

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

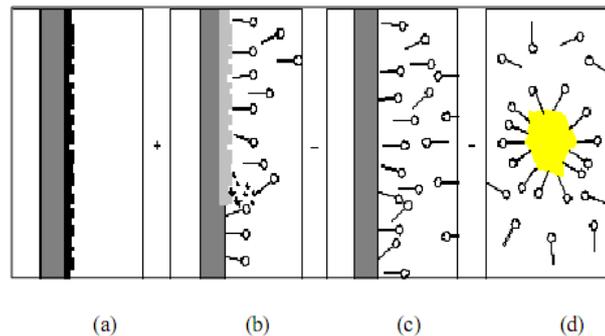
#### **2.1 Detergen**

Detergen merupakan bahan pembersih yang umum digunakan untuk keperluan rumah tangga dan industri. Perbedaan sabun dan detergen adalah bahan utama pembuatannya. Sabun terbuat dari bahan utama dari campuran asam lemak dan alkali, sedangkan detergen bahan utamanya menggunakan surfaktan dan daya cuci detergen lebih baik dibandingkan dengan sabun. Detergen adalah campuran senyawa kimia yang digunakan sebagai bahan pembersih (Arifin, 2008). Detergen terdiri dari surfaktan, builder dan bahan aditif lainnya. Detergen memiliki struktur kimia yang terdiri dari ujung karbon hidrofobik dan ujungnya sulfat yang dapat mengemulsi lemak. Perbedaan suatu detergen dapat dilihat dari komposisi dan bahan tambahannya (aditif).

Detergen dalam kerjanya memiliki kemampuan yang unik untuk mengangkat kotoran, baik yang larut dalam air maupun yang tidak larut dalam air. Hal ini disebabkan detergen merupakan molekul amfipatik, yaitu suatu senyawa yang mengandung gugus polar dan nonpolar, sehingga dikenal juga sebagai surfaktan (*surface active agent*) karena dapat menurunkan tegangan permukaan air (Bhairi, 2001). Surfaktan berfungsi menurunkan tegangan permukaan air, sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan. Salah satu ujung dari molekul surfaktan lebih suka minyak, akibatnya bagian ini menetrasi kotoran yang berminyak sedangkan ujung molekul surfaktan lainnya lebih suka air, bagian inilah yang berperan mengendorkan kotoran dari kain dan mendispersikan kotoran sehingga tidak kembali menempel pada kain (Hidayati, 2007). Ilustrasi detergen membersihkan kotoran disajikan pada Gambar 2.1. Berdasarkan gugus hidrofiliknya, detergen secara umum diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu;

1. Detergen ionik, memiliki gugus muatan yang terdiri dari detergen anionik bermuatan negatif dan detergen kationik bermuatan positif. Detergen ini efisien untuk memecah ikatan protein-protein.

2. Detergen nonionik, tidak memiliki muatan secara umum detergen ini lebih baik untuk memecah ikatan lemak-lemak atau lemak-protein dibandingkan dengan ikatan protein-protein.
3. Detergen zwitterionik, merupakan kombinasi antara detergen ionik dengan detergen nonionik.



Sumber: Hargreaves, 2003

**Gambar 2.1** Ilustrasi Pengikatan Kotoran oleh Detergen

Pada Gambar 2.1 mengilustrasikan bagaimana pengikatan kotoran pada permukaan suatu benda oleh surfaktan sebagai komponen utama dalam formulasi detergen. (a) Kondisi pada saat kotoran menempel pada permukaan suatu benda, (b) Kotoran diikat oleh molekul-molekul surfaktan, (c) Permukaan suatu benda telah bersih dari kotoran, (d) Molekul-molekul surfaktan menjaga agar kotoran yang telah diikat tidak menempel kembali pada permukaan suatu benda.

Umumnya detergen mengandung bahan-bahan berikut (Hidayati, 2007):

1. Surfaktan (*surface active agent*) merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu *hydrophile* (suka air) dan *hydrophobe* (suka lemak). Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan. Surfaktan ini baik berupa anionik (*Alkyl Benzene Sulfonate/ABS*, *Linear Alkyl Benzene Sulfonate/LAS*, *Alpha Olein Sulfonate/AOS*), kationik (garam ammonium), non ionik (*nonyl phenol polyethoxyle*), amphoterik (*acyl ethylenediamines*).
2. *Builder* (Pembentuk) berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menon-aktifkan mineral penyebab kesadahan air berupa phosphate, asetat (NTA, EDTA), silikat (zeolit) dan sitrat (asam sitrat).

3. *Filler* (Pengisi) adalah bahan tambahan detergen yang tidak mempunyai kemampuan meningkatkan daya cuci, tetapi menambahkan kuantitas atau dapat memadatkan dan memantapkan seperti Sodium sulfate.
4. *Aditif* adalah bahan tambahan agar produk lebih menarik, misalnya pewangi, pelarut, pemutih, pewarna dan sebagainya yang tidak berhubungan langsung dengan daya cuci detergen. *Aditif* ditambahkan lebih untuk maksud komersialisasi. Contoh : *enzyme, borax, sodium chloride, carboxy methyl cellulose (CMC)*.

Komponen terbesar dari detergen yaitu bahan *builders* berkisar 70-80%, bahan dasar (surfaktan) berkisar 20-30%, dan bahan aditif relatif sedikit yaitu 2-8%. Berdasarkan bahan dasar (surfaktan), detergen dibedakan menjadi empat kelompok yaitu detergen anionik, nonionik, kationik dan amphoteric. Jenis surfaktan yang umumnya digunakan pada detergen adalah tipe anionik dalam bentuk sulfonat. Detergen golongan sulfonat dibedakan menjadi dua yakni *alkyl benzene sulfonat (ABS)* dan *linier alkylbenzene sulfonat (LAS)*. Keduanya sama-sama sukar diuraikan secara alami (Widiastuti dkk, 2010)

Detergen terbagi menjadi beberapa bentuk yaitu cair, pasta dan padat atau serbuk. Detergen cair merupakan suatu emulsi yang terdiri dari bahan-bahan dengan tingkat kepolaran yang berbeda. Untuk memformulasikan komponen-komponen detergen cair di dalam formulanya diperlukan sistem emulsi yang dapat distabilkan oleh molekul-molekul surfaktan yang membentuk agregat melalui pembentukan lapisan pelindung antara fase terdispersi dan pendispersi (Fauziah, 2010).

Detergen cair dikategorikan sebagai pembersih berbentuk cair yang dibuat dari bahan dasar detergen dengan penambahan bahan lain yang disesuaikan, diizinkan, dan digunakan untuk mencuci pakaian serta kebutuhan rumah tangga lainnya (kebutuhan dapur). Berdasarkan Syarat Mutu Detergen menurut SNI (SNI 06-4075-1996) yang terdapat pada Tabel 2.1, terdapat dua kelompok detergen cair yaitu yang digunakan sebagai pencuci pakaian (kelompok P) dan yang digunakan sebagai pencucian alat-alat dapur (kelompok D).

**Tabel. 2.1** Syarat Mutu Detergen Cair

Kriteria	Satuan	Persyaratan			
		Jenis P		Jenis D	
		Biasa	Konsentrat	Biasa	Konsentrat
Keadaan					
a. Bentuk	-	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
b. Bau	-	Khas	Khas	Khas	Khas
c. Warna	-	Khas	Khas	Khas	Khas
pH 25 °C	-	10 – 12	10 – 12	6 – 8	6 – 8
Bahan Aktif	%	Min. 10	Min. 25	Min. 10	Min. 35
Bobot jenis	g/ml	1,0 – 1,3	1,2 – 1,5	1,0 – 1,2	1,1 – 1,3
Total Mikroba	Koloni/g	Maks. $1 \times 10^5$			

Sumber: SNI, 1996

Penggunaan detergen mampu nyai resiko bagi kesehatan dan lingkungan. Resiko detergen yang paling ringan pada manusia berupa iritasi (panas, gatal, bahkan mengelupas) pada kulit terutama di daerah yang bersentuhan langsung dengan produk. Hal ini disebabkan karena kebanyakan produk detergen yang beredar di pasaran saat ini memiliki deterajat keasaman (pH) yang tinggi (Febriana, 2011). Resiko detergen terhadap lingkungan yaitu bahan surfaktan yang digunakan seperti LAS atau ABS sulit terurai di alam, sehingga dapat menimbulkan masalah keracunan pada biota air selain itu bahan ini juga merusak organ pernafasan (insang) pada ikan. Busa detergen yang dibuang ke sungai menyebabkan kontak air dan udara menjadi terbatas sehingga menurunkan proses pelarutan oksigen kedalam air. Hal ini menyebabkan organisme didalam air kekurangan oksigen sehingga bisa menimbulkan kematian (Arifin, 2008).

### 2.1.1 Detergen Alami (Biodetergen)

Detergen alami merupakan suatu pembersih noda yang berdiri atas komponen-komponen bahan alami yang mudah terdegradasi oleh lingkungan. Detergen ramah lingkungan adalah detergen yang terdiri dari bahan-bahan alami yang tidak berdampak negatif terhadap mahluk hidup dan lingkungan serta alternatif pengganti detergen sintetik (Arifin, 2008). Beberapa detergen alami yang telah dikembangkan menggunakan alternatif bahan-bahan detergen alami yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Bahan-bahan Detergen Alami yang Telah Dikembangkan

Jenis Bahan	Zat Digunakan	Keterangan	Sumber
Jeroan ikan	Protease	Menggunakan bahan kimia dan pembuatannya rumit	Supriyanto (2009)
Jarak Pagar	Metil Ester Sulfonat	Menggunakan bahan kimia dan ada persaingan bahan baku dengan produksi biodiesel dan minyak jarak	Widiastuti (2010)
Lerak	Saponin	Pembuatan rumit, tanaman musiman dan menggunakan surfaktan kimia	Sofa (2012)
Daun Sengon dan Getah Pepaya	Saponin dan Protease	Bahan baku yang muda ditemukan dan kandungan saponin yang tinggi	Widayati (2018)
Getah Biduri	Saponin dan protease	Pemanfaatannya yang minim dan menggunakan bahan kimia	Setya, dkk (2015)
Biji Alpukat	Saponin	Bahan baku terbatas dan produk berwarna coklat	Damayanti dkk (2015)

Penggunaan detergen akan terus meningkat seiring pertambahan jumlah penduduk. Peningkatan penggunaan detergen akan berdampak terhadap jumlah limbah yang dibuang ke badan air. Limbah detergen yang dibuang ke badan air akan menimbulkan masalah pendangkalan perairan, terhambatnya transfer oksigen, sehingga proses penguraian secara aerobik terganggu akibatnya terjadi kematian organisme akuatik serta menurunnya estetika lingkungan yang disebabkan timbulnya bau dan busa. Antisipasi dari semua pihak perlu dilakukan untuk meminimalisasi dampak lingkungan, karena surfaktan bersifat karsinogenik (Sopiah, 2004). Maka dari itu ditetapkan baku mutu air limbah pada berbagai produk diantaranya produk detergen untuk membatasi pencemaran dan terciptanya produk yang ramah lingkungan. Berikut merupakan ketentuan bahan baku mutu limbah detergen berdasarkan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 8 Tahun 2012 dapat dilihat pada Tabel 2.4.

### 2.1.2 Formulasi Detergen Cair

Formulasi detergen merupakan faktor penting dalam meningkatkan kinerja detergen dalam membersihkan kotoran dalam substrat di bawah kondisi pencucian yang bervariasi. Formula yang digunakan dalam pembuatan deterjen cair

merupakan formula yang berasal dari Matheson (1996) yang telah dimodifikasi dengan menggunakan bahan yang lebih ramah lingkungan. Formula tersebut menyebutkan bahwa deterjen cair terdiri dari surfaktan, *soap*, *builders*, *hydrotropes*, *other (enzymes, bleach, optical brightener, perfume, coloring)*. Formulasi deterjen cair menurut Matheson (1996) dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Berdasarkan formulasi tersebut, Matheson (1996) menggunakan surfaktan yang ramah lingkungan yaitu MES dan SLS. *Soap* pada formulasi ini berfungsi sebagai pembusa dan membantu kerja surfaktan dalam membentuk emulsi, pada formulasi ini perannya telah digantikan oleh surfaktan SLS, sedangkan *hydrotropes* berfungsi sebagai penstabil larutan deterjen yang terbentuk serta sebagai zat tambahan yang dapat membantu melarutkan bahan-bahan pembuat deterjen yang mempunyai nilai kepolaran berbeda.

**Tabel 2.3** Formulasi Deterjen Cair

<b>Bahan</b>	<b>Konsentrasi (%)</b>
Surfaktan	20 – 40
<i>Soap</i>	0 – 5
<i>Builders</i>	0 – 10
<i>Hydrotropes</i>	5 – 10
<i>Others (enzymes, bleach, optical brightener, perfume, coloring)</i>	1 – 2

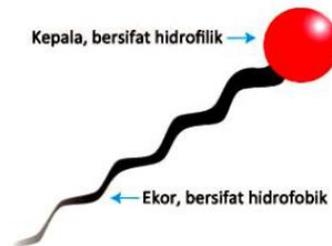
Sumber: Matheson, 1996

Deterjen diformulasikan untuk membersihkan suatu bahan tertentu yang mengandung substrat kotoran pada kondisi pencucian yang sesuai. Berdasarkan penelitian Octarina, (2017) formula deterjen bervariasi sesuai dengan kegunaan masing-masing yaitu:

#### 1. Surfaktan (*surface active agent*)

Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang mengandung hidrokarbon yang tidak larut dalam air dan hidrokarbon yang larut dalam air. Hidrokarbon yang larut dalam air dikenal dengan gugus hidrofilik, sedangkan hidrokarbon yang tidak larut dalam air disebut gugus hidrofobik/lipofilik (Matheson, 1996). Gugus hidrofobik surfaktan terdiri dari rantai hidrokarbon  $C_8 - C_{18}$  yang dapat berupa senyawa alifatik, aromatik atau gabungan dari keduanya. Sedangkan gugus hidrofilik surfaktan dapat berupa gugus anionik, kationik atau nonionik. surfaktan

berfungsi menurunkan tegangan permukaan air, sehingga kotoran dapat lepas dari kain (Ilyani,2002). Ilustrasi molekul surfaktan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Sumber : Setyawan, 2009

**Gambar 2.2** Ilustrasi Molekul Surfaktan

## 2. Pembentuk (*builders*)

Kegunaan utama *builders* adalah meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menonaktifkan mineral penyebab kesadahan air. *Builders* mempertahankan alkalinitas, untuk membersihkan kotoran yang bersifat asam serta *builders* memiliki kemampuan untuk mengendalikan kesadahan air dengan mengeliminasi ion-ion logam seperti  $\text{Ca}^+$ , dan  $\text{Mg}^{2+}$  dari dalam air (Smulders, 2002). Biasanya *builders* yang digunakan adalah sodium tripolifosfat, natrium karbonat dan zeolit (Kharkwal dkk, 2015).

## 3. Pengisi (*filler*)

Bahan pengisi atau bahan tambahan yang berfungsi untuk meningkatkan kuantitas dari bahan-bahan lainnya dan juga berfungsi meningkatkan kekuatan ionik dalam larutan pencuci. Bahan pengisi yang digunakan umumnya adalah Sodium Sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) dan bahan lain yang dapat digunakan sebagai bahan pengisi, yaitu tetra *sodium pyrophosphate* dan *sodium sitrat*. Bahan pengisi ini berwarna putih, berbentuk bubuk, dan mudah larut dalam air.

## 4. Enzim

Enzim digunakan untuk meningkatkan kemampuan detergen dalam melepaskan kotoran dan menjaga warna kain. Beberapa enzim yang digunakan dalam detergen memiliki target yang berbeda untuk membersihkan kotoran dalam proses pencucian, yaitu protease (mendegradasi kotoran yang berasal dari protein), amilase (mendegradasi kotoran dari karbohidrat/pati), selulase (melepaskan kotoran dari serat kapas, serta lipase (mendegradasi kotoran yang berasal dari lemak). Enzim yang digunakan dalam detergen harus tahan terhadap sifat-sifat

komponen detergen aktif pada pH 7 – 10 (alkali) dan suhu yang beragam (40 – 65 °C).

## 5. Parfum

Parfum merupakan campuran aromatik yang dapat berupa minyak yang berbahan alami, campuran minyak wangi yang berbahan alami dan minyak wangi berbahan sintetis. Pemberian parfum ke dalam deterjen dimaksudkan untuk memberikan aroma yang menyenangkan dan menutupi bau yang timbul pada saat pencucian. Pada umumnya penggunaan konsentrasi parfum maksimal adalah 1 %.

### 2.1.3 Karakteristik Fisikokimia Detergen Cair

Sifat fisikokimia merupakan parameter yang menentukan kualitas sistem emulsi (Octarina, 2017). Karakteristik fisikokimia dan kinerja detergen cair terdiri dari:

#### 1. Organoleptik

Penilaian terhadap produk dapat dilihat secara organoleptik antara lain dari segi bentuk, bau dan warna. Tidak ada perbedaan antara bahan dasar jenis sabun maupun detergen, antara lain:

- a. Bentuk : Sabun harus berbentuk cairan
- b. Bau : Memiliki bau khas, sesuai dengan pewangi yang ditambahkan pada sabun.
- c. Warna : Dilihat secara kasat mata, memiliki warna yang khas dan pewarna yang ditambahkan juga sesuai dengan keinginan produsen.

#### 2. Nilai pH

pH merupakan nilai yang menunjukkan derajat keasaman suatu bahan. Pengaturan pH dapat mempengaruhi stabilitas suatu formula. Salah satu sifat fisik yang penting adalah derajat keasaman atau pH, sebab dalam formulasi dari sediaan yang dihasilkan. pH pada formulasi detergen umumnya bersifat alkali.

### 3. Bobot Jenis

Bobot jenis atau densitas sebagai berat suatu cairan per satuan volume. Perbedaan bobot jenis komponen penyusun sebuah emulsi pada kisaran yang semakin lebar akan menurunkan stabilitas emulsi tersebut dengan meningkatnya kecenderungan fenomena *creaming*.

### 4. Stabilitas Busa

Busa adalah suatu dispersi koloid dimana gas *terdispersi* dalam fase kontinu yang berupa cairan. Busa yang dihasilkan oleh produk detergen cair harus stabil agar bertahan lebih lama selama proses pencucian berjalan. Stabilitas busa dikaitkan dengan menghubungkan volume busa terhadap waktu. Selain dipengaruhi oleh jenis surfaktan, stabilitas busa dipengaruhi oleh suhu dan laju *drainase*.

### 5. Daya Detergensi

Daya detergensi adalah gugus hidrofobik surfaktan akan berikatan dengan kotoran dan hidrofilik akan berikatan dengan molekul air, sehingga membawa kotoran larut dalam air. Komponen yang berperan dalam daya detergensi adalah surfaktan.

#### 2.1.4 Baku Mutu Limbah Cair Detergen

Pengujian baku mutu limbah cair detergen ini bertujuan untuk mengetahui kandungan yang terdapat di dalam air limbah detergen cuci yang dihasilkan sesuai dengan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik, dan Pertambangan Batubara. Adapun baku mutu limbah cair untuk sabun dan detergen dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Pengujian baku mutu air limbah yang dilakukan terdiri dari:

#### 1. Pengujian pH

pH merupakan nilai yang menunjukkan derajat keasaman suatu bahan. Pengaturan pH dapat mempengaruhi stabilitas suatu formula. Salah satu sifat fisik

yang penting adalah derajat keasaman atau pH, sebab dalam formulasi dari sediaan yang dihasilkan. Pengukuran pH menggunakan pH meter. Pada awal pengukuran dilakukan pengkalibrasian pH meter dengan larutan buffer. Larutan buffer yang digunakan adalah larutan dengan pH 4 dan 7. Elektroda dicelupkan ke dalam sampel dan nilai yang terbaca pada layar digital merupakan pH sampel.

## 2. Pengujian BOD

*Biochemical Oxygen Demand* (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme air untuk menghancurkan bahan organik pada suhu 20°C. Oksidasi biokimia ini merupakan proses yang lambat dan secara teoritis memerlukan reaksi sempurna. Selama 20 hari, oksidasi mencapai 95-99% sempurna, sedangkan dalam waktu 5 hari seperti yang umum digunakan untuk mengukur BOD, kesempurnaan oksidasinya mencapai 60-70-%. Suhu 20°C yang digunakan merupakan nilai rata-rata untuk daerah perairan arus lambat di daerah iklim sedang dan mudah ditiru di inkubator. Hasil yang berbeda akan diperoleh pada suhu yang berbeda karena kecepatan reaksi biokimia tergantung dari suhu (Mulyono, 2001).

## 3. Pengujian COD

*Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan yang menjadi salah satu parameter kunci untuk pendeteksian tingkat pencemaran air. Semakin tinggi COD, semakin buruk kualitas air yang ada (Andary, 2010). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara ilmiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

## 4. *Total Suspended Solid* (TSS)

*Total Suspended Solid* (TSS) adalah semua zat padat atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (biotik) seperti detritus dan partikel partikel anorganik. *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air, sehingga akan mengganggu proses fotosintesis menyebabkan turunnya oksigen terlarut yang dilepas ke dalam air oleh tanaman. Jika

sinar matahari terhalang untuk mencapai dasar perairan, maka tanaman akan berhenti memproduksi oksigen dan akan berhenti memproduksi oksigen dan akan mati. *Total Suspended Solid* (TSS) juga menyebabkan penurunan kejernihan dalam air (Alearts dan Simestri, 2004).

Menurut Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 8 Tahun 2012, parameter dominan yang ada pada limbah domestik antara lain adalah BOD, TSS, pH. Pemilihan parameter didasarkan pada parameter yang dominan pada air limbah domestik. COD memiliki hubungan dengan BOD, bahwa nilai BOD merupakan bagian dari COD. Nilai BOD *ultimate* selalu lebih kecil dari nilai COD (Tchobanoglous et al., 2003). Nilai BOD dan COD yang terkandung dalam air limbah domestik merupakan parameter yang penting untuk proses denitrifikasi, sedangkan TSS yang merupakan partikel tersuspensi pada air limbah mengandung hampir 70% dari COD (Aiyuk dkk, 2010).

**Tabel 2.4** Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Sabun dan Detergen

Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)	
		Sabun	Detergen
BOD <sub>5</sub>	75	0,60	0,075
COD	180	1,44	0,180
Residu Tersuspensi	60	0,48	0,06
Minyak dan Lemak	15	0,12	0,015
Fosfat (sebagai PO <sub>4</sub> )	2	0,016	0,002
MBAS (detergen)	3	0,024	0,003
Ph		6,0 – 9,0	
Debit Limbah Maksimum		8 m <sup>3</sup> per ton produk nabati	1 m <sup>3</sup> per ton produk nabati

Sumber: Peraturan Gubernur Sumatera Selatan, 2012

## 2.2 Tanaman Sengon

Pohon Sengon dapat mencapai tinggi sekitar 30 - 45 m dengan diameter batang sekitar 70 - 80 cm. Pada umumnya, kayu sengon dijadikan sebagai bahan utama dalam pembuatan peti kemas, batang korek api, perabot rumah tangga dan lainnya. Sejauh ini, tanaman Sengon yang dimanfaatkan hanya batangnya. Sebenarnya daun Sengon mengandung protein, zat lemak, memosin, dan sebagainya yang sangat bermanfaat. Daunnya tersusun majemuk menyirip ganda dan mudah rontok untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.3. Apabila daun tersebut gugur, maka berdampak baik bagi tanah. Hal ini dikarenakan adanya unsur kimia yang dapat meningkatkan kesuburan tanah. Daun Sengon yang berwarna hijau pupus berfungsi untuk memasak makanan dan sekaligus sebagai penyerap nitrogen ( $N_2$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ) dari udara bebas (Santoso, 1992). Klasifikasi tanaman Sengon sebagai berikut (Warisno, 2009):

*Kingdom* : *Plantae*  
*Divisi* : *Magnoliophyta*  
*Kelas* : *Magnoliopsida*  
*Ordo* : *Fabales*  
*Famili* : *Fabaceae (Leguminoceae)*  
*Genus* : *Paraserianthes*  
*Species* : *Paraserianthes falcataria (L) Nielsen.*



Sumber: Santoso, 1992.

**Gambar 2.3** Daun Sengon

Berdasarkan hasil penelitian, daun Sengon mengandung saponin dengan kadar yang cukup tinggi sebesar 15,04% (Susanti & Marhaeniyanto, 2014). Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian kadar saponin 10 jenis daun tanaman pada Tabel 2.5. Kandungan daun yang mengandung saponin dijumpai pada hijauan yang berkualitas tinggi. Kandungan saponin yang terdapat pada daun Sengon berfungsi untuk menurunkan tegangan air dan mampu mengangkat noda atau kotoran (Widayati dkk, 2018).

**Tabel 2.5** Kadar Saponin 10 Jenis Daun Tanaman

<b>Nama Daun Tanaman</b>	<b>Total Saponin (%)</b>
Bunga Sepatu	5,89
Dadap	3,42
Gamal	8,23
Kaliandra	8,33
Kelor	7,19
Lamtoro	4,54
Mahoni	4,31
Nangka	5,79
Sengon	15,04
Trembesi	3,98

*Sumber: Susanti & Marhaeniyanto, 2014*

### 2.2.1 Saponin

Saponin adalah jenis glikosida yang banyak ditemukan dalam tumbuhan yang memiliki karakteristik berupa buih, sehingga ketika direaksikan dengan air dan dikocok maka akan terbentuk buih yang dapat bertahan lama. Saponin juga dapat digunakan sebagai bahan baku deterjen alami, karena memiliki kegunaan seperti surfaktan yakni dapat mengangkat kotoran dan dapat menurunkan tegangan air (Flider, 2001). Dalam penelitian Susanti & Marhaeniyanto (2014) dijelaskan bahwa daun sengon memiliki kandungan saponin sebesar 15,04%. Dibawah ini adalah struktur saponin.

Identifikasi awal saponin dilakukan dengan uji busa dan uji warna. Saponin ditunjukkan dengan adanya pembentukan busa stabil selama 30 detik setelah simplisia

tanaman dikocok dalam air yang menghasilkan ketinggian busa 1-3 cm dan penambahan asam klorida pekat pada tabung reaksi. Identifikasi dengan uji warna dilakukan terhadap simplisia dengan pelarut kloroform yang dipanaskan dan penambahan pereaksi *Liebermann Burchard* (LB), jika pada larutan menghasilkan cincin warna coklat atau violet menunjukkan adanya saponin triterpen sedangkan jika menghasilkan cincin warna hijau atau biru menunjukkan adanya saponin steroid (Jaya, 2010).

Saponin paling tepat diekstraksi dari tanaman dengan pelarut metanol dan etanol 70-95%. Ekstrak saponin akan lebih banyak dihasilkan jika diekstraksi menggunakan metanol karena saponin bersifat polar sehingga akan lebih mudah larut daripada pelarut lain. Isolasi saponin dihasilkan dengan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) menggunakan lempeng silika gel dan eluen campuran kloroform, metanol dan air (Harborne, 1987).

Pemilihan pelarut merupakan faktor yang menentukan dalam ekstraksi. Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi harus dapat menarik komponen aktif dari campuran. Hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam memilih pelarut adalah selektivitas, sifat pelarut, kemampuan untuk mengekstaraksi, tidak bersifat racun, mudah diuapkan dan harganya relatif murah (Gamse, 2002). Perendaman suatu bahan dalam pelarut dapat meningkatkan permeabilitas dinding sel dalam tiga tahapan, yaitu masuknya pelarut kedalam dinding sel tanaman kemudian senyawa yang terdapat dalam dinding sel akan terlepas dan masuk kedalam pelarut diikuti oleh difusi senyawa yang terekstraksi oleh pelarut keluar dari sel. Berdasarkan hasil penelitian Elsas (2014) kadar ekstrak daun sengon yang didapatkan dari beberapa pelarut dapat dilihat pada Tabel 2.6.

**Tabel 2.6** Kadar Ekstrak Daun Sengon

Sampel	Pelarut	Rendemen Ekstrak (%)
Daun Sengon	Akuades	3.77
	Etanol 70%	6.22
	Etanol 96%	7.34
	Etil Asetat	3.21

Sumber: Elsas, 2014

### 2.3 Tanaman Pepaya

Pepaya adalah tanaman yang berasal dari Amerika. Tumbuhnya lurus ke atas setinggi 3 – 10 m dengan diameter batang bisa mencapai 20 cm. Biasanya tanaman ini tak bercabang, daun-daun dan buah tumbuh secara langsung dari batang (Nuraini, 2002).

Klasifikasi tanaman pepaya adalah sebagai berikut (Yuniarti, 2008):

*Kingdom* : *Plantae*  
*Divisi* : *Spermatophyta*  
*Class* : *Dicotyledoneae*  
*Ordo* : *Cistales*  
*Family* : *Caricaceae*  
*Genus* : *Carica*  
*Species* : *Carica Papaya* L.

Buah Pepaya muda mengandung saponin, alkaloid, kardenolid, pati (43,28%), gula (15,15%), protein (13,63%), lemak (1,29%), kelembaban (10,65%), dan serat (1,88%). Hal ini menunjukkan bahwa buah Pepaya kaya akan nutrisi dan bermanfaat dalam banyak pengobatan (Oleyede, 2005). Buah Pepaya merupakan salah satu buah yang sering diolah oleh masyarakat, kulit buah Pepaya adalah salah satu limbah dari bagian buah yang belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Kulit buah Pepaya muda dapat dimanfaatkan menjadi suatu produk yang bernilai ekonomis.

Kulit buah Pepaya merupakan bagian terluar dari buah Pepaya yang masih mengandung nutrisi cukup tinggi. Kulit buah Pepaya muda pada keadaan kering mengandung protein sebesar 25,85 %, lemak 8,87 %, serat 2,39 %, kalsium 18,52 %, posfor 0,88 %, dan abu 8,52 % (Permana, 2007). Untuk lebih jelasnya, kulit buah Pepaya muda dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Sumber: Rahayu, 2018.

**Gambar 2.4** Kulit Buah Pepaya

Selain memiliki kandungan protein yang tinggi kulit buah Pepaya muda diduga memiliki kandungan antioksidan dan beta karoten yang tinggi dibanding buahnya, itu dikarenakan kulit buah Pepaya berperan untuk melindungi buah dari radikal bebas dan sinar matahari secara langsung (Supeno, 2013).

Enzim protease diharapkan dapat sebagai aditif dari deterjen yang berfungsi untuk meningkatkan efektivitas daya pembersih deterjen yaitu dengan cara mempercepat degradasi kotoran yang berupa protein dan turunannya dari pakaian sehingga kotoran yang sulit terlepas pun menjadi mudah terlepas dari pakaian. Hal ini dikarenakan enzim protease spesifik terhadap residu asam amino aromatik atau *hidrofobik penilalanin* atau leusin pada sisi karboksil dari titik pemutusan. Disamping itu penggunaan bahan yang berupa hasil ekstraksi enzim akan mudah mengalami *biodegradable* (Suhartono, 1989).

Kulit Pepaya mengandung senyawa kimia yang diduga memiliki potensi sebagai larvasida yang terdiri dari:

#### 1. Enzim Papain

Papain adalah salah satu jenis enzim proteolitik yang berasal dari tumbuhan. Enzim proteolitik adalah enzim pemecah protein menjadi senyawa yang lebih sederhana. Papain menguraikan protein menjadi polipeptida dan dipeptida. Papain banyak ditemukan pada seluruh bagian tumbuhan pepaya, kecuali akar dan bijinya. Kemampuannya memecah protein membuat papain banyak digunakan sebagai dalam

industri minuman, kosmetik, tekstil, dan pembersih limbah. Tidak hanya itu, papain juga banyak digunakan dalam industri farmasi sebagai anthelmintik (obat cacing) dan bahan aktif pada obat gastritis atau maag. Hal ini disebabkan karena papain dapat menggantikan kinerja enzim pepsin yang dihasilkan oleh lambung karena kemiripan kerja keduanya (Yuniarti, 2008).

Papain adalah suatu zat (enzim) yang dapat diperoleh dari getah tanaman pepaya dan buah pepaya muda. Getah pepaya tersebut terdapat hampir di semua bagian tanaman pepaya, kecuali bagian akar dan biji. Kandungan papain paling banyak terdapat dalam buah pepaya yang masih muda. Suhu optimal papain sendiri adalah 50° hingga 60°C. Papain relatif tahan terhadap suhu, dibandingkan dengan enzim proteolitik lainnya seperti bromelin dan lisin (Winarno,2004). Aktivitas enzim papain cukup spesifik karena papain hanya dapat mengkatalisis proses hidrolisis dengan baik pada kondisi pH serta suhu dalam kisaran waktu tertentu. Papain mempunyai pH optimum 7,2 pada substrat BAEE (benzoil arginil etil ester); pH 6,5 pada substrat kasein; pH 7,0 pada albumin dan pH 5,0 pada gelatin.

Papain adalah salah satu jenis enzim proteolitik yang berasal dari tumbuhan. Enzim proteolitik adalah enzim pemecah protein menjadi senyawa yang lebih sederhana. Papain menguraikan protein menjadi polipeptida dan dipeptida. Papain banyak ditemukan pada seluruh bagian tumbuhan pepaya, kecuali akar dan bijinya. Kemampuannya memecah protein membuat papain banyak digunakan sebagai dalam industri minuman, kosmetik, tekstil, dan pembersih limbah. Tidak hanya itu, papain juga banyak digunakan dalam industri farmasi sebagai anthelmintik (obat cacing) dan bahan aktif pada obat gastritis atau maag. Hal ini disebabkan karena papain dapat menggantikan kinerja enzim pepsin yang dihasilkan oleh lambung karena kemiripan kerja keduanya (Yuniarti, 2008).

Enzim papain merupakan senyawa aktif yang memiliki kemampuan mempercepat proses pencernaan protein. Enzim tersebut berfungsi sebagai proteolitik atau enzim pemecah protein. Papain merupakan enzim protease yang terkandung

dalam getah pepaya, baik dalam buah, batang dan daunnya, sebagai enzim yang berkemampuan memecahkan molekul protein, saat ini papain menjadi produk yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, baik dirumah tangga maupun industri. Enzim papain sebagai protease dapat diaktifkan oleh zat-zat pereduksi dan menjadi tidak aktif jika terdapat zat pengoksidasi. Enzim tersebut akan bekerja secara optimal tergantung dari konsentrasi yang diberikan

Enzim papain termasuk enzim proteolitik dan enzimnya disebut protease. Sifat kimia enzim protease tergantung dari jenis gugusan kimia yang terdapat dalam enzim tersebut. Berikut ini faktor – faktor yang mempengaruhi kualitas enzim papain pada proses ekstraksi adalah :

a. Suhu

Suhu sangat mempengaruhi terhadap kualitas papain. Jika suhu terlalu rendah papain yang dihasilkan kualitasnya rendah, jika terlalu tinggi papain menjadi gosong dan kualitasnya turun. Suhu yang baik antara 55 – 60°C.

b. Waktu Pengeringan

Waktu pengeringan juga berpengaruh terhadap kualitas papain. Makin lama waktu pengeringan makin kering papain yang dihasilkan. Dan waktu yang baik adalah 8 jam.

c. Derajat pH

Bila aktivitas enzim diukur pada pH yang berlainan, maka sebagian besar enzim didalam tubuh akan menunjukkan aktivitas optimum antara pH 5 - 9.

d. Penambahan Sulfit

Untuk membuat enzim papain, bahan baku yang perlu disiapkan adalah getah pepaya. Sementara bahan penolongnya air dan sulfit. Sulfit yang dapat digunakan antara lain natrium bisulfit dan natrium metabisulfit. Air digunakan sebagai pengencer. Sulfit digunakan sebagai bahan pengawet.

2. Saponin

Saponin adalah suatu glikosida yang terdapat pada berbagai macam tanaman. Saponin terdapat dalam konsentrasi tinggi pada bagian tanaman tertentu dan dipengaruhi oleh varietas tanaman dan tahap pertumbuhan. Sifat-sifat saponin antara lain mempunyai rasa pahit, membentuk busa dalam larutan air, menghemolisis eritrosit, racun kuat untuk ikan dan amfibi, sulit untuk dimurnikan dan diidentifikasi. Saponin memiliki beberapa aktivitas biologis diantaranya antiinflamasi, antimikroba, dan stimulasi imun (Leny, 2008).

### 3. Flavanoid

Flavonoid merupakan salah satu senyawa yang bersifat racun yang terkandung di dalam Pepaya. Beberapa sifat khas dari flavonoid yaitu memiliki bau yang sangat tajam, rasanya yang pahit, dapat larut dalam air dan pelarut organik, dan juga mudah terurai pada temperatur tinggi. Flavonoid merupakan senyawa yang dapat bersifat menghambat makan serangga. Bagi tumbuhan Pepaya itu sendiri flavonoid memiliki peran sebagai pengatur kerja antimikroba dan antivirus (Rabbani dkk, 2015).

### 4. Tanin

Tanin merupakan salah satu senyawa yang termasuk ke dalam golongan polifenol yang terdapat dalam tanaman pepaya. Tanin mempunyai rasa yang sepat dan memiliki kemampuan menyamak kulit. Tanin terdapat luas dalam tumbuhan berpembuluh, dalam angiospermae terdapat khusus dalam jaringan kayu. Umumnya tumbuhan yang mengandung tanin dihindari oleh hewan pemakan tumbuhan karena rasanya yang sepat. Salah satu fungsi tanin dalam tumbuhan adalah sebagai penolak hewan herbivora dan sebagai pertahanan diri bagi tumbuhan itu sendiri (Supeno, 2013).

## 2.4 Natrium Karbonat

Dalam penggunaan domestik, natrium karbonat biasa digunakan sebagai *water softener*. Natrium karbonat juga digunakan untuk mengurangi kesadahan air melalui

presipitasi dengan ion-ion kalsium dan magnesium. Natrium karbonat memberikan alkalinitas yang tinggi dengan nilai pH antara 9-11 (Smulders, 2002).

Natrium karbonat memiliki bentuk padat, serbuk, atau kristal serbuk dan granul, berwarna putih dan tidak berbau. Natrium karbonat larut dalam air panas dan gliserol, larut sebagian dalam air dingin, tidak larut dalam aseton dan alkohol. Natrium karbonat, baik dalam bentuk *anhydrous* maupun *hydrated*, telah lama digunakan sebagai *builders* dalam pembersih untuk bahan tenun atau kain (Lynn, 2005).

## 2.5 Natrium Sulfate

Natrium sulfat merupakan senyawa anorganik yang banyak dibutuhkan dalam berbagai industri, seperti dalam industri kertas dan deterjen. Dalam deterjen serbuk sodium Sulfate digunakan sebagai *fillers* (pengisi) yang dapat menambah kuantitas atau dapat memadatkan sehingga produk terlihat lebih banyak. Sodium sulfat ini tidak mempunyai kemampuan meningkatkan daya cuci (Nugroho dkk, 2004). Deterjen biasanya mengandung sekitar 50 - 75% sodium sulfat. Sodium sulfat memiliki bentuk hablur tidak berwarna atau berbentuk granul berwarna putih. Sodium sulfat larut dalam 1,5 bagian air, dalam gliserin, dan tidak larut dalam etanol (Depkes RI, 1995).