

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Daya Detergensi

2.1.1.1 Detergensi

Detergensi adalah sifat spesifik zat aktif permukaan untuk membersihkan suatu permukaan dari kotoran. Tetapi zat aktif permukaan tidak dapat membersihkan kotoran dari permukaan dengan optimal tanpa bantuan zat penunjang, sehingga detergensi diartikan lebih khusus sebagai sifat spesifik zat aktif permukaan yang memperbesar daya bersih dari suatu bahan pencuci. Detergensi adalah proses pembersihan permukaan padat dari benda asing yang tidak diinginkan dengan menggunakan cairan pencuci berupa larutan surfaktan. Sedangkan detergen merupakan bahan yang digunakan untuk meningkatkan daya pembersihan oleh air (Fauziah, 2010).

Proses detergensi merupakan proses adsorpsi dimana pada proses itu kotoran harus dihilangkan dari substrat. Surfaktan pada detergen memiliki kemampuan unik untuk mengangkat kotoran, baik yang larut dalam air maupun yang tak larut dalam air. Salah satu ujung molekul surfaktan (ekor) bersifat hidrofobik akibatnya bagian ini menembus kotoran yang berminyak. Ujung kepala surfaktan bersifat hidrofilik yang berperan melepaskan dan mendispersikan kotoran dari kain, sehingga tidak kembali menempel ke kain. Oleh karena itu, warna kain dapat dipertahankan. Proses detergensi meliputi dua hal yaitu:

- a. Proses pelepasan kotoran pada detergensi dibedakan menjadi dua, berdasarkan jenis kotoran yang melekat pada substrat yaitu pelepasan kotoran padat dan pelepasan kotoran cair yang mempunyai mekanisme berlainan. Solid soil (kotoran padat) seperti pasir, tanah, dan lemak padat, pelepasan kotoran dari substrat melalui proses pembasahan, sedangkan liquid soil (kotoran cair) seperti minyak, pelepasan kotoran dari substrat melalui proses penggulungan.

- b. Suspensi kotoran ke dalam larutan pencuci dan mencegah kotoran mengendap kembali pada substrat. Proses detergensi dapat diketahui dengan membandingkan berat kain bersih, berat kain kotor dan berat kain setelah pencucian dengan detergen. Kain bersih (awal) yang sudah diketahui beratnya dikotori dengan kotoran standar yang terdiri dari kaolin, FeCl_3 , bensin, lemak, karbon hitam dalam aseton, dikeringkan dan ditimbang. Kain kering ditimbang dan dicatat sebagai berat kain yang telah terkena kotoran. Persentase kotoran yang menempel dinyatakan dalam persamaan (1) berikut (Arini, 2008):

$$PK = \frac{BKK - BBB}{BKK} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

PK : persen kotoran yang menempel

BKK : berat kain kotor

BBB : berat kain bersih (awal) sebelum pencucian

Kain kotor dicuci dengan larutan detergen dalam waktu tertentu, dikeringkan dan ditimbang. Persen kehilangan kotoran dihitung dengan persamaan (2).

$$PK' = \frac{BKK - BBB'}{BKK} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

PK' : persen berkurangnya kotoran

BKK : berat kain kotor

BBB' : berat kain bersih setelah pencucian

Kemudian dari data persentase berkurangnya kotoran dan persentase kotoran yang menempel dapat dihitung kemampuan larutan pencuci dalam membersihkan substrat yang disebut sebagai detergensi dan dinyatakan dalam persamaan (3).

$$\text{Detergensi} = \frac{PK'}{PK} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

PK : persen kotoran yang menempel

PK' : persen berkurangnya kotoran

2.1.1.2 Metode Uji Daya Detergensi

Pengujian daya detergensi digunakan untuk mengidentifikasi efektivitas busa dalam membersihkan kotoran yang menempel pada kain. Uji daya detergensi dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan pembilasan dan tanpa pembilasan. Detergen mengangkat kotoran pada kain dengan cara menurunkan tegangan permukaan untuk membentuk emulsi, kemudian mengikat kotoran dalam bentuk suspensi sehingga kotoran tersebut dapat dibuang dan tidak mengendap kembali (Yuliyanti, 2019).

Pada surfaktan, gugus COO⁻ merupakan bagian polar yang bersifat larut air (hidrofilik), sedangkan gugus R yang merupakan rantai karbon panjang C12–C18 merupakan bagian non polar dan tidak larut air (hidrofobik) serta larut dalam pelarut non polar seperti minyak.

1. Uji daya detergensi tanpa pembilasan

Daya detergensi digunakan untuk mengetahui kemampuan surfaktan dari detergen dalam membersihkan kotoran pada pakaian. Penambahan ekstrak dan pH dapat mempengaruhi peningkatan daya detergensi. Hal ini dikarenakan pH tinggi menunjukkan banyaknya ion OH⁻. Semakin banyak gugus OH⁻ yang dihasilkan maka akan semakin banyak pula gugus non polar pada lemak pakaian yang terangkat.

2. Uji Daya Detergensi dengan Pembilasan

Adanya ion OH⁻ pada saponin triterpenoid berpengaruh pada nilai daya detergensi yang dihasilkan. Ion OH⁻ akan berikatan dengan gugus nonpolar (bermuatan positif) pada lemak/asam lemak. Semakin banyak ion OH⁻ yang dihasilkan maka akan semakin banyak

gugus nonpolar yang terikat oleh ion OH^- sehingga akan semakin banyak lemak yang terlepas dari kain putih. Adanya pembilasan menyebabkan warna kain menjadi lebih bersih serta proses kotoran yang masih tersisa pada kain substrat dapat dihilangkan. Gugus OH^- dalam air membantu pelarutan sisa minyak (Yuliyanti, 2019).

2.1.2 Surfaktan

2.1.2.1 Pengertian Surfaktan

Surfaktan adalah molekul yang mengandung gugus hidrofilik dan lipofilik pada molekul yang sama. Pada surfaktan terdapat dua bagian yaitu kepala dan ekor. Gugus hidrofilik berada pada bagian kepala sehingga bersifat polar dan gugus lipofilik berada pada bagian ekor sehingga bersifat non polar. Bagian polar surfaktan dapat bermuatan positif, negatif atau bahkan netral. Bagian non polar merupakan rantai alkil panjang, sedangkan bagian polar mengandung banyak gugus hidroksil.

Surfaktan dapat menurunkan tegangan permukaan dan tegangan antar muka, meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi, serta mengontrol jenis formulasi baik itu minyak dalam air (o/w) atau air dalam minyak (w/o). Surfaktan akan terserap ke dalam permukaan minyak atau air sebagai penghalang yang akan mengurangi atau menghambat penggabungan (*coalescence*) dari partikel yang terdispersi (Utami, 2019). Sifat-sifat ini dapat diperoleh karena sifat ganda dari molekulnya.

Penambahan surfaktan dalam larutan akan menyebabkan tegangan permukaan pada larutan tersebut turun. Tegangan permukaan akan konstan walaupun konsentrasi surfaktan ditingkatkan pada konsentrasi tertentu. Apabila surfaktan ditambahkan hingga melebihi konsentrasi tersebut maka surfaktan akan mengalami agregasi dengan membentuk misel. Batas konsentrasi yang dapat menyebabkan terbentuknya misel ini disebut *Critical Micelle Concentration* (CMC). Tegangan permukaan akan menurun hingga CMC tercapai. Setelah CMC

tercapai, tegangan permukaan akan konstan yang menunjukkan bahwa antar muka jenuh dan kemudian terbentuk misel yang ada dalam keseimbangan dinamis dengan monomernya (Nurzaman, 2018). Penggunaan surfaktan bertujuan untuk meningkatkan kestabilan emulsi dengan menurunkan tegangan antarmuka antara fasa minyak dan air. Surfaktan digunakan baik dalam bentuk emulsi minyak dalam air maupun dalam bentuk emulsi air dalam minyak.

2.1.2.2 Penggolongan surfaktan

Berdasarkan muatannya surfaktan dibagi menjadi empat golongan yaitu:

1. Surfaktan anionik yaitu surfaktan yang gugus alkilnya terikat pada anion. Karakteristik hidrofilik dari surfaktan tersebut disebabkan oleh adanya gugus ionik yang cukup besar berupa gugus sulfat atau sulfonat. Contoh surfaktan anionik adalah Alkilbenzen Sulfonat Linier (LAS), Alkohol Sulfat (AS), Alkohol Ester Sulfat (AES), Alfa Olein Sulfonat (AOS), parafin (*Secondary Alkane Sulfonate*, SAS) dan Metil Ester Sulfonat (MES).
2. Surfaktan kationik yaitu surfaktan yang alkilnya terikat pada kation. Surfaktan kationik memecah dalam cairan, dengan kepala surfaktan kationik sebagai pembawa sifat aktif permukaan. Contoh surfaktan kationik adalah garam alkil trimetil amonium, garam dialkildimetil amonium dan garam alkil dimetil benzil amonium.
3. Surfaktan nonionik yaitu surfaktan yang alkilnya tidak bermuatan. Contoh surfaktan anionik adalah ester gliserol asam lemak, ester sorbitan asam lemak, ester sukrosa asam lemak, polietilena alkil amina, glukamina, alkil poliglukosida, mono alkanol amina, dialkanol amina dan alkil amina oksida.
4. Surfaktan amfoter yaitu surfaktan yang alkilnya mempunyai dua muatan, yaitu muatan positif dan negatif. Contoh dari surfaktan amfoter adalah surfaktan yang mengandung asam amino, betain, fosfobetain.

Surfaktan digolongkan menjadi dua golongan besar, yaitu surfaktan lipofilik atau larut minyak dan surfaktan hidrofilik atau larut air, sebagai berikut:

1. Surfaktan yang larut dalam minyak. Ada tiga senyawa yang tergolong surfaktan lipofilik, yaitu senyawa polar berantai panjang, senyawa fluorokarbon, dan senyawa silikon.
2. Surfaktan yang larut dalam air. Golongan ini sebagai zat pembasah, pembusa, pengemulsi, anti busa, flotasi, detergen, pencegah korosi, dan lain sebagainya. Terdapat empat senyawa yang tergolong surfaktan larut air, yaitu surfaktan anion, surfaktan, surfaktan nonion yang tak terionisasi, dan surfaktan amfoter yaitu surfaktan yang bermuatan negatif dan positif bergantung pada pH-nya.

2.1.3 Detergen

2.1.3.1 Pengertian Detergen

Detergen adalah istilah yang digunakan untuk menyebut berbagai macam bahan pembersih. Detergen digunakan untuk menghilangkan kotoran dari pakaian, alat-alat makan dan lain sebagainya. Kandungan detergen adalah senyawa organik yang dapat menurunkan tegangan permukaan dan membentuk perantara antara kotoran dengan pelarut sehingga terbentuk busa.

Detergen adalah zat yang tidak dapat diuraikan dalam jangka waktu yang lama di kondisi perairan alami atau disebut zat persisten. Karena tidak terdapat mekanisme atau zat alami yang dapat menguraikan zat tersebut, maka akan mengumpul dalam air maupun organisme air. Detergen akhirnya akan menyulitkan pengolahan air (Wulansari, 2012).

Detergen dapat menghambat kerja unit penyisihan lemak sehingga menghambat proses pengolahan air buangan. Zat terlarut dan lemak yang seharusnya tersisihkan dalam kedua unit tersebut dapat terus terakumulasi dalam air akibat adanya detergen (Wulansari, 2012).

Detergen memiliki struktur kimia yang terdiri atas ujung karbon hidrofobik dan ujung lainnya berupa sulfat sehingga dapat mengemulsi lemak. Oleh karena itu detergen memiliki kemampuan tinggi dalam mengangkat dan mengikat kotoran. Hal ini yang menyebabkan detergen memiliki daya bersih yang tinggi.

2.1.3.2 Komposisi Detergen

Detergen adalah produk yang memiliki bahan aktif surfaktan dalam jumlah besar. Akan tetapi selain surfaktan, detergen juga mengandung bahan-bahan lain berupa zat pembentuk (*Builder*), *Filler* dan *Additives* (Wulansari, 2012).

1. Zat pembangun (*Builder*)

Zat pembangun pada umumnya berfungsi untuk meningkatkan daya cuci detergen beberapa zat pembangun yang sering digunakan adalah:

a. Polifosfat

Tripoli Sodium Fosfat (TSP) merupakan polifosfat yang sering digunakan sebagai zat pembangun (*builder*) dalam pembuatan detergen. Polifosfat ini bersifat basa, melunakkan air sadah, sebagai buffer, mencegah redeposisi, dan menyebarkan detergen dalam larutan. Hampir semua polifosfat digunakan dalam detergen bubuk karena dapat membantu mempercepat pelarutan dan mencegah terjadinya penggumpalan. Dibalik keuntungannya, polifosfat dapat menyebabkan eutrofikasi pada air, sehingga penggunaannya dibatasi.

b. Sodium karbonat dan Sodium silika

Kedua senyawa ini ditambahkan dalam detergen untuk menjaga kebasaaan detergen atau buffer karena pengikatan kotoran akan lebih efektif apabila dalam suasana basa. Kotoran asam lemak dapat disisihkan dengan mengubahnya menjadi sabun melalui penambahan basa.

c. Polimer

Polimer dapat mengadsorpsi kotoran dan mencegah redeposisi. Karboksil metil selulosa (CMC) adalah polimer anionik yang sering digunakan. Salah satu contoh lain dari polimer yaitu polimer non ionic, polietilen glikol.

d. Sodium sulfat

Sodium sulfat dapat mengontrol energi ionik serta meningkatkan aktivitas permukaan. Penggunaan polivalen efektif untuk mencapai energi ionik besar. Namun akan terjadi pengendapan apabila digunakan kation atau ion-ion logam sebagai hasil dari reaksi dengan surfaktan. Untuk mencegah pengendapan tersebut, maka dapat digunakan sodium sulfat sebagai ion polivalen.

2. Filler (pengisi)

Filler (pengisi) adalah bahan tambahan detergen yang digunakan untuk menambah kuantitas detergen akan tetapi tidak meningkatkan daya bersih detergen tersebut (inert). Contohnya adalah Sodium sulfat.

3. Pemutih (*bleaching agent*)

Bahan ini berfungsi sebagai penghilang noda yang membandel dan menjamin higienitas dengan membunuh bakteri melalui reaksi oksidasi.

4. Enzim

Ada beberapa enzim yang biasanya ditambahkan dalam detergen khususnya yaitu enzim protease, lipase dan amilase. Enzim-enzim tersebut merupakan katalisator penghancur beberapa jenis kotoran sehingga memudahkan dalam proses pencucian.

5. Bahan tambahan lain

Biasanya bahan tambahan *additive* ini digunakan sebagai bahan penarik dari sebuah produk detergen. Bahan ini ditambahkan dalam jumlah kecil untuk meningkatkan sifat suatu komponen dalam detergen namun tidak berhubungan langsung dengan daya

cuci detergen. Bahan ini bertujuan untuk meningkatkan komersial produk detergen. Contohnya: pewangi, pemutih, pelembut, penstabil enzim, pemutih fluores, antibakteri, penghambat karat.

6. *OBA/Optical Brightener Agent*

Untuk meningkatkan kualitas hasil pencucian, bahan ini sangat ampuh untuk digunakan pada pakaian yang kusam karena pemakaian terlalu lama, atau karena proses pengeringan saat dijemur bahan ini berfungsi untuk membuat pakaian lebih cemerlang. Bahan ini biasanya digunakan pada pengusaha laundry

Kemampuan mencuci menggunakan detergen banyak dipengaruhi berbagai hal diantaranya:

a. Struktur molekul surfaktan

Kemampuan optimum surfaktan dalam pengangkatan partikel-partikel kotoran dalam serat pakaian oleh detergen jika surfaktan yang digunakan memiliki 12-16 rantai karbon.

b. Kesadahan air dan Builder

Kesadahan dalam air disebabkan oleh ion-ion penyebab kesadahan air yaitu Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Hal ini dapat menyebabkan partikel kotoran dalam serat pakaian akan sukar untuk dihilangkan. Ion-ion penyebab kesadahan (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) akan bereaksi dengan builder sehingga dapat menghindari terjadinya reaksi ion-ion penyebab kesadahan dengan surfaktan.

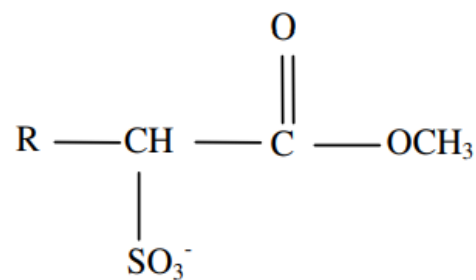
c. Zat antiredeposisi

Zat antiredeposisi adalah kemampuan detergen dalam menghalangi partikel kotoran kembali lagi ke dalam serat pakaian dengan melakukan pengendapan sehingga terbentuk suspensi kotoran.

2.1.3.3 Metil Ester Sulfonat (MES)

Surfaktan MES yang merupakan golongan baru dalam kelompok surfaktan anionik telah mulai dimanfaatkan sebagai bahan aktif pada produk-produk pencuci dan pembersih (washing and cleaning products) (Hui, dan Matheson, 1996 dalam Alamanda 2007). Pemanfaatan surfaktan MES sebagai bahan aktif pada detergen telah banyak dikembangkan karena prosedur produksinya mudah, memperlihatkan karakteristik dispersi yang baik, memiliki tingkat pembusaan yang lebih rendah dan memiliki stabilitas yang baik terhadap pH. Bahkan MES C₁₆-C₁₈ memperlihatkan aktivitas permukaan yang baik, yaitu sekitar 90% dibandingkan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LABS) (de Groot, 1991; Hui, 1996; Matheson, 1996 dalam Amri, 2009).

Surfaktan MES ini dapat diproduksi dengan proses reaksi metil ester dengan agen sulfonasi. Menurut Bernardini (1983) dan Pore (1976), pereaksi yang dapat dipakai pada proses sulfonasi antara lain asam sulfat (H₂SO₄), oleum (larutan SO₃ di dalam H₂SO₄), sulfur trioksida (SO₃), NH₂SO₃H, dan ClSO₃H (Amin, 2009). Untuk menghasilkan kualitas produk MES terbaik, beberapa perlakuan penting yang harus dipertimbangkan adalah rasio mol, suhu reaksi, konsentrasi grup sulfonat yang ditambahkan, waktu netralisasi, jenis dan konsentrasi katalis, pH dan suhu netralisasi (Foster, 1996).

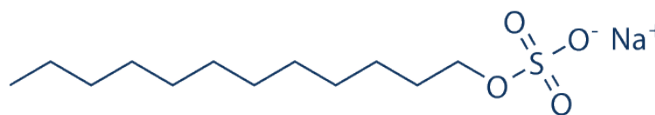


Gambar 2.1. Struktur Molekul MES

2.1.3.4 Sodium Lauryl Sulfate (SLS)

Sodium Lauryl Sulfate (SLS) merupakan komponen yang banyak terdapat dalam formulasi detergen. Meskipun merupakan pembersih yang baik, pada konsentrasi tinggi alkil sulfat mempunyai kecenderungan untuk mengiritasi kulit. Untuk membuat detergen yang menggunakan alkil sulfat menjadi lebih lembut, alkil sulfat digunakan bersamaan dengan alkil eter sulfat atau surfaktan amfoterik yang bersifat kurang iritatif (Sihendra, 2010). Secara umum, Sodium Lauryl Sulfat merupakan pembusa yang baik, terlebih pada air sadah, karakteristik pembusa yang baik diperoleh pada panjang rantai antara C₁₂ hingga C₁₄. SLS memiliki panjang rantai 12 atom karbon dan merupakan surfaktan yang umum digunakan pada detergen sintetis. Kombinasi SLS dengan surfaktan lain memungkinkan adanya peningkatan terhadap kompatibilitas dengan kulit akan tetapi menghasilkan busa yang baik (Barel, 2009).

SLS memiliki *range* pH 6-9. Berbentuk serbuk atau hablur putih atau kuning pucat dengan bau lemah atau bau khas. SLS memiliki kelarutan dalam air dan praktis larut dalam kloroform dan eter. Penyimpanan dalam wadah tertutup rapat dan terlindung dari cahaya. Keamanan SLS secara luar digunakan dalam kosmetik dan sediaan oral serta produk kosmetik. Apabila toksik bahannya cukup beracun dan bisa menyebabkan iritasi akut pada kulit, mata, selaput lendir, saluran pernapasan bagian atas dan perut (Rowe, 2009).



Gambar 2.2. Struktur SLS

2.1.3.4 Dekstrin

Dekstrin adalah produk yang dihasilkan dari hidrolisis pati dengan enzim tertentu atau dengan hidrolisis pati secara basah yang dikatalisis dengan asam (Satterthwaite dan Iwinski, 1973). Menurut Acton (1979), dekstrin adalah produk degradasi pati yang dihasilkan dari hidrolisis tidak sempurna pati dengan katalis asam atau enzim pada kondisi terkontrol. Dekstrin pada umumnya berbentuk bubuk dan berwarna putih sampai kuning keputihan.

Hidrolisa pati akan menghasilkan berat molekul yang lebih kecil dan lebih mudah larut dalam air, terutama air panas. Dalam pembentukan dekstrin juga terjadi transglukosilasi yaitu perubahan ikatan α -D-(1,4)-glikosidik menjadi ikatan α -D-(1,6)-glikosidik. Perubahan ikatan ini menyebabkan dekstrin lebih cepat terdispersi, tidak kental dan lebih stabil dari pada pati asalnya (Satterthwaite dan Iwinski, 1973).

Menurut Lewis (1989), dekstrin merupakan bahan yang aman (*Generally Recognized as Safe*), tidak beracun dan tidak berbahaya untuk dikonsumsi manusia. Dekstrin berfungsi sebagai thickener dan memperbaiki penampakan produk sehingga sering digunakan sebagai bahan campuran serbuk minuman, permen dan macam-macam kue. Dekstrin termasuk ke dalam bahan yang dapat menstabilkan, memekatkan, atau mengentalkan suatu larutan hingga mencapai tingkat kekentalan tertentu.

2.1.3.5 Zeolit

Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang kerangka dasarnya terdiri dari unit-unit tetrahedral alumina (AlO_4) dan silika (SiO_4) yang saling berhubungan melalui atom O (Barrer, 1982). Zeolit dapat digolongkan berdasarkan pada karakteristik morfologi, struktur kristal, komposisi kimia, diameter pori-pori dan lain-lain. Pengklasifikasian zeolite juga dapat didasarkan pada rasio silika dengan alumina yaitu zeolit kategori rendah dengan rasio 1 – 1,5, kategori sedang dengan rasio 2 – 5, kategori tinggi dengan rasio 10 – sekitar 1000 (Ramesh dan Reddy,

Hidrogen peroksida mempunyai sifat fisik: berat molar 34,0147 g/mol, densitas 4 g/cm³ (cair), titik cair -110C (262,15K), titik didih 150,20C (423,35K), keasaman (pKa) 11,65, viskositas 1,245cP pada suhu 20⁰C, tidak berwarna, dan tidak berbau (Williams, 2003). Hidrogen peroksida dapat melepaskan oksigen dengan cukup kuat serta mudah larut dalam air. Keuntungan penggunaan hidrogen peroksida sebagai bahan pemutih dan desinfektan antara lain tidak menghasilkan endapan, larutan hidrogen peroksida menghasilkan produk yang putih bersih dan bahan organik yang diputihkannya tidak mengalami kerusakan. Selain itu OOH yang berperan sebagai oksidator bersifat ramah terhadap lingkungan, berbeda dengan kaporit yang harus melalui proses penetralan dan pencucian berulang-ulang. Keuntungan lain dari penggunaan peroksida sebagai bahan pemutih dan desinfektan adalah kemudahan dalam pelaksanaan dan penerapan, serta menghasilkan produk yang relatif tidak beracun dan tidak berbahaya. Hidrogen peroksida di dalam air akan terurai menjadi ion H⁺ dan OOH⁻. Ion OOH ini merupakan oksidator kuat yang berperan pada proses pemutihan (Andra, 2007).

2.1.3.6 Pewangi

Pewangi merupakan salah satu zat *additive* yang biasa ditambahkan dalam sediaan detergen untuk memperbaiki komersial produk dengan memperbaiki dan menambah aroma dari sediaan detergen. Biasanya bahan tambahan *additive* ini digunakan sebagai bahan penarik dari sebuah produk detergen. Bahan ini ditambahkan dalam jumlah kecil untuk meningkatkan sifat suatu komponen dalam detergen namun tidak berhubungan langsung dengan daya cuci detergen (Wulansari, 2012).

2.1.3.7 Aquades

Aquades merupakan air hasil dari destilasi atau penyulingan, dapat disebut juga air murni (H_2O). karena H_2O hampir tidak mengandung mineral. Sedangkan air mineral merupakan pelarut yang universal. Air tersebut mudah menyerap atau melarutkan berbagai partikel yang ditemuinya dan dengan mudah menjadi terkontaminasi. Dalam siklusnya di dalam tanah, air terus bertemu dan melarutkan berbagai mineral anorganik, logam berat dan mikroorganisme. Jadi, air mineral bukan aquades (H_2O) karena mengandung banyak mineral (Santosa, 2011).

Aquades adalah cairan jernih yang tidak berwarna dan tidak berasa. Memiliki titik lebur pada suhu $0^{\circ}C$. Aquades banyak digunakan sebagai bahan baku, bahan dan pelarut dalam pengolahan, formulasi dan pembuatan produk farmasi, bahan aktif farmasi (API) dan intermediet, dan reagen analitis. Nilai spesifik dari air yang digunakan untuk aplikasi tertentu dalam konsentrasi hingga 100% (Rowe et al.,2009).

2.1.4 Ekstraksi

2.1.4.1 Pengertian Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan komponen-komponen dari campuran homogennya menggunakan pelarut cair (solvent) sebagai agen pemisahannya. Proses pemisahan berdasarkan perbedaan daya larut masing-masing komponen dalam campuran.

Ekstraksi termasuk proses pemisahan melalui dasar operasi difusi. Secara difusi proses pemisahan terjadi karena adanya perpindahan solute, searah dari fasa diluent ke fasa solvent sebagai akibat beda potensial diantara dua fasa yang saling kontak sedemikian hingga pada suatu saat sistem berada dalam keseimbangan (Irawan, 2010).

Proses dasar ekstraksi terdiri dari tiga langkah, yaitu:

1. Langkah pencampuran dengan sejumlah massa solvent (massa separating agent).
2. Langkah pembentukan fasa kedua atau fasa ekstrak yang diikuti dengan pembentukan keseimbangan.
3. Langkah pemisahan kedua fasa seimbang.

Pemilihan solvent pada proses ekstraksi dapat didasarkan pada beberapa hal penting, yaitu:

1. Solut mempunyai kelarutan yang besar dalam solvent, tetapi solvent sedikit atau tidak melarutkan diluent;
2. Tidak mudah menguap pada saat ekstraksi;
3. *Reuseable* (dapat digunakan kembali dan mudah dipisahkan dari solute)
4. Tersedia dan tidak mahal.

2.1.4.2 Macam-macam ekstraksi

Berdasarkan bahan dan metodenya, ekstraksi dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu ekstraksi padat cair dan ekstraksi cair-cair.

1. Ekstraksi Padat Cair (*Leaching*)

Ekstraksi padat cair (*leaching*) adalah proses pemisahan suatu zat terlarut yang terdapat dalam padatan dengan mereaksikan padatan tersebut dengan pelarut (*solvent*) sehingga padatan dan cairan bercampur. Zat terlarut terpisah dari padatan karena larut dalam pelarut. Pada ekstraksi padat cair terdapat dua fase yaitu fase *overflow* (ekstrak) dan fase *underflow* (rafinat/ampas) (Prayudo, 2015). Metode yang digunakan bergantung pada banyaknya zat yang larut, penyebarannya dalam padatan, sifat padatan dan besarnya partikel. Jika solute menyebar merata di dalam padatan, solute yang dekat dengan permukaan akan pertama kali larut terlebih dahulu. Pelarut kemudian akan menangkap pada bagian lapisan luar sebelum mencapai zat terlarut selanjutnya sehingga proses akan menjadi lebih sulit dan laju ekstraksi menjadi turun.

Biasanya proses *leaching* berlangsung dalam tiga tahap, yaitu:

- a. Perubahan fase dari zat terlarut yang diambil pada saat zat pelarut meresap masuk.
- b. Terjadi proses difusi pada cairan dari dalam partikel padat menuju keluar.
- c. Perpindahan zat terlarut (solute) dari padatan ke zat pelarut (solvent)

2. Ekstraksi Cair-Cair

Ekstraksi cair-cair adalah ekstraksi yang digunakan apabila dapat menimbulkan pembentukan azeotrop, kepekaan terhadap panas atau tidak ekonomis. Seperti ekstraksi padat cair, ekstraksi cair-cair selalu terdiri dari sedikitnya dua tahap, yaitu pencampuran secara intensif bahan ekstraksi dengan pelarut dan pemisahan kedua fase cair itu sesempurna mungkin.

Jenis-jenis cara ekstraksi untuk bahan alam yang sering digunakan adalah :

1. Ekstraksi Cara Dingin

Pada ekstraksi cara dingin, tidak ada proses pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung. Hal ini dilakukan untuk menghindari rusaknya senyawa yang dimaksud rusak, biasanya senyawa yang dimaksud adalah senyawa yang mudah rusak apabila dipanaskan. Metode ekstraksi yang termasuk dalam ekstraksi cara dingin adalah maserasi dan perkolasi.

a. Metode Maserasi

Maserasi merupakan metode ekstraksi yang sederhana. Maserasi dilakukan dengan cara merendam sampel yang akan diekstrak dalam cairan penyari. Mekanisme ekstraksinya adalah sebagai berikut: cairan penyari akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan larut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif

di dalam sel dengan yang di luar sel, maka larutan yang terpekat didesak keluar. Peristiwa tersebut terjadi secara berulang hingga terjadi keseimbangan antara konsentrasi larutan di luar sel dan di dalam sel.

b. Metode Perkolasi

Perkolasi adalah metode ekstraksi dengan jalan melewatkan pelarut secara lambat pada simplisia dalam suatu alat percolator. Perkolasi bertujuan supaya senyawa yang dimaksud tertarik seluruhnya dan dapat dilakukan pada senyawa yang tahan atau tidak tahan terhadap pemanasan. Mekanisme ekstraksi dari metode perkolasi ini adalah cairan penyari dialirkan dari atas ke bawah melalui sampel tersebut, cairan penyari akan melarutkan zat aktif sel-sel yang dilalui sampai mencapai keadaan jenuh. Gerak kebawah ditimbulkan oleh kekuatan gaya beratnya sendiri serta cairan di atasnya, dikurangi dengan daya kapiler yang cenderung untuk menahan. Kekuatan yang berperan pada perkolasi antara lain: gaya berat, kekentalan, daya larut, tegangan permukaan, difusi, osmosa, adesi, daya kapiler dan daya geseran (friksi).

2. Ekstraksi Cara Panas

Ekstraksi cara panas adalah ekstraksi yang melibatkan panas dalam prosesnya. Pemanasan akan mempercepat proses ekstraksi sehingga waktu yang diperlukan pada ekstraksi ini lebih cepat dibandingkan dengan ekstraksi cara dingin. Akan tetapi, ekstraksi panas tidak cocok digunakan untuk mengekstrak senyawa yang mudah rusak pada suhu tinggi. Metode ekstraksi yang termasuk ekstraksi cara panas adalah refluks, ekstraksi dengan alat soxhlet dan infusa.

a. Metode Refluks

Metode refluks digunakan apabila dalam sintesis tersebut menggunakan pelarut yang volatil sehingga pada kondisi tersebut, jika dilakukan pemanasan biasa maka pelarut akan menguap sebelum reaksi selesai. Prinsip dari metode refluks adalah pelarut volatil yang digunakan akan menguap pada suhu tinggi, namun akan didinginkan dalam kondensor sehingga pelarut yang berbentuk uap akan mengembun dan turun lagi ke dalam wadah reaksi, sehingga pelarut tetap tersedia selama reaksi berlangsung. Sedangkan aliran gas N_2 diberikan agar tidak ada uap air atau gas oksigen yang masuk terutama pada senyawa organologam untuk sintesis senyawa anorganik karena sifatnya reaktif.

b. Metode Soklet

Sokletasi adalah suatu metode atau proses pemisahan suatu komponen yang terdapat dalam zat padat dengan cara penyaringan berulang-ulang dengan menggunakan pelarut tertentu, sehingga semua komponen yang diinginkan akan terisolasi. Sokletasi menggunakan pelarut organik tertentu. Pelarut akan dipanaskan pada titik didihnya, sehingga pelarut akan menguap melalui kondensor. Setelah melalui kondensor, uap tersebut akan turun secara teratur dan mengenai sampel, pelarut tersebut dimasukkan kembali ke dalam labu dengan membawa senyawa kimia yang akan diisolasi tersebut.

2.1.5 Lerak

2.1.5.1 Buah lerak (*Sapindus rarak* DC)



Gambar 2.4 Buah Lerak (Udarno, 2009)

Menurut taksonominya, *Sapindus rarak* diklasifikasikan dalam :

- Divisi : Spermatophyta
- Subdivisi : Angiospermae
- Kelas : Dicotyledonae
- Bangsa : Sapindales
- Suku : Sapindaceae
- Marga : *Sapindus*
- Spesies : *Sapindus rarak*

Buah lerak adalah tanaman rimba yang tingginya dapat mencapai 42 m dan batangnya 1 m. Tanaman ini tumbuh liar di Jawa pada ketinggian antara 450 dan 1500 m diatas permukaan laut. Buah lerak mempunyai batang berwarna putih kotor, daunnya majemuk menyirip ganjil dan anak daun berbentuk lanset. Bunga tanaman ini melekat di pangkal, kuning, dan daun mahkotanya empat. Lerak memiliki buah yang keras, bulat, diameter $\pm 1,5$ cm dan berwarna kuning kecoklatan. Biji tanaman ini tunggang dan kuning kecoklatan. Buah lerak terdiri dari 73% daging buah dan 27% biji (Purwayudha, 2010).

2.1.5.2 Perkembangbiakan Lerak

Perbanyak secara generatif dengan biji. Buah lerak tersusun dalam tandan dengan jumlah 8 - 12 biji, berbentuk bulat dengan ukuran 2 cm, berwarna hijau tua dan biji berwarna hitam. Biji yang akan digunakan untuk perbanyak harus sudah cukup tua dan sehat. Biji disimpan di daerah teduh dan dibasahi secara teratur sebelum disemaikan, kemudian biji disemaikan hingga menjadi benih. Jarak tanam untuk tanaman lerak adalah 6 x 6 m, 8 x 8 m atau 10 x 10 m. Benih dari biji dapat dipindahkan ke lapangan pada umur tiga bulan dengan tinggi 30 - 40 cm cara membuka tumbuhan dari *polybag* dan dimasukkan ke dalam lubang tanam dengan berukuran 40 x 40 x 40 centimeter. Pupuk kandang yang diberikan sebanyak 5 kg/lubang tanam. Cara pemeliharaan tanaman lerak tidak memerlukan penanganan khusus. Penyiangan dilakukan sampai tanaman berumur 2 tahun. Tanaman lerak mulai berbuah pada umur 5 - 10 tahun, musim berbuah setiap tahunnya yaitu pada setiap awal musim hujan bulan November - Januari (Purwayudha, 2010).

2.1.5.3 Morfologi Buah Lerak

Bentuk buah lerak bulat kelereng, berukuran diameter 2 cm, berkulit tipis dengan permukaan licin, tangkai pendek. Buah masak ditandai dengan warna hijau tua sampai coklat. Panen dilakukan dengan memotong tangkai buah matang dengan galah bambu yang diberi pisau atau dibiarkan jatuh. Buah yang sudah dipetik dikeringkan dengan cara dijemur hingga kulitnya berkerut keriput.

Tinggi tumbuhan dapat mencapai 15 - 42 meter, bertajuk rindang sehingga dapat dimanfaatkan sebagai tumbuhan penghijauan dan pohon pelindung, menjadi tumbuhan pekarangan dekat tempat tinggal. Kayu lerak dapat digunakan sebagai papan atau batang korek api. Biji lerak kering bila direndam dalam air akan mengeluarkan busa saponin yang dapat membersihkan kain. Di Jawa, buah lerak digunakan untuk membatik dan membersihkan barang yang terbuat dari logam mulia

(emas dan perak), manfaat lainnya dapat digunakan sebagai pembersih rambut (shampo). Komponen yang terdapat dalam buah lerak antara lain: Saponin, alkaloid, polifenol, senyawa antioksidan golongan flavonoid, juga tannin (Purwayudha, 2010).

2.1.5.4 Manfaat Lerak

Buah lerak mengandung beberapa senyawa fitokimia yaitu saponin, alkaloid, steroid, dan triterpen dengan kadar secara berurutan adalah 12%, 1%, 0,036%, dan 0,029%. Kandungan utama lerak adalah saponin yang berfungsi sebagai detergen (Aminah, 1998). Berbagai khasiat farmakologis dari saponin adalah sebagai antiinflamasi, antimikroba, antijamur, antivirus, ekspektoran, antiulser, perbaikan sintesa protein, stimulasi, depresi susunan saraf sentral dan molusida. Disamping itu, ekstrak lerak mempunyai efek antibakteri dan antifungi yang telah terbukti. Penelitian Fadhila (2009) membuktikan bahwa ekstrak lerak komersial dan ekstrak lerak 0,01% mempunyai efek antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* lebih baik dari NaOCl 5%. Selain itu telah dibuktikan bahwa ekstrak lerak 0,01% mempunyai efek antifungi terhadap *Candida albicans* lebih baik dari NaOCl 5% (Juni, 2007).

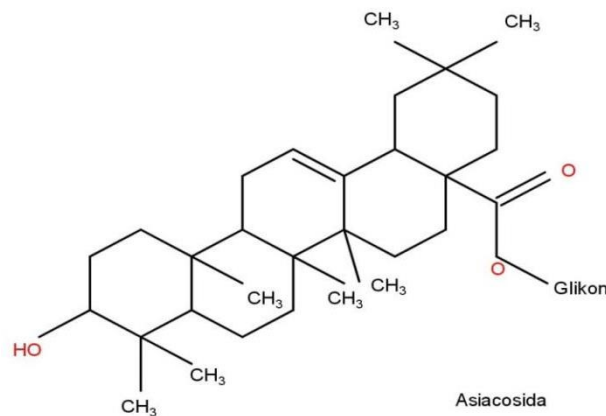
2.1.6 Saponin

2.1.6.1 Definisi Saponin

Saponin adalah glikosida alami yang mempunyai sifat aktif permukaan yang bersifat amfifilik, mempunyai berat molekul besar dan struktur molekulnya terdiri dari aglikon steroid atau triterpen yang disebut dengan sapogenin dan glikon yang mengandung satu atau lebih rantai gula (Sirohi et al. 2014). Nama saponin diperoleh dari kata Latin yaitu “sapo” yang berarti menghasilkan busa stabil bila dilarutkan dalam air. Kemampuan busa dari saponin disebabkan oleh kombinasi dari sapogenin yang bersifat hidrofobik (larut dalam lemak) dan bagian rantai gula yang bersifat hidrofilik (larut dalam air) (Naoumkina et al, 2010).

2.1.6.2 Struktur Saponin

Saponin merupakan glikosida yang memiliki aglikon berupa steroid dan triterpenoid. Saponin memiliki kelompok glikosil yang terikat pada atom C3, tetapi beberapa saponin memiliki dua rantai gula yang terikat pada atom C3 dan C17. Struktur saponin tersebut menyebabkan saponin bersifat seperti sabun atau detergen sehingga saponin disebut sebagai surfaktan alami. Saponin steroid tersusun atas inti steroid (C27) dengan molekul karbohidrat dan jika terhidrolisis menghasilkan suatu aglikon yang dikenal saraponin. Saponin steroid terutama terdapat pada tanaman monokotil seperti kelompok sansevieria (*Agavaceae*), gadung (*Dioscoreaceae*) dan tanaman berbunga (*Liliacea*) (Negi et al., 2013). Saponin triterpenoid tersusun atas inti triterpenoid dengan senyawa karbohidrat yang dihidrolisis menghasilkan aglikon yang dikenal sapogenin (Pangestu, 2019)



Gambar 2.5 Struktur Saponin

2.1.6.3 Sifat Fisika dan Kimia Saponin

Saponin merupakan metabolit sekunder dan merupakan kelompok glikosida triterpenoid atau steroid aglikon, terdiri dari satu atau lebih gugus gula yang berikatan dengan aglikon atau sapogenin, dapat membentuk kristal berwarna kuning dan amorf, serta berbau menyengat. Rasa saponin sangat ekstrim, dari sangat pahit hingga sangat manis. Saponin biasa dikenal sebagai senyawa nonvolatil dan sangat larut dalam

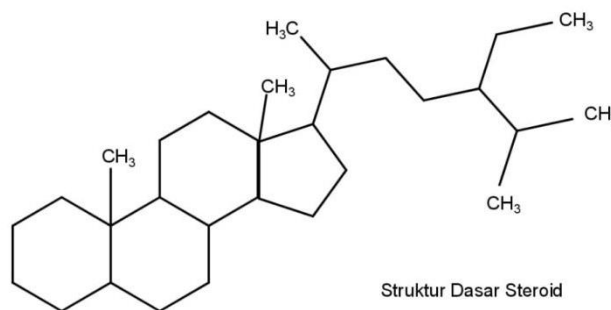
air (dingin maupun panas) dan alkohol, namun membentuk busa koloidal dalam air dan memiliki sifat detergen yang baik. Saponin merupakan senyawa amfifilik. Gugus gula (heksosa) pada saponin dapat larut dalam air tetapi tidak larut dalam alkohol absolut, kloroform, eter dan pelarut organik non polar lainnya. Sedangkan gugus steroid (sapogenin) pada saponin, biasa juga disebut dengan triterpenoid aglikon dapat larut dalam lemak dan dapat membentuk emulsi dengan minyak dan resin (Pangestu, 2019).

2.1.6.4. Macam-macam Saponin

Berdasarkan struktur aglikon (sapogenin) dikenal 2 macam saponin, yaitu: tipe steroid dan triterpenoid (Pangestu, 2019).

1. Saponin Tipe Steroid

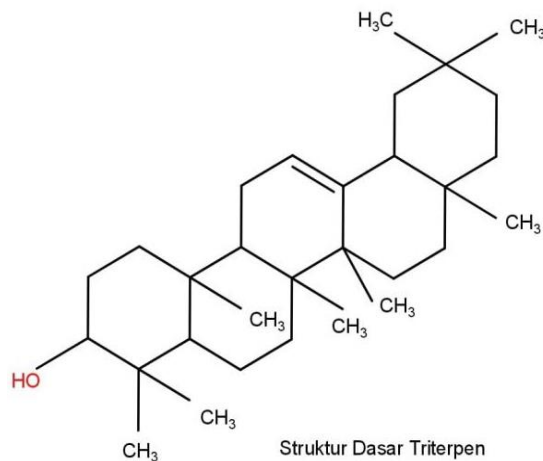
Pada saponin tipe steroid, terdapat aglikon polisiklik yang merupakan sebuah steroid cholin. Di alam, saponin tipe steroid tersebar luas pada beberapa keluarga Monocotyledoneae (contoh: *Dioscorea spp.*), terutama keluarga Dioscoreaceae dan keluarga Amaryllidaceae (contoh: *Agave sp.*). Saponin steroid mempunyai kesamaan struktur inti dengan senyawa-senyawa vitamin D, glikosida jantung, dan kortisol sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku sintesis senyawa-senyawa tersebut. Kebutuhan akan senyawa steroid (saponin dan sapogenin) terus meningkat sehingga mendorong ahli fitokimia untuk melakukan penelitian lebih lanjut.



Gambar 2.6. Struktur Dasar Steroid

2. Saponin Tipe Triterpenoid

Saponin tipe triterpenoid jarang ditemukan pada tanaman golongan Monocotyledoneae tetapi banyak terkandung dalam tanaman Dicotyledoneae, terutama pada keluarga Caryophyllaceae, Sapindaceae, Polygalaceae dan Sapotaceae. Kebanyakan saponin triterpenoid mempunyai struktur pentasiklik dan sapogeninnya terikat pada rantai dari gula (dapat berupa glukosa, galaktosa, pentosa dan metil pentosa) atau unit asam uronat ataupun keduanya pada posisi C₃. Contohnya pada *Primula*, sapogeninnya berupa D-primulagenin, terikat pada D-asam glukoronat dimana D-asam glukoronat terikat pada L-rhamnose dan D-glukosa D-galaktosa. Saponin triterpenoid dapat digolongkan menjadi tiga golongan, yaitu: α -amyrin, β -amyrin, dan lupeol. Menurut Dey dan Harborne, esterifikasi saponin dapat terjadi pada saat ekstraksi menggunakan alkohol. Esterifikasi terjadi pada aglikon dan menyebabkan perubahan pada struktur kimia saponin karena etanol berikatan dengan aglikon.



Gambar 2.7. Struktur Dasar Triterpen

2.1.6.5 Manfaat Saponin

Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa saponin banyak dimanfaatkan untuk kepentingan manusia karena saponin memiliki aktivitas yang luas seperti antibakteri, antifungi, kemampuan menurunkan kolesterol dalam darah dan menghambat pertumbuhan sel tumor. Hasil penelitian Vinarova et al. (2015) secara *in vitro* dan *in vivo* pada mencit menunjukkan bahwa pemberian saponin dapat menurunkan konsentrasi kolesterol dalam darah. Pada hasil penelitian aktivitas antibakteri dan antifungi menggunakan metode *Disc Diffusion Test* telah dibuktikan bahwa saponin memiliki kemampuan yang baik untuk menghambat pertumbuhan bakteri maupun fungi (Ben Ahmed et al., 2012; Maatalah et al, 2012). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengungkap aktivitas antitumor saponin *in vivo* dengan menggunakan hewan coba mencit maupun tikus putih (Lu et al., 2012; Wu et al., 2014; Zhao et al., 2016).