

SIFAT-SIFAT DETERJEN DAN DAMPAKNYA TERHADAP PERAIRAN

oleh

J.M. Manik¹⁾ dan Edward¹⁾**ABSTRACT**

THE PROPERTIES OF DETERGENT AND ITS EFFECTS ON ENVIRONMENT.
Detergent is a petrochemical compound and has molecular structure, $R-SO_3Na^+$ ($R = \text{alkyl I benzene}$). It is more easily dissolved in water than ordinary soap ($R-COONa^+$) and do not presipitate in hard water. Based on its electric charge, detergent can be divided into three groups ie. anionic (has negatively charge ion), catio-nic (has positively charged ion) and non-ionic detergent While, based on its molecular structure, can be divided into two groups ie. straight chain (LAS = linear alkylbenzene sulfonate) and branched chain detergent (ABS = alkylbenzene sulfonate). The straight chain detergent is more degradable in aquatic environment than the branched one. Detergent has strong cleaning capacity than ordinary soap, but an excess application will resulting negative effect to aquatic environment e.g. accelerate shallowness process and reduce esthetic value. At certain degree of concentration, it will be harmful to the life of aquatic organisms.

PENDAHULUAN

Untuk membersihkan badan dan perabot rumah tangga, zaman dahulu biasa digunakan minyak zaitun dan cairan buah-buahan, yang dicampur dengan abu dari bermacam tumbuh-tumbuhan. Sabun belum-lah dikenal pada waktu itu. Sabun adalah hasil hidrolisis lemak dalam suasana alkalis, yang menghasilkan gliserol dan garam alkali. Sabun merupakan zat pembersih, karena mempunyai sifat pengemulsi (emulgator) dan dapat menurunkan tegangan permukaan zat cair (surface tension) (ISKANDAR 1974). Beberapa sabun dengan berat molekul yang tinggi dan derajat ketidakjenuhan yang besar, merupakan zat pembunuh kurnan yang selektif, seperti natrium resinolat, yang mempunyai daya detoksikasi terhadap token diphteri dan tetanus (WINARNO

1984). Pada proses pembuatan sabun, lemak (lemak hewan, minyak kelapa sawit, minyak kelapa) yang dipanaskan dengan logam alkali (lindi natron atau lindi kali), akan menghasilkan gliserol dan garam natrium atau kalium dari asam lemak. Proses ini disebut proses penyabunan atau saponifikasi. Sabun dari logam-logam alkali ini larut dalam air dan dipakai sebagai bahan untuk pengemulsi dan pembersih, sedangkan sabun dari logam-logam lain menurut HOLLEMAN (1946) biasanya tidak larut dalam air dan tidak dapat dipakai untuk pembersih. Secara kimia sabun adalah suatu garam dari asam lemak berantai panjang dengan rumus kimia $R-COONa^+$ (R adalah rantai hidrokarbon). Sabun yang dipakai dalam kehidupan sehari-hari, biasanya adalah campuran dari garam natrium dengan lemak yang mempunyai jumlah atom

1). Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi - LIPI, Ambon.

karbon banyak seperti asam palmitat, stearat dan oleat. Sabun yang terbuat dari campuran lemak dengan garam natrium disebut sabun keras, sedangkan yang terbuat dari garam kalium, disebut sabun lunak. Sabun lunak lebih mudah larut dalam air dibandingkan dengan sabun keras. Reaksi dari pembuatan sabun dapat dilihat pada Gambar 1. Disamping itu keuntungan dari sabun yaitu dibuat dari sumber alam yang dapat diperbaharui dan mudah didegradasi oleh bakteri, sehingga tidak menimbulkan polusi. Tetapi dalam penggunaannya terutama dalam air sadah, sabun membentuk endapan dengan logam magnesium dan kalsium, sehingga mengurangi daya cuci sabun tersebut. Selain itu endapan bisa menempel pada kain dan ini akan mengganggu dalam proses pencucian.

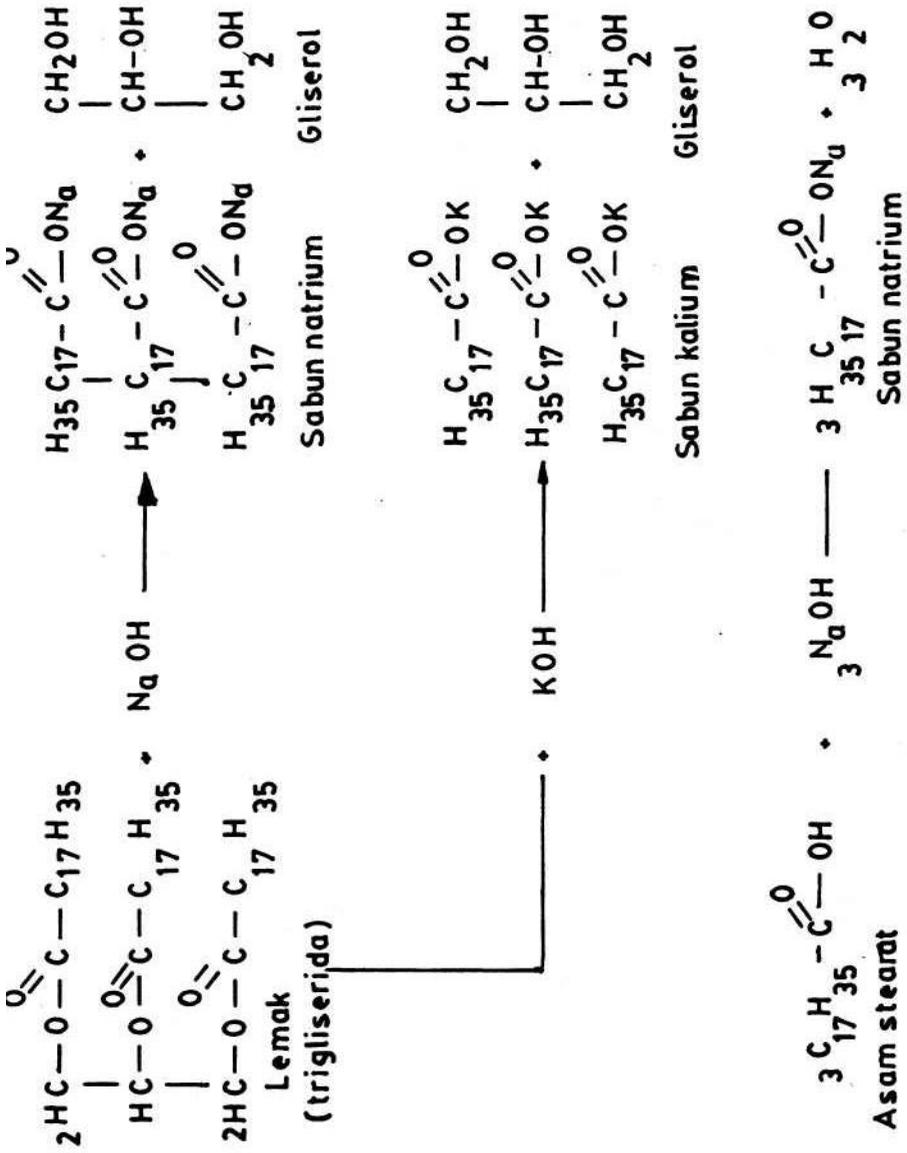
DETERJEN

Ilmu pengetahuan selamanya akan menguntungkan masyarakat, karena dapat memberikan sumbangan yang berpianfaat. Contoh dari hasil ilmu pengetahuan dalam bidang kimia adalah perubahan penggunaan sabun oleh deterjen. Setelah perang dunia kedua, ditemukan pengganti sabun yaitu deterjen. Hanya dalam waktu lebih kurang satu dekade deterjen mampu mendesak sabun yang pemakaiannya telah bertahan lama dalam peradaban manusia (\pm 450 tahun). Kata deterjen berasal dari bahasa latin "detere" yang berarti membersihkan. Deterjen sendiri diartikan sebagai bahan pencuci, sedangkan dalam kehidupan sehari-hari yang dimaksudkan dengan deterjen adalah deterjen sintesis, selain sabun. Deterjen dibuat dari bahan petrokimia, dengan rumus kimia hampir menyerupai rumus kimia sabun, dimana gugus $-\text{COO}$ pada sabun diganti dengan gugus $-\text{SO}_3$, yaitu $\text{R}-\text{SO}_3\text{Na}^+$, sedangkan R adalah gugus alkil benzen yang dibuat dari propilen dan benzen, yang merupakan hasil buangan produk petrokimia. Senyawa deterjen lebih mudah larut di dalam air jika dibandingkan dengan sabun dan

tidak mengendap dalam air sadah. Disamping kelebihan deterjen dibandingkan dengan sabun, ada kekurangannya yaitu gugus $\text{R}-\text{SO}_3$ ini sukar diuraikan oleh bakteri.

SIFAT KIMIA DAN FISIKA DETERJEN

Sifat kimia deterjen yang terpenting adalah sebagai zat pengemulsi (emulgator). Emulsi adalah dispersi atau suspensi suatu cairan dalam cairan yang lain, yang molekul-molekul kedua cairan tersebut tidak saling bercampuir tetapi saling antagonis (WINARNO 1984). Air dan minyak merupakan dua cairan yang tidak saling bercampur, tetapi saling ingin berpisah, karena air mempunyai polaritas yang tinggi (merupakan senyawa polar) sedangkan minyak mempunyai polaritas yang sangat rendah (senyawa non polar). Setiap emulsi biasanya terdiri dari tiga bagian utama yaitu bagian terdispersi, pendispersi, dan emulsifier. Bagian terdispersi terdiri dari butir-butir molekul organik (biasanya senyawa non polar seperti molekul lemak), bagian pendispersi (continue phase) terdiri dari molekul-molekul polar yaitu air, sedangkan bagian emulsifier berfungsi untuk menjaga kestabilan emulsi (HUTAGALUNG 1987, komunikasi pribadi). Emulsi merupakan salah satu sifat dari sabun maupun deterjen. Zat-zat yang tidak larut oleh sabun maupun deterjen didispersikan sedemikian rupa sehingga seolah-olah kelihatannya laut. Sabun dan deterjen merupakan zat pengemulsi yang baik. Daya kerja zat pengemulsi terutama disebabkan oleh bentuk molekulnya yang terikat baik pada minyak maupun air. Bila zat pengemulsi tersebut lebih terikat atau larut dalam air, maka molekul-molekul minyak lebih mudah masuk ke dalam molekul-molekul air, sehingga terjadi dispersi minyak dalam air (O/W). Sebaliknya bila zat pengemulsi lebih larut dalam minyak akan terjadi emulsi air dalam minyak (W/O). Lebih lanjut diterangkan bila butir-butir lemak telah berpisah karena adanya tenaga mekanik (pengocokkan), maka butir-butir



Gambar 1. Reaksi-reaksi pembuatan sabun (MORRISON & ROBERT 1980).

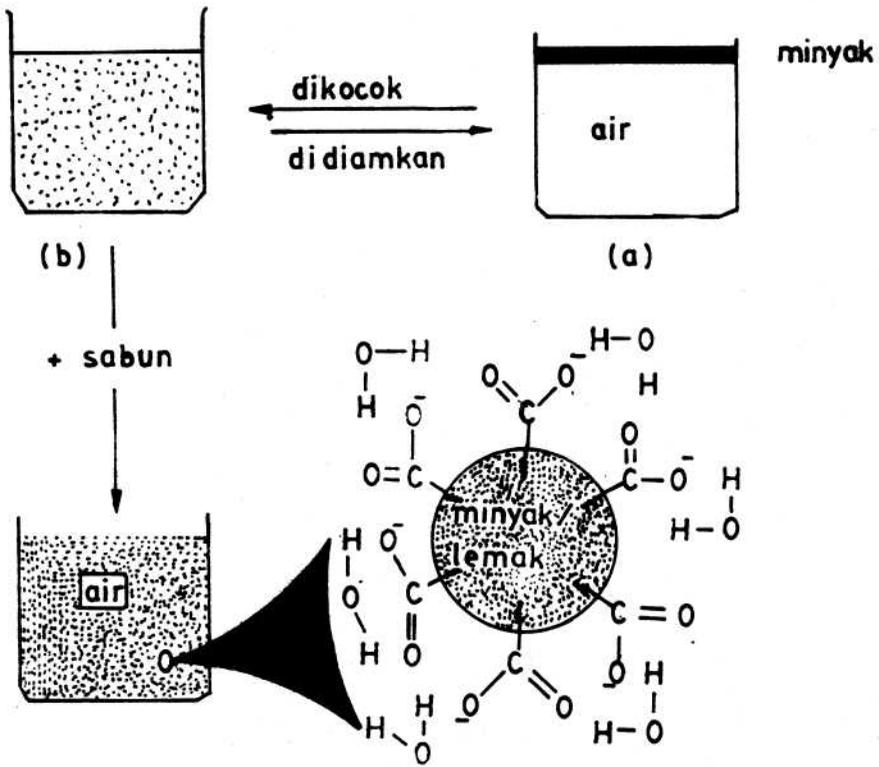
lemak yang terdispersi tersebut segera diselubungi oleh selaput tipis zat pengemulsi (Gambar 2). Bagian molekul zat pengemulsi yang tidak berkutub, larut dalam lapisan hiar butir-butir lemak, sedangkan bagian yang berkutub, menghadap ke pelarut (Gambar 3).

Senyawa deterjen umumnya mudah larut dalam air, dan dalam air sadah tidak membentuk endapan dengan logam magnesium dan kalsium serta mempunyai gugus R-SO_3 yang sangat stabil, sehingga sukar diuraikan oleh bakteri.

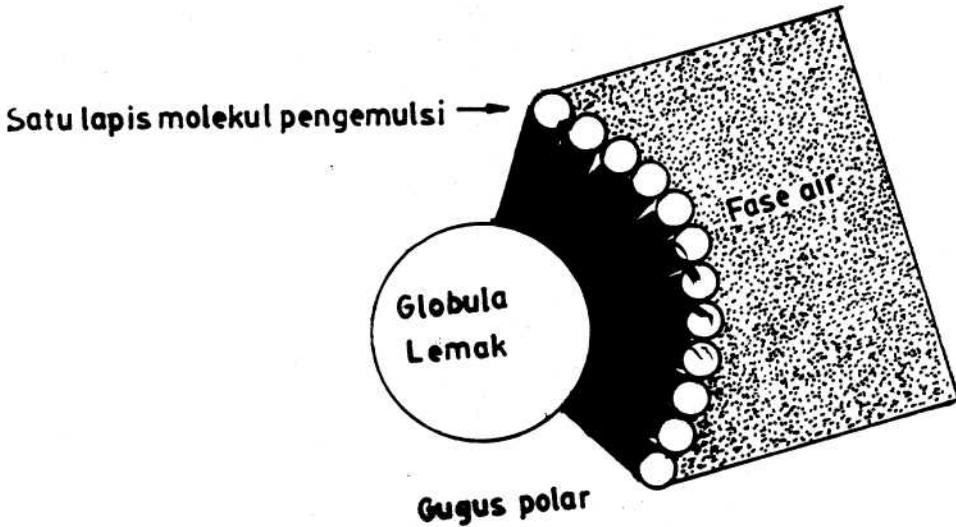
Secara fisika deterjen merupakan zat yang berfungsi meniadakan tegangan permukaan zat cair (surface tension). Menurut ISKANDAR (1974), tegangan permukaan adalah suatu tegangan yang diperlukan agar selaput permukaan tidak pecah. Deterjen ataupun sabun merupakan zat aktif permukaan yang dapat menurunkan tegangan permukaan air dan meningkatkan daya pembersih air dengan jalan mengemulsikan lemak atau kotoran-kotoran yang ada. Seperti sabun, deterjen dapat juga memperlihatkan aktivitas permukaan yang baik, dimana molekul-molekul yang larut tidak terbagi rata dalam larutan, tetapi berkumpul pada bidang batas dan menurunkan tegangan permukaan pada bidang batas tersebut. Akibat penurunan tegangan permukaan pada bidang batas ini, larutan deterjen atau sabun lebih mudah memasuki ruang-ruang kapiler dari air murni. Penggumpalan pada bidang batas antara kain dan kotoran, dan antara kotoran dengan kotoran itu sendiri, ditingkatkan oleh daya gabung tertentu bidang batas terhadap molekul-molekul sabun yang diionisasi. Akibat dari adsorpsi ini, terjadi keadaan tolak menolak antara kain dan kotoran dan antara kotoran dengan kotoran itu sendiri. Dengan demikian, deterjen maupun sabun membuat kain menjadi bersih dan mendispersikan kotoran-kotoran ke dalam larutan. Proses terjadinya tegangan permukaan, dimana pada A terdapat gaya tarik menarik ke segala arah, sehingga molekul A dapat bergerak bebas

(Gambar 4). Pada B gaya tarik menarik hanya kearah bawah, sehingga pada B hanya ada tegangan kebawah. Jadi pada permukaan ada tegangan yang membuat selaput permukaan itu tidak pecah. Dalam Gambar 5 (belahan dari suatu cairan), pada A terdapat gaya tarik ke segala arah, pada B hanya ada gaya tarik kearah titik pusat, sehingga pada permukaan ada gaya yang menahan selaput itu agar tidak pecah. Gaya-gaya ini disebut tegangan permukaan (surface tension) dan dinyatakan dalam gr.cm^{-1} atau dyne.cm^{-1} . Tegangan permukaan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: suhu, sabun, deterjen, alkohol, asam-asam organik dan ester-ester. Dengan perkataan lain faktor ini dapat menurunkan tegangan permukaan. Pada waktu mencuci, tanpa menggunakan sabun atau deterjen, air akan sulit memasuki bagian kotoran (Gambar 6), karena terhalang oleh tegangan permukaan air yang menyentuh kotoran tersebut. Dalam hal ini deterjen atau sabun mempunyai sifat merusak tegangan permukaan air atau menurunkan tegangan permukaan tersebut. Penurunan tegangan permukaan oleh sabun atau deterjen, akan menyebabkan air dapat mengeluarkan kotoran dari pakaian, sehingga pakaian menjadi bersih (HUTAGALUNG 1987, komunikasi pribadi).

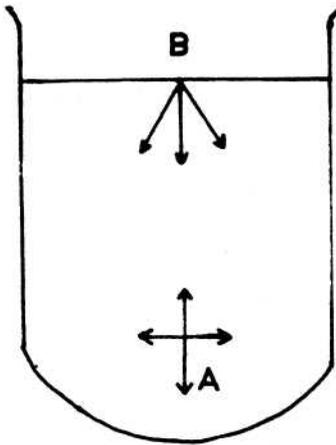
Pada umumnya deterjen digolongkan atas 3 bagian yaitu deterjen anionik, deterjen kationik, dan deterjen non-ionik. Deterjen anionik adalah deterjen yang bagian muatan negatifnya dapat menurunkan tegangan permukaan zat cair. Deterjen anionik ini mudah larut dalam air (Gambar 7). Deterjen kationik adalah deterjen yang bagian muatan positifnya dapat menurunkan tegangan permukaan zat cair. Seperti deterjen anionik, deterjen kationik juga mudah larut dalam air (Gambar 8). Sedangkan deterjen non-ionik sama sekali tidak mengandung muatan positif maupun negatif. Berbeda dengan kedua jenis deterjen terdahulu, deterjen non-ionik sukar larut dalam air (Gambar 9).



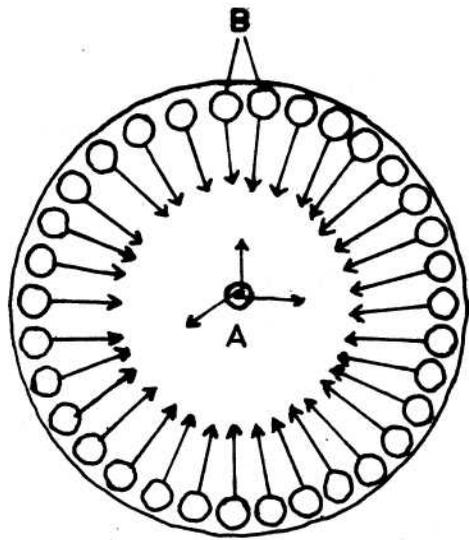
Gambar 2. Skema emulsi minyak dalam air



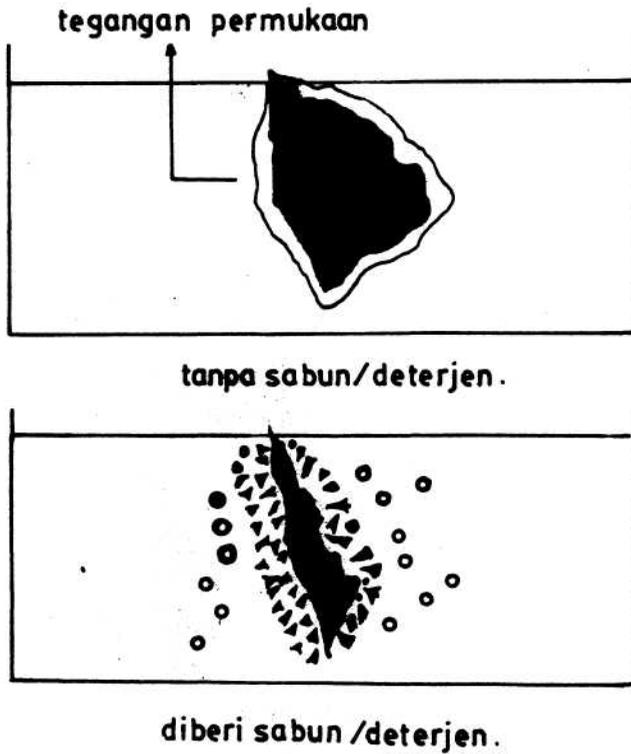
Gambar 3. Skema orientasi molekul pengemulsi.



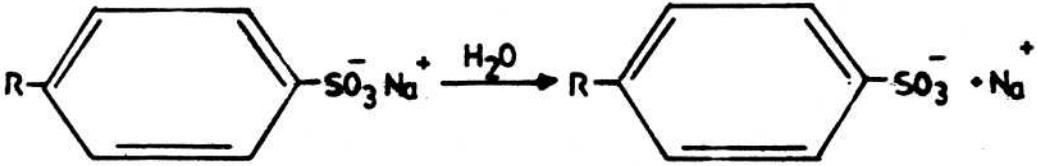
Gambar 4. Gaya tegangan permukaan zat cair.



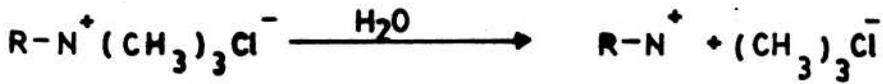
Gambar 5. Gaya tegangan permukaan zat cair dilihat dari belahan bola zat cair.



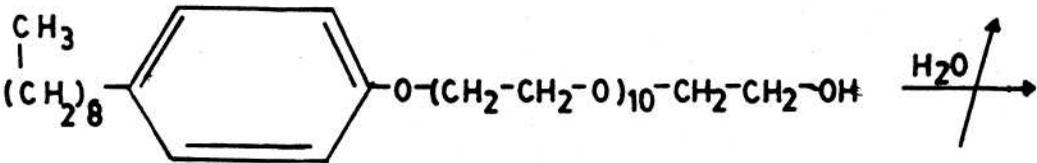
Gambar 6. Sabun menghancurkan tegangan permukaan zat cair.



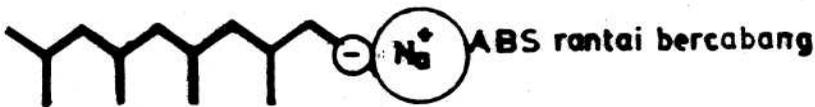
Gambar 7. Ionisasi deterjen anionik dalam air.



Gambar 8. Ionisasi deterjen kationik dalam air.



Gambar 9. Deterjen non-ionik dalam air.



Gambar 10. Jenis deterjen rantai lurus dan rantai cabang.

DAMPAK DETERJEN

Walaupun kehadiran deterjen cukup mendapat sambutan hangat dari para konsumen, namun tidak berarti bahwa deterjen tidak mempunyai dampak negatif. Dampak negatif deterjen terhadap lingkungan perairan, dapat dikategorikan atas 3 bagian yaitu pendangkalan perairan, pencemaran lingkungan dan pencemaran biota.

1. Pendangkalan perairan

Ada beberapa jenis deterjen yang gugus alkilnya adalah bukan turunan alkana yang mempunyai rantai lurus. Jenis deterjen ini dibuat secara sintesis dari bahan minyak bumi. Pada umumnya deterjen ini merupakan turunan alkana dengan rantai bercabang dari gugus alkil dan sukar diuraikan oleh bakteri. Menurut HAMMERTON (1955) dan SHARMAN (1964) deterjen sintesis yang dibuat dari bahan dasar alkil benzen sulfonat yang tidak bercabang, tallow alkil sulfat dan alkil etoksilat sulfat adalah jenis-jenis deterjen yang dapat diuraikan oleh bakteri, tetapi deterjen sintesis yang dibuat dari bahan dasar alkil benzen sulfonat yang bercabang sukar diuraikan oleh bakteri.

Menjelang tahun 1971, diperkirakan 30% — 40% fosfor yang masuk ke perairan berasal dari deterjen fosfat (GRUNDY 1971) dan menurut LAWS (1981) dalam setiap gram deterjen, dijumpai 6% - 8% unsur fosfor. Gugus fosfat sukar diuraikan oleh bakteri, karena itu hams diganti dengan gugus lain, yang dalam hal ini ditemukan gugus nitrilo triasetat sebagai pengganti. Akibat sukarnya gugus fosfat diuraikan oleh bakteri, maka akan terjadi penimbunan fosfat, yang makin lama makin bertambah banyak. Bila hal ini memasuki lingkungan perairan, dapat menimbulkan terjadinya pendangkalan suatu perairan.

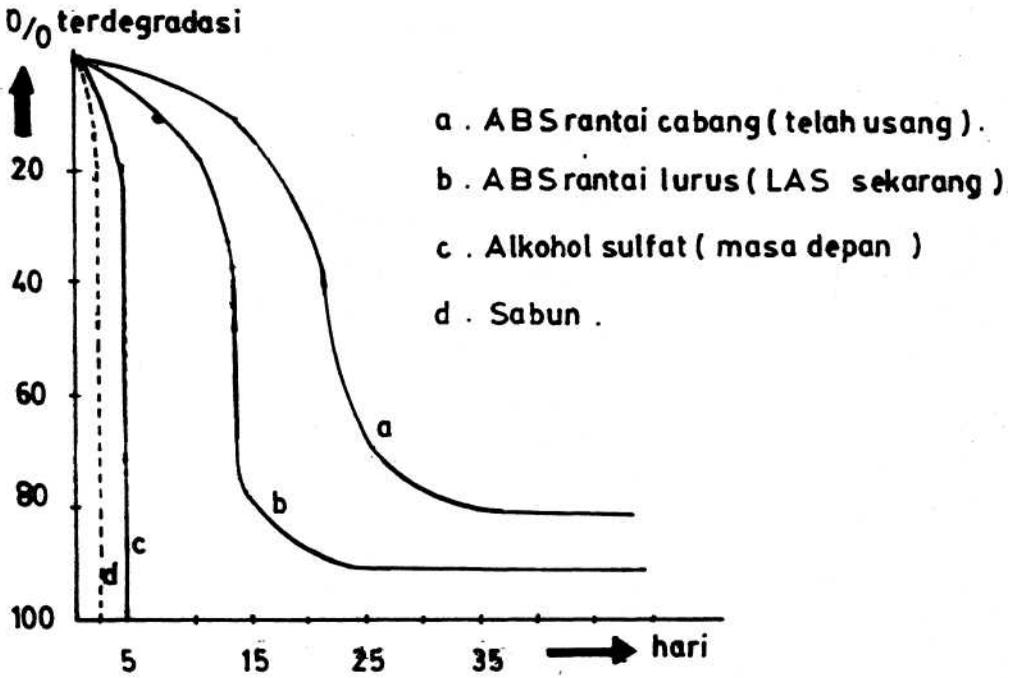
2. Pencemaran lingkungan

Pada dasarnya deterjen tidak beracun, tetapi pada kadar yang cukup tinggi deterjen dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

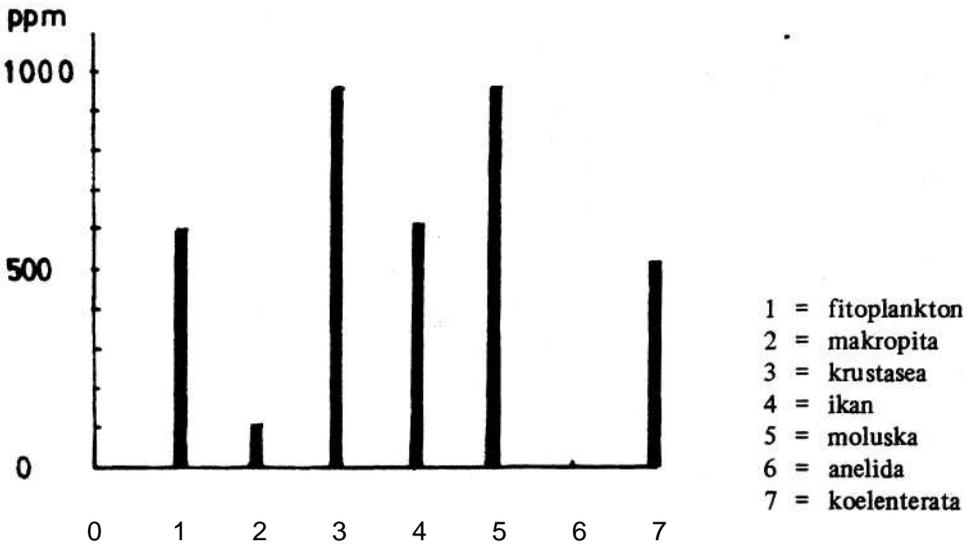
Karena sifat deterjen yang aktif permukaan, maka dengan kadar yang rendahpun (kira-kira 0,5 ppm), deterjen sudah membentuk busa. Busa ini akan menghambat difusi oksigen dari udara ke perairan. Air buangan deterjen dapat meresap ke dalam air tanah, sehingga pemanfaatan air tanah yang mengandung deterjen ini sebagai air minum atau air mandi akan mengganggu kesehatan manusia. Terhadap lingkungan, dampak deterjen dapat menimbulkan eutrofikasi (pengayaan zat hara), dan ini akan merangsang pertumbuhan biota nabati air yang tidak diinginkan dan dapat menurunkan estetika (KANTOR NEGARA KEPENDUDUKAN dan LINGKUNGAN HIDUP 1984). Oleh karena deterjen yang mempunyai rantai bercabang, seperti alkil benzen sulfonat sukar didegradasi oleh mikroorganisme, maka diadakanlah penelitian tentang pembuatan deterjen yang mudah terurai di alam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa deterjen yang berantai lurus ternyata lebih mudah terurai dibandingkan deterjen yang bercabang (Gambar 10), kemudian penemuan baru lagi dengan ditemukannya senyawa natrium alkil sulfat dengan rumus kimia $R-OSO_3Na^+$. Deterjen ini paling mudah terdegradasi dan kecepatan degradasinya hampir sama dengan kecepatan degradasi sabun (Gambar 11).

3. Pencemaran Biota

Deterjen sintesis pada konsentrasi tertentu akan bisa mencegah perkembangan populasi plankton, seterusnya populasi organisme dalam suatu perairan. Daerah toksis konsentrasi deterjen baik yang anionik maupun yang non-ionik terhadap berbagai organisme dapat dilihat pada Gambar 12. Daerah toksis untuk fitoplankton berkisar antara 10 ppm — 600 ppm, makropita berkisar antara 0,8 ppm — 100 ppm, krus-tasea berkisar antara 2 ppm - 950 ppm, ikan berkisar antara 0,8 ppm - 600 ppm, moluska berkisar antara 0,2 ppm — 950 ppm, anelida berkisar antara 0,1 ppm — 10 ppm, dan koelenterata berkisar antara 9 ppm - 500 ppm (PATIN 1982).



Gambar 11. Tingkat penguraian dari beberapa deterjen.



Gambar 12. Daerah toksis konsentrasi deterjen terhadap berbagai organisme.

KESIMPULAN DAN SARAN

Deterjen sintetis akan mempercepat terjadinya proses pendangkalan perairan. Hal ini disebabkan adanya jenis-jenis deterjen sintetis tertentu yang tidak dapat diuraikan oleh bakteri. Umumnya deterjen dibuat dari alkil benzen sulfonat dengan rantai yang bercabang. Untuk menjaga kelestarian lingkungan suatu perairan, perlu diperhatikan pemakaian jenis deterjen sintetis serta menghindari pembuangan sampah deterjen ini secara berlebihan ke dalam suatu lingkungan perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- GRUNDY, R.D. 1971. Strategies for control of man made eutrophication. *Environ. Sci. Tech.* 5 : 1184-1190.
- HAMMERTON, C. 1955. Observation on the decay of synthetic anionic detergents in natural waters. *J. Appl. Chem.* 5 : 517-524.
- HOLLEMAN, L.W.J. 1946, *Kimia organik*. Edisi ke 16. J.B.Wolter Djakarta, Groningen, 723 hal.
- ISKANDAR, Y. 1974. *Biokimia*. Seri penuntun kuliah, bag. 1. Inst. For Personality and Educat. Res. Yayasan Dharma Graha Jakarta, 149 hal.
- KANTOR MENTERI NEGARA KEPENDUDUKAN dan LINGKUNGAN HIDUP 1984. Bahan Penyusun RPP Baku Mutu Air Laut untuk Mandi dan Renang, Biota laut, dan Budidaya Biota laut. Hasil Lokakarya Baku Mutu lingkungan Laut, Bogor, 32 hal.
- LAWS, E.A. 1981. *Aquatic pollution*. John Wiley & Sons, United States, 482 pp.
- MORRISON, R.T. and N. ROBERT 1980. *Organic chemistry*. 3rd ed. Allyn and Bacon Inc, United States, 1258 pp.
- PATIN, S.A. 1982. *Pollution and the biological resources of the ocean*. Butterworth, London, 287 pp.
- SHARMAN, S.H. 1984. Extensive biodegradation of synthetic detergents. *Nature* 201 : 704 - 705.
- WINARNO, G.F. 1984. *Kimia pangan dan gizi* P.T. Gramedia, Jakarta 239 hal.