

**PENYISIHAN *LINEAR ALKLYBENZENE SULFONATE (LAS)* DAN
TOTAL *DISSOLVED SOLID (TDS)* MENGGUNAKAN PROSES
FOTOKATALIS DENGAN KOMBINASI
KATALIS TiO_2 - ZnO**

Muhammad Dody Darmawan dan Tuhu Agung R

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
Email: tuhu.tl@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Air limbah dari proses laundry yang mengandung polutan organik yang sukar terurai salah satunya Linear Aklybenzene Sulfonat dan TDS . Limbah air yang mengandung LAS dan TDS tersebut akan menyebabkan masalah terhadap lingkungan jika dibuang langsung ke badan air. Penanganan polutan ini dapat dilakukan dengan fotokatalis dengan kombinasi katalis TiO_2 - ZnO . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi pengolahan limbah laundry dengan metode fotokatalis berdasarkan waktu paparan dan ratio dosis katalis. Pada penelitian ini, parameter yang diamati meliputi LAS, dan TDS. Pada penelitian batch yang dilakukan dengan 17 liter air limbah ditetapkan variabel waktu paparan dengan variasi 60, 120, 180, 240, dan 300 menit dan variabel ratio perbandingan dosis katalis dengan variasi 1:0, 1:0,5, 1:1, 0,5:1, 0:1. Selain secara batch, penelitian ini juga dilakukan percobaan fotokatalis secara kontinu dengan variabel terbaik dari proses batch. Berdasarkan penelitian, efisiensi pengolahan LAS, dan TDS pada limbah menggunakan proses fotokatalis dengan kombinasi katalis TiO_2 - ZnO masing-masing sebesar 92,70%, dan 45,81% pada waktu paparan 300 menit dengan perbandingan katalis TiO_2 - ZnO yaitu 1:1

Kata kunci: limbah laundry, fotokatalis, LAS, TDS

ABSTRACT

Wastewater from the laundry process containing organic pollutants which are difficult to unravel one Aklybenzene Linear Sulfonat and TDS. Waste water containing LAS and the TDS will cause problems for the environment if discharged directly into water bodies. Handling of these pollutants can be done with a combination of catalysts TiO_2 photocatalyst - ZnO . This study aims to determine the efficiency of laundry waste water treatment method based photocatalysts dosis exposure time and the ratio of the catalyst. In this study, the observed parameters include LAS, and TDS. In a study conducted with a batch of 17 liters of waste water is set variable exposure time with a variation of 60, 120, 180, 240, and 300 minutes and a variable ratio of catalyst dosage comparison with variation 1: 0, 1: 0.5, 1: 1, 0, 5: 1, 0: 1. In addition to batch, this study also conducted experiments continuously variable photocatalyst best of the batch process. Based on research, the processing efficiency of LAS, and TDS in wastewater using photocatalytic process with the combination of catalysts TiO_2 - ZnO respectively by 92.70%, and 45.81% on the exposure time of 300 minutes with a ratio of catalyst TiO_2 - ZnO is 1: 1

Keywords: laundry wastewater, photocatalyst, LAS, TDS

PENDAHULUAN

Industri laundry kini kian menjamur di Surabaya dan semakin meningkat setiap tahunnya, jasa ini memiliki manfaat besar bagi pengguna jasa laundry. Dengan semakin bertambahnya industri laundry maka perlu diikuti dengan pengelolaan guna mencegah terjadinya pencemaran akibat limbah yang dihasilkan. Dalam prakteknya, jasa laundry banyak menggunakan deterjen sebagai bahan pencuci karena mempunyai sifat-sifat pembersih yang efektif dibanding dengan sabun biasa. Ada zat yang terkandung dalam deterjen yaitu senyawa ionik berupa natrium tripolifosfat yang berfungsi sebagai builder dan surfaktan.

Karena adanya surfaktan pada deterjen untuk kegiatan industri dan rumah tangga menghasilkan limbah yang akan masuk ke dalam lingkungan atau sungai, Oleh sebab itu diperlukan suatu teknologi pengolahan untuk mendegradasi kandungan surfaktan yang di dalamnya ada senyawa linear alkylbenzene sulfonat (LAS) menjadi senyawa yang tidak berbahaya sebelum masuk ke dalam badan air. Proses fotokatalis merupakan salah satu teknologi yang dapat mengradasi senyawa linear alkylbenzene sulfonat (LAS).

Industri batik dan tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Selain kandungan zat warnanya yang tinggi, limbah industri batik dan tekstil juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar diuraikan. Setelah proses pewarnaan selesai, akan dihasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat. Warna air limbah tergantung pada zat warna yang digunakan. Limbah yang dihasilkan dari industri rumah batik umumnya merupakan senyawa organik non-biodegradable, yang dapat mencemari lingkungan. Senyawa zat warna di lingkungan perairan sebenarnya dapat mengalami dekomposisi secara alami oleh adanya cahaya matahari, namun reaksi ini berlangsung relatif lambat, karena adanya intensitas cahaya UV yang sampai ke permukaan bumi relatif rendah sehingga akumulasi zat warna ke dasar perairan atau tanah lebih cepat daripada foto degradasinya.

Berdasarkan hasil uji karakteristik awal bahwa parameter LAS (*Linear Alkylbenzene Sulfonat*), dan TDS (*Total Dissolved Solid*) memiliki

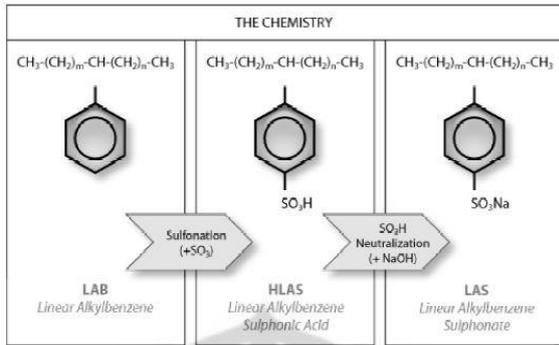
kandungan masing-masing sebesar 41,3 mg/L, dan 711 mg/L. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 menetapkan kandungan maksimum LAS dan TDS sebesar 10 mg/L dan 2000 mg/L. Kandungan yang tinggi tersebut dapat mengganggu ekosistem terutama badan air. Berdasarkan permasalahan di atas, maka teknologi alternatif yang dapat digunakan untuk menurunkan kandungan LAS, dan TDS yaitu menggunakan metode Fotokatalis. Fotokatalis merupakan suatu gabungan antara proses fotokimia dan katalis. Proses fotokimia merupakan suatu proses transformasi kimia dengan bantuan cahaya sebagai pemicunya.

KARAKTERISTIK LIMBAH BATIK

Air limbah laundry termasuk polutan bagi lingkungan karena mengandung surfaktan. Surfaktan sebagai komponen utama dalam deterjen memiliki rantai kimia yang sulit didegradasi alam (Apriyani, 2017). Contoh surfaktan yang paling sering dipakai adalah *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS). Selain itu, limbah cair laundry memiliki karakteristik kandungan LAS yang cukup tinggi dikarenakan LAS salah satu sebagai bahan dasar untuk deterjen.

Pemakaian bahan pembersih sintesis yang dikenal dengan deterjen 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 deterjen 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 (Hendra et al., 2016).

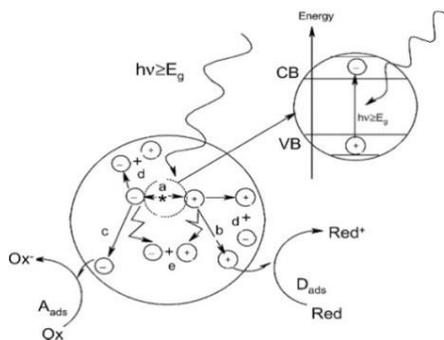
Linear Alkylbenzene Sulfonate adalah surfaktan anionik yang merupakan senyawa aktif dalam deterjen. LAS mempunyai ujung berbeda yaitu *hydrophile* (suka air) dan *hydrophobe* (suka lemak / minyak). Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan.



Gambar-1: Proses Pembuatan LAS

METODE FOTOKATALIS

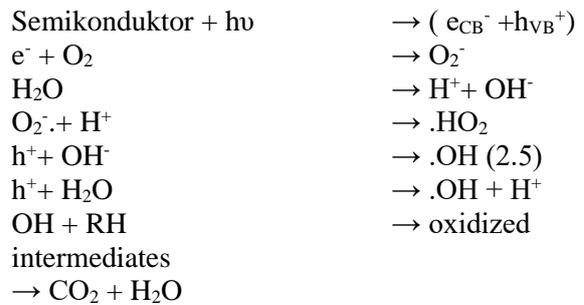
Fotokatalis merupakan suatu gabungan antara proses fotokimia dan katalis. Proses fotokimia merupakan suatu proses transformasi kimia dengan bantuan cahaya sebagai pemicunya. Sedangkan katalis merupakan suatu substansi yang dapat mempercepat laju reaksi hal ini disebabkan katalis memiliki kemampuan untuk mengadakan interaksi dengan minimal satu molekul reaktan untuk menghasilkan senyawa antara yang lebih reaktif. Selama proses reaksi berlangsung katalis akan ikut bereaksi dan pada akhir reaksi katalis dihasilkan kembali. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa material yang digunakan sebagai katalis dalam suatu reaksi kimia dengan kemampuannya dalam menyerap foton sebagai pemicu aktivitas disebut dengan material fotokatalis. Sedangkan proses reaksi yang melibatkan material fotokatalis disebut dengan reaksi fotokatalisis (Al Basthomi, 2016).



Gambar-2: Proses eksitasi dan de-eksitasi fotokatalis

Fenomena fotokatalisis pada permukaan katalis logam Oksida pada gambar 2 dapat dijelaskan sebagai berikut. Jika suatu semikonduktor dikenai cahaya ($h\nu$) dengan energi yang sesuai, maka elektron (e^-) pada pita valensi (vb) akan pindah ke pita konduksi (cb), dan meninggalkan lubang positif (h^+) pada pita

valensi, proses ini disebut eksitasi. Sebagian besar (e^-/h^+) ini akan berkombinasi kembali, baik di permukaan ataupun di dalam bulk partikel, proses ini disebut de-eksitasi. Sedangkan sebagian lain dari (e^-/h^+) dapat bertahan sampai pada permukaan semikonduktor, dimana pada akhirnya (h^+) dapat menginisiasi reaksi oksidasi dan dilain pihak (e^-) akan menginisiasi reaksi reduksi zat kimia yang ada di sekitar permukaan semikonduktor



Sifat oksidator kuat yang dimiliki oleh semikonduktor akan memiliki sejumlah besar *hole* (h^+) yang akan menyerang H_2O yang melekat pada permukaan semikonduktor sehingga akan terbentuk radikal hidroksil. Sedangkan O_2 yang ada di udara akan bertindak sebagai akseptor elektron dan membentuk ion superoksida. Selain itu, *hole* (h^+), radikal hidroksil dan ion superoksida yang dihasilkan juga dapat digunakan untuk mengoksidasi kontaminan organik yang melekat di permukaan. Pada degradasi LAS secara fotokatalitik, OH menyerang atom karbon yang terikat pada sulfonat di cincin aromatik, kemudian diikuti serangan atom karbon lainnya (Natawidha, 2012).

Pada proses fotokatalis yang mempengaruhi proses dari fotokatalis itu sendiri yaitu bergantung kepada daya lampu yang digunakan ,daya lampu yang digunakan dapat mempengaruhi proses dikarenakan semakin besar daya lampu yang digunakan maka akan semakin besar proses penyinaran yang dihasilkan, hal tersebut dapat meningkatkan persentase degradasi senyawa LAS dan TDS. Selanjutnya yaitu waktu paparan, semakin lama waktu paparan maka proses fotokatalis akan semakin baik hal tersebut dikarenakan proses penyinaran yang semakin lama akan membentuk radikal OH , radikal OH tersebut

yang semakin banyak akan meningkatkan proses degradasi. Kemudian adanya pemilihan katalis itu sendiri. Pada proses fotokatalis, katalis berfungsi sebagai mempercepat proses laju reaksi. Pemilihan katalis yang baik bisa dilihat dari celah atau selisih energi foton yang ada (band gap) dan sifat dari katalis itu sendiri.

SEMIKONDUKTOR TiO₂ DAN ZnO

Semikonduktor TiO₂ memiliki tiga fasa kristal, yaitu anatase, rutile, dan brookite. Untuk fase kristal anatase dan rutile telah dipelajari berbagai aplikasi fotokatalis sedangkan brookite tidak begitu dikenal secara umum. Anatase dan rutile memiliki struktur tetragonal sementara brookite memiliki struktur orthorhombic. Semuanya terdiri atas ikatan oktahedral TiO₆⁻² dan pola ikatan dari oktahedral ini berbeda – beda untuk setiap jenis fasa kristal.

Struktur kristal anatase memiliki empat sudut yaitu dibagi per oktahedral dan tidak ada sudut oksigen yang dibagi (Gambar 2.2) contohnya adalah kristal rutile, dua sudut (di luar dari dua belas) saling berbagi untuk membentuk rantai linear. Selanjutnya, rantai linear dari setiap oktahedral akan bergabung satu sama lain dengan jalan berbagi sudut dari atom oksigen. Sementara pada brookite, hubungan antara oktahedral terjadi melalui pembagian tiga sudut per oktahedralnya. Strukturnya dibentuk dari oktahedral – oktahedral TiO₆⁻²

Seng (Zn) merupakan jenis logam yang cukup tahan terhadap serangan udara dan air pada temperatur ruang, namun pada suhu tinggi logam ini dapat bereaksi dengan oksigen di udara menghasilkan oksida dalam bentuk ZnO. ZnO termasuk titik fokus kajian riset yang sangat menarik karena bahan tersebut merupakan semikonduktor sehingga memiliki potensi sebagai fotokatalis. Dilihat dari gambar 2.3 bahwa secara energetik berdasarkan teori pita energi, tepung halus berukuran nano (*nanoparticles*) ZnO memiliki energi celah (*band gap*) sebesar 3,42 eV atau setara 329,98 kJ/mol sehingga suatu proses eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi setelah menyerap foton (fotokonduksi) membentuk pasangan h⁺_{PV} dan e⁻_{PK} dapat terjadi (Drajat et al., 2008).

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian:

- Air limbah *laundry*
- Katalis TiO₂

- Katalis ZnO
- Aquadest
- Tawas (Aluminium Sulfat)

Alat Penelitian:

- Beaker glass
- UV C lamp 10w
- Aluminium Foil
- Kasa aluminium
- Pompa Submersible merk Resun
- Reaktor fotokatalis Terbuat dari kaca 0,5 cm

Variabel Tetap:

- Jarak paparan = 5 cm
- Lampu UV C = 30 watt UV C x 1 buah
- Pompa submersible = sp 1100 (2 buah)
- Volume reaktor = 65 x 18 x 18 cm³
- Volume sample = 17 liter
- Luas bidang kasa = 63 x 25 m²
- Dosis senyawa katalis total = 3 gr
- pH = (6-9)

Variabel Bebas:

- Waktu Paparan (menit)
= 60 ; 120 ; 180 ; 240 ; 300
- Ratio dosis perbandingan TiO₂ dan ZnO
= (1:0) ; (1:0,5) ; (1:1) ;
(0,5:1) ; (0:1)

Prosedur Kerja:

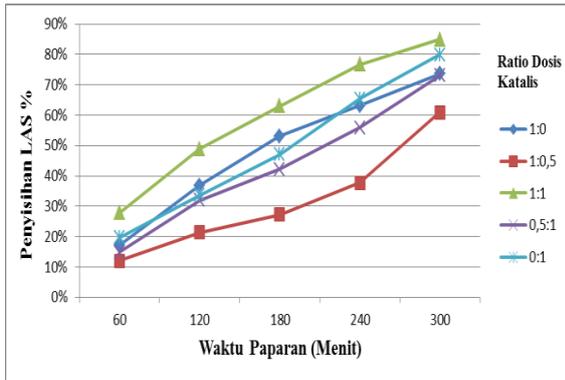
- Pengambilan sampel limbah laundry
- Persiapan reactor yang sudah dibuat
- Menyiapkan media penyangga kasa aluminium dengan melapisi dengan katalis dan dilarutkan dalam air. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan stirrer dan larutan katalis dilapiskan pada kasa dan didiamkan agar katalis membentuk lapisan film pada kasa
- Penyesuaian sesuai variabel
- Pengambilan sampel
- Setelah ditemukan hasil terbaik pada penelitian batch, dilakukan penelitian dengan sistem kontinu

HASIL DAN PEMBAHASAN

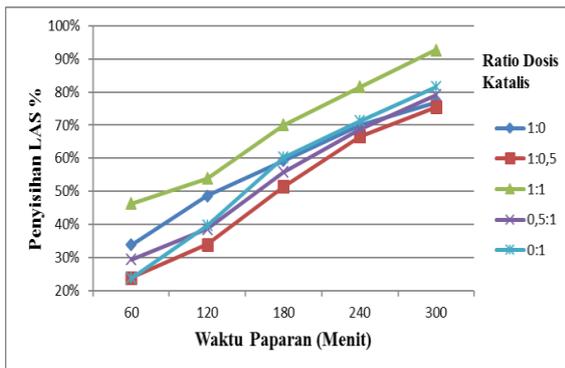
PENELITIAN BATCH

Pengaruh Waktu Paparan dan Ratio Dosis Pada Proses Fotokatalis Tanpa Koagulasi-Flokulasi dan Dengan Koagulasi-flokulasi Terlebih Dahulu Terhadap Penyisihan LAS dan TDS

Berikut adalah grafik yang menunjukkan pengaruh waktu paparan dan ratio dosis katalis terhadap penyisihan LAS:



Grafik-1: Hubungan antara penyisihan kadar LAS (%) dengan waktu paparan dan ratio dosis tanpa proses koagulasi – flokulasi



Grafik-2: Hubungan antara penyisihan kadar LAS (%) dengan waktu paparan dan ratio dosis dengan proses koagulasi – flokulasi terlebih dahulu

Pada proses fotokatalis tanpa koagulasi-flokulasi terlebih dahulu seperti pada grafik 1 dapat dilihat persentase penurunan kadar LAS terendah pada waktu paparan 60 menit dengan raito dosis katalis 1:0,5 yaitu 11,99% dari konsentrasi LAS awal untuk penurunan kadar tertinggi LAS pada waktu paparan 300 menit dengan ratio dosis katalis 1:1 yaitu 84,99% dari konsentrasi awal LAS. Sedangkan pada grafik 2 proses fotokatalis dengan koagulasi-flokulasi terlebih dahulu penurnan kadar LAS terendah pada waktu paparan 60 menit dengan ratio dosis 0:1 yaitu 23,86% dari konsentrasi awal LAS, untuk penurunan kadar LAS tertinggi pada waktu paparan 300 menit dengan raito dosis katalis 1:1 yaitu 92,70 % dari konsentrasi LAS awal.

Dapat terlihat dari gambar grafik diatas bahwa persentase penyisihan akan semakin meningkat mulai dari waktu paparan 60 menit sampai 300 menit. dapat dilihat bahwa terjadinya kenaikan persen degradasi senyawa LAS dengan bertambahnya waktu paparan, karena semakin

lama waktu paparan semakin banyak jumlah radikal OH terbentuk yang berperan dalam mendegradasi senyawa LAS. (Hendra *et al*, 2010).

Menurut (D.F Olis, 1993) penyinaran katalis dengan uv menghasilkan electron berlebih pada pita konduksi (e_{cb}^-) dan hole positif (h^+) dari pita valensi.

Semikonduktor (h^+_{vb}) dari pita valensi



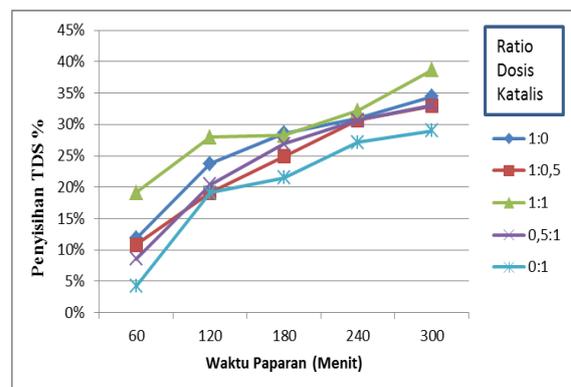
Di permukaan hole bereaksi dengan lingkaran fisika H_2O atau lingkaran kimia

OH^- membentuk OH radikal (OH)

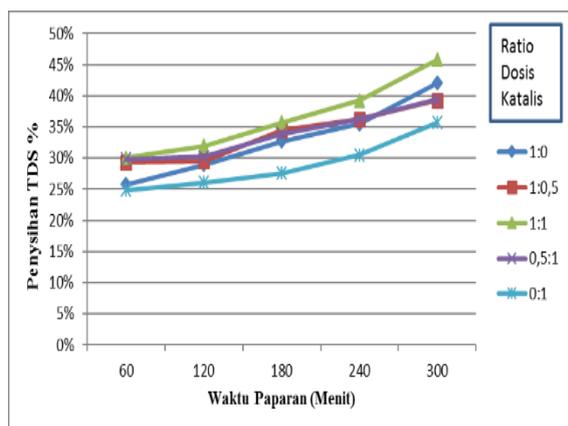


Pembentukan radikal hidroksil sangat berpengaruh terhadap aktivitas fotokatalitik. Pemaparan katalis TiO_2 dan ZnO oleh sinar UV menghasilkan elektron berlebih pada pita valensi (vb) dan pita konduksi (cb).Dimana elektron (e^-) pada pita valensi (vb) akan pindah ke pita konduksi (cb), dan meninggalkan lubang positif (h^+) pada pita valensi. Sebagian besar (e^-/h^+) ini akan berkombinasi kembali, baik di permukaan ataupun di dalam bulk partikel. Sedangkan sebagian lain dari (e^-/h^+) dapat bertahan sampai pada permukaan semikonduktor, dimana pada akhirnya (h^+) dapat menginiasi reaksi oksidasi dan dilain pihak (e^-) akan menginiasi reaksi reduksi zat kimia yang ada di sekitar permukaan semikonduktor.

Berikut adalah grafik yang menunjukkan pengaruh waktu paparan dan ratio dosis katalis terhadap penyisihan TDS:



Grafik-3: Hubungan antara penyisihan kadar TDS (%) dengan waktu paparan dan ratio dosis tanpa proses koagulasi – flokulasi



Grafik-4: Hubungan antara penyisihan kadar TDS (%) dengan waktu paparan dan ratio dosis dengan proses koagulasi – flokulasi terlebih dahulu

Pada proses fotokatalis tanpa koagulasi-flokulasi terlebih dahulu seperti pada grafik 3 dapat dilihat persentase penurunan kadar TDS terendah pada waktu paparan 60 menit dengan raito dosis katalis 0:1 yaitu 4,22% dari konsentrasi TDS awal dan untuk penurunan kadar TDS tertinggi pada waktu kontak 300 menit dengan ratio dosis katalis 1:1 yaitu 36,68%. Sedangkan pada grafik 4 proses fotokatalis dengan koagulasi-flokulasi terlebih dahulu untuk penurunan kadar TDS terendah pada waktu paparan 60 menit dengan ratio dosis katalis 0:1 yaitu 24,87% dan untuk perunan kadar TDS tertinggi pada waktu kontak 300 menit dengan raito dosis katalis 1:1 yaitu 45,18% dari konsentrasi TDS awal.

Dapat terlihat dari gambar grafik diatas bahwa persentase penyisihan akan semakin meningkat mulai dari waktu paparan 60 menit sampai 300 menit. dapat dilihat bahwa terjadinya kenaikan persen degradasi parameter TDS dengan bertambahnya waktu paparan. Semakin lama waktu degradasi makan penurunan konsentrasi akan semakin besar. Hal ini disebabkan katalis yang berada di dalam reactor akan mendapat penyinaran lebih lama sehingga lebih banyak katalis yang teraktifkan dan akan menghasilkan OH⁻ yang lebih banyak, OH⁻ ini kemudian akan mengkosidasi limbah (Maryani, 2010).

Pada proses fotokatalis kehadiran katalis sebagai semikonduktor sangat penting. Hal tersebut disebabkan proses fotokatalis dengan katalis semikonduktor terbukti mampu mendegradasi secara efektif beberapa jenis polutan organik, baik dalam fase gas maupun

cair. Oksidasi fotokatalis dapat mendegradasi senyawa – senyawa organik dengan mengubahnya menjadi produk inorganik yang aman bagi lingkungan yaitu CO₂ dan H₂O (Firra et al., 2012). Ilustrasi mekanisme reaksi reduksi dan oksidasi (Rajamanickam & Shanthi, 2016) yang terjadi dalam fotodegradasi senyawa organik sebagai berikut.

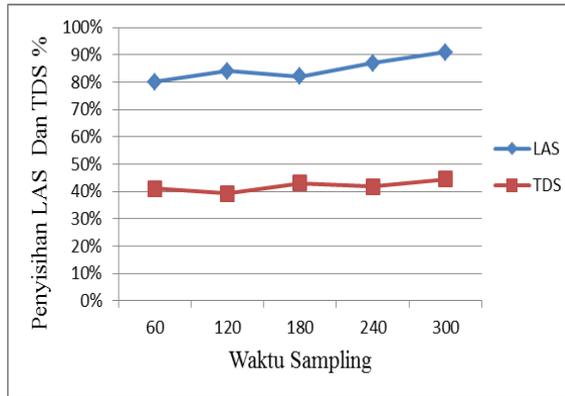
- $TiO_2/ZnO + UV \rightarrow TiO_2/ZnO (e^-(CB)) + (h^+(VB))$
- $TiO_2/ZnO (h^+(VB)) + H_2O \rightarrow TiO_2/ZnO + H^+ + OH^\bullet$
- $TiO_2/ZnO (h^+(VB)) + OH^- \rightarrow TiO_2/ZnO + OH^\bullet$
- $TiO_2/ZnO (e^-(CB)) + O_2 \rightarrow TiO_2/ZnO + O_2^{\bullet-}$
- $O_2^{\bullet-} + H^+ \rightarrow HO_2^\bullet$
- $HO_2^\bullet + HO_2^\bullet \rightarrow H_2O_2 + O_2$

Pada prinsipnya, reaksi oksidasi pada permukaan katalis yang disinari sinar UV dapat berlangsung melalui donasi elektron dari substrat ke (h⁺). Apabila potensi oksidasi yang dimiliki oleh (h⁺) pada pita valensi ini cukup besar untuk mengoksidasi air pada permukaan partikel, maka akan dihasilkan gugus hidroksil. Radikal hidroksil merupakan spesi pengoksidasi kuat dan memiliki potensial redoks sebesar 2,8 volt. Potensial sebesar ini cukup kuat untuk mengoksidasi sebagian besar zat organik, menjadi air, asam mineral, dan karbondioksida.

Elektron tereksitasi dapat menyebabkan reaksi reduksi, tetapi dalam banyak kasus, adanya oksigen menyebabkan pembentukan anion superoksida radikal atau O₂⁻ dan hidroperoksida radikal atau HO₂, yang merupakan agen pengoksidasi yang sangat efisien. Lubang positif mengoksidasi substrat organik teradsorpsi atau bereaksi dengan air menyebabkan pembentukan hidroksil radikal atau OH^o. Hidroksil radikal sangat reaktif, dan cepat bereaksi dan non-selektif terhadap senyawa organik, menghasilkan total mineralisasi substrat organik pada langkah terakhir dari reaksi.

PENELITIAN SECARA KONTINU

Berikut adalah grafik yang menunjukkan pengaruh waktu kontak dan pH terhadap penyisihan warna:



Grafik-5: Hubungan antara penyisihan kadar LAS dan TDS (%) dengan waktu sampling (menit) pada proses kombinasi secara kontinu

Pada **Grafik-5** menunjukkan percobaan fotokatalis secara kontinu terhadap penurunan LAS, *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam berbagai waktu sampling.

Pada percobaan dengan sistem kontinu, memakai peubah terbaik yaitu dengan waktu paparan 300 menit dan ratio dosis katalis 1:1 dan didapatkan debit yaitu waktu kontak terbaik dibagi volume dengan hasil 0,056 liter per menit. Hasil yang didapat cenderung fluktuatif baik LAS, dan TDS dikarenakan pada limbah yang diolah di reactor selalu terbarukan. Selain itu keluar masuknya debit air dinilai juga mengganggu proses pembentukan radikal hidroksil dikarenakan aliran air dalam reactor menjadi turbulen dan tidak stabil.

Data hasil analisa LAS di atas merupakan hasil dari analisa air sampel yang merupakan effluent dari pengolahan secara kontinu. Disimpulkan bahwa hasil dari proses kontinu yang terbaik pada waktu sampling 300 menit yaitu sebesar 91% dan dengan hasil LAS effluent terbesar pada waktu sampling 300 menit yaitu 3,62 mg/L. Bila dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Industri Laundry Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 untuk parameter detergent yaitu 10 mg/L, karakteristik air limbah dapat dilihat konsentrasi LAS pada effluent sudah dibawah batas maksimum pembuangan. Dengan demikian proses fotokatalis secara kontinu sudah berjalan cukup baik dan maksimal.

Data hasil analisa TDS di atas merupakan hasil dari analisa air sampel yang merupakan effluent dari pengolahan secara kontinu. Disimpulkan bahwa hasil dari proses kontinu

yang terbaik pada waktu sampling 300 menit yaitu sebesar 44% dan dengan hasil TDS effluent terbesar pada waktu sampling 300 menit yaitu 425 mg/L dari konsentrasi awal TDS sebesar 764 mg/L. Bila dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Industri Lain Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 untuk parameter TDS golongan I yaitu 2000 mg/L, karakteristik air limbah dapat dilihat konsentrasi TDS pada effluent sudah dibawah baku mutu yang telah di tetapkan. Dengan demikian proses fotokatalis secara kontinu sudah berjalan cukup baik dan maksimal untuk pengolahan penurunan parameter TDS.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengolahan limbah laundry menggunakan proses fotokatalis tanpa proses koagulasi-flokulasi dan fotokatalis dengan proses koagulasi-flokulasi terlebih dahulu dengan sistem batch adalah sebagai berikut :
 - Penyisihan LAS dan TDS pada limbah laundry yang dihasilkan menggunakan proses fotokatalis tanpa proses koagulasi-flokulasi secara batch, menghasilkan LAS dan TDS masing-masing 6,2 mg/l dan 427 mg/l, dari kosentrasi awal masing-masing 41,3 mg/l dan 711 mg/l
 - Penyisihan LAS dan TDS pada limbah laundry yang dihasilkan menggunakan proses fotokatalis dengan proses koagulasi-flokulasi terlebih dahulu secara batch, menghasilkan LAS dan TDS masing-masing 2,89 mg/l dan 414 mg/l, dari kosentrasi awal masing-masing 41,3 mg/l dan 711 mg/l
 - Penyisihan LAS dan TDS pada limbah laundry yang dihasilkan menggunakan proses fotokatalis dengan proses koagulasi-flokulasi terlebih dahulu secara kontinu, menghasilkan LAS dan TDS masing-masing 3,62 mg/l dan 425 mg/l, dari kosentrasi awal masing-masing 39,6 mg/l dan 764 mg/l
2. Ratio dosis katalis dari TiO₂ dan ZnO yang terbaik dengan perbandingan 1:1 dari berat total katalis 3 gram.
3. Waktu paparan yang terbaik untuk proses fotokatalis adalah 300 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- AL Basthomi, I.A., (2014) "Sintesis Karakterisasi Dan Uji Aktivitas Fotokatalis Titanium Dioksida (TiO₂) Anatas Terdoping Vanadium (III) Menggunakan Metode Sonikasi" *Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*
- Anisah, M. F., (2019), "Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow Menggunakan Reagen Fenton-ZnO" *Skripsi Program Studi Kemia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jendra Soedirman*
- Apriyani, N. (2017). Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1), 37-44.
- Bismo, S. (2006). Teknologi Radiasi Sinar Ultra-Ungu (UV) dalam Rancang Bangun Proses Oksidasi Lanjut untuk Pencegahan Pencemaran Air dan Fasa Gas. *Universitas Indonesia: Depok*.
- Darajat, S., Aziz, H., & Alif, A. (2008). Seng Oksida Sebagai Fotokatalis pada Proses degradasi Senyawa Metilen Biru. *J. Ris Kim*, 1(2).
- Dipa, G.A., (2019), "Pengolahan Limbah Batik Dengan Fenton Fotokatalis Dalam Plug Flow Reactor" *Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jawa Timur*.
- Firra, R., Ali, M., & Wahyono, H. (2012). Proses Fotokatalisis untuk Penyisihan E. Coli dengan kombinasi TiO₂, Karbon Aktif dan Sinar UV. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1).
- Hendra, H., Barlian, E., Razak, A., & Sanjaya, H. (2016). Photo-degradation of Surfactant Compounds Using Uv Rays with Addition of Tio₂ Catalysts in Laundry Waste. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 7(1), 59-68.
- Hudori, H., & Soewondo, P. (2009). Pengolahan Deterjen Menggunakan Teknologi Elektrokoagulasi dengan Elektroda Aluminium. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 1(2), 117-125.
- Maretta, A., & Helmy, Q. (2018). Degradasi Surfaktan Sodium Lauryl Sulfat Dengan Proses Fotokatalis Menggunakan Nano Partikel ZnO. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 21(1), 1-8.
- Natawidha, C. N. V. (2012). Degradasi Limbah Deterjen (Senyawa Linear Alkilbenzena Sulfonat) dengan Fotokatalis Komposit Berbasis TiO₂ dan Batu Apung: Skripsi. Tidak Diterbitkan. Depok: *Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UI*.
- Okik Hendriyanto, C. (2010). Pengaruh Intensitas sinar Ultraviolet dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E. coli. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1), 18-23.
- Purnamasari, E. N. (2017). Karakteristik Kandungan Linear Alkyl Benzene Sulfonat (Las) Pada Limbah Cair Laundry. *Jurnal Media Teknik*, 11(1).
- Purnami, P., Wardana, I., & Veronika, K. (2015). Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Laju Dan Efisiensi Pembentukan Hidrogen. *Rekayasa Mesin*, 6(1), 51-59.
- Rakhmawaty, D. E., Evy, E. E., Rosita, A. N., Lubis, R. A., (2016), "Pembuatan Fotokatalis Seng Oksida Termodifikasi Silika Sekam Padi" *Jurnal Material dan Energi Indonesia Universitas Padjajaran Vol. 6 No. 2 Hal. 18-23*.
- Risky, F. L., (2019), "Fotodegradasi Alkylbenzene Sulfonate (ABS) dan Linear Alkylbenzen Sulfonate (LAS) Pada Limbah Laundry Menggunakan Fotokatalis TiO₂ Dopan CuO Dengan Bantuan Lampu Tungsten" *Skripsi Program Studi Kemia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jendra Soedirman*
- Santi, S. S., (2009), "Penurunan Konsentrasi Surfactan pada Limbah Detergen dengan Proses Photokatalitik Sinar UV" *Jurnal Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jawa Timur, Vol. 4, No. 1. Hal. 260-264*.
- Setiawan, Y.A., (2018), "Fotodegradasi Linear Alkylbenzene Sulfonate Pada Limbah Laundry Dengan Semikonduktor ZnO Sebagai Fotokatalis" *Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jawa Timur*.

Utomo, W. P., Nugraheni, Z. V., Rosyidah, A., Shafwah, O. M., Naashihah, L. K., Nurfitriya, N., & Ullfindrayani, I. F. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 127-140.