

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Bakteri *Indigenous***

Bakteri *indigenous* merupakan bakteri bebas yang dapat mensintesis senyawa nitrogen, gula, dan substansi bioaktif lainnya. Metabolit yang diproduksi dapat diserap secara langsung oleh tanaman dan tersedia sebagai substrat untuk perkembangbiakan mikroorganisme yang menguntungkan. Fungsi mikroorganisme tersebut antara lain: penambat nitrogen, pelarut fosfat dan mikroba pendegradasi selulosa (Nia, 2010).

Bakteri *indigenous* air rendaman kenaf merupakan bakteri pengurai serat yang manfaatnya dapat digunakan sebagai pendukung teknologi pertanian di bidang mikrobiologi. Selain itu Sejumlah isolat bakteri *indigenous* yang telah berhasil diisolasi dari berbagai limbah secara eksplisit menunjukkan kekayaan biodiversitas bakteri *indigenous* Indonesia dan aktivitas bioremediasi yang berpotensi untuk dikembangkan dan ditingkatkan. Pemanfaatan bakteri untuk bioremediasi limbah mampu mencegah efek negatif limbah terhadap lingkungan yang merupakan habitat berbagai makhluk hidup (Octavia, 2010).

Beberapa hasil penelitian berbasis bioremediasi telah berhasil mengungkap sebagian kecil bakteri *indigenous* Indonesia. Sebagai contoh a) sebanyak enam puluh empat isolat bakteri resisten merkuri telah diisolasi dari air dan sedimen Sungai Banjir Kanal Barat Semarang yang tercemar merkuri, b) duapuluh satu isolat bakteri senyawa hidrokarbon berhasil diisolasi dari limbah cair minyak

bumi, c) lima isolat bakteri pereduksi krom telah diisolasi dari limbah cair proses penyamakan kulit, dan d) Sembilan isolat bakteri resisten tembaga (Cu) berhasil diisolasi dari limbah cair pabrik susu PT Sari Husada Tbk., Klaten. Kemampuan alamiah isolat-isolat bakteri *indigenus* tersebut dalam bioremediasi limbah menunjukkan potensi signifikan sehingga layak untuk ditingkatkan dan dikembangkan kemampuannya (Octavia, 2010).

Bakteri *Bacillus* dan *Paenibacillus* yang diisolasi dari air rendaman kenaf merupakan bakteri pendegradasi holoselulosa yang merupakan gabungan dari hemiselulosa, selulosa, dan senyawa yang larut dalam alkali. Holoselulosa merupakan serat kasar yang dihilangkan kadar ligninnya (Ainuri, 1997).

Bakteri dari genus *Paenibacillus* telah ditemukan sebagai endofitik di berbagai pohon-pohon seperti pinus dan kopi. Bakteri ini juga menghasilkan hormon tanaman seperti auksin dan sitokinin, peptida, antibiotik, serta enzim hidrolisis. Memiliki efek menguntungkan pada pertumbuhan akar dan pada proses fiksasi Nitrogen (Scherling, 2009).

Genus *Paenibacillus* dapat membantu pertumbuhan tanaman, mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan fiksasi nitrogen atmosfer, larut dalam mineral, memproduksi fitohormon selain itu *Paenibacillus* dapat menghambat pertumbuhan bakteri atau jamur (Singh, 2009).

Lignoselulosa terdiri atas tiga polimer yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa adalah polimer glukosa dengan ikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik. Setiap bakteri selulolitik menghasilkan kompleks enzim selulosa yang berbeda-beda,

tergantung dari gen yang dimiliki dan sumber karbon yang digunakan (Meryandini, 2009).

Mikroorganisme perombak bahan organik atau biodekomposer adalah mikroorganisme pengurai serat, lignin, dan senyawa organik yang mengandung nitrogen dan karbon dari bahan organik (sisa-sisa organik dari jaringan tumbuhan atau hewan yang sudah mati). Umumnya mikroba yang mampu mendegradasi selulosa juga mampu mendegradasi hemiselulosa (Saraswati, 2008).

Bakteri *Bacillus* sp. ini berbentuk batang dengan ukuran  $0,3 - 2,2 \mu\text{m} \times 1,27 - 7,0 \mu\text{m}$ . sebagian besar motil, flagelum khas lateral. Membentuk endospora tidak lebih dari satu dalam satu sporangium (Pelczar, 1988).

*Bacillus* sp. merupakan bakteri Gram positif, berbentuk batang, dan memiliki endospora. *Bacillus* sp. sebagai agen biokontrol dengan menginduksi sistem kekebalan tanaman menginduksi sistem kekebalan tanaman serta menghasilkan antibiotik (Widayanti, 2007). *Bacillus* sp. mempunyai kemampuan membentuk endospora pada kondisi yang kurang menguntungkan. Bakteri ini dapat ditemukan dan dapat diisolasi dari tanah. Kemampuannya membentuk endospora menyebabkan bakteri ini relatif lebih tahan terhadap kondisi yang kurang menguntungkan dan kritis misalnya radiasi, panas, asam, desinfektan, kekeringan, nutrisi yang terbatas dan dapat dorman dalam jangka waktu yang lama hingga bertahun-tahun (Widyawati, 2008). Endospora tersebut berbentuk bulat, oval, elips, atau silinder, yang terbentuk di dalam sel vegetatif. Endospora tersebut membedakan *Bacillus* dari tipe-tipe pembentuk eksospora (Hatmanti, 2000).

*Bacillus* sp. sangat potensial untuk dikembangkan dalam industri bioteknologi karena mempunyai sifat-sifat seperti, memiliki kisaran suhu pertumbuhan yang luas, pembentuk spora, kosmpolit, tahan terhadap senyawa-senyawa antiseptik, bersifat aerob atau anaerob fakultatif, memiliki kemampuan enzimatik yang beragam, dan mampu melakukan biodegradasi terhadap banyak senyawa rekalsitran dan xenobiotik (Hatmanti, 2000).

*Bacillus* sp. dapat meningkatkan kesehatan tanaman dengan berbagai cara. Beberapa populasi menekan patogen dan hama tanaman dengan memproduksi metabolit antibiotik, sementara yang lain dapat langsung merangsang pertahanan tanaman inang sebelum infeksi. *Bacillus* juga dapat membantu penyerapan unsur hara untuk tanaman, yang berfungsi seperti rhizobium dan simbiosis mikoriza dengan memperbaiki unsur nitrogen atmosfer (Brian, 2004).

Penambahan starter juga dapat memacu aktifitas mikroorganisme *retting*, sehingga proses dapat berlangsung lebih efektif dan terhadap mutu serat memiliki korelasi yang positif, kultur bakteri yang digunakan dalam proses *retting* yaitu, *Bacillus polymyxa*, *B. subtilis*, dan *B. pumilus* (Ainuri, 1997).

*Bacillus* sp. mempunyai kemampuan untuk melarutkan fosfat, memproduksi enzim kitinase, protease, dan selulose merupakan karakteristik rizobakteri yang diinginkan (Sutriatri, 2006).

Enzim banyak diproduksi oleh bakteri, seperti *Bacillus* spp, *Bacillus* SSP-34 memproduksi enzim selulase, pada kondisi minim nitrogen *Bacillus* spp. *Bacillus* SSP-34 mampu memproduksi sedikit enzim xylanase. Bakteri tersebut

juga memproduksi enzim protease pada sumber nitrogen dari kombinasi ekstrak yeast dan pepton (Subramaniyan, 2002).

Purwadaria (2003), melaporkan bahwa bakteri xilanolitik *Bacillus* sp. dan *B. pumilus* PU 4-2 dapat memproduksi dengan baik xilanase. Kelompok mikroba yang menghasilkan selulase umumnya dapat memproduksi enzim xilanase. Ketiga komponen kompleks enzim selulase berperan dalam penguraian selulosa yaitu endo- $\beta$ -D-1,4-glukonase (CMCase), ekso- $\beta$ -D-1,4 glukonase (selobiohidrolase) dan  $\beta$ -D-1,4-glukosidase. Perbandingan komponen enzim kompleks selulase tergantung pada jenis mikroba.

Meryandini (2009), mengatakan aktivitas enzim dipengaruhi oleh pH, karena sifat ionik gugus karboksil dan gugus amino mudah dipengaruhi oleh pH. Perubahan pH atau pH yang tidak sesuai akan menyebabkan daerah katalitik dan konformasi enzim berubah. Selain itu perubahan pH juga menyebabkan denaturasi enzim dan mengakibatkan hilangnya enzim. Kisaran pH untuk selulase tergolong luas, *Bacillus* sp. menghasilkan selulase yang aktif pada rentang pH 5 – 10.

Xylanase banyak diproduksi oleh *Trichoderma*, *Bacillus*, *Aspergillus*, *Penicilium*, *Aureobasidium*, dan *Talaromyces*. Lignoselulosa dibuang pada pembuatan bubur dan industri kertas, sama seperti pada industri pertanian, substrat yang berpotensi untuk memproduksi protein sel tunggal (SCP) (Dhiman, 2008).

## **2.2 Teknik *Freeze-drying***

Air merupakan hal yang terpenting untuk kehidupan. Air sebagai bahan pelarut aktivitas biokimia dalam sel, dalam proses metabolisme, dan semua proses

dalam kehidupan. Air merupakan kebutuhan pokok dalam kehidupan. Hal yang perlu diperhatikan untuk menstabilkan suatu produk adalah, menghentikan atau mengurangi kebutuhan akan air. Vaksin, material biologi lain dan mikroorganisme dapat stabil jika dilakukan pembekuan. Alternatif lain bioproduk dapat dikeringkan dengan menggunakan suhu yang tinggi. Pengeringan dengan cara tradisional menghasilkan berubahnya fisik dan susunan kimia. *Freeze-drying* adalah kombinasi dari pendinginan dan pengeringan produk (Day, 2007).

Metode yang dipakai dalam konservasi mikroorganisme untuk koleksi kultur adalah metode *subculture*, *drying*, *freeze-drying*, dan *freezing*. Akan tetapi tidak mudah memilih metode terbaik untuk keperluan tertentu. Metode ini digunakan untuk mengawetkan mikroorganisme dan banyak digunakan untuk kapang, khamir, bakteri, dan virus (Chotiah, 2006).

Metode penyimpanan jangka panjang yang paling efektif dan banyak dilakukan adalah metode liofilisasi atau kering beku (*liophilization* atau *freeze-drying*), metode tersebut dapat menyimpan mikroba dalam jangka panjang (Mahmud, 2001).

*Freeze drying* bukanlah teknologi baru tapi sudah diterima dalam biologi sebagai tantangan untuk mengamati molekul yang lebih kecil. *Freeze-drying* digunakan untuk pengeringan untuk suhu lebih tinggi digunakan kaca yang tahan panas atau pada suhu yang sangat rendah, dan hasil yang berbeda dalam waktu pengeringan yang berbeda untuk sublimasi es yang lebih lambat (Moga, 2010).

*Freeze-drying* atau liofilisasi adalah proses yang sama. Istilah "*lyophilization*" mempunyai arti "untuk melarutkan" deskripsi yang sederhana

dari “*freeze-drying*”. *Freeze-drying* adalah dengan pengeringan produk dengan pengeringan vakum (Day, 2007).

Teknik kering beku atau teknik liofilisasi merupakan teknik penyimpanan yang paling banyak digunakan untuk penyimpanan jangka panjang mikroba. Teknik ini cocok untuk menyimpan berbagai jenis mikroorganisme termasuk virus, bakteri, khamir, jamur, bahkan alga dan protozoa (Mahmud, 2001).

*Freeze-drying* adalah metode yang digunakan untuk pengeringan untuk pengawetan mikroorganisme (Izquierdo, 2010). Proses kering beku merupakan kombinasi dua teknik penyimpanan jangka panjang paling baik, yaitu pembekuan dan pengeringan. Garis besar tahapan proses ini meliputi pembuangan uap air dengan cara sublimasi vakum dari status beku. Sebelum pengeringan, teknik ini menggunakan salah satu dari dua cara pembekuan suspensi sel. Pada tahap pembekuan (*pre-freezing*), suspensi sel mikroba dapat dibekukan dengan menambahkan campuran pendingin seperti es kering (*dry ice*) dalam etanol. Alternatif lain adalah pembekuan sentrifugal, di mana suspensi sel dibekukan dengan cara pendinginan dan penguapan pada kondisi vakum, sementara ampulnya diputar dengan kecepatan rendah untuk menghindari timbulnya buih. Selanjutnya suspensi beku mikroba di dalam ampul dikeringkan dalam kondisi vakum (Mahmud, 2001).

*Liofilisasi* atau *freeze drying* adalah metode untuk stabilisasi biologi. Proses tahapan terdiri dari sublimasi, dan selanjutnya pengeringan. Sublimasi vakum untuk menghilangkan kristal es. Pemanasan dilakukan selama proses pengeringan untuk menyerap air (Mayeresse, 2007). *Freeze drying* adalah proses

dengan menghilangkan air atau cairan lain melalui proses sublimasi. Sublimasi terjadi ketika cairan tersebut dibekukan secara langsung. Berbeda dengan, pengeringan pada suhu kamar dari fase cairan biasanya akan menghasilkan perubahan produk, dan mungkin hanya beberapa bahan yang cocok (Labconco, 2009).

Isnaini (2009), mengatakan pembekuan merupakan metode preservasi mikroorganisme yang paling sederhana dan paling umum. Untuk pembekuan biasa tidak diperlukan alat khusus. Meskipun perlu ditambahkan *cryoprotective agent* untuk mendapatkan hasil yang memuaskan dengan metode pembekuan tersebut. Selain itu, suhu penyimpanan harus tetap dijaga dibawah  $-20^{\circ}\text{C}$ . Penambahan *cryoprotective agent* atau penambahan protektif media seperti bekatul, susu skim, glukosa, dan sukrosa pada awal proses penyimpanan berfungsi melindungi sel-sel mikroorganisme dari kerusakan pada saat proses pengeringan berlangsung (Ilyas, 2007).

Cairan pengawet (*preservatif*) yang digunakan untuk pembuatan suspensi sel untuk mencegah kerusakan sel hidup pada tahap pembekuan dan pengeringan. Fungsi preservatif adalah menstabilkan protein, mencegah kerusakan akibat pembekuan, dan melindungi dari kekeringan yang berlebihan. Senyawa preservatif harus dapat memelihara mikroba dalam kondisi hidup dan memberi peluang untuk dapat ditumbuhkan kembali dengan baik dari kondisi kering (Mahmud, 2001).

*Freeze-drying* adalah pengeringan dengan sublimasi es dari produk beku. Karena pada proses ini untuk mengurangi kadar air dan digunakan suhu yang

rendah, sehingga reaksi mikrobiologi dapat dihentikan. Empat tahap penting dalam proses kering beku: pendinginan, vakum, sublimasi dan kondensasi. Sublimasi menggunakan energi tinggi, total energi yang diambil pada proses tersebut adalah 45% (Lin, 2007).

Beberapa spesies bakteri masih tumbuh setelah penyimpanan dengan menggunakan metode *freeze drying* selama 20 tahun atau lebih, akan tetapi ada juga sel bakteri yang tidak dapat tumbuh setelah penyimpanan dengan menggunakan metode *freeze drying* tersebut (Fletcher, 1998).

## **2.3 Media Pembawa**

### **2.3.1 Bekatul**

Media pembawa atau *cryopreservatif agent* ditambahkan untuk mencegah kerusakan sel hidup pada tahap pembekuan dan pengeringan (Mahmud, 2011).

Definisi dedak dan bekatul dibedakan secara khusus. Dedak adalah hasil samping proses penggilingan padi yang terdiri dari lapisan sebelah luar (*aleurone*) dari butiran padi dengan sejumlah lembaga biji. Bekatul adalah lapisan sebelah dalam dari butiran padi, termasuk sebagian kecil endosperm berpati (Nurcholis, 2007). Dan menurut Syarief (2000), bekatul adalah bagian luar dari butir beras setelah sekam dihilangkan, yang dipisahkan dalam proses penyosohan beras pecah kulit.

Hasil samping pada proses penggilingan padi: (1) sekam 15-20%, yaitu pembungkus atau kulit luar biji, (2) dedak atau bekatul 8-12% yang merupakan kulit ari, dihasilkan dari penyosohan, dan (3) menir  $\pm 5\%$  merupakan bagian beras yang hancur. Bekatul merupakan hasil penyosohan kedua yang sering digunakan

sebagai bahan pangan. Kandungan gizi yang paling utama adalah kandungan lemak 18,5 - 27%. Penggunaan bekatul akan meningkatkan serat makanan, serat makanan merupakan komponen yang mempunyai fungsi penting. Pertama, serat makanan berfungsi sebagai *carrier* untuk protein, lipida, dan karbohidrat. Kedua, serat makanan berfungsi sebagai pembentuk struktur dan tekstur pada produk pangan olahan. Ketiga, serat makanan dalam jumlah cukup mempunyai peran positif pada metabolisme fisiologis (Widowati, 2001).

Tabel 2.1 Sifat kimia tepung bekatul dan pembandingnya (g/100 g bk) (Damayanthi, 2004):

Sifat Kimia	Jenis Tepung		
	Bekatul	Terigu	Beras
Air	8,09	11,8	4,12
Abu	8,72	1,13	0,73
Lemak	15,79	1,13	1,46
Protein	8,97	10,20	7,56
Karbohidrat	66,53	87,53	89,52

Tepung bekatul mempunyai kandungan abu 8,72 g/100 g bk, hal ini karena kandungan mineral tepung bekatul yang tinggi, fosfor merupakan komponen terbesar dalam bekatul, kalium, magnesium, dan silikon, sedangkan kandungan kalsium, klor, mangan, besi dan natrium rendah. Kandungan mineral dalam bekatul bervariasi sesuai tingkat penyosohan dan lingkungan tempat tumbuh padi. Kandungan protein yang ada pada bekatul dalam g/100 g, adalah 8,97 g/100 g bk, fraksi protein utama bekatul adalah *albumin* dan *globulin*, *glutenin* merupakan yang utama dalam bekatul, sedangkan kadar *prolamin* rendah. Perbandingan keempat fraksi protein tersebut penting dalam menentukan sifat kelarutan tepung

bekatul dalam air. Kandungan protein dapat mempengaruhi daya serap air tepung bekatul. Kadar lemak tepung bekatul 15,79 g/100 g bk. Kadar lemak yang tinggi menjadi kendala dalam penyimpanan tepung bekatul, yang akan mengakibatkan ketengikan. Penurunan mutu tepung bekatul dapat dicegah dengan perlakuan stabilisasi bahan baku (Damayanthi, 2004).

Bekatul merupakan bagian serelia (limbah penggilingan padi) yang mengandung sumber protein yang murah dan melimpah. Kandungan protein dan Zn dalam bekatul lebih tinggi dibandingkan beras dan gandum. Bekatul juga mengandung antioksidan dan senyawa *phytokimia* yang memiliki sifat antikarsinogenik (Sarhini, 2009).

Bekatul padi memiliki kandungan gizi yang tinggi. Hal ini dikarenakan pada bekatul terdapat vitamin B pada bekatul padi Indonesia. Tidak hanya kandungan vitamin B, namun kandungan serat makanan khususnya yang larut air, minyak dan kandungan komponen bioaktif apada bekatul yaitu oryzanol yang dapat menyehatkan tubuh manusia (Damayanthi, 2004).

Kandungan karbohidrat yang tinggi dalam bekatul dapat dimanfaatkan untuk produksi gula reduksi, yang digunakan sebagai energi untuk proses metabolisme mikroorganisme. Karbohidrat dalam bekatul berbentuk polisakarida, terutama pati (Dewi, 2004).

Bekatul mengandung protein 14%, lemak 18%, karbohidrat 36%, serat 12%, serta berbagai mineral dan vitamin. Kandungan lemak yang cukup tinggi pada bekatul merupakan indikator mutu yang baik (Widowati, 2001). Kandungan pada tepung bekatul yang tinggi digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme,

karena kebutuhan gizi akan mikroba terpenuhi oleh kandungan yang ada pada tepung bekatul tersebut.

Tepung bekatul atau minyak kasar memiliki komponen lain selain oryzanol yang juga memiliki khasiat sebagai antioksidan. Komponen-komponen tersebut seperti asam lemak tak jenuh esensial (*oleat* dan *linoleat*), vitamin B dan E, serat pangan dan bahkan fitin (Damayanthi, 2004).

### **2.3.2 Susu Skim**

Susu skim adalah bagian susu yang banyak mengandung protein, sering disebut “serum susu”. Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak. Susu skim mempunyai berat jenis yang tinggi karena banyak mengandung protein (Saleh, 2004). Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak. Susu skim hanya mengandung 55% dari seluruh energi susu, dalam susu skim terkandung 0,1% lemak, protein 3,7%, laktosa 5,1%, abu 0,8%, dan air 90,4% (Buckle, 2009).

Protein yang terdapat dalam susu skim adalah kasein. Kasein merupakan protein amfoterik yang mempunyai sifat asam maupun basa, tetapi biasanya mempunyai sifat asam. Susu skim sebagai media pertumbuhan bakteri, karena banyak mengandung protein. Bakteri memecah protein dengan menghasilkan energi dalam jumlah kecil, tetapi nitrogen dari hasil pemecahan tersebut digunakan untuk membangun protoplasma didalam sel, sedangkan energi yang dibutuhkan untuk sintesis tersebut terutama diperoleh dari hasil pemecahan karbohidrat (Triyono, 2010).

Susu skim bubuk dengan kandungan protein tinggi akan memengaruhi sistem emulsi karena protein memiliki sifat pengemulsi yang baik dalam susu. Disamping mengandung kasein, susu skim mengandung laktosa yang berguna untuk pertumbuhan bakteri (Idris, 1995).

Triyono (2010), mengatakan bahwa disamping sumber protein, susu skim juga mengandung gula laktosa. Laktosa yang terdapat dalam susu skim akan digunakan oleh bakteri sebagai sumber energi dan sumber karbon selama pertumbuhan. Susu skim digunakan untuk pembuatan kultur mikrobiologi. Media susu skim mungkin dapat digunakan pengolahan dan perbedaan dasar mikroorganisme pada koagulasi dan proteolisis pada kasein. Susu skim dapat membantu pertumbuhan mikroorganisme.

Susu skim merupakan protein tinggi dan mengandung laktosa yang tinggi sebagai sumber kalsium dan fosfor. Mineral kalsium dan fosfor sebagai ion berfungsi sebagai gugus polar yang bersifat hidrofilik dan mampu mengikat air (Eckles *et al*, 1980).

### **2.3.3 Glukosa**

Glukosa merupakan monosakarida dari jenis karbohidrat sederhana yang terdiri dari 1 gugus cincin. Glukosa di dalam industri pangan dikenal sebagai dekstrosa atau juga gula anggur. Di alam, glukosa banyak terkandung di dalam buah-buahan, sayuran dan juga sirup jagung (Irawan, 2007). Glukosa merupakan golongan dari monosakarida, sehingga kandungan dari glukosa digunakan oleh mikroorganisme sebagai energi metabolisme.

Glukosa adalah suatu aldeheksosa dan sering disebut dekstrosa karena mempunyai sifat dapat memutar cahaya terpolarisasi ke arah kanan. Di alam, glukosa terdapat dalam buah-buahan dan madu lebah. Dalam dunia perdagangan dikenal sirup glukosa, yaitu suatu larutan glukosa yang pekat, sehingga mempunyai viskositas atau kekentalan yang tinggi. Sirup glukosaini diperoleh dari amilum melalui proses hidrolisis dengan asam (Poedjiadi, 1994).

Irawan (2007), mengatakan bahwa glukosa akan berperan sebagai salah satu molekul utama bagi pembentukan energi. Berdasarkan bentuknya, molekul glukosa dapat dibedakan menjadi dua jenis molekul D-glukosa dan L-glukosa. Faktor yang menjadi penentu dari bentuk glukosa ini adalah posisi gugus hidrogen (-H) dan alkohol (-OH) dalam struktur molekulnya.

Glukosa dapat membantu pertumbuhan fermentatif atau respiratif dari banyak organisme. Substrat pertumbuhan disuplai pada tingkatan yang cocok untuk strain mikroba yang akan dihasilkan (Jwetz, 2001).

Energi yang dihasilkan melalui proses metabolisme glukosa yang berlangsung melalui dua mekanisme utama yaitu melalui proses anaerobik dan proses aerobik. Proses metabolisme secara anaerobik akan berlangsung di dalam sitoplasma (*cytoplasm*) sedangkan proses metabolisme aerobik akan berjalan dengan menggunakan enzim sebagai katalis di dalam mitokondria dengan kehadiran oksigen (O<sub>2</sub>) (Irawan, 2007).

#### **2.4 Retting Kenaf**

Menurut sejarahnya tanaman kenaf sudah ada di Afrika sejak tahun 4000 SM, yaitu di daerah Sudan Barat. Tetapi ada penulis lain mengatakan bahwa

tanaman kenaf berasal dari India (Kangiden, 2009). Spesies kenaf ditemukan tumbuh di Afrika Utara dan Afrika Selatan, dengan spesies yang sama. Tanaman kenaf dapat tumbuh pada suhu yang dingin, di hutan Afrika ditemukan tanaman kenaf yang tumbuh subur dengan suhu 15 °C sampai 30 °C (Singh, 2008). Kenaf termasuk family Malvaceae dan dari genus *Hibiscus*. Tanaman kenaf mempunyai nama lain lebih dari 120 nama, termasuk mesta, teal, ambari, dan lain-lain (Cheng, 2004).

Kenaf merupakan salah satu tanaman penting yang diambil seratnya, dahulu serat kenaf hanya digunakan untuk membuat tali, karung, kanvas, dan karpet. Baru-baru ini, aplikasi dari tanaman kenaf lebih berkembang, misalnya, pembuatan pulp dan pembuatan kertas, penyerapan minyak dan bioremediasi, papan dan media filtrasi (Cheng, 2004).

Pertumbuhan dari tanaman kenaf sangat cepat dengan keringgian 1,5 samapi 3 m, diameter batang 1 sampai 3 m, dalam waktu 3-4 bulan dapat menghasilkan serat yang diambil dari kulit batang dan pada bagian dalam batang (Bada, 2010).

Sistematika tanaman kenaf adalah (Kangiden, 2009):

Kingdom	plant
Divisi	Spermatophyta
Subdivisi	Angiospermae
Class	Dicotyledonae
Ordo	Malvales
Famili	Malvaceae
Genus	<i>Hibiscus</i>
Sepesies	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.

Tanaman kenaf menghasilkan serat yang berasal dari kulit batangnya. Keistimewaan tanaman kenaf ini dapat tumbuh dalam keadaan tergenang atau banjir, sehingga mendapat julukan tanaman primadona di lahan banjir (Dian, 2007). Serat yang dihasilkan dari tanaman kenaf dari teknik penyeratan yang bermacam-macam (mekanis, kimia, atau bakteri). Penyeratan dengan bantuan bakteri ditambahkan 10% NaOH untuk hasil yang lebih banyak dan serat yang dihasilkan lebih halus (Berger, 1999).

Serat kenaf merupakan bahan baku untuk pembuatan karung goni, karpet, geotekstil, *soil safer*, *fibre drain*, tali temali, kerajinan tangan dan doortrim atau interior mobil. Melihat banyak kegunaannya, maka diperlukan ketersediaan bahan baku serat yang cukup dan kontinyu. Tanaman kenaf berumur 110 hari atau kurang lebih 50% dari populasi tanaman sudah berbunga, sehingga pada umur ini tanaman dipanen dengan cara dipotong pada pangkal batang. Daun dihilangkan, batang direndam pada selokan-selokan yang ada. Penyeratan dilakukan setelah batang terendam selama hampir satu bulan, serat yang diperoleh dijemur selama 7-10 hari (Krismawati, 2003).

Proses *retting* adalah proses penghilangan pektin dan penghilangan getah yang ada pada batang, sehingga serat dapat dipisahkan dengan mudah. Penyeratan bakteri digunakan mikroorganisme dengan suhu air yang rendah dan jauh dari aliran limbah. Penyeratan kimia secara tradisional digunakan larutan alkali (Berger, 1999).

## 2. 5 Binatang kecil dalam perspektif Al-Qur'an

Hewan merupakan makhluk hidup ciptaan Allah swt, habitatnya, cara hidupnya, perilakunya, ukuran, warna, bentuk yang beragam dan penuh keajaiban. Al-Qur'an banyak memberikan isyarat tentang fenomena hewan. Hal ini merupakan bukti konkrit betapa pentingnya mempelajari dan mendalami fenomena hewan. Allah menciptakan hewan dari ukuran yang terbesar sampai yang terkecil. Hewan kecil seperti semut, lalat, nyamuk, dan lain sebagainya (Rossidy, 2008).

Allah berfirman dalam Q.S Al Baqarah ayat 26:

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا.....

Artinya: “*Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu.....*”(Q.S. Al Baqarah: 26).

Kata “ما” disini untuk menunjukkan sesuatu yang kecil atau sedikit. Sedang kata “بَعُوضَةً” dalam ayat itu berkedudukan sebagai *badal* (pengganti). Sebagaimana jika anda mengatakan: “لَأَضْرِبَنَّ” (Aku akan memberikan suatu perumpamaan apapun), yang berarti sekecil apa saja. Atau “ما” berkedudukan sebagai *nakirah* yang disifati dengan kata *ba'udhah* (nyamuk) (Ibnu Katsir, 2007).

Lafadz (فَمَا فَوْقَهَا) “atau yang lebih rendah dari itu”, pada ayat diatas maksudnya yaitu sesuatu yang melebihi nyamuk dari segi makna dan fisik, mengingat nyamuk adalah makhluk kecil dan tidak berarti (Hawwa, 2000).

Menurut Ibnu Katsir (2007), lafadz “*fama fauqoha*” artinya lebih kecil dan hina. Sebagaimana jika seseorang disifati dengan tabi’at keji dan kikir. Maka orang yang mendegarnya mengatakan: “Benar, ia lebih dari itu,” maksudnya apa yang disifatkan.

Tafsir Ibnu Katsir (2007), dijelaskan bahwa tidak ada yang lebih hina dan kecil dari nyamuk, yang merupakan perumpamaan yang mengingkari petunjuk Allah, maka akan disesatkan Allah. Disesatkan Allah berarti: bahwa orang itu sesat berhubung keingkarannya dan tidak mau memahami petunjuk-petunjuk Allah. dalam ayat ini, karena mereka itu ingkar dan tidak mau memahami apa sebabnya Allah menjadikan nyamuk sebagai perumpamaan, Maka mereka itu menjadi sesat.

Maksud dari sebuah perumpamaan adalah untuk membuat makna yang abstrak menjadi lebih jelas dan eksplisit dengan memanfaatkan suatu yang bersifat material guna membantu pikiran dalam menangkap gagasan melalui pemikiran. Semakin dikit kekuatannya untuk menyusun suasana dan realitas benda-benda tatkala imajinasinya mengganggu. Karena itu, dalam kitab-kitab samawi dan dalam kata-kata orang bijak dan para sastrawan, intisari makna dinyatakan dalam bentuk perumpamaan agar konsep-konsep rumit dapat dipahami dengan mudah. Jadi, melalui sesuatu yang logis, maka sampailah (orang) pada sesuatu yang filosofis (Imani, 2006).

Allah tidak akan segan membuat perumpamaan dengan sesuatu yang Dia kehendaki: misalnya dengan nyamuk atau yang lebih rendah darinya. Semua itu adalah makhluk-Nya dan keajaiban kebijakan-Nya dalam penciptaan nyamuk dan

semut itu sama seperti keajaiban kebijakan-Nya dalam penciptaan gajah dan unta. Bahkan, bentuk dan susunan makhluk yang kecil lagi hina ini lebih memukau dan menakjubkan dari makhluk yang besar (Al-Qarni, 2007)

Orang-orang yang menolak Al-Qur'an membuat perumpamaan dengan seekor nyamuk dan lalat kecil ini sebagai alat untuk menghina Al-qur'an. Tetapi, kalau mereka objektif dan memperhatikan dengan seksama akan binatang kecil itu, maka mereka akan mendapatkan padanya keajaiban-keajaiban penciptaan yang teliti dan luar biasa yang mengagumkan akal (As-Syirazi, 1992).

Seekor nyamuk adalah seekor serangga kecil yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Nyamuk disebutkan dalam ayat ini, barangkali, untuk memperlihatkan bahwa membuat perumpamaan antara benda-benda kecil atau lebih kecil dari itu tidaklah memadai guna menampakkan keagungan Zat Allah. Dan, untuk menegaskan proporsi kedaulatan-Nya sama saja baik bagi sesuatu yang besar atau kecil, tinggi atau rendah dan secara umum semuanya diliputi oleh kekuasaan-Nya dan mendapat manfaat dari karunia-Nya yang tak pernah berakhir. Lebih jauh lagi, apabila kita melihat secara seksama maka kita akan melihat secara seksama maka kita akan melihat semua makhluk, baik yang kompleks maupun yang sederhana, seperti sebuah rantai dihubungkan satu sama lain. Mereka semua begitu saling berjaln-berkelindan dan menunjukkan tugasnya dengan keharmonisan yang baik sekali dan keteraturan yang sedemikian rupa seolah-olah mereka membuat sebuah kesatuan tunggal untuk berpartisipasi dalam pelayanan umum (Imani, 2006).

Imam Ja'far ash-Shadiq, berkenaan dengan penciptaan binatang yang kecil ini, berkata, “penyebab Allah membuat perumpamaan dengan seekor nyamuk adalah karena Allah menciptakan, di dalam nyamuk yang jasadnya kecil, segala sesuatu seperti yang diciptakan-Nya di dalam seekor gajah yang besar, malah nyamuk mempunyai dua organ yang tidak ada pada gajah. Dengan itu, Allah SWT hendak memperingatkan kaum Mukminin akan kehalusan ciptaan-Nya dan kehebatan karnya-Nya (As-Syirazi, 1992).

Melalui perumpamaan ini, Allah ingin menjelaskan kepada kaum Muslimin kecermatan karya-Nya di alam ini agar mereka merenungkan makhluk yang tampak lemah, padahal serupa dengan gajah yang besar. Ini semua menandakan kebesaran Sang Pencipta. Belalai nyamuk serupa dengan belalai gajah; kosong dan mempunyai lubang yang sangat kecil dan mampu menyedot darah. Allah telah memberinya daya cerna, daya penghancur dan daya tolak, juga memberinya organ-organ tubuh lahir; telinga dan sayap yang sesuai dengan kondisi kehidupannya. Sehingga ia mempunyai sensitivitas yang dengannya ia dapat merasakan dengan cepat bahaya yang mengancamnya. Ia akan segera terbang dengan tangkas di saat musuh siap menyerangnya. Meski ia kecil dan lemah, binatang-binatang besar tidak mampu menundukkannya (As-Syirazi, 1992).

Berkenaan dengan ini, Amir al-mu'minin 'Ali bin Abi Thalib a.s. berkata, “Sekiranya semua hewan dunia; burung dan unggas, binatang yang berkata dalam kandang dan binatang yang ditenak di luar, binatang-binatang yang serumpun dan dari berbagai jenis, dan hewan yang bodoh dan hewan yang cerdas, sekiranya

mereka semua bergabung untuk menciptakan seekor nyamuk, niscaya mereka tidak akan mengetahui bagaimana cara menciptakannya. Akal mereka akan kebingungan dan terkagum-kagum dengan pengetahuan akan hal itu. Segala kemampuan mereka tidak berdaya dan habis. Mereka akan kembali dengan kecewa dan gagal serta menyadari bahwa diri mereka kalah, mengakui kelemahan mereka untuk menciptakannya dan mereka meyakini bahwa mereka itu lemah untuk menyirnakannya (As-Syirazi, 1992).

Perumpamaan adalah gambaran dari kenyataan. Ketika seseorang bermaksud menghina dan menjelaskan kelemahan tuhan-tuhan mereka, maka harus memilih sesuatu yang sangat lemah untuk dijadikan perumpamaan sehingga kelemahan para tuhan mereka menjadi jelas. Allah berfirman dalam Q.S. Al Hajj 73, yang berbunyi:

يَتَأْتِيهَا النَّاسُ ضُرْبَ مَثَلٍ فَاَسْتَمِعُوا لَهُ<sup>ج</sup> إِنَّ الَّذِينَ تَدْعُونَ مِنْ دُونِ اللَّهِ لَنْ يَخْلُقُوا  
ذُبَابًا وَلَوْ اجْتَمَعُوا لَهُ<sup>ط</sup> وَإِنْ يَسْلُبْهُمُ الذُّبَابُ شَيْئًا لَا يَسْتَنْقِذُوهُ مِنْهُ<sup>ع</sup> ضَعُفَ الطَّالِبُ  
وَالْمَطْلُوبُ ﴿٧٣﴾

Artinya: “Hai manusia, telah dibuat perumpamaan, Maka dengarkanlah olehmu perumpamaan itu. Sesungguhnya segala yang kamu seru selain Allah sekali-kali tidak dapat menciptakan seekor lalatpun, walaupun mereka bersatu menciptakannya. dan jika lalat itu merampas sesuatu dari mereka, Tiadalah mereka dapat merebutnya kembali dari lalat itu. Amat lemahlah yang menyembah dan Amat lemah (pulalah) yang disembah.”

Dalam tafsir Al Maraghi, ayat diatas menjelaskan bahwa mereka (berhala) tidak dapat menciptakan seekor lalatpun, bahkan lebih mengherankan mereka tidak kuasa melawannya jika ia merampas sesuatu dari mereka seperti parfum dan sebagainya.

Dalam perumpamaan ini, dapat kita perhatikan bahwa lalat yang dengannya adalah alat yang sangat bagus untuk menggambarkan kelamahan mereka. Yang sudah pasti, jika Al-Qur'an memberikan perumpamaan tentang masalah itu dengan planet dan langit, maka perumpamaan itu tidak akan mengantarkan maksud untuk meremehkan dan mengecilkan, dan juga perumpamaan itu tidak sesuai dengan dasar-dasar bahasa dan sastra (As-Syirazi, 1992).

Orang yang tidak berdaya ketika berhadapan dengan seekor lalat, tidaklah patut disembah. Ayat ini menyuguhkan gambaran hidup menarik tentang situasi berhala dan sesembahan-sesembahan buatan manusia sambil menjelaskan kelemahan dan ketidak mampuannya. Ia menampakkan dengan jelas kebatilan kepercayaan orang-orang kafir itu dengan sejelas-jelasnya (Imani, 2006).

Buku-buku tentang fisiologi makhluk-makhluk hidup yang dikaji dengan cermat kegiatan-kegiatan seekor serangga kecil semisal lalat, niscaya akan melihat struktur otak seekor lalat, sistem syarafnya, dan organ-organ pencernaannya lebih rumit dibandingkan dengan pesawat terbang canggih atau bahkan keduanya tidak dapat dibandingkan sama sekali (Imani, 2006).

Allah memberitahukan bahwa Dia tidak pernah menganggap remeh suatu apapun yang telah dijadikan-Nya sebagai perumpamaan, meskipun hal yang hina dan kecil seperti halnya nyamuk. Sebagaimana Dia tidak segan untuk membuat perumpamaan dengan nyamuk tersebut, sebagaimana Dia telah membuat perumpamaan dengan lalat dan laba-laba. Di dalam Al-Qur'an terdapat banyak perumpamaan (Ibnu Katsir, 2007).

Allah menciptakan hewan-hewan kecil tidak hanya lalat dan nyamuk yang masing-masing mempunyai kelebihan, Allah juga menciptakan semut yang merupakan hewan kecil, Allah berfirman dalam surat An-Naml ayat 18, yang berbunyi:

حَتَّىٰ إِذَا أَتَوْا عَلَىٰ وَادِ النَّمْلِ قَالَتْ نَمَلَةٌ يَأْتِيهَا النَّمْلُ أَخْلُوا مَسْكِنَكُمْ لَا تَحْطَمَنَّكُمْ  
سُلَيْمَانُ وَجُنُودُهُ، وَهُمْ لَا يَشْعُرُونَ ﴿١٨﴾

Artinya: “Hingga apabila mereka sampai di lembah semut berkatalah seekor semut: Hai semut-semut, masuklah ke dalam sarang-sarangmu, agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadari”.

Az-Zamakhsyari berkata, “Sulaiman AS mendengar perkataan semut tersebut dari jarak 3 mil. Semut tersebut berjalan pincang megendap-endap.” Ada yang mengatakan bahwa nama semut tersebut adalah *Thaakiyah* (Al-Qurthubi, 2009).

Kata (لَا يَشْعُرُونَ) mengesankan betapa semut itu tidak memperlakukan

Nabi Sulaiman as. dan tentara beliau seandainya mereka terinjak-injak. “Bila itu terjadi – kata semut itu – pastilah Nabi Sulaiman as. tidak menyadari keberadaan mereka di sana” (Shihab, 2002)

Dari ayat ini dipahami bahwa semut merupakan jenis hewan yang hidup bermasyarakat dan berkelompok. Hewan ini memiliki keunikan antara lain ketajaman indra dan sikapnya yang sangat berhati-hati, secara etos kerjanya yang

sangat tinggi. Mereka tidak jarang melakukan kegiatan bersama misalnya membangun “jalan-jalan panjang” yang mereka kerjakan dengan penuh kesabaran dan ketabahan, sepanjang hari dan malam kecuali malam-malam gelap, di mana bulan tidak memancarkan sinarnya. Semut mampu memikul beban yang lebih besar dari badannya. Jika dia merasa berat membawa dengan mulutnya, maka dia akan menggerakkan barang itu dengan dorongan kaki belakang dan mengangkat dengan lengannya (Shihab, 2002).

Semut merupakan binatang yang terkenal dengan kekompakan dan kesetiakawanannya yang sangat tinggi. Allah swt menciptakan binatang kecil ramping ini dengan segala kelebihan yang tidak dimiliki binatang lain. Inilah bukti yang menunjukkan kepada kita semua betapa Allah swt itu sungguh Maha Kuasa. Bila kita amati dan kita telah teliti lebih tentang kehidupan semut yang berkoloni maka akan semakin mendekatkan diri kita pada Allah swt (Hariyadi, 2007).

Ayat-ayat tersebut menjelaskan bahwa makhluk kecil seperti lalat, nyamuk dan semut adalah binatang-binatang kecil yang diciptakan oleh Allah yang mempunyai manfaat tersendiri.