

BAB 6 INDUSTRI DETERJEN

Pengantar

Detergen merupakan salah satu produk industri yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama untuk keperluan rumah tangga dan industri. Detergen dapat berbentuk cair, pasta, atau bubuk yang mengandung konstituen bahan aktif pada permukaannya dan konstituen bahan tambahan. Konstituen bahan aktif adalah berupa surfaktan yang merupakan singkatan dari *surface active agents*, yaitu bahan yang menurunkan [tegangan permukaan](#) suatu cairan dan di antarmuka [fasa](#) (baik cair-gas maupun cair-cair) untuk mempermudah penyebaran dan pemerataan. Adapun konstituen tambahan dapat berupa pembangun, zat pengisi, zat pendorong, diantaranya adalah : Garam dodesilbenzena sulfonat, natrium lauril eter sulfat, kokonum sitrat, dan metil paraben.

Detergen pertama yang dihasilkan yaitu natrium lauril sulfat (NSL) yang berasal dari lemak trilausil yang kemudian direduksi dengan hidrogen dibantu dengan katalis. Setelah itu, direaksikan dengan asam sulfat lalu dinetralisasi. Karena proses produksinya yang mahal, maka penggunaan NSL ini tidak dilanjutkan.

Industri deterjen selanjutnya dikembangkan dengan menggunakan alkil benzena sulfonat (ABS). Akan tetapi, ABS ini memiliki 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.

Deterjen yang beredar di pasaran atau yang dikonsumsi sebagian masyarakat Indonesia merupakan hasil produksi dalam negeri, tetapi dengan lisensi dari perusahaan luar negeri. Sebagai contoh deterjen dari produk PT Unilever yang berpusat di Perancis, dan deterjen produk Kao.

Bahan Aditif pada Deterjen

Tabel 1.
Bahan Aditif Pada Deterjen

Komposisi	Fungsi Utama	Contoh
Abrasives	Menyediakan pelicin, scrubbing dan/atau pengkilap	Calcite Feldspar Quartz Sand

Komposisi	Fungsi Utama	Contoh
Acids	Menetralkan atau mengatur keasaman dari komposisi lain	Asam asetat Asam sitrat Asam hidroklorida Asam fosfat Asam Sulfat
Alkalis	Menetralkan atau mengatur keasaman dari komposisi lain Membuat surfaktan dan builders lebih efisien Meningkatkan keasaman Keasaman berguna untuk membersihkan kotoran asam, lemak dan minyak. Sehingga, detergen akan lebih efektif ketika bersifat basa	Amonium hidroksida etanolamin natrium karbonat natrium hidroksida natrium silikat
Antimicrobial agents	Membunuh atau menghambat pertumbuhan organisme yang dapat menyebabkan penyakit dan/atau bau	Minyak cemara senyawa ammonium kuartener natrium hipoklorit Triclocarban Triclosan
Antiredeposition agents	Mencegah kotoran balik lagi	Selulosa karboksi metil polikarbonat polietilen glikol natrium silikat
Bleaches	Memutihkan, mencerahkan dan membersihkan noda	
<i>Chlorine bleach</i>	<i>desinfektan</i>	Natrium hypoklorit
<i>Oxygen bleach</i>	Dalam beberapa produk, dapat ditambahkan dengan activator pemutih untuk hasil yang lebih baik pada temperatur air yang rendah	Natrium perborat natrium perkarbonat
Colorant	□ mempertahankan warna	Pigments or dyes
Corrosion inhibitors	Melindungi bagian mesin yang berupa logam dan lapisan penutup	Natrium silikat
Enzymes	➤ Protein diklasifikasikan berdasarkan jenis kotoran yang akan dibersihkan oleh detergen	Amylase (starch soils) Lipase (fatty and

Komposisi	Fungsi Utama	Contoh
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Selulosa mereduksi pilling dan greying dari kain yang mengandung kapas dan membantu menghilangkan kotoran partikulat 	oily soils) Protease (protein soils) Cellulase
Fabric softening agents	Memberi kelembutan pada kain	Quaternary ammonium compounds
Fluorescent whitening agents	Membuat kain terlihat lebih cemerlang dan putih ketika terkena sinar	Colorless fluorescing compounds
Fragrances	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menutupi bau ➤ Memberikan bau yang sedap pada pakaian dan ruangan 	Fragrance blends

Jenis-jenis Deterjen

Berdasarkan senyawa organik yang dikandungnya, deterjen dikelompokkan menjadi :

a. Deterjen anionik (DAI)

Merupakan deterjen yang mengandung surfaktan anionik dan dinetralkan dengan alkali. Deterjen ini akan berubah menjadi partikel bermuatan negatif apabila dilarutkan dalam air. Biasanya digunakan untuk pencuci kain. Kelompok utama dari deterjen anionik adalah :

- Rantai panjang (berlemak) alkohol sulfat
- Alkil aril sulfonat
- Olefin sulfat dan sulfonat

b. Deterjen kationik

Merupakan deterjen yang mengandung surfaktan kationik. Deterjen ini akan berubah menjadi partikel bermuatan positif ketika terlarut dalam air, biasanya digunakan pada pelembut (*softener*). Selama proses pembuatannya tidak ada netralisasi tetapi bahan-bahan yang mengganggu dihilangkan dengan asam kuat untuk netralisasi. Agen aktif permukaan kationik mengandung kation rantai panjang yang memiliki sifat aktif pada permukaannya. Kelompok utama dari deterjen kationik adalah :

- Amina asetat $(RNH_3)OOCCH_3$ (R=8 sampai 12 atom C)
- Alkil trimetil amonium klorida $(N(CH_3)_3)^+$ (R=8 sampai 18 atom karbon)
- Dialkil dimetil amonium klorida $(R_2N(CH_3)_2)^+Cl^-$ (R=8 sampai 18 atom karbon)
- Lauril dimetil benzil amonium klorida $(R_2N(CH_3)_2CH_2C_2H_6)Cl$

c. Deterjen nonionik

Merupakan senyawa yang tidak mengandung molekul ion sementara, kedua asam dan basanya merupakan molekul yang sama. Deterjen ini tidak akan berubah menjadi

partikel bermuatan apabila dilarutkan dalam air tetapi dapat bekerja di dalam air sadah dan dapat mencuci dengan baik hampir semua jenis kotoran. Kelompok utama dari detergen nonionik adalah :

- Etilen oksida atau propilen oksida
- Polimer polioksistilen

$$\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_a(\text{CH}(\text{CH}_2\text{O})_b(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_c\text{H}$$

$$\text{CH}_3$$
- Alkil amida

$$\text{HOCHCH}_3\text{NH}_2\text{-HOOC}_{17}\text{O}_{38}$$

$$\text{R}$$

d. Detergen Amfoterik

Detergen jenis ini mengandung kedua kelompok kationik dan anionik. Detergen ini dapat berubah menjadi partikel positif, netral, atau negatif bergantung kepada pH air yang digunakan. Biasanya digunakan untuk mencuci alat-alat rumah tangga. Kelompok utama dari detergen ini adalah :

Natrium lauril sarkosilat ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COONa}$) dan natrium mirazol.

Berdasarkan kegunaannya jenis-jenis deterjen adalah sebagai berikut :

1. Detergen pencuci kain, mengandung alkohol etoksilat dan alkil fenoletoksilat
2. Detergen pencuci piring mengandung zat seperti detergen pencuci tangan
3. Detergen pembersih peralatan rumah tangga yang mengandung heksa dekiltrimetil amonium klorida
4. Detergen pembersih industri mengandung zat seperti detergen pembersih rumah tangga
5. Detergen pembersih gigi yang mengandung natrium lauril sarkosionat
6. Detergen pelembut kain yang mengandung diokta dekildimetil amonium klorida

Pembuatan Deterjen

Bahan dasarnya adalah dodekil benzena. Reaksi dilakukan dalam reaktor bersisi kaca yang dipasang dengan mixer efisien. Dodekil benzena dimasukkan ke dalam reaktor kaca dicampur dengan asam 22% oleum, pada suhu antara 32-46°C. Kemudian dicampurkan pada suhu 46°C selama kurang lebih 2 jam sampai reaksi selesai. Tahapan berikutnya netralisasi dengan NaOH yang memberikan 60% alkil aril sulfonat dan 40% diluet (natrium sulfat). Adapun pembuatan deterjen dengan berbagai jenis deterjen dilakukan sebagai berikut :

a. Detergen Anionik

Alkil aril sulfonat

Alkil aril sulfonat terbentuk dari sulfonasi alkil benzena, alkil benzena mengandung inti dengan satu atau lebih rangkaian alifatik (alkil). Inti alkil benzena bisa benzena, toluene, xylene, atau fenol. Alkil benzena yang biasa digunakan adalah jenis DDB (deodecil benzena). Pembuatan deodecil benzena ($\text{C}_6\text{H}_6\text{C}_{12}\text{H}_{25}$) dilakukan dengan alkilasi benzena dengan alkena ($\text{C}_{12}\text{H}_{24}$) dibantu dengan katalis asam. Alkilasi benzena kemudian dilakukan reaksi Fiedel-

Craft. Detergen alkil benzena yang dihasilkan melalui proses Fiedel-Craft memiliki sifat degradasi biologis yang buruk karena terdapat 300 isomer dari propilen tetramer.

Olefin sulfat dan sulfonat

Diproses dengan tiga cara, yaitu :

Proses Oxo

Olefin direaksikan dengan karbon monoksida dan hidrogen pada suhu 160°C sampai 175°C dengan tekanan 100-250 atm, menghasilkan aldehida. Aldehida kemudian dihidrogenasi dengan bantuan nikel sebagai katalis sehingga menghasilkan suatu senyawa alkohol. Aldehida berkurang pada saat terbentuknya alkohol. Alkohol yang dihasilkan dari proses oxo sebagian besar memiliki berat molekul kecil dibandingkan berat molekul alkohol alami. Oxo-alkohol yang memiliki berat molekul tinggi mengalami sulfonasi. Alkohol ini banyak digunakan untuk kosmetik dan produk cairan rumah tangga (tidak digunakan untuk bahan dasar pembuatan detergen).

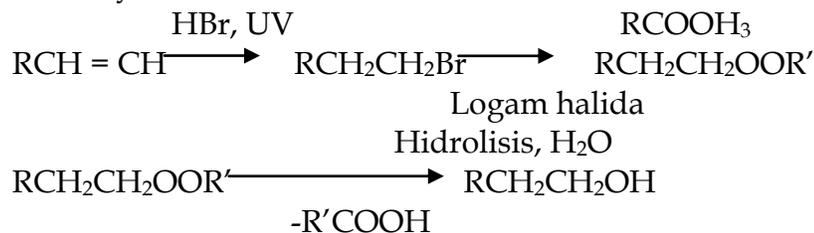
Proses Alfol (Proses Ziegar)

Pada proses ini aluminium trietil dihilangkan dengan logam aluminium dan hidrogen untuk menghasilkan dietilaluminium hidrida. Hidrida dihilangkan dengan etena untuk menghasilkan 3 mol aluminium trietil. Dua pertiganya didaur ulang, sementara sisa trietil direaksikan dengan etena untuk menghasilkan campuran berat molekul tinggi pada aluminium alkil. Kemudian alkil aluminium dioksidasi dan dihidrolisis dengan air untuk menghasilkan alkohol dan aluminium hidroksida.

Proses WI. Welsh

Pada proses ini alfa olefin direaksikan dengan hidrogen bromida dengan bantuan peroksida atau cahaya ultraviolet. Alkil bromida diubah menjadi ester melalui logam halida yang katalisasi dengan asam organik. Ester kemudian dihidrolisis menghasilkan alkohol.

Reaksinya :



b. Detergen kationik

Amina asetat (RNH₃)OOCCH₃

Dihasilkan dengan menetralisasi amina lemak dengan asam asetat dan dapat larut dalam air.

Alkil trimetil ammonium klorida (RN(CH₃)₃)⁺Cl⁻

Dihasilkan dari alkilasi lengkap amina lemak atau tetriari amina dengan alkil halida lemak.

Reaksi :



c. Detergen nonionik

Pembuatan detergen nonionik adalah :

Etilen oksida

Proses pembuatannya dengan mereaksikan senyawa yang mengandung kelompok hidrofobik dengan etilen oksida atau propilen oksida, dilakukan pada suhu 150-220°C. Hasil yang diperoleh dinetralkan dengan 30% asam sulfur dan asam asetat glasial.

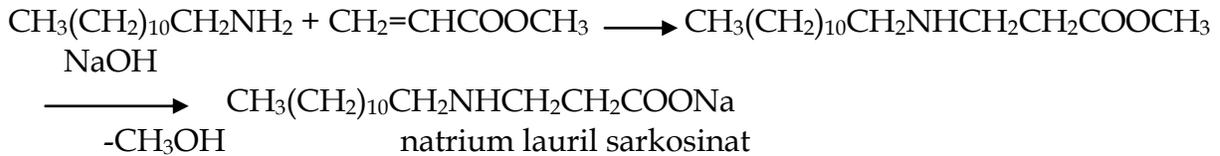
Amina oksida

Proses pembuatannya dengan mengoksidasi amina tetriari.

d. Detergen amfoterik

Proses pembuatannya yaitu amina lemak dasar (lauril amina) direksikan dengan metil akrilat untuk menghasilkan ester N-lemak- α -amino propionik. Kemudian disaponifikasi dengan NaOH membentuk garam natrium.

Reaksi : lauril amina + metil akrilat \longrightarrow natrium lauril sarkosinat



5. MEKANISME KERJA DETERJEN

Kinerja deterjen, khususnya surfaktannya, memiliki kemampuan yang unik untuk mengangkat kotoran, baik yang larut dalam air maupun yang tak larut dalam air. Salah satu ujung dari molekul surfaktan bersifat lebih suka minyak atau tidak suka air, akibatnya bagian ini menembus kotoran yang berminyak. Ujung molekul surfaktan satunya lebih suka air, bagian inilah yang berperan mengendorkan kotoran dari kain dan mendispersikan kotoran, sehingga tidak kembali menempel ke kain. Akibatnya warna kain akan dapat dipertahankan.

Jika kotoran berupa minyak atau lemak maka akan membentuk emulsi minyak-air dan deterjen sebagai emulgator (zat pembentuk emulsi). Sedangkan apabila kotoran yang berupa tanah akan diadsorpsi oleh deterjen kemudian membentuk suspensi butiran tanah-air, dimana deterjen sebagai *suspensi agent* (zat pembentuk suspensi).

Jenis Surfaktan dan Builders

Secara umum surfaktan di bedakan menjadi 4 macam berdasarkan sifat ioniknya, yaitu:

a. Surfaktan anionik

Surfaktan ini bila terionisasi dalam air/larutan membentuk ion negatif. Surfaktan ini banyak digunakan untuk pembuatan deterjen mesin cuci, pencuci tangan dan pencuci alat-alat rumah tangga. Surfaktan ini memiliki sifat pembersih yang sempurna dan menghasilkan busa yang banyak. Contoh surfaktan ini yaitu, alkilbenzen sulfonat linier, alkohol etoksisulfat, dan alkil sulfat.

b. Surfaktan nonionik

Surfaktan ini tidak dapat terionisasi dalam air/larutan sehingga surfaktan ini tidak memiliki muatan. Dalam pembuatan deterjen surfaktan ini memiliki keuntungan yaitu tidak terpengaruh oleh keadaan air karena surfaktan ini resisten terhadap air sadah. Selain itu juga deterjen yang dihasilkan hanya menghasilkan sedikit busa. Contohnya alkohol etoksilat.

c. Surfaktan kationik

Surfaktan ini akan terionisasi dalam air/larutan membentuk ion positif. Dalam deterjen, surfaktan ini banyak digunakan sebagai pelembut. Contohnya senyawa amonium kuarterner

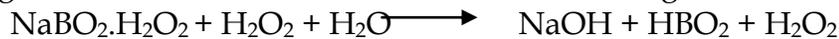
d. Surfaktan amfoterik

Bila terionisasi dalam air/larutan akan terbentuk ion positif, ion negative atau nonionik bergantung pada pH air/larutannya. Surfaktan ini digunakan untuk pencuci alat-alat rumah tangga. Contoh imidazolin dan betain.

Setelah surfaktan, kandungan lain yang penting adalah penguat (builder), yang meningkatkan efisiensi surfaktan. Builder digunakan untuk melunakkan air sadah dengan cara mengikat mineral-mineral yang terlarut, sehingga surfaktan dapat berkonsentrasi pada fungsinya. Selain itu, builder juga membantu menciptakan kondisi keasaman yang tepat agar proses pembersihan dapat berlangsung lebih baik serta membantu mendispersikan dan mensuspensikan kotoran yang telah lepas. Yang sering digunakan sebagai builder adalah senyawa kompleks fosfat, natrium sitrat, natrium karbonat, natrium silikat atau zeolit.

Namun detergen fosfat memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Yaitu bila bercampur dengan air, fosfat menyebabkan masalah yang besar karena ion fosfat merupakan makanan ganggang sehingga menimbulkan eutrofikasi.

Builder lain yang digunakan saat ini yaitu sodium perborat ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$) dan sodium metasilikat (Na_2SiO_3). Builder ini tidak begitu membahayakan lingkungan tetapi builder ini membentuk larutan kaustik yang menimbulkan iritasi pada kulit. Ketika natrium perborat bereaksi dengan air akan membentuk sebuah basa kuat dengan reaksi sebagai berikut :



Hidrogen peroksida sebagai bahan pemutih dan pengurai yang membebaskan oksigen, reaksinya sebagai berikut :



Ketika natrium metasilikat bereaksi dengan air juga akan membentuk larutan basa kuat, reaksinya sebagai berikut :



Dampak Deterjen terhadap Lingkungan

Masalah yang ditimbulkan akibat pemakaian detergen terletak pada pemakaian jenis surfaktan dan gugus pembentuk.

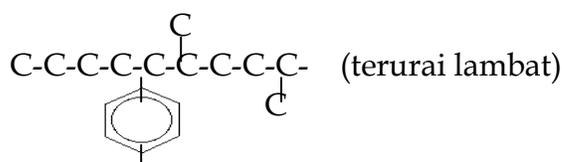
Akibat Surfaktan

Di dalam air, sisa detergen harus mampu mengalami degradasi (penguraian) oleh bakteri-bakteri yang umumnya terdapat di alam. Lambatnya proses degradasi ini mengakibatkan timbulnya busa di atas permukaan air, dalam jumlah yang makin lama makin banyak. Hal ini disebabkan oleh bentuk struktur surfaktan yang dipakai. Jika struktur kimia berupa rantai lurus, gugus surfaktan ini mudah diuraikan.

C-C-C-C-C-C-C-C-C- (terurai cepat)



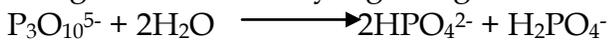
Sedangkan jika struktur berupa rantai bercabang, maka surfaktan ini sulit dipecahkan.





Akibat Gugus Pembentukan

Masalah yang ditimbulkan oleh gugus pembentuk yaitu gugus ini akan mengalami hidrolisis yang menghasilkan ion ortofosfat.



Kedua gugus ini sangat berpengaruh dalam proses eutrofikasi, yang bisa mengakibatkan tanaman alga dan tanaman air tumbuh secara liar.

Penanggulangan Limbah Deterjen

Pada produksi surfaktan anionik digunakan H_2SO_4 encer dengan reaktor film tipis. Terdapat dua macam limbah atau buangan utama yang harus diperhatikan yaitu limbah air cucian dari pembersih bejana yang dinetralkan dan sisa SO_3 yang tidak bereaksi.

Air cucian biasanya sedikit mengandung bahan aktif permukaan anionik yang biasanya diolah dengan proses biologi yang serupa dengan pengolahan limbah utama. Degradasi bakterial pada kondisi aerob mengubah surfaktan anionik menjadi karbon dioksida dan air. Limbah asam dari reaktor dicuci dan dinetralkan dengan air kapur membentuk kalsium sulfat yang tidak larut. Gas sulfonat yang dihasilkan dialirkan ke dalam siklon untuk memisahkan kabut asam dari gas-gas. Asam hasil pemisahan di masukkan kembali ke aliran produknya dan bila gas itu masih mengandung SO_3 akan dilewatkan kembali ke zona reaksi. Gas cerobong yang mengandung SO_2 dan SO_3 mula-mula akan dilewatkan ke dalam pengendap elektrostatis untuk mengusir asam sulfat dan asam sulfit yang mungkin terbentuk karena adanya uap dalam instalasinya. Gas dari pengendapan akan dimasukkan ke dalam suatu penggosok arus, yang akan bercampur dengan suatu larutan soda kaustik di dalam air. Proses ini digunakan untuk mengusir semua residu SO_2 dan SO_3 , sehingga dihasilkan udara bersih.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. Tanpa tahun. ingredients. [Online]. Tersedia: <http://www.sdahq.org/cleaning/products/ingredients2.cfm>. [9 Maret 2007].
2. Anonim. Tanpa tahun. ingredients. [Online]. Tersedia: <http://www.sdahq.org/cleaning/products/ingredients3.cfm>. [9 Maret 2007].
3. Anonim. Tanpa tahun. Products and Ingredients. [Online]. Tersedia: <http://www.sdahq.org/cleaning/products/ingredients1.cfm>. [9 Maret 2007].
4. Anonim. Tanpa tahun. Safety. [Online]. Tersedia: <http://www.sdahq.org/cleaning/safety/Welcome.html>. [9 Maret 2007].
5. Anonim. Tanpa tahun. Safety. [Online]. Tersedia: <http://www.sdahq.org/cleaning/safety/soapsafety2.html>. [9 Maret 2007].
6. Anonim. 2000. Making Soap With [James Hershberger](#), A Chemical Engineer. [Online]. Tersedia: <http://waltonfeed.com/old/soaphome.html>. [9 Maret 2007]
7. Anonim. 2006. Surfactant. [Online]. Tersedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/Surfactant#column-one>. [9 Maret 2007].
8. Anonim. 2006. [Sabun, Deterjen, dan Kelembutan Busa](#). [Online]. Tersedia: <http://lita.inirumahku.com/health/lita/sabun-deterjen-dan-kelembutan-busa/>.
9. [9 Maret 2007].

10. Anonim. 2000. The Way AI Makes Soap. [Online]. Tersedia: <http://waltonfeed.com/old/soap/soap.html>. [9 Maret 2007].
11. Ilyani S Andang. 2001. **Gunakan Deterjen Semiminal Mungkin**. [Online]. Tersedia: <http://www.mail-archive.com/tlusakti@ypb.or.id/msg00343.html>. [9 Maret 2007].
12. [9 Maret 2007].
13. [Ismunandar](#). 2003. Panduan Memilih Deterjen. [Online]. Tersedia: <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0703/24/cakrawala/lainnya.htm>. [9 Maret 2007].
14. [9 Maret 2007].
15. [Ismunandar](#). 2004. Apa Sih Uniknya Sampai 2 *in* 1. [Online]. Tersedia: <http://www.kimianet.lipi.go.id/utama.cgi?artikel>. [9 Maret 2007].