



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Serat Daun Nanas

Serat (*fiber*) adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Contoh serat yang paling sering dijumpai adalah serat pada kain. Serat ini sangat penting dalam ilmu Biologi baik hewan maupun tumbuhan sebagai pengikat dalam tubuh. Manusia menggunakan serat dalam banyak hal antara lain untuk membuat tali, kain, atau kertas. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat sintetis (serat buatan manusia). Serat sintetis dapat diproduksi secara murah dalam jumlah yang besar. Namun demikian, serat alami memiliki berbagai kelebihan khususnya dalam hal kenyamanan (Fahmi *et al.*, 2011).

Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Tanaman nanas yang juga mempunyai nama lain, yaitu *Ananas comosus*, (termasuk dalam family Bromeliaceae), pada umumnya termasuk jenis tanaman semusim. Menurut sejarah, tanaman ini berasal dari Brazilia dan dibawa ke Indonesia oleh para pelaut Spanyol dan Portugis sekitar tahun 1599.

Di Indonesia tanaman tersebut sudah banyak dibudidayakan, terutama di Pulau Jawa dan Sumatera yang antara lain terdapat di daerah Subang, Majalengka, Purwakarta, Purbalingga, Bengkulu, Lampung dan Palembang, yang merupakan salah satu sumber daya alam yang cukup berpotensi (Anonim, 2006). Tanaman nanas akan dibongkar setelah dua atau tiga kali panen untuk diganti tanaman baru, oleh karena itu limbah daun nanas terus berkesinambungan sehingga cukup potensial untuk dimanfaatkan sebagai produk tekstil yang dapat memberikan nilai tambah.

Bentuk daun nanas menyerupai pedang yang meruncing diujungnya dengan warna hijau kehitaman dan pada tepi daun terdapat duri yang tajam. Tergantung dari species atau varietas tanaman, panjang daun nanas berkisar antara 55 sampai 75 cm dengan lebar 3,1 sampai 5,3 cm dan tebal daun antara 0,18 sampai 0,27 cm. Di samping species atau varietas nanas, jarak tanam dan

intensitas sinar matahari akan mempengaruhi terhadap pertumbuhan panjang daun dan sifat atau karakteristik dari serat yang dihasilkan. Intensitas sinar matahari yang tidak terlalu banyak (sebagian terlindung) pada umumnya akan menghasilkan serat yang kuat, halus, dan mirip sutera (*strong, fine and silky fibre*) (Doraiswamy dan Chellamani, 1993).

Tabel 2.1 memperlihatkan sifat fisik beberapa jenis varietas lain tanaman nanas yang sudah banyak dikembangkan (Doraiswamy dan Chellamani, 1993).

Tabel 2.1. Karakteristik Fisik Serat Daun Nanas

Varietas Nanas	Karakteristik Fisik		
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Ketebalan (cm)
Assam Local	75	4,7	0,21
Cayenalisa	55	4,0	0,21
Kallara Local	56	3,3	0,22
Kew	73	5,2	0,25
Mauritius	55	5,3	0,18
Pulimath Local	68	3,4	0,27
Smooth Cayenne	58	4,7	0,21
Valera Moranda	65	3,9	0,23

Sumber : Doraiswamy dan Chellamani, (1993).

Terdapat lebih dari 50 varietas tanaman nanas didunia, beberapa varietas tanaman nanas yang telah dibudidayakan di Indonesia antara lain Cayenne, Spanish/Spanyol, Abacaxi dan Queen. Tabel 2.1. memperlihatkan sifat fisik beberapa jenis varietas lain tanaman nanas yang sudah banyak dikembangkan (Doraiswamy dan Chellamani, 1993).

Dikenal 4 jenis golongan nanas, yaitu : Cayenne (daun halus, tidak berduri, buah besar), Queen (daun pendek berduri tajam, buah lonjong mirip kerucut), Spanyol/Spanish (daun panjang kecil, berduri halus sampai kasar, buah bulat dengan mata datar) dan Abacaxi (daun panjang berduri kasar, buah silindris atau seperti piramida). Varietas kultivar nanas yang banyak ditanam di Indonesia

adalah golongan Cayene dan Queen. Golongan Spanish dikembangkan di kepulauan India Barat, Puerte Rico, Mexico dan Malaysia. Golongan Abacaxi banyak ditanam di Brazilia. Dewasa ini ragam varietas/kultivar nanas yang dikategorikan unggul adalah nanas Bogor, Subang dan Palembang.



Gambar 2.1. Nanas Golongan Cayenne



Gambar 2.2. Nanas Golongan Queen

Varietas yang mulai dibudidayakan di Kota Prabumulih adalah *Smooth Cayenne* yang mempunyai rasa yang manis sedikit masam dan rendah serat. Nanas jenis *Smooth Cayenne* memiliki daun yang tidak berduri, bentuk buah bulat lonjong dengan berat buah antara 0,5 – 3 kg. Warna kulit buah hijau kekuningan dan memiliki mata yang tidak terlalu dalam sedangkan warna buah kuning tua dengan inti buah besar. Buah nanas merupakan buah tanpa musim, selalu bisa kita

dapatkan kapan saja kita inginkan. Tanaman nanas pada dasarnya dibagi menjadi lima golongan besar, yaitu *Cayenne*, *Queen*, *Maipure*, *Red Spanish*, dan *Abacaxi*. Ciri fisik keempat golongan buah nanas adalah sebagai berikut.

1. Golongan *Spanish*, bentuk buah bulat, bobot 0,9-1,8 kg. Warna buah kuning pucat sampai putih, inti buah besar, rasa daging buah masam dan berserat.
2. Golongan *Queen*, bentuk buah kerucut, bobot 0,5-1,1 kg, warna kulit buah kuning dan memiliki mata yang dalam. Warna daging buah kuning tua dengan inti buah kecil. Rasa buah manis sedikit asam dan serat rendah.
3. Golongan *Abacaxi*. Bentuk buah kerucut, bobot buah rata-rata 1,4 kg. Kulit buah berwarna kuning. Nanas jenis ini memiliki inti buah berukuran kecil, daging buah kuning pucat sampai putih, rasa buah manis, lembut, dan berair.
4. Golongan *Smooth Cayenne*. Bentuk buahnya silindris, bobot buah 2,3 kg atau lebih. Nanas jenis *Cayenne* memiliki kulit buah berwarna oranye dengan mata datar. Warna daging buah kuning pucat sampai kuning, inti buah sedang, rasa manis sedikit masam, serat rendah, dan banyak mengandung air.

Nanas yang banyak dikembangkan di Indonesia adalah golongan *queen*, *Smooth Cayenne*, dan *Red Spanish*. Dari sekian banyak jenis nanas yang diusahakan, baru tujuh yang dilepas sebagai varietas unggul, yaitu: (1) varietas Wajo dari Sulawesi Selatan, jenis *Smooth Cayenne*; (2) varietas Tangkit dari Kabupaten Batanghari, Jambi, jenis *Queen*; (3) varietas Queen dari daerah Palembang, jenis *Queen*; (4) varietas Subang dari Kecamatan Jalan Cagak, Kabupaten Subang Jawa Barat, jenis *Smooth Cayenne*; (5) nanas Simalungun dari Desa Purba Tua Etek, Kecamatan Silima Kuta, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara, jenis *Smooth Cayenne*; (6) nanas Lobong Emas dari Desa Lobong Kecamatan Passi, Kabupaten Bolaang Mongondow Sulawesi Utara, tergolong *Smooth Cayenne*; dan (7) varietas Lobong Kuning dari Desa Lobong, Kecamatan Passi, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara, termasuk golongan *Smooth Cayenne*.

Komposisi kimia serat nanas pada metode proses pemisahan serat yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Komposisi kimia serat nanas pada metode proses pemisahan serat yang berbeda.

Komposisi Kimia	% Komposisi		
	Dekortikator	Perendaman	Degumming
Alfa selulosa	79,36	87,36	94,21
Hemi selulosa	13,07	4,58	2,26
Lignin	4,25	3,62	2,75
Abu	2,29	0,54	0,37
Ekstraksi Alkohol Benzena	5,73	2,72	0,77

Sumber : Doraiswamy dan Chellamani, (1993).

2.2. Sifat Serat Daun Nanas

Serat adalah sebuah zat yang panjang, tipis dan mudah dibengkokkan. Serat yang ideal dibatasi sebagai suatu zat yang mempunyai tahanan terhadap tarikan dan akan tetap mempertahankan keadaan serat yang lurus. Faktor – faktor tersebut walaupun kecil dapat mempengaruhi hasil- hasil tekstil. Serat mempunyai bobot yang begitu ringan, hingga penanganannya dalam proses pemintalan menjadi sukar. Proses pembuatan benang dari serat mentah dinamakan memintal. Pemintalan adalah istilah umum untuk suatu proses dimana sejumlah serat yang relatif pendek disejajarkan satu sama lain dan dibentuk menjadi ukuran tertentu, lalu dipilin agar serat- seratnya tidak mudah terlepas dan dengan demikian telah dihasilkan suatu benang yang diinginkan (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Menurut Rasyid *et al.*, (1976), industri tekstil menggunakan bermacam-macam jenis serat- serat yang langsung diperoleh dari alam maupun serat-serat buatan untuk bahan bakunya. Sebagai bahan baku untuk industri tekstil, serat mempunyai peranan yang sangat penting karena sifat serat turut menentukan hasil dari sifat bahan tekstil jadinya. Proses pengolahan dilakukan pada serat- serat tekstil harus didasarkan pada sifat- sifat dasar seratnya. Sebagai bahan baku industri tekstil, serat memiliki peranan penting dalam menentukan sifat-sifat tekstil yang akan dihasilkan.

Serat daun nanas termasuk ke dalam golongan serat-serat alam yang berasal dari tumbuhan seperti serat kapas. Serat- serat alam misalnya serat kapas,

serat wol dan serat daun nanas dengan sendirinya sudah memiliki bentuk serabut. Serat-serat alam biasanya mempunyai struktur permukaan serat yang ruwet dan tekukan-tekukan pada arah memanjang. Kain-kain yang terbuat dari serat-serat alam khususnya mempunyai sifat kelembutan yang baik (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Serat merupakan selulosa murni yang berfungsi sebagai komponen utama dalam menyusun dinding sel pada tanaman, terutama di bagian tangkai, batang, dahan, daun dan semua bagian berkayu dari suatu jaringan tumbuhan. Selulosa juga merupakan senyawa seperti berserabut yang berupa serat-serat yang panjang, berbentuk liat dan tidak larut dalam air (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Secara mikroskopis pada penampang membujur dari serat daun nanas dapat dilihat dengan menggunakan proses *scanning* elektron mikroskop yang permukaannya terdiri atas fibril-fibril dan sinar x juga menunjukkan bahwa pada serat daun nanas mempunyai derajat kristalinitas yang tinggi dengan sudut spiral 15° . Pada daerah kristalin, struktur molekul serat daun nanas tersusun lebih kuat dan kencang dengan ikatan hidrogen dan gaya Van Der Waals, sehingga serat daun nanas mempunyai kekuatan tarik yang relatif lebih tinggi dan kuat (Marisa, 2006).

Kekuatan lentur yang dimiliki dari serat daun nanas relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan lentur yang dimiliki oleh serat kapas. Hal ini menyebabkan serat daun nanas mempunyai ketahanan yang besar untuk dipelintir (*twist*), sehingga serat daun nanas cenderung tidak segera terpelintir pada saat proses pengelintiran telah selesai (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Sifat menggelembung (*swelling*) pada serat daun nanas menunjukkan adanya sifat daya absorbs lembab dan kemampuannya untuk dicelup. Salah satu sifat karakter yang dimiliki oleh semua serat adalah ukuran dan panjangnya yang relatif lebih besar bila dibandingkan lebar seratnya. Sifat karakteristik serat tersebut hanya dapat ditentukan dari bentuknya yaitu perbandingan yang besar antara panjang dan lebar serat serta tidak ditentukan oleh zat-zat pembentuknya. Pada umumnya perbandingan antara panjang serat harus lebih besar beberapa ratus kali dari lebar seratnya. Perbandingan tersebut juga diperlukan untuk memperoleh dan menentukan sifat fleksibel dari suatu serat sehingga serat-serat tersebut dapat dengan mudah dipintal menjadi benang (Sugiarto, 1978).

2.3 . Kekeritingan Serat

Menurut Hartanto dan Watanabe (1993), nilai kekeritingan (*curliness*) dari suatu serat sangat mempengaruhi kualitas dari kain yang akan dihasilkan dan nilai kekeritingan serat tersebut sangat menentukan dalam hasil dan proses pemintalan serta penenunan tekstil. Nilai kekeritingan serat daun nanas sangat ditentukan oleh jenis bahan baku pembentuk serat itu sendiri. Dengan adanya nilai kekeritingan serat, benang yang dihasilkan akan berbentuk spiral. Karena bentuk spiral ini maka benang mempunyai elastisitas seperti pegas dalam arah yang memanjang. Nilai kekeritingan untuk serat daun nanas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (I), sebagai berikut :

$$\text{Kekeritingan serat (\%)} = \frac{l_2 - l_0}{l_1} \times 100\%$$

Keterangan :

l_0 = panjang serat bergelombang (cm)

l_1 = panjang serat lurus (cm)

2.4. Kekuatan Tarik

Serat yang baik mempunyai tahanan terhadap tarikan. Kekuatan tarik serat merupakan sifat serat yang paling penting agar serat-serat tersebut tahan terhadap tarikan-tarikan yang cukup kuat dalam proses pemintalan, sehingga pada akhir proses tersebut akan dihasilkan kain jadi sebagai bahan baku untuk tekstil yang mempunyai kekuatan tarik cukup besar (Rasyid *et al.*, 1976).

Kekuatan tarik dalam berbagai arah dari produk serat alam biasanya ditentukan oleh orientasi dari serat-serat dalam jaringan yang tergantung dari cara pembentukan jaringannya. Kekuatan tarik serat dinyatakan dengan harga rata-rata dari beban pada saat patah atau putus dan perpanjangannya dinyatakan sebagai perbandingan dari perpanjangan pada saat patah atau putus dan jarak antara jepitan tarikannya. Pengujian kekuatan tarik dilakukan terhadap contoh yang diberi tegangan mula tertentu pada kondisi sesuai dan pengukuran kekuatan dan perpanjangan pada saat patah atau putus (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Kekuatan tarik dari suatu serat biasanya dinyatakan dalam satuan gram per denier. Satuan denier adalah satuan berat dalam gram dari serat panjang 9.000 m

kekuatan tarik serat dalam keadaan basah yang diperlukan harus lebih rendah bila dibandingkan dengan kekuatan tarik serat dalam keadaan kering karena pengerjaan yang basah biasanya akan dilakukan setelah serat-serat tersebut menjadi benang atau kain (Rasyid *et al.*, 1976).

Nilai kekuatan tarik untuk serat merupakan ukuran dari seberapa baiknya suatu serat menentang berbagai perubahan bentuk (*deformation*) yang dialami oleh suatu serat seperti ketika serat diregangkan, dibenturkan, diputuskan atau dipatahkan. Kekuatan tarik juga merupakan bagian dari suatu tegangan yang dapat menyebabkan suatu bahan mengalami penyimpangan dari kesebandingan antara tegangan dan regangan (Dahlan, 1994).

Menurut Kartiwa *et al.*, (1986), serat daun nanas termasuk serat yang panjang dan halus, memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah bila dibandingkan dengan serat dari jenis lainnya seperti dari beberapa tanaman bukan kayu. Adapun untuk nilai kekuatan tarik serat dari beberapa tanaman bukan kayu dapat dilihat pada Tabel 2.3. sebagai berikut.

Tabel 2.3. Nilai kekuatan tarik serat dari beberapa tanaman bukan kayu.

Serat Tanaman	Kekuatan Tarik Relatif (%)
Nanas (<i>Cayenne</i>)	29
Sisaliana	71
Jute	55
Cotton	75
Hemp	56

Sumber : Kartiwa *et al.*, (1986).

Kekuatan tarik adalah gaya per satuan luas pada sebuah benda yang cenderung mengakibatkan benda tersebut mengalami deformasi. Kekuatan tarik merupakan ukuran resistansi yang dihasilkan suatu bahan terhadap tegangan tarikan. Kekuatan tarik juga didefinisikan sebagai tegangan yang dibutuhkan untuk mematahkan bahan tersebut dinyatakan sebagai gaya persatuan luas penampang yang dibutuhkan untuk mematahkan bahan tersebut (Wilardjo, 1997).

Kekuatan tarik merupakan ukuran gaya-gaya internal antara partikel-partikel yang terkandung oleh suatu benda yang cenderung melawan pemisahan, pemampatan ataupun terhadap penggelinciran dan sebagai reaksi terhadap gaya eksternal yang bekerja. Selanjutnya dapat menjadi ukuran sampai sejauh mana sebuah mengalami deformasi bila diberi tegangan dan merupakan nisbah perubahan panjang terhadap panjang semula (Santoso, 1997).

2.5. Diameter

Perbedaan diameter pada serat dapat dilakukan dengan pengamatan profil dan penampang oleh sebuah mikroskop. Diameter suatu serat untuk penggunaan yang umum dalam industri tekstil pada umumnya berkisar antara 10-30 μ ($1 \mu = 0,001$ mm). Ukuran serat disini yaitu ukuran kehalusan yang biasanya dalam berat untuk satuan panjang dengan diameternya, tebalnya atau karena bentuk penampangnya yang sangat rumit (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Diameter adalah garis lurus yang melalui titik tengah atau titik pusat sesuatu dari satu sisi ke sisi yang lainnya dan terbagi dua oleh garis pemisah. Diameter juga merupakan simetri lipat atau simetri balik yang jumlahnya bisa mencapai tak terhingga (Negoro, dan Hararap, 2003).

Kehalusan dinyatakan oleh berat dari satu satuan panjang (kehalusan berat) atau oleh diameter atau panjang keliling dari penampang suatu berat (kehalusan geometris). Kehalusan *micronaire* adalah kehalusan berat dari sebuah serat untuk setiap inci. Kehalusan geometris adalah ukuran yang menyatakan luas tertentu dari sebuah serat yaitu luas permukaan suatu serat dalam satuan mm (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Satuan internasional untuk kehalusan adalah tex. Tex adalah berat benda (gram) yang panjangnya 1 km dan kehalusan geometris yang ditentukan dari ukuran penampang melintang. Satuan tex merupakan sistem satuan yang belum praktis dan sebagai gantinya maka dipergunakan satuan baru yang lebih praktis yaitu denier (d atau den) untuk serat sintesis kimiawi (Hartanto dan Watanabe, 1993).

Satuan denier merupakan berat dari serat panjang 9.000 m benang filament dalam gram. Denier juga dipergunakan sebagai satuan untuk kehalusan serat.

Jika berat dari suatu benda dengan kehalusan yang rata adalah 1 g dan panjangnya 9.000 m, maka kehalusan dari benda itu adalah 1 denier (Hartanto dan Watanabe, 1993).

2.6. Rendemen

Rendemen adalah jumlah persentase sampel akhir setelah pemasakan dan dinyatakan dalam % (bobot/bobot). Rendemen juga dapat diartikan persentase rasio antara daun nanas yang diperoleh terhadap serat yang digunakan.

Rendemen yang diperoleh, selain ditentukan oleh bahan kering juga dipengaruhi faktor lain seperti penggunaan bahan tambahan pada pengambilan serat daun nanas. Penggunaan bahan tambahan makanan merupakan salah satu alternatif yang dilakukan untuk meningkatkan rendemen yang diperoleh dalam pembuatan produk.

Rendemen serat daun nanas dari hasil penyerutan dihitung berdasarkan rasio antara berat serat yang dihasilkan dengan berat daun nanas yang digunakan (Pajarwati, 2004) :

$$\text{Rendemen} = \frac{R_1}{R} \times 100\%$$

Keterangan :

R = Berat daun nanas segar (gram).

R₁ = Berat serat daun nanas (gram).

2.7. NaOH (Soda Api).

Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kostik, adalah sejenis basa logam kostik. *Kostik* merupakan istilah yang digunakan untuk basa kuat. Natrium hidroksida membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Ia digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Natrium hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. Penggunaan Sodium Hidroksida dalam penelitian bertujuan untuk mengubah permukaan *fiber* menjadi kasar, sehingga meningkatkan kelekatan mekanis dan juga menyebabkan semakin banyaknya

jumlah selulosa yang terekspos. Hal ini dapat meningkatkan jumlah tempat yang memungkinkan untuk terjadinya reaksi adhesi yang berguna untuk meningkatkan kelekatan antara *fiber* dan matriks (Hashim *et al.*, 2012).

Natrium hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Ia bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbon dioksida dari udara bebas. Ia sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan. Ia juga larut dalam etanol dan metanol, walaupun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil daripada kelarutan KOH. Ia tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar lainnya. Larutan natrium hidroksida akan meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas. Solid natrium hidroksida atau larutan natrium hidroksida akan menyebabkan luka bakar kimia, cedera atau bekas luka permanen, dan kebutaan jika kontak tidak dilindungi jaringan tubuh manusia atau hewan. Perlindungan peralatan seperti sarung tangan karet, pakaian keamanan dan pelindung mata

Alkaline treatment adalah perlakuan kimia yang paling sering digunakan untuk serat alami. Tujuan dari alkalisasi yang paling penting disini adalah mengacaukan ikatan *hydrogen* di struktur serat, sehingga menambah kekasaran serat tersebut. Proses alkalisasi menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, *wettability* serat oleh matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan antarmuka pun akan meningkat. Selain itu, peningkatan kekasaran pada permukaan yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang baik tergantung pada pengurangan hemiselulosa, lignin atau pektin (Maryanti *et al.*, 2011).

2.8. Proses *Degumming*.

Degumming merupakan suatu proses pemecahan ikatan rantai panjang pada perekat gum menjadi rantai pendek sehingga dapat terdispersi dalam air. *Degumming* dilakukan untuk memecah perekat gum agar dapat larut dalam air sehingga mampu mengurangi kandungan gum yang melekat pada selulosa yang terdapat pada daun nanas. *Degumming* dapat dilakukan dengan menggunakan senyawa alkali atau menggunakan mikroba. *Degumming* yang dilakukan dengan

menggunakan senyawa alkali yaitu larutan NaOH mampu menurunkan perekat gum pada serat daun nanas sampai gum yang terdapat pada daun nanas hanya tersisa 26,38 % (Ongo, 2003).

Proses degumming yang dilakukan pada serat rami dapat dilakukan secara mikrobiologis yaitu dengan menggunakan mikroba. Mikroba yang digunakan adalah bakteri selulolitik yang berasal dari rumen sapi. Bakteri ini dapat menghasilkan enzim yang mampu menghidrolisis perekat gum. Proses ini dapat menurunkan kandungan gum pada serat rami hingga mencapai 30 % (Bruhlmann *et al.*, 2002).

Proses degumming secara kimiawi memerlukan waktu satu sampai tiga hari. Akan tetapi proses *degumming* memiliki beberapa kelemahan seperti menghasilkan limbah kimiawi, memerlukan usaha untuk menetralkan cemaran bahan kimia serta prosesnya yang rumit (Guo *et al.*, 2013).