjana Universitas Negeri Padang.

Pemakaian bahan pembersih sintesis yang dikenal dengan detergen makin marak di masyarakat luas. Hal ini mulai menimbulkan dampak baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap manusia dan lingkungannya. Sifat aktif dari detergen sangat efektif dalam membersihkan kotoran sehingga digunakan dalam proses pencucian. Dalam hal lain 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. Salah satu metode potensial untuk mendegradasi senyawa ini adalah dengan menggunakan teknik fotodegradasi memakai fotokatalis. Metode fotokatalisis adalah proses yang memerlukan bantuan cahaya dan katalis (semikonduktor) untuk melangsungkan atau mempercepat transformasi kimia, sumber cahaya yang digunakan bisa berasal dari matahari atau lampu UV. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kemampuan TiO_2 dalam mendegradasi senyawa aktif LAS dan ABS yang terdapat di dalam detergen. Fotodegradasi senyawa LAS dan ABS dipengaruhi oleh kapasitas TiO_2 optimum dan lama waktu iradiasi. Sedangkan untuk aplikasi lingkungan, senyawa degradasi yang dipilih adalah detergen Rinso dan Wipol yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dari hasil penelitian di dapatkan jumlah optimum penambahan katalis TiO_2 yang diperoleh dari hasil degradasi senyawa LAS secara fotokatalis adalah 1,5 gram. Waktu optimum yang diperoleh dari dari hasil degradasi senyawa LAS secara fotokatalis adalah 120 menit. Jumlah optimum penambahan katalis TiO_2 yang diperoleh dari hasil degradasi senyawa ABS secara fotokatalis adalah 2 gram. Waktu optimum yang diperoleh dari dari hasil degradasi senyawa ABS secara fotokatalis adalah

120 menit. Hasil degradasi detergen Rinso pada kondisi optimum sebesar 75,83 %. Hasil degradasi detergen Wipol pada kondisi optimum sebesar 57,94 %. Hasil degradasi limbah artifisial pada kondisi optimum sebesar 91,32%. Hasil degradasi limbah laundry pada kondisi optimum sebesar 70,27%.

PERSETUJUAN AKHIR TESIS

Mahasiswa : **HENDRA**
NIM. : 1104214

Nama

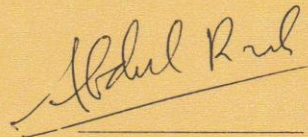
Tanda Tangan

Tanggal

Prof. Dr. Eri Barlian, M.Si.
Pembimbing I

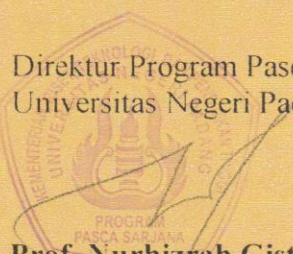


Dr. Abdul Razak, M.Si.
Pembimbing II

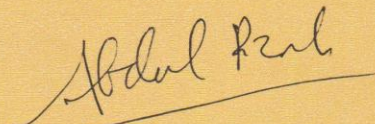


Direktur Program Pascasarjana
Universitas Negeri Padang

Ketua Program Studi/Konsentrasi

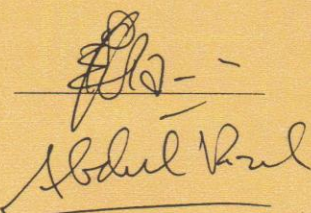
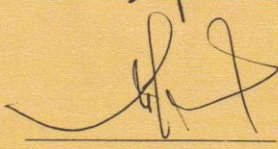


Prof. Nurhizrah Gistituati, M.Ed., Ed.D.
NIP. 19580325 199403 2 001



Dr. Abdul Razak, M.Si.
NIP. 19710322 199802 1 001

**PERSETUJUAN KOMISI
UJIAN TESIS MAGISTER SAINS**

No.	Nama	Tanda Tangan
1	<u>Prof. Dr. Eri Barlian, M.Si.</u> (Ketua)	
2	<u>Dr. Abdul Razak, M.Si.</u> (Sekretaris)	
3	<u>Prof. Ali Amran, M.Pd., M.A., Ph.D.</u> (Anggota)	
4	<u>Dr. Nurhasan Syah, M.Pd.</u> (Anggota)	
5	<u>Dr. Latisma Dj., M.Si.</u> (Anggota)	

Mahasiswa

Mahasiswa : **HENDRA**

NIM. : 1104214

Tanggal Ujian : 6 - 8 - 2015

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis saya, tesis dengan judul “Fotodegradasi Senyawa Surfaktan Menggunakan Sinar UV dengan Penambahan Katalis TiO_2 pada Limbah Laundry” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Negeri Padang maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah saya dengan menyebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pada daftar rujukan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, Agustus 2015

Saya yang Menyatakan



Hendra
NIM 1104214

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatNya pada kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penyusunan tesis ini dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan guna menyelesaikan studi pada Program Magister Ilmu Lingkungan pada Universitas Negeri Padang. Dalam penyusunan ini penulis mengambil judul : **“Fotodegradasi Senyawa Surfaktan Menggunakan Sinar UV Dengan Penambahan Katalis TiO_2 Pada Limbah Laundry”**.

Di dalam penyusunan tesis ini penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, terutama dalam menggali, mengungkapkan dan menguraikan hal-hal yang penulis kemukakan, serta sebagai bahan informasi kepustakaan, namun dengan tekad dan rasa ingin tahu dalam pengembangan ilmu pengetahuan maka penulis dapat menyelesaikannya.

Atas selesainya tesis ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang terhingga dengan penuh rasa hormat kepada :

1. Bapak Dr. Abdul Razak, M.Si selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Prof.Dr. Eri Barlian, M.Si dan Bapak Dr. Abdul Razak, M.Si selaku pembimbing dalam penulisan tesis ini.
3. Seluruh anggota Tim Penguji Tesis yang telah meluangkan waktu untuk menilai kelayakan tesis dalam rangka menyelesaikan studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Negeri Padang.
4. Bapak/Ibu Dosen Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Negeri Padang.
5. Istri dan anak-anakku tercinta yang telah berkorban dan berdoa untuk keselamatan dan kesuksesan penulis.

6. Orang tuaku yang selalu mendoakanku demi kesempurnaan proposal tesis ini.
7. Teman-teman dan pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam penyusunan tesis ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga tesis yang sederhana ini mampu memberikan sumbangsih pada bidang ilmu lingkungan. Apabila terdapat kesalahan, kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan tesis ini, maka hal tersebut bukan suatu kesengajaan, melainkan semata-mata karena kekhilafan penulis.

Oleh karena itu kepada seluruh pembaca mohon memaklumi dan hendaknya memberikan kritik dan saran yang membangun.

Peneliti

DAFTAR ISI

ABSTRAK (Indonesia)	
ABSTRAK (Inggris)	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	6
D. Perumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	8

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Karakteristik Limbah	9
B. Limbah Laundry	11
C. Detergen	14
D. Surfaktan	21
E. Titanium Dioksida (TiO ₂)	23
F. Fotokatalitik	26
G. Spektrofotometri UV-Vis	34
H. Penelitian yang relevan.....	34
I. Kerangka operasional	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	36
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
C. Objek Penelitian.....	36
D. Alat dan Bahan.....	38
E. Prosedur Penelitian	40
1. Menentukan Model Limbah	40
2. Percobaan Optimal dengan Sampel Limbah Artifisial	41
3. Penentuan Fotodegradasi Limbah Cair Detergen dengan Fotokatalis TiO ₂	43
F. Teknik Analisis Data	43

BAB IV HASIL PENELITIAN

A. Deskripsi Data	44
B. Hasil Penelitian dan Pembahasan	45
1. Penentuan TiO ₂ Optimum Terhadap Fotodegradasi LAS	45
2. Penentuan Waktu Optimum Terhadap Fotodegradasi LAS	49
3. Penentuan TiO ₂ Optimum Terhadap Fotodegradasi ABS	51
4. Penentuan Waktu Penyinaran Optimum Terhadap Proses Fotodegradasi ABS	53
5. Fotodegradasi Menggunakan Sinar UV dengan Penambahan Katalis TiO ₂ pada Limbah Artifisial	55

BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

A. Kesimpulan	59
B. Implikasi	59
C. Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

			Hal
Tabel	3.1	Variasi Parameter Pada Penelitian Optimasi	41
Tabel	4.1	Perbandingan Konsentrasi Sampel Dengan Baku Mutu	44
Tabel	4.2	Data Penentuan Katalis TiO ₂ Optimum Terhadap Fotodegradasi LAS Dengan Sinar UV	46
Tabel	4.3	Data Penentuan Waktu Optimum Terhadap Fotodegradasi LAS Menggunakan Sinar UV	49
Tabel	4.4	Data Penentuan Katalis TiO ₂ Optimum Terhadap Fotodegradasi ABS Dengan Sinar UV	51
Tabel	4.5	Data Penentuan Waktu Optimum Terhadap Fotodegradasi ABS Menggunakan Sinar UV	53

DAFTAR GAMBAR

			Hal
Gambar	2.1	Limbah <i>Laundry</i>	13
Gambar	2.2	Serbuk Deterjen	14
Gambar	2.3	Struktur Molekul <i>Alkyl Benzene Sulfonate</i> (ABS)	16
Gambar	2.4	Struktur Molekul <i>Linear Alkyl Benzene Sulfonate</i> (LAS)	17
Gambar	2.5	Serbuk TiO ₂ <i>Anatase</i>	24
Gambar	2.6	Energi Celah Pita Beberapa Semikonduktor Dalam Larutan Elektrolit pada pH=1	28
Gambar	2.7	Skema Proses Fotoeksitasi Dalam Padatan Yang Diikuti Peristiwa Deeksitasi	30
Gambar	3.1	Bagan Kerangka Operasional	37
Gambar	3.2	Alat Penelitian	39
Gambar	3.3	Skema Percobaan	41
Gambar	4.1	Perbandingan Konsentrasi Sampel dengan Baku Mutu	45
Gambar	4.2	Kurva Pengaruh Penambahan Katalis TiO ₂ Waktu terhadap Degradasi Larutan LAS 100 ppm TiO ₂ dan Disinari dengan Lampu UV (λ 254 nm)	48
Gambar	4.3	Kurva Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Degradasi Larutan LAS 100 ppm TiO ₂ dan Disinari dengan Lampu UV (λ 254 nm)	50
Gambar	4.4	Kurva Pengaruh Penambahan Katalis TiO ₂ Waktu terhadap Degradasi Larutan ABS 100 ppm TiO ₂ dan Disinari dengan Lampu UV (λ 254 nm)	52
Gambar	4.5	Kurva Pengaruh Waktu Penyinaran terhadap Degradasi Larutan ABS 100 ppm TiO ₂ dan Disinari dengan Lampu	54

UV (λ 254 nm)

Gambar 4.6 Perbandingan Efisiensi Degradasi Surfaktan pada 56
Limbah Artifisial dengan Limbah *Laundry*

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I : Penentuan Katalis TiO_2 Optium Terhadap Fotodegradasi LAS dan ABS dengan Sinar UV
- Lampiran II : Penentuan Waktu Optimum Fotodegradasi LAS dan ABS Menggunakan Katalis TiO_2
- Lampiran III : Fotodegradasi Limbah Cair Detergen Menggunakan Sinar UV 254 nm
- Lampiran IV : Perbandingan Fotodegradasi Limbah Cair Detergen Menggunakan Sinar UV 254 nm dengan Sinar Matahari
- Lampiran V : Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah (SNI 6989.59:2008)
- Lampiran VI : Permen LH Nomor 03 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri
- Lampiran VII : Syarat Baku Mutu Air Golongan C
- Lampiran VIII : Foto Dokumentasi Kegiatan Laboratorium Kimia UNP

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pemakaian bahan pembersih sintesis yang dikenal dengan detergen makin marak di masyarakat luas. Hal ini mulai menimbulkan dampak baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap manusia dan lingkungannya. Sifat aktif dari detergen sangat efektif dalam membersihkan kotoran sehingga digunakan dalam proses pencucian. Dalam hal lain 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 (Sugiharto, 1987).

Dalam detergen terkandung komponen utamanya, yaitu surfaktan, baik bersifat kationik, anionik maupun non-ionik. Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang termasuk bahan kimia organik. *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) dan *Alkyl Benzene Sulfonat* (ABS) adalah surfaktan anionik yang merupakan senyawa aktif detergen (Doan h.d, *et al.*, 2008). Senyawa ini memiliki rantai kimia yang sulit didegradasi (diuraikan) secara alamiah. Sesuai namanya, surfaktan bekerja dengan menurunkan tegangan air untuk mengangkat kotoran (emulsifier, bahan pengemulsi). Pada mulanya surfaktan hanya digunakan sebagai

bahan utama pembuat detergen. Namun karena terbukti ampuh membersihkan kotoran, maka banyak digunakan sebagai bahan pencuci lain (R.J.Miton.,1978).

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.

Surfaktan anionik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) saat ini dominan digunakan sebagai bahan aktif dalam formulasi deterjen sintetis (Jimenez *et al.*, 1991; Campos-Garcia *et al.*, 1999; Jerabkova *et al.*, 1999; Huang *et al.*, 2000; Schleheck *et al.*, 2000; Sigoillot dan Nguyen 1992). LAS tersebut sejak tahun 1965 secara dominan digunakan dalam formulasi deterjen sintetis karena dapat didegradasi, untuk menggantikan *Alkylbenzene Sulphonate* bercabang (ABS) yang sulit didegradasi (Lee dan Hong, 1980; Anderson *et al.*, 1990; Marchesi *et al.*, 1994; Schleheck *et al.*, 2004). Konsumsi surfaktan tersebut terus meningkat dari 13 juta ton pada tahun 1977 menjadi 18 juta ton pada 1996. Surfaktan anionik LAS dalam jumlah sekitar 1,5 juta ton per tahun saat ini digunakan dalam formulasi deterjen tersebut (Vidali, 2001). Peningkatan penggunaan deterjen oleh masyarakat telah secara nyata menghasilkan limbah cair domestik yang mengandung LAS dan mencemari ekosistem sungai (Jimenez *et al.*, 1991; Kenzaka *et al.*, 2001). Konsentrasi LAS di ekosistem sungai di kota besar-kota besar yang padat penduduknya khususnya di Indonesia sudah melampaui nilai ambang 0,5 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi LAS di air Kali Mas Surabaya pada musim kemarau 2,49–4,65 mg/L (Mitakda *et al.*, 2000), sedangkan

pada musim penghujan 0,82–1,43 mg/L (Retnaningdyah *et al.*, 1999). Konsentrasi LAS di air sungai sekitar pemukiman yang sedikit penduduknya antara 0,37–1,14 mg/L (Arifyanti, 2002) dan di air sungai sekitar pemukiman padat penduduk antara 4,06 –8,98 mg/L (Suharjono, 2003).

Surfaktan yang terdapat dalam detergen sangat susah diurai secara biologi, hal ini 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, penyumbatan pada pori – pori media filtrasi.

Pengolahan detergen selama ini menggunakan sistem lumpur aktif secara biodegradasi, hal ini 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* (Schlehek *et al.*, 2000). Akan tetapi, metode tersebut memerlukan beberapa tahapan proses, bahan kimia, serta menghasilkan residu yang berbahaya bagi kesehatan. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu teknik yang lebih efektif dan efisien guna mengatasi kendala-kendala tersebut. Salah satu metode potensial untuk mendegradasi senyawa ini adalah dengan menggunakan teknik fotodegradasi memakai fotokatalis.

Metode fotokatalisis adalah proses yang memerlukan bantuan cahaya dan katalis (semikonduktor) untuk melangsungkan atau mempercepat transformasi

kimia, sumber cahaya yang digunakan bisa berasal dari matahari atau lampu UV. Pada proses ini digunakan katalis yang menyerap foton, dan umumnya dimiliki oleh bahan semikonduktor (Liensebigler,*et.al.*,1995).

Beberapa jenis semikonduktor yang dapat dipakai untuk proses fotokatalisis dari kelompok oksida misalnya TiO_2 , Fe_2O_3 , ZnO_2 , WO_3 atau SnO_2 , sedangkan dari kelompok sulfida adalah CdS , ZnS , CuS , FeS dan lain-lain (Slamet *et al.*,2007). Saat ini TiO_2 lebih sering digunakan dalam aplikasi fotokatalisis khususnya pengolahan limbah, karena mempunyai celah pita (*bandgap*) yang besar (3.2 eV), mempunyai sifat stabil terhadap cahaya, tidak beracun, kemampuan untuk mengoksidasi yang tinggi dan tidak larut dalam kondisi eksperimen (Liensebigler,*et.al.*,1995).

Sifat katalitik yang unik dari TiO_2 ini secara teoritis tentu akan dapat diaplikasikan untuk mendegradasi senyawa surfaktan pada detergen. Sebagai suatu fotokatalis, keuntungan yang dapat diperoleh dengan penggunaan TiO_2 disamping secara ekonomis material ini sangat murah, proses modifikasinya juga tidak sulit, dapat direcycling dan yang juga penting adalah bahwa sinar matahari dapat dipakai sebagai sumber energinya.

B. Identifikasi Masalah

Detergen merupakan salah satu produk industri yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama untuk keperluan rumah tangga dan industri. Detergen mengandung konstituen bahan aktif pada permukaannya dan konstituen bahan tambahan. Konstituen bahan aktif tersebut adalah berupa surfaktan.

Kandungan surfaktan memiliki kemampuan untuk menurunkan tegangan permukaan suatu cairan dan di antarmuka fasa (baik cair-gas maupun cair-cair) untuk mempermudah penyebaran dan pemerataan.

Permasalahan yang timbul dari penggunaan detergen ini adalah, surfaktan yang digunakan adalah senyawa kimia yang memiliki struktur rantai panjang yang sangat sulit didegradasi secara biologi. pemakaian detergen ini tentu menimbulkan dampak buruk terhadap limbah yang dihasilkan, seperti kandungan surfaktan alkil benzena sulfonat (ABS). Dampak negatif terhadap lingkungan karena molekul ABS ini tidak dapat dipecahkan oleh mikroorganisme sehingga berbahaya bagi persediaan suplai air tanah. Selain itu, busa dari ABS ini menutupi permukaan air sungai sehingga sinar matahari tidak bisa masuk pada dasar sungai yang dapat menyebabkan biota sungai menjadi mati dan sungai menjadi tercemar. Perkembangan selanjutnya ABS diganti dengan linear alkil sulfonat (LAS). Detergen ini memiliki rantai karbon yang panjang dan dapat dipecahkan oleh mikroorganisme sehingga tidak menimbulkan busa pada air sungai. Akan tetapi, LAS juga memiliki kekurangan yaitu dapat membentuk fenol, suatu bahan kimia beracun.

Kondisi demikian jelas sudah menjadi permasalahan luas yang saling terkait antara penggunaan detergen dan limbah yang dihasilkan, sehingga perlu dilakukan metoda untuk dapat mendegradasi senyawa aktif detergen tersebut sebelum mencemari lingkungan. Salah satu metoda yang aman digunakan namun sangat efektif adalah metoda fotokatalisis, yaitu metoda yang melibatkan energi

foton dan katalis, dengan hasil akhir dari pengolahan limbah yang tidak berbahaya, ramah lingkungan karena menghasilkan CO₂ dan H₂O.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian/ kajian batasan masalah yang diangkat dibatasi pada aspek-aspek yaitu:

1. Fotokatalis yang digunakan adalah TiO₂ *anatase*;
2. Sampel untuk limbah laundry yang digunakan adalah salah satu jasa laundry di kota padang yang mengandung kadar konsentrasinya 100 ppm yang melebihi kadar baku mutu yang ditetapkan oleh KEPMENLH No.10 Tahun 2010;
3. Penelitian ini menggunakan sinar lampu UV 254 nm;
4. Pada penelitian ini menggunakan sampel *artifisial* dengan limbah asli dengan konsentrasi 100 ppm;
5. Senyawa yang didegradasi adalah surfaktan;
6. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah berat TiO₂ dan waktu penyinaran;
7. Pengolahan limbah yang digunakan adalah fotokatalis merupakan metoda yang melibatkan energi foton dan katalis.

D. Perumusan Masalah

Dari identifikasi dan batasan masalah tersebut, maka perumusan masalah dalam kajian ini adalah :

1. Bagaimanakah proses kimia fotodegradasi surfaktan anionik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) menggunakan metoda fotokatalis TiO_2 ?
2. Bagaimanakah hasil sampel detergen yang telah didegradasi dengan fotokatalisis TiO_2 ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana kemampuan TiO_2 dalam mendegradasi senyawa surfaktan yang terdapat pada limbah artifisial dan limbah laundry dengan proses fotokatalisis menggunakan sinar UV.
2. Menentukan Berat TiO_2 anatase optimum dan waktu optimum terhadap proses degradasi senyawa surfaktan;
3. Mengidentifikasi hasil degradasi LAS dan ABS dengan Metode fotokatalisis dengan sinar UV.
4. Mengidentifikasi hasil kadar pengolahan limbah artifisial dan limbah laundry dengan metoda fotokatalisis.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Sebagai sumbangan dalam memperluas wawasan bagi kajian tentang surfaktan yang merupakan zat aktif di dalam detergen yang luas digunakan masyarakat;
2. Memberikan tambahan bagi ilmu pengetahuan terutama dalam bidang fotokatalisis, serta menjadi bahan rujukan untuk penelitian mengenai mendegradasi zat aktif detergen dengan alternatif yang ramah lingkungan;
3. Salah satu alternatif pengolahan dalam mendegradasi senyawa organik terutama surfaktan pada limbah laundry dengan menggunakan katalis TiO_2 anatase sehingga akan diperoleh hasil yang baik.

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan:

1. Jumlah optimum penambahan katalis TiO_2 yang diperoleh dari hasil degradasi senyawa LAS secara fotokatalis adalah 1,5 gram. dan ABS sebanyak 2 gram.
2. Waktu optimum yang diperoleh dari hasil degradasi senyawa LAS dan ABS secara fotokatalis sama yaitu 120 menit.
3. Hasil degradasi dengan limbah artifisial pada kondisi optimum sebesar 91,32 % sedangkan limbah laundry sebesar 70,27 %.

B. IMPLIKASI

Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan fotokatalisis TiO_2 *anatase* merupakan salah satu alternatif yang akan mengurangi dampak yang terjadi pada lingkungan akibat pembuangan limbah detergen yang digunakan *laundry* tanpa proses pengolahan terlebih dahulu. Dari kegiatan *laundry* yang ada masih banyak yang tidak menyadari dan menyepelekan akibat limbah detergen tersebut baik itu *laundry* tingkat kecil, menengah maupun besar. Karena limbah detergen yang dibuang langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan dapat

mengakibat rusaknya ekosistem perairan. Detergen yang digunakan oleh laundry biasanya mengandung bahan surfaktan jenis keras, sehingga susah didegradasi secara biologi, mengakibatkan matinya mikroorganisme yang ada diperaian.

Dari masalah tersebut maka dilakukannya penelitian yang akan mengurangi dampak tersebut yaitu dengan menggunakan TiO_2 anatase sebagai fotokatalisis. Dari hasil penelitian yang dilakukan ternyata mendapatkan hasil yang efisien dalam mendegradasi limbah *laundry* tersebut dengan menggunakan katalis sebanyak 1,5 gram dan 120 menit lama penyinaran, sehingga efisiensi yang dihasilkan mencapai 70,27 %. Jika limbah *laundry* yang telah didegradasi sudah memenuhi parameter kualitas air merupakan kategori aman bagi lingkungan dan limbah tersebut sudah dapat dibuang ke badan air penerima.

Penelitian ini sangat cocok diaplikasikan untuk proses pengolahan air limbah laundry karena sangat praktis dan biaya yang dibutuhkan relatif murah. Apabila penelitian ini diaplikasikan secara langsung untuk mendegradasi limbah laundry, cukup menggunakan sinar matahari sebagai sumber sinar radiasinya.

C. SARAN

1. Pemanfaatan TiO_2 anatase sebagai fotokatalis pada surfaktan dapat dilakukan pada penelitian untuk senyawa lainnya;
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan sistem kontinu dalam pengolahan limbah *laundry* dengan menggunakan TiO_2 anatase;
3. Perlu adanya kajian lebih lanjut untuk memastikan produk hasil fotodegradasi aman bagi lingkungan serta perlu dilakukan aplikasi

langsung metode fotodegradasi surfaktan melalui pembangunan IPAL pada usaha *laundry*.

4. Untuk lebih memahami tentang proses degradasi senyawa ABS oleh TiO_2 , penulis menyarankan untuk meneliti lebih lanjut tentang mekanisme degradasi ABS menggunakan TiO_2 .
5. Untuk aplikasi secara langsung ke lingkungan, penulis menyarankan agar diteliti lagi berapa laju alir optimum yang akan digunakan sehingga proses degradasi bisa berlangsung sempurna.
6. Usaha cucian dan laundry yang menghasilkan limbah detergen, disarankan untuk mengolah air limbahnya terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan dengan cara mengalirkan limbah ke bak penampungan dengan penggunaan katalis TiO_2 dan sinar UV atau sinar matahari, sesuai mekanisme penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Akira Fujishima, Tata N. Rao, Donald A. Tryk, 2000, Titanium Dioxide Photocatalysis, University of Tokyo, Japan 113-8656.
- Behnajady, M.A., Modirshahla, N., Shokri, M., Rad, B., 2007. *Enhancement of Photocatalytic Activity of TiO₂ Nanoparticles by Silver Doping: Photodeposition Versus Liquid Impregnation Methods*. Global NEST
- Budhi, Priyanto, 2006. *Uji Toksisitas Dua Jenis Surfaktan dan Detergen Komersial Menggunakan Metode Penghambat Pertumbuhan Lemna SP*. Vol.7 No. 3 Hal 251- 257.
- C. A. Housecroft and Alan G. Sharpe, *Inorganic Chemistry*, 2nd-ed, Prentice Hall, England, 2005, p. 151, 596-59F.
- Day, R., dan Underwood, A.L., 2002, *Analisi Kuantitatif Kimia* (Terjemahan Sopyan, I.). Jakarta: Penerbit Erlangga. Buku asli diterbitkan tahun 1998.
- F. Denger and AM Cook, *Linear alkylbenzenesulfonate (LAS) bioavailable to anaerobic bacteria as a source of sulfur*. J. Appl. Microbiol. 1999. 86: 165–68
- Ghanbarian, M., Nabizadeh, R., Mahvi, A.H., Nasser, S., Naddafi, K., 2011. *Photocatalytic Degradation of Linear Alkylbenzene Sulfonate from Aqueous Solution by TiO₂ Nanoparticle*, Iran Journal of Environmental Health Science English, Vol.8, No.4, pp 309-316.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep-03/MENLH/2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
- Linsebigler, A. L., Lu Guangguan and Yates Jr, J.T. 1995. *Photocatalysis on TiO₂ Surface: Principles, Mechanisms, and Selected Results*, Chem.Rev. 95, pp.735-758. (Online), (<http://www.gpalmisano.altervista.org/review%20fotocatalisi%201.pdf>, diakses tanggal 03 November 2012).
- Parshetti, G.K., Parshetti, S.G., Telke, A.A., Kalyani, D.C., Doong, R.A., Govindwar, S.P., 2011. *Biodegradation of Crystal Violet by Agrobacterium radiobacter*. Journal of Environmental Science, Vol.23, No.8, pp 1384 1393
- Philippopoulos, C.J., and Nikolaki, M.D., 2008. *Photocatalytic Processes on the Oxidation of Organic Compounds in Water*. National Technical University of Athens, Chemical Process Engineering Laboratory: Greece. Vol.6, pp