

Detergensi Natrium Dodesilbenzen Sulfonat dengan Penambahan Natrium Tripolifosfat dan Variasi pH

Briyanto^a, Arnelli^{a*}, Ahmad Suseno^a

^a Physical Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275

* Corresponding author: arnelli@live.undip.ac.id

Article Info	Abstract
<p>Keywords: detergency; LAS; sodium dodecylbenzene sulfonate ; synthesis; FT-IR</p>	<p>Detergency can be increased by the addition of sodium tripolyphosphate and control the pH at the time of washing. The detergency studied was the detergency of synthesized sodium dodecylbenzen sulphonate. Sodium dodecylbenzen sulfonate was obtained by alkylation, sulfonation and neutralization reactions. The product was analyzed using FTIR and the product detergency test was performed by washing a 10x10 cm cotton fabric that had been littered with standard impurities without and with the addition of sodium tripolyphosphate and pH variation. The synthesis product obtained was in the form of gray crystals and 2.83 gram (yield of 48.38%). In the detergency test, it was found that the optimum detergency of sodium dodecylbenzen sulphonate in the addition of 70% sodium tripolyphosphate. The increasing pH, increasing detergency and it reached maximum at pH of 11.5</p>
<p>Kata kunci: detergensi; LAS; natrium dodesilbenzen sulfonat; sintesis; FTIR</p>	<p>Abstrak</p> <p>Detergensi dapat ditingkatkan dengan penambahan natrium tripolifosfat dan mengatur pH pada saat pencucian. Detergensi yang dipelajari adalah detergensi natrium dodesilbenzen sulfonat hasil sintesis. Natrium dodesilbenzen sulfonat diperoleh dengan reaksi alkilasi, sulfonasi dan netralisasi. Produk dianalisis menggunakan FTIR dan uji detergensi produk dilakukan dengan mencuci kain katun dengan ukuran 10x10 cm yang telah dikotori dengan kotoran standar tanpa dan dengan penambahan natrium tripolifosfat dan variasi pH. Produk sintesis yang diperoleh berupa kristal abu-abu sebanyak 2,83 gram (rendemen 48,38 %). Pada uji detergensi, diperoleh bahwa daya detergensi optimum dari natrium dodesilbenzen sulfonat pada penambahan 70% natrium tripolifosfat. Semakin bertambahnya pH, semakin meningkatkan detergensi dan maksimum pada pH = 11,5</p>

1. Pendahuluan

Alkilbenzen sulfonat merupakan surfaktan anionik yang banyak digunakan sebagai detergen [1]. Ada dua jenis alkilbenzen sulfonat yaitu branched- alkilbenzen sulfonat (ABS) dan linier- alkilbenzen sulfonat (LAS). Kedua surfaktan ini memiliki perbedaan sifat akibat jenis rantai alkil yang dimilikinya. Surfaktan ABS dengan rantai alkil bercabang, bersifat tidak terbiodegradasi, sedangkan surfaktan LAS, rantai alkil lurus yang dimilikinya menyebabkan surfaktan dapat didegradasi

oleh mikroorganisme dan mengurangi masalah lingkungan.

Pada proses detergensi, LAS berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan dari air dengan membentuk missel yang digunakan untuk menurunkan konsentrasi minyak dan noda kotoran pada pakaian. Penggunaan LAS sebagai detergen lebih optimal apabila mengandung rantai alkil antara C₁₀ sampai C₁₃ dengan kemampuan maksimal pada C₁₂₋₁₃ [1, 2], sehingga pada penelitian ini disintesis surfaktan alkilbenzen sulfonat jenis LAS dari dodesil klorida (rantai alkil C₁₂).

Pada umumnya, LAS diperoleh dalam bentuk garam natrium. Hal ini disebabkan karena garam natrium larut dalam air dan tidak mengganggu dalam proses detergensi [1, 3], sehingga surfaktan alkilbenzen sulfonat pada penelitian ini disintesis dalam bentuk garam natriumnya.

Penelitian mengenai sintesis narium dodesilbenzen sulfonat dan uji biodegradasinya telah dilakukan oleh Indriatmi [4]. Begitu juga dengan penelitian mengenai uji detergensi pada zat aktif permukaan anion dan non ion dengan penambahan zat aditif H₃PO₄ dan NaOH oleh Firdaus [5]. Namun, penelitian mengenai uji detergensi natrium dodesilbenzen sulfonat hasil sintesis belum dilakukan, sehingga perlu dilakukan penelitian tersebut. Dalam penelitian ini akan dilakukan uji detergensi terhadap zat aktif permukaan natrium dodesilbenzen sulfonat hasil sintesis dengan penambahan natrium tripolifosfat sebagai builder (pembangun) dan NaOH sebagai alkali. Aktivitas yang akan diukur adalah daya detergensi tanpa dan dengan penambahan natrium tripolifosfat dengan variasi konsentrasi dan pH.

2. Metodologi

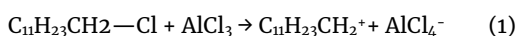
Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah sintesis surfaktan natrium dodesilbenzen sulfonat. Tahap kedua adalah karakterisasi produk sintesis. Karakterisasi yang dilakukan meliputi analisis gugus fungsi dengan spektrofotometer FTIR. Tahap ketiga adalah uji detergensi dengan penambahan natrium tripolifosfat sebagai builder (pembangun) dan NaOH sebagai alkali, dengan konsentrasi dan pH yang bervariasi.

Metode yang digunakan adalah metode optimasi di mana pada metode optimasi ini mencari harga respon yang paling maksimum dari variasi konsentrasi natrium tripolifosfat dan variasi pH.

3. Hasil dan Pembahasan

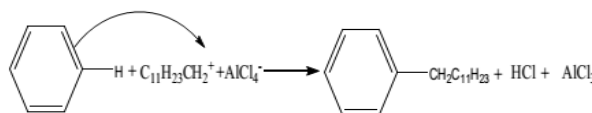
Sintesis Natrium Dodesilbenzen Sulfonat

Sintesis surfaktan natrium dodesilbenzen sulfonat dilakukan melalui rangkaian reaksi alkilasi Friedel-Crafts, sulfonasi dan netralisasi [2]. Reagen yang digunakan dalam reaksi alkilasi Friedel-Crafts adalah dodesilklorida dan benzena. Reaksi alkilasi Friedel-Crafts pada benzena merupakan substitusi elektrofilik pada cincin benzena, dengan menggunakan katalis AlCl₃. Alkilbenzen yang diperoleh, selanjutnya disulfonasi menggunakan H₂SO₄ pekat dan menghasilkan senyawa asam alkilbenzen sulfonat. Langkah terakhir adalah menetralkan asam alkilbenzen sulfonat menggunakan garam NaCl sehingga diperoleh garam natrium alkilbenzen sulfonat. Tahap-tahap reaksi di atas dapat dijelaskan dengan uraian sebagai berikut. Reaksi alkilasi Friedel-Crafts diawali dengan pembentukan elektrofil (dodesil), ditunjukkan pada persamaan reaksi 1.



Dodesilklorida bereaksi terlebih dahulu dengan katalis AlCl₃ dan membentuk elektrofil dodesil yang mudah diserang oleh benzena sehingga terbentuk

dodesilbenzen. Reaksi yang terjadi ditunjukkan pada persamaan reaksi 2.

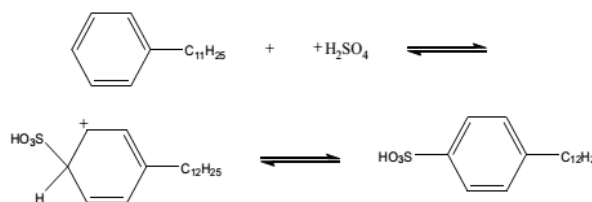


Pada penelitian ini, reaksi alkilasi dilakukan pada suhu 0-5°C dengan tujuan untuk mengatur reaksi agar terbentuk produk sintesis yang monosubstitusi [6]. Pada kondisi ini, juga diatur konsentrasi benzena yang dibuat berlebih untuk mencegah terjadinya substitusi lebih lanjut [6].

Produk yang dihasilkan ditambah dengan es dan air dingin. Fungsi dari penambahan air dingin adalah untuk menyempurnakan dekomposisi dari senyawa intermediate. Selanjutnya dilakukan ekstraksi untuk memisahkan fase hidrokarbon dari fase air. Fase air yang tersisa diekstraksi lagi menggunakan dietil eter untuk mendapatkan fase hidrokarbon. Fase hidrokarbon yang diperoleh dievaporasi dengan rotary evaporator buchi untuk menguapkan pelarut dietil eter. Kemudian digabungkan dengan fase hidrokarbon awal. Dari hasil reaksi diperoleh produk yang berupa larutan berwarna kuning jernih.

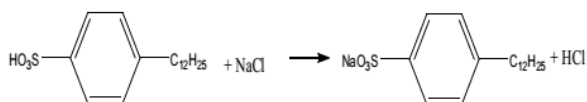
Untuk menguji produk reaksi alkilasi, maka dilakukan analisis dengan spektrofotometer FTIR. Metode analisis dengan spektrofotometer FTIR bertujuan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi yang terdapat dalam produk reaksi alkilasi.

Proses selanjutnya adalah reaksi sulfonasi oleh H₂SO₄ pekat, pada suhu 110-120°C. Pada reaksi ini digunakan suhu tinggi karena reaksi sulfonasi bersifat reversibel, sehingga tingkat energi yang diperlukan untuk dapat membentuk senyawa sulfonat dapat terlampaui dan tidak kembali membentuk reaktan awal. Reaksi sulfonasi ditunjukkan pada persamaan reaksi 3.



Pada penelitian ini, proses sulfonasi dilakukan selama 4 jam, karena pada waktu ini seluruh produk reaksi alkilasi telah tersolvasi pada larutan H₂SO₄ pekat. Proses solvasi terjadi ketika larutan produk reaksi alkilasi dan larutan H₂SO₄ pekat membentuk satu fasa. Terbentuknya satu fasa ini menunjukkan bahwa reaksi sulfonasi telah sempurna [7].

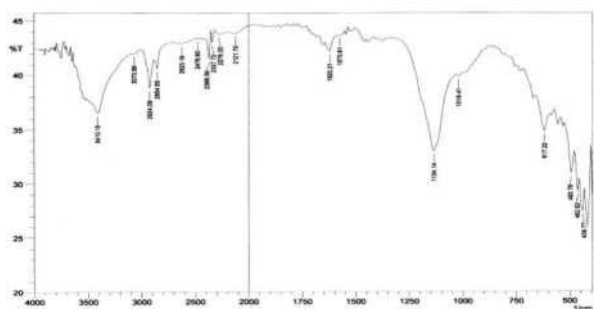
Tahap akhir sintesis yaitu proses netralisasi oleh garam NaHCO₃ dan NaCl. Garam NaHCO₃ merupakan garam yang bersifat basa, garam ini digunakan untuk menetralkan lingkungan asam dari produk sulfonat yang diperoleh, sedangkan NaCl berfungsi untuk menetralkan produk sulfonat yang diperoleh, sehingga terbentuk garam sulfonat, seperti ditunjukkan pada persamaan reaksi 4.



Dapat dibandingkan juga dengan puncak- puncak spektra natrium dodesilbenzen sulfonat yang dijual di pasaran. Dari data tersebut, serapan gugus fimg si natrium dode silbenzen sulfonat dapat dilihat pada tabel 1

Spektra FTIR Surfaktan Hasil Sintesis

Metode analisis menggunakan spektrofotometer FTIR bertujuan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi yang terdapat dalam sampel produk sintesis. Spektra FTIR surfaktan hasil sintesis tercantum dalam Gambar 1



Gambar 1. Spektra surfaktan hasil sintesis

Tabel 1 Perbandingan LAS sintesis dengan LAS standar

Gugus Fungsi	LAS Sintesis Frekuensi (cm ⁻¹)	LAS Standar (aist.go.jp) Frekuensi (cm ⁻¹)
C-H sp ³	2854,5 ; 2924,09	2872 ; 2960
S=O	1134,14	1138
Csp ² -H aromatik	3070,0	3063
C=C aromatik	1620,21	1616
Benzena tersubstitusi	1018,41 ; 617,22	1011 ; 666

Berdasarkan hasil analisis di atas dan adanya kesesuaian dari spektra hasil sintesis dengan LAS standar menunjukkan bahwa produk sintesis merupakan surfaktan dodesilbenzen sulfonat jenis LAS.

Uji detergensinya

Pada penelitian ini, detergen yang digunakan merupakan Natrium Dodesilbenzen Sulfonat hasil sintesis yang ditambahkan dengan builder pada berbagai konsentrasi. Builder merupakan bahan-bahan non aktif permukaan yang sengaja ditambahkan pada suatu detergen dengan maksud memperbaiki sifat detergen itu sendiri.

Uji detergensinya dilakukan dengan menambahkan kotoran pada substrat (kain katun) dengan kotoran standar yang telah dibuat. Kemudian dilakukan pencucian dengan LAS hasil sintesis dengan penambahan konsentrasi STPP yang bervariasi.

Mekanisme pelepasan kotoran cair pada substrat adalah dengan menggulung kotoran tersebut menjadi

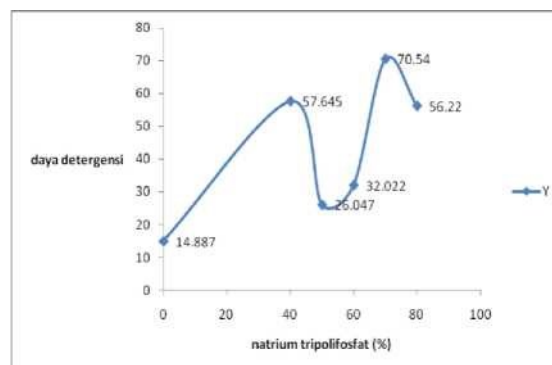
bulatan kotoran yang disuspensi ke dalam larutan pencuci. Kecenderungan kotoran untuk membentuk suatu bulatan kotoran ditunjukkan oleh persamaan Young.

$$\cos \theta = \frac{\gamma_{SB} - \gamma_{SO}}{\gamma_{BO}}$$

Di mana:

- γ = tegangan permukaan
- θ = sudut kontak antara larutan dan substrat
- O = minyak
- B = larutan pencuci
- S = substrat

Hasil uji detergensinya tanpa dan dengan variasi natrium tripolifosfat dapat dilihat pada gambar 2.

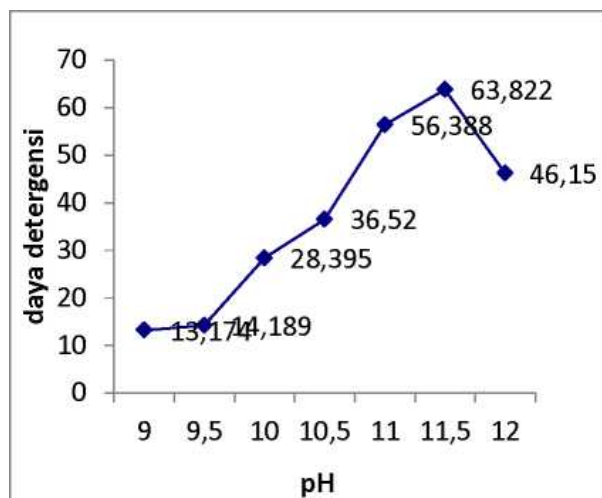


Gambar 2. Grafik daya detergensinya dengan variasi natrium tripolifosfat dalam Larutan LAS 25% (b/v)

Dari Grafik 1. dapat dilihat bahwa pada pencucian dengan LAS murni daya detergensinya hanya 14,887%, tetapi setelah ditambahkan natrium tripolifosfat maka akan meningkatkan daya detergensinya. Pada pelarut air PAM yang digunakan terdapat unsur kesadahan yaitu MgCO₃ dan CaCO₃ sebesar 47,599 ppm [5]. Jika zat aktif permukaan langsung dilarutkan ke dalam pelarut yang masih mengandung unsur kesadahan tersebut maka zat aktif permukaan akan bereaksi dengan unsur kesadahan yang ada dan menghasilkan endapan berupa zat yang tidak aktif lagi. Sehingga apabila ingin dicapai hasil yang optimal dari keajaiban zat aktif permukaan maka diperlukan penambahan zat-zat penolong yang mampu mengikat unsur kesadahan tersebut sehingga tidak mengganggu kerja zat aktif permukaan. Zat penolong yang digunakan dalam penelitian ini adalah natrium tripolifosfat dan NaOH. PO₄³⁻ bebas dari natrium tripolifosfat mampu mengikat unsur Mg²⁺ dan Ca²⁺ sebagai penyebab kesadahan. Hal ini disebabkan karena PO₄³⁻ bebas memiliki kemampuan serangan terhadap senyawa MgCO₃ dan CaCO₃ dan membentuk ikatan yang lebih kuat dibanding ikatan dari kedua senyawa, serta menjadikan unsur-unsur penyebab kesadahan menjadi non aktif.

Kondisi optimum detergensinya LAS hasil sintesis dalam menghilangkan kotoran yaitu 70,54% pada penambahan 70% natrium tripolifosfat. Pada penambahan 80% natrium tripolifosfat, daya detergensinya LAS lebih rendah dibandingkan pada penambahan 70% natrium tripolifosfat. Hal ini dikarenakan adanya kelebihan asam fosfat yang mengganggu jalannya proses detergensinya.

Kemudian dari konsentrasi optimum natrium tripolifosfat dilakukan lagi detergensi dengan variasi pH sehingga didapatkan grafik uji detergensi dengan penambahan natrium tripolifosfat 70% dan pH yang bervariasi. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik daya detergensi pada natrium tripolifosfat 70% dan variasi pH

Dari gambar 3. dapat dilihat dengan pH yang bervariasi akan mempengaruhi daya detergensi Natrium Dodesilbenzen Sulfonat. pH yang tinggi akan memperbesar daya detergensi. Pada kondisi basa akan mendukung proses detergensi karena adanya sumbangan muatan negatif terhadap substrat dan kotoran dan menaikkan daya detergensinya. Dengan muatan yang sama antara substrat dan kotoran, maka akan saling tolak menolak, ikatan antar keduanya lemah, sehingga zat aktif permukaan mudah melepaskan kotoran dari substrat dan mengemulsikannya dalam larutan. Jika penambahan alkali terlalu berlebihan maka LAS akan terhidrolisis sebelum melakukan detergensi. Pada pH = 9 sampai dengan pH = 11 ikatan antara kotoran dengan substrat lebih kuat, sehingga diperlukan daya yang lebih besar dari surfaktan untuk melepaskan kotoran. Pada pH = 11,5 ikatan kotoran dengan substrat lebih lemah sehingga memudahkan surfaktan untuk melepaskan ikatan antar keduanya, sehingga pada pH ini didapatkan daya detergensi yang optimum. Pada pH = 12 daya detergensi dari surfaktan berkurang karena surfaktan telah terhidrolisis sebelum melakukan detergensi. Pada penelitian ini, daya detergensi optimum setelah variasi pH mengalami penurunan dibandingkan pada variasi natrium tripolifosfat. Hal ini dikarenakan tidak digunakannya larutan penyangga (buffer) untuk mempertahankan pH, dan juga tidak digunakannya karboksi metil selulose yang berfungsi untuk mencegah pengendapan kembali kotoran.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan telah didapatkan profil detergensi Natrium Dodesilbenzen Sulfonat dengan hasil optimum pada penambahan 70% natrium tripolifosfat dan bertambahnya pH meningkatkan daya detergensi, dan maksimum pada pH = 11,5

5. Daftar Pustaka

- [1] G.K. Mortensen, H. Egsgaard, P. Ambus, E.S. Jensen, C. Grøn, Influence of Plant Growth on Degradation of Linear Alkylbenzene Sulfonate in Sludge-Amended Soil, *Journal of Environmental Quality*, 30, 4, (2001) 1266-1270
<http://dx.doi.org/10.2134/jeq2001.3041266x>
- [2] Jean-Louis Salager, *Surfactants types and uses*, in: *Firp Booklet*, Universidad De Los Andes, 2002, pp. 50.
- [3] Ronald A. Bailey, Herbert M. Clark, James P. Ferris, Sonja Krause, Robert L. Strong, *Chemistry of the Enviromental*, in: *Academic Press*, New York, 1978, pp. 835.
- [4] Mirnanthi Indriatmi, *Sintesis Natrium Dodesilbenzen Sulfonat dan Uji Biodegradasi dengan metode MBAS*, in: *Jurusan Kimia*, Universitas Diponegoro, Semarang, 2005.
- [5] Nurul Firdaus, *Studi pendahuluan ditergensi dan beberapa faktor yang mempengaruhinya*, in: *Jurusan Kimia*, Universitas Diponegoro, Semarang, 1993.
- [6] Ralph J. Fessenden, Joan S. Fessenden, *Kimia Organik* Erlangga, Jakarta, 1994.
- [7] Arthur Israel Vogel, G. Svehla, *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis*, Longman Scientific & Technical, 1987.