

**ALKYLBENZENE SULFONATE BIODEGRADATION  
AN EXPERIMENTAL LABORATORY APPROACH  
FOR WASTE TREATMENT PROCESSING**

**A B S T R A C T**

Keywords : biodegradation  
*alkylbenzene sulfonate*  
laboratory experiment  
waste treatment

This research is intended to improve of *alkylbenzene sulfonate* biodegradation in contrast with the previous research.

Four topics of research include 1) improvement of biodegradation efficiency by shaking of degradation medium and resulting non-toxic biodegradation product, 2) discovering new *alkylbenzene sulfonate* biodegradator microorganisms, is non-toxic, non-patogen, having higher efficiency than the previous research, 3) improvement of *alkylbenzene sulfonate* biodegradation by giving temperature and pH suitable for the most efficiency bacterial growth compared to a shaking way 4) improvement of biodegradation efficiency of the most efficient *alkylbenzene sulfonate* microorganism under aeration control and entrapped application compared to temperature and pH control done under experimental research.

Dependent variable is time of degradation and independent variable are *alkylbenzene sulfonate* concentration, inoculum type, temperature, pH, aeration speed, and entrapping substance. The design was randomized block factorial design and randomized factorial design. The data collected were analyzed by using analysis of varians of Minitab 9.2 for Window. The difference between treatments were tested by DMRT 1 %. The result of research indicates that the shaking system is able to shorten time of degradation into 0,27 - 0,41 times compared to a shaking way. *Staphylococcus aureus* patogenicity cannot losing, so the bacteria cannot recommendation. A toxicity test for degradation outcome using *Escherichia coli* is stated to be non-toxic. The new *alkylbenzene sulfonate* biodegradator microorganisms is discovered to be non-patogen, non-toxic referring to *Kurthia zopfii* and *Pseudomonas facilis*. *Kurthia zopfii* is the most efficient microorganism, the time of biodegradation is about 10,1 days. The temperature of 30°C and pH of 7.2 is the most suitable treatment, giving the time of degradation for 8,67 days. Aeration of 1,50 vvm is the most suitable one with the degradation time about 7,50 days. The application of sodium-alginate entrapping substance in continuous culture is able to shorten more time to be only 4,75 days. This result of research is able to develop for waste treatment.

BIODEGRADASI *ALKYLBENZENE SULFONATE* PENDEKATAN  
EKSPERIMENTAL LABORATORIK UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH

## R I N G K A S A N

Surfaktan *alkylbenzene sulfonate* yang banyak digunakan sebagai bahan aktif deterjen di Indonesia adalah senyawa yang sangat sulit terdegradasi. Jika terbuang kemudian terakumulasi di perairan berpotensi besar sebagai bahan pencemar lingkungan karena menimbulkan gangguan kesehatan pada hewan dan manusia. Pada hewan menyebabkan gangguan respons imun pada marmut (Ritz *et al.*, 1993) dan perubahan morfologik serta ultrasruktural pada organ yang peka rasa pada ikan *Ictalurus* (Zeni *et al.*, 1993). Pada manusia dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, kerusakan pada hati, ginjal dan empedu (Sears dan Stanitski, 1979; Flyvholm, 1993).

Keberadaannya di perairan tetap utuh dalam waktu relatif lama, sehingga perlu dicari mikroorganisme pengurai senyawa tersebut yang tidak patogen, tidak toksik, serta efisien kemampuan biodegradasinya.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi biodegradasi *alkylbenzene sulfonate* dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ekowati *et al.*, (1992).

Peningkatan efisiensi biodegradasi *alkylbenzene sulfonate* dilakukan melalui serangkaian penelitian yang dibagi menjadi 4 topik penelitian, yaitu 1) peningkatan efisiensi biodegradasi dengan pengocokan medium degradasi serta menghasilkan hasil biodegradasi yang tidak toksik; 2) menemukan mikroorganisme perombak *alkylbenzene sulfonate* baru tidak toksik, tidak patogen, efisiensinya lebih tinggi daripada hasil penelitian sebelumnya; 3) peningkatan biodegradasi *alkylbenzene sulfonate* dengan pemberian suhu dan pH yang sesuai bagi pertumbuhan bakteri daripada pengocokan saja; 4) peningkatan efisiensi biodegradasi *alkylbenzene sulfonate* mikroorganisme yang paling efisien dengan pengaturan aerasi dan pemberian bahan pengamobil dibandingkan dengan pengaturan suhu dan pH. Rangkaian penelitian merupakan penelitian eksperimental.

Pada rangkaian penelitian pertama merupakan pengaruh inokulum meliputi isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterobacter gergoviae*; isolat ganda *Staphylococcus aureus* dengan *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae*; *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae*; serta campuran tiga isolat *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterobacter gergoviae* ) dan kadar *alkylbenzene sulfonate* (0,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0; 75,0; 100,0 ppm) terhadap kemampuan biodegradasinya. Diikuti uji hasil patogenitas *Staphylococcus aureus* menggunakan uji perombakan manitol, DNA, dan oksidase katalase.

Rangkaian penelitian yang kedua merupakan usaha eksplorasi mikroorganisme perombak *alkylbenzene sulfonate* baru yang tidak patogen, tidak toksik, dan efisiensi degradasinya lebih tinggi daripada hasil penelitian sebelumnya. Eksplorasi dilakukan dengan mengisolasi mikroorganisme pada medium Agar Nutrien yang mengandung *alkylbenzene sulfonate* 100 ppm. isolat-isolat yang diperoleh diidentifikasi sampai ditemukan nama jenisnya menggunakan kunci determinasi *Bergey's Manual Determinative of Bacteriology* Edisi IX. Pada rangkaian penelitian ini juga dibandingkan antara waktu degradasi yang ditempuh oleh temuan-temuan bakteri perombak *alkylbenzene sulfonate* baru dengan ketiga jenis bakteri temuan Ekowati *et al.*, (1992) yang sudah melalui perlakuan pengocokan.

Rangkaian penelitian yang ketiga berupa penentuan suhu yang sesuai (26, 28,30, 32°C) dan pH yang sesuai (7,0; 7,2; 7,4) untuk pertumbuhan bakteri terhadap waktu degradasi bakteri terpilih dari rangkaian penelitian sebelumnya.

Rangkaian penelitian keempat berupa penentuan pengaruh pemberian aerasi (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 ppm) pada jenis bakteri dan sistem yang paling efisien dari rangkaian penelitian ketiga dan terhadap waktu biodegradasinya. Pada rangkaian penelitian keempat ini juga diperbandingkan penggunaan bahan pengamobil bakteri natrium alginat dan karagenen terhadap waktu degradasi *alkylbenzene sulfonate* yang diperoleh.

Keempat tahap rangkaian penelitian tersebut menggunakan Rancangan Acak Kelompok, Rancangan Acak Lengkap yang di-

susun secara faktorial. Pengujian dilakukan menggunakan Minitab 9.2 for Window. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA - Universitas Brawijaya, mulai bulan Juli 1996 sampai dengan Januari 1997.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengocokan medium degradasi dapat memperpendek waktu degradasi *alkylbenzene sulfonate* yang berisi inokulum isolat tunggal, ganda, dan campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterobacter gergoviae*; dan kadar *alkylbenzene sulfonate* (0,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0; 75,0; 100,0 ppm) mampu memperpendek waktu degradasi hingga 0,27 - 0,41 kalinya dibanding tanpa pengocokan.

Sifat patogen *Staphylococcus aureus* setelah digunakan untuk proses biodegradasi tidak dapat hilang, sehingga penggunaan *Staphylococcus aureus* sebagai inokulum dalam bentuk isolat bakteri tunggal, ganda, maupun campuran tiga isolat tidak dapat direkomendasikan.

Isolasi dan identifikasi pengurai *alkylbenzene sulfonate* diperoleh temuan bakteri baru *Kurthia zopfii* dan *Pseudomonas facilis*. Kedua isolat juga dapat tumbuh pada medium Agar Nutrien diperkaya dengan LAS 100 ppm.

*Kurthia zopfii* secara tunggal merupakan isolat yang paling efisien mendegradasi *alkylbenzene sulfonate*, dapat merombak *alkylbenzene sulfonate* memerlukan waktu degradasi 10,1 - 39,12 hari. Waktu retensi tertinggi dicapai sebesar 0,6 pada kadar *alkylbenzene sulfonate* 20 ppm.

Uji toksisitas hasil degradasi *alkylbenzene sulfonate* terhadap viabilitas *Escherichia coli* yang ditanam pada medium Agar Nutrien menunjukkan bahwa *Escherichia coli* tidak mengalami hambatan pertumbuhan. Bakteri yang ditanam sejumlah  $10^1$  cfu/ml dapat tumbuh sekitar  $8 - 9 \cdot 10^9$  sel / ml. Jadi toksisitas hasil degradasi telah hilang, } abstr!  
CFU -/1000

Penentuan suhu dan pH yang sesuai untuk proses degradasi *alkylbenzene sulfonate* oleh *Kurthia zopfii* dicapai pada suhu  $30^{\circ}$  dan pH 7,2 dengan waktu degradasi selama 8,67 hari. Waktu degradasi *Kurthia zopfii* dapat diperpendek lagi menjadi 7,50 hari dengan perlakuan aerasi 1,5 vvm, dibandingkan hanya dengan pengaturan suhu dan pH yang sesuai untuk pertumbuhannya. Hasil penelitian dapat diterapkan untuk pengolahan limbah dengan menggunakan dasar faktor-faktor proses yang telah terbukti sesuai untuk proses degradasi *alkylbenzene sulfonate*.

## **PERNYATAAN TERIMAKASIH**

Serangkaian percobaan pendahuluan dan penulisan telah penulis tempuh untuk menyelesaikan usul penelitian disertasi ini. Kesemuanya itu terlaksana berkat karunia, rahmat, dan perkenan Tuhan Yang Maha Kuasa.

Selesainya penulisan ini sebenarnya bukanlah karya sumbangsih dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada berbagai pihak atas bantuan yang telah diberikan. Penulis tidak sanggup menyebut nama-nama pribadi satu demi satu, walaupun demikian penulis merasa perlu menyebutkan beberapa nama secara khusus berkenaan dengan perannya yang khusus pula dalam terwujudnya penulisan ini.

Ibu Prof. **Atasiati Idajadi, dr., DSMK.**, selaku promotor, bimbingan di sela-sela kesibukan beliau. Beliau pula selalu memberikan dorongan semenjak masa-masa awal memasuki program doktor sampai saat-saat terakhir penulisan ini. Rasanya bimbingan dan nasihat beliau terlalu besar untuk sekedar memperoleh ucapan terimakasih dari penulis.

Prof. **H.A. R. Soeparmo, Drs., M.Sc.** yang telah memberikan masukan dan koreksi yang sangat bermanfaat, tanpa itu semua mustahil penulisan ini akan terwujud. Beliau juga telah berkenan memberikan rekomendasi ketika penulis akan memasuki program Pasca Sarjana S-3 Universitas Airlangga Surabaya.

Calon Tim Penguji disertasi yang terdiri dari **Bapak Prof. H. Soedarto, dr., DTM&H., Ph.D., Bapak Prof. Eddy Pranowo Soedibjo, dr., MPH., Bapak Prof. H. Soeprapto, As., dr., DPH., Ibu Prof. Radyastuti Winarno, Ir., dan Bapak Kuntoro, dr., MPH., Ph. D.** yang telah memberikan masukan sehingga terjadi kelancaran komunikasi dan penulisan.

Saudara **Drs. Suharjono, M.Si.** Kepala Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang yang telah membantu penyediaan fasilitas untuk isolasi, identifikasi, dan pengujian aktivitas biodegradasi bakteri yang akan digunakan dalam penelitian.

Saudara **Drs. Sutiman Bambang Sumitro, M.Sc., D.Sc.** selaku konsultan yang telah banyak membantu menyumbangkan referensi, pemikiran dan pencarian bahan kimia untuk penelitian ke luar negeri.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa lagi Maha Kaya berkenan membalas budi baik semua pihak yang telah banyak membantu penyelesaian penulisan ini.

Surabaya, Agustus 1997

Penulis,