

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Bakteri *Indigenous*

Bakteri *indigenous* 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 limbah telah berhasil mengungkap sebagian kecil kekayaan bakteri *indigenous* Indonesia. Sebagai contoh sebanyak enam puluh empat isolat bakteri resisten merkuri telah diisolasi dari air dan sedimen sungai banjir Kanal Barat Semarang yang tercemar merkuri. selanjutnya dua puluh satu isolat bakteri pendegradasi senyawa hidrokarbon berhasil diisolasi dari limbah cair minyak bumi, lima isolat bakteri pereduksi krom telah diisolasi dari limbah cair proses penyamakan kulit, dan sembilan isolat bakteri resisten tembaga (Cu) berhasil diisolasi dari limbah cair pabrik susu PT Sari Husada Tbk., Klaten. Kemampuan alamiah isolat-isolat bakteri *indigenous* tersebut dalam bioremediasi limbah memperlihatkan potensi signifikan sehingga layak untuk ditingkatkan dan dikembangkan kemampuannya. Pencarian isolat-

isolat bakteri *indigenous* Indonesia dapat menjadi salah satu mata rantai upaya penyelamatan bumi dari kerusakan lebih lanjut (Octavia, 2010).

Sejumlah isolat bakteri yang telah berhasil diisolasi dari berbagai limbah tersebut 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 mahluk hidup (Octavia, 2010).

Makmudin A dkk. (2003) menambahkan sebagian besar hasil dari perendaman batang tanaman terdapat jenis bakteri yang dapat dimanfaatkan. Salah satunya adalah bakteri *Indigenous*, bakteri ini berfungsi sebagai pembusuk batang tanaman dan berada bebas di alam serta pertumbuhannya sangat cepat. Oleh karena itu banyak peneliti melakukan identifikasi jenis serta manfaat yang lebih spesifik.

Bakteri *indigenous* merupakan bakteri pengurai serat yang digunakan untuk membantu penguraian lignin yang terdapat pada kulit batang kenaf pada saat proses penyeratan (*retting* kenaf). karena bakteri *indigenous* mampu mendegradasi serat pada tanaman kenaf. Sehingga akan dihasilkan serat kenaf yang lebih baik, dengan waktu yang relatif cepat dibandingkan dengan biasanya (Octavia, 2010).

Teknik untuk mengurangi mikroba pada tanah dengan menggunakan kultur media, ataupun yang tumbuh pada kontaminasi atau kerusakan dari bentuk *indigenous* pada pertumbuhan partikular medium. Bakteri *indigenous* dapat

dengan cepat mendegradasi toluene. Klorobenze dapat mendegradasi material yang ada pada daerah *vadose* (Wilson, 1983).

Allah berfirman dalam surat Al-Furqan ayat 2:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ
فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا (٢)

Artinya: “Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya”.

Ayat di atas menjelaskan bahwa segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah diberi-Nya perlengkapan dan persiapan-persiapan, sesuai dengan naluri, sifat-sifat dan fungsinya masing-masing dalam hidup. Dalam hal ini Allah menciptakan bakteri yang dalam ukurannya yang bisa terlihat dengan mikroskop ini mempunyai fungsi masing-masing, tidak semua mikroorganisme (bakteri) ini merugikan, akan tetapi terdapat mikroorganisme yang menguntungkan manusia. Mikroorganisme yang menguntungkan ini salah satunya membantu dalam proses penyeratan kenaf (*retting kenaf*), dengan bantuan mikroorganisme ini proses penyeratan dari kenaf berlangsung lebih cepat dan hasilnya lebih baik. Tidak semua yang busuk itu merugikan, karena dengan proses pembusukan dengan bantuan mikroorganisme dihasilkan serat kenaf yang lebih baik.

2.1.1 *Bacillus*

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. Bentuk selnya batang, diameter koloni berkisar 0,5-2 μm (Kolwell, R.R. 1993).

Karakteristik *Bacillus* warna koloni kuning, termasuk ke dalam gram positif. Motil, katalase negatif, dapat tumbuh pada media yang diberi 5 % NaCl, tidak dapat tumbuh pada 50⁰C, sitrat negatif, glukosa positif. Suhu optimum untuk pertumbuhannya 26 - 28⁰C dapat tumbuh pada kondisi aerobik dan anaerobik (Kolwell, R.R. 1993).

Bacillus merupakan kelompok bakteri gram positif pembentuk endospora dengan sifat hidup aerob atau aerob fakultatif (Holt dalam Liestianty, 2011). *Bacillus* telah lama diketahui mampu mensekresi sejumlah protein terlarut yang berbeda-beda ke medium ekstraseluler (ke lingkungan). Salah satu protein (enzim) utama yang dimiliki oleh kelompok ini adalah amilase yang sudah diisolasi dari *Bacillus amyloliquefaciens*. Substrat utama dari enzim ini adalah pati yang nantinya dihidrolisis (dipecah) menjadi oligosakarida yang lebih sederhana (Meryandini, 2009).

Menurut Liestianty (2011), pertumbuhan isolat bakteri *Bacillus* sp. pada media TSA memiliki ciri makroskopik warnanya putih, bentuk koloni

bundar, tepi koloni licin, elevasinya timbul serta sifat koloninya tebal, berlendir dan sedikit transparan. Pengamatan mikroskopik menunjukkan isolat berbentuk batang, gram positif, serta memiliki spora yang terletak di tengah sedangkan pada uji fisiologi biokimia sel menunjukkan sifat aerob, VP negatif dan motil, merah metil positif, memiliki katalase positif, mampu memanfaatkan sitrat, menggunakan glukosa dengan menghasilkan asam tanpa gas, tidak memproduksi H₂S, dapat menghidrolisis kasein dan pati, tidak memproduksi indol serta dapat memecah gelatin.

Setiap bakteri selulolitik menghasilkan kompleks enzim selulase yang berbeda-beda, tergantung dari gen yang dimiliki dan sumber karbon yang digunakan. *Bacillus* sp. menghasilkan selulase yang aktif pada rentang pH 5 - 10. Aviselase yang merupakan salah satu enzim dari sistem enzim selulase memiliki pH optimum 4.5 dan 5 dengan rentang pH 4 – 9 (Liestianty, 2011).

2.1.2 *Paenibacillus*

Populasi bakteri aerob endospora banyak terdapat pada bidang pertanian, dengan populasi yang beragam, dan bakteri ini secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap tanaman. Bakteri aerob pembentuk endospora (AEFB) pada dasarnya di mana-mana dalam sistem pertanian, dengan ukuran yang mikroskopis bakteri ini ada dalam tanah dan membantu pertumbuhan tanaman (Kolwell, R.R. 1993).

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 anti jamur (Singh, 2009).

Paenibacillus adalah termasuk jenis bakteri gram positif, anaerobik fakultatif, bakteri pembentuk endospora, awalnya termasuk dalam genus *Bacillus* dan kemudian direklasifikasi sebagai genus yang terpisah pada tahun 1993. Bakteri yang dapat memperbaiki nitrogen dan karena itu digunakan dalam pertanian dan hortikultura sebagai pemecah matriks sel (Anonymous, 2011).

Lignoselulosa terdiri atas tiga polimer yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa adalah polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glikosidik. Setiap bakteri selulolitik menghasilkan kompleks enzim selulosa yang berbeda-beda, tergantung dari gen yang dimiliki dan sumber karbon yang digunakan (Liestianty, 2011).

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).

2.2 Media Pembawa

2.2.1 Tepung Tapioka

Singkong (*Manihot esculenta*) disebut juga ubi kayu atau ketela pohon, mempunyai kandungan karbohidrat cukup tinggi yaitu sebanyak 32,4 g dan kalori 567,0 kal dalam 100 g singkong. Untuk memperoleh tepung tapioka yang

berkualitas tinggi sebaiknya dipilih singkong dari jenis yang baik dan tidak mempunyai rasa yang pahit (Zuki, 1994).

Singkong merupakan bahan baku berbagai produk industri seperti industri makanan, farmasi, tekstil dan lain-lain. Industri makanan dari singkong cukup beragam mulai dari makanan tradisional seperti getuk, timus, keripik, gemblong, dan berbagai jenis makanan lain yang memerlukan proses lebih lanjut. Dalam industri makanan, pengolahan singkong dapat digolongkan menjadi tiga yaitu hasil fermentasi singkong (tape/peuyem), singkong yang dikeringkan (gaplek) dan tepung singkong atau tepung tapioka (Widyani, 2008).

Menurut Chalil (2003) Tepung tapioka merupakan salah satu olahan dari singkong dalam bentuk tepung. Tepung tapioka juga lazim disebut dengan tepung aci. Kualitas tepung yang digunakan sebagai bahan makanan sangat berpengaruh terhadap makanan yang dihasilkan. Berdasarkan pengamatan kualitas dan sifat tapioka ditentukan oleh warna putih bersih, kandungan airnya rendah (kering), tidak banyak kotoran, berasa tawar, dan dalam air panas membentuk gel yang bersifat kental. Tepung tapioka merupakan sumber karbohidrat. Komposisi kimia tepung tapioka dapat dilihat dalam tabel 1 berikut ini:

Tabel 1 Komposisi Kimia Tepung Tapioka

Komposisi	Jumlah
Kalori (kal)	362
Protein (g)	0,5
Lemak (g)	0,3
Vitamin C (mg)	86,9
Air (ml)	12,0

Sumber (Zuki, 1994).

Selanjutnya Widyani (2008) menambahkan Tepung tapioka yang dibuat dari ubi kayu mempunyai banyak kegunaan, antara lain sebagai bahan pembantu dalam berbagai industri. Dibandingkan dengan tepung jagung, kentang, dan gandum atau terigu, komposisi zat gizi tepung tapioka cukup baik sehingga mengurangi kerusakan tenun, juga digunakan sebagai bahan bantu pewarna putih. Tapioka yang diolah menjadi sirup glukosa dan destrin sangat diperlukan oleh berbagai industri, antara lain industri kembang gula, penggalangan buah-buahan, pengolahan es krim, minuman dan industri peragian.

Tapioka juga banyak digunakan sebagai bahan pengental, bahan pengisi dan bahan pengikat dalam industri makanan, seperti dalam pembuatan puding, sop, makanan bayi, es krim, pengolahan sosis daging, industri farmasi, dan lain-lain. Ampas tapioka banyak dipakai sebagai campuran makanan ternak. Pada umumnya masyarakat kita mengenal dua jenis tapioka, yaitu tapioka kasar dan tapioka halus. Tapioka kasar masih mengandung gumpalan dan butiran ubi kayu yang masih kasar, sedangkan tapioka halus merupakan hasil pengolahan lebih lanjut dan tidak mengandung gumpalan lagi (Chalil, 2003).

2.2.2 Susu Skim

Susu skim adalah produk susu yang sebagian besar lemaknya telah dihilangkan dan dipasteurisasi atau disterilisasi atau diproses dengan *Ultra High Temperature* (UHT). Susu skim merupakan salah satu bahan yang mengandung asam amino yang merupakan bahan alternatif untuk digunakan sebagai bahan

pembawa disperse padat dan juga dapat mengurangi gangguan saluran cerna yang disebabkan penggunaan obat antiinflamasi non steroid (Latifah, 2009).

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 (Latifah, 2009).

Susu skim merupakan 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 (Latifah, 2009).

Menurut Nuhriawangsa (2000), mengatakan susu skim adalah bagian susu yang tertinggal sesudah krim diambil sebagian atau seluruhnya. 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. Untuk kandungan kimia susu skim dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Kandungan Kimia Susu Skim

Kandungan Kimia	Total %
Lemak	0,1
Protein	3,7
Abu	0,8
Air	90,4

Sumber (Latifah, 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 (Rahmayanti, 2010).

Susu skim bubuk dengan kandungan protein tinggi akan mempegaruhi sistem emulsi karena protein memiliki sifat pengemulsi yang baik dalam susu. Disamping mengandung kasein, susu skim mengandung laktosa yang berguna untuk pertumbuhan bakteri (Suparjo, 2010).

Menurut Rahmayanti (2010), 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.

2.2.3 Glukosa

Gula dalam bahan pangan mempunyai beberapa peranan yaitu sebagai cita rasa, mempengaruhi viskositas, mempengaruhi tekstur, mengatur pelepasan CO₂ pada minuman berkarbonat, sebagai nutrisi dalam hubungannya dengan

reaksi browning. Beberapa gula misalnya glukosa, fruktosa, maltosa, laktosa dan sukrosa mempunyai sifat fisik dan kimia yang berbeda-beda, contohnya dalam hal rasa manisnya, kelarutan dalam air, energi yang dihasilkan, mudah tidaknya difermentasi oleh mikroba tertentu, daya pembentukan karamel jika dipanaskan serta daya pembentukan kristalnya (Widyani, 2008).

Rasa manis yang biasa dijumpai pada tanaman terutama disebabkan oleh tiga jenis gula, yaitu sakarosa, fruktosa dan glukosa. Gula-gula ini berada secara sendiri-sendiri ataupun dalam bentuk campuran satu dengan yang lain. Madu merupakan larutan yang terdiri dari glukosa, fruktosa dan sakarosa dalam air, dengan komposisi sekitar 80% gula dan 20% air. Komposisi sesungguhnya sangat tergantung pada asal tanaman. Dalam pembuatan bir, pati (karbohidrat berukuran besar yang tidak manis) dari biji-bijian terpecah menjadi karbohidrat yang berukuran lebih kecil, salah satunya adalah gula malt (maltosa) yang memiliki sedikit rasa manis (Widyani, 2008).

Satu-satunya gula utama yang dihasilkan oleh hewan adalah laktosa, yaitu gula yang terdapat dalam semua susu hewan. Seluruh gula yang dicerna oleh hewan akan diubah di dalam hati menjadi glukosa, oleh karena itu gula di dalam darah hewan (dengan kata lain di dalam daging) adalah glukosa. Karena laktosa memiliki tingkat kemanisan yang lebih rendah dibandingkan fruktosa dan sakarosa, susu tidak memiliki rasa manis, meskipun kadar gulanya cukup tinggi (4,5% pada susu sapi, 7% pada ASI). Selain lima jenis gula utama ini, terdapat ratusan jenis karbohidrat berukuran kecil lainnya yang terdapat pada tanaman dan

susu, tetapi tidak satupun yang berasa sangat manis dan menarik secara komersial (Widyani, 2008).

Glukosa merupakan gula yang terpenting bagi metabolisme tubuh dikenal pula dengan nama gula fisiologis atau dekstroza. Bentuk glukosa jadi terdapat di alam pada buah-buahan, jagung manis, sejumlah akar dan madu. Fruktosa merupakan gula termanis dari semua gula, dikenal pula dengan nama levulosa dan merupakan hasil hidrolisa dari sukrosa yang di dalam hati perubahannya menjadi glukosa yang dapat dioksidasi sempurna menjadi energi. Galaktosa tidak ditemui bebas di alam tetapi merupakan hidrolisis dari laktosa dan melalui metabolisme akan diubah menjadi glukosa yang akan memasuki siklus Krebs untuk menghasilkan energi (Nuhriwangsa, 2000).

Glukosa merupakan monosakarida dari jenis karbohidrat sederhana yang terdiri dari 1 gugus cincin. Glukosa di dalam industri pangan dikenal sebagai dekstroza atau juga gula anggur. Di alam, glukosa banyak terkandung di dalam buah-buahan, sayuran dan juga sirup jagung (Ilyas, 2007).

Glukosa adalah suatu aldeheksosa dan sering disebut dekstroza 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 glukosini diperoleh dari amilum melalui proses hidrolisis dengan asam (Poedjiadi, 1994).

Menurut Wahyudi (2008), 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.

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_2) (Isnafia, 2002).

Rumus molekul glukosa adalah $C_6H_{12}O_6$. Lima dari enam atom karbon dan satu atom oksigen tersusun dalam suatu cincin. Atom lainnya menjulur di atas dan di bawah cincin tersebut. Karena jumlah atom karbon glukosa itu berjumlah enam maka ia disebut heksosa (Kimball, 1983).

2.3 Tanaman 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. Sistematika tanaman kenaf adalah (Kangiden, 2009):

Kingdom plant
Divisi Spermatophyta
Subdivisi Angiospermae
Class Dicotyledonae
Ordo Malvales
Famili Malvaceae
Genus Hibiscus
Sepesies *Hibiscus cannabinus* L.

Tanaman kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) menghasilkan serat yang berasal dari kulit batangnya. Keistimewaan tanaman kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) 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).

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) adalah salah satu di antara jenis-jenis tanaman serat-seratan yang dapat menghasilkan serat sebagai bahan baku karung goni. Tanaman ini merupakan tanaman herba semusim dengan tipe pertumbuhan berbentuk semak tegak. Pada keadaan normal, pertumbuhan optimal kenaf berkisar pada umur 60-98 hari. Tanaman kenaf ada yang bercabang sangat banyak, banyak, sedikit, dan ada juga yang tidak bercabang (Darmono, 2009).

Jenis yang dikehendaki untuk produksi serat dan batang kering adalah yang tidak bercabang. Pertumbuhan fase vegetatif kenaf terus berlangsung sampai fase generatif terakhir. Pertanaman kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) selalu

dibedakan, untuk benih dan untuk produksi serat atau batang kering. Untuk produksi serat atau batang kering, panen tidak perlu menunggu sampai tanaman berbuah. Panen dilakukan pada saat 50% dari keseluruhan populasi di pertanaman sudah mulai berbunga. Sedang untuk benih, panen dilakukan pada saat sebagian besar buah telah masak, karena panen pada saat tersebut dapat menghasilkan benih bermutu (Ghosh, 1978). Pada kenaf He 48 panen pada saat 75% buah masak akan menghasilkan benih yang bermutu (Hartati *et al.*, 1991).

2.4 Penyeratan Kenaf

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 99 (Krismawati, 2003).

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 (Krismawati, 2003).

Proses penyeratan pada tanaman kenaf merupakan upaya menjadikan kulit batang tanaman tersebut menjadi serat. Cara yang masih dipakai sampai saat ini masih konvensional yaitu dengan merendam batang sampai kulit batang terurai menjadi helaian serat. Untuk menghasilkan serat dengan kualitas cukup baik, diperlukan cara penanganan bahan yang akan diproses sejak dari saat panen

sampai dengan kondisi perendaman, termasuk kebutuhan air baik untuk perendaman maupun pencucian serat (Sastrosupadi, 2007).

Penyeratan kenaf secara biologi dan penyeratan kenaf kimia merupakan cara untuk membuat serat. Dalam proses penyeratan biologi, kulit kenaf direndam di dalam kolam yang diisi dengan minyak tanah (pH = 8,9) dan air selama 3 hari dengan suhu $30 \pm 2^{\circ} \text{C}$. Untuk *retting* secara kimia, kulit kenaf direndam dalam 5% *sodium hydroxide* (NaOH) dan direbus dengan suhu tinggi (80°C) selama 75 menit. Perendaman dengan air lebih cepat selama 3 hari untuk normalnya perendaman selama 5 sampai 30 hari (Darmono, 2009).

Tahapan proses penyeratan adalah sebagai berikut (Darmono, 2009):

1. Panen

Umumnya dilakukan bila 50% dari seluruh tanaman telah berbunga atau bunga ke 10 telah mekar atau tanaman berumur sekitar 130-140 hari. Hasil panen kemudian dilayukan untuk merontokkan daun sehingga dapat memperingan bobot kenaf.

2. Perendaman

Tempat perendaman ini dapat berupa tempat perendaman yang dibuat dengan meninggikan pematang di daerah pertanaman kenaf. Bundel batang kenaf diletakkan di dasar kolam, saling bertolak belakang sehingga sefisien dalam penggunaan tempat perendaman. Bundelan tidak menyentuh tanah dasar, agar warna serat tidak terkontaminasi warna tanah. Perendaman berlangsung selama 14-20 hari, perendaman selesai bila kulit sudah berubah menjadi helaian serat dan mudah dilepas dari batang.

3. Pencucian

Pencucian serat dilakukan di sungai atau di kolam perendaman. Serat hasil rendaman harus dicuci bersih agar serat yang dibersihkan bersih dari sisa kulit yang berakibat turunnya kualitas serat.

4. Pengeringan

Pengeringan serat hasil cucian dilakukan dengan menjemur di terik matahari. Serat makin bersih, waktu penjemuran makin singkat.

5. Sortasi dan pengebalan

Serat yang telah kering dipisahkan dari serat yang belum jadi, kemudian di pak menjadi balbel dengan berat tertentu.

Limbah kayu diketahui mempunyai kandungan selulosa, lignin, sakarida, lilin dan lemak. Berbagai proses telah diaplikasikan untuk menguraikan lignin, secara kimiawi dan fisikawi komponen ini dapat diuraikan menjadi monomer, yaitu melalui hidrolisa dan pembakaran. Proses pembusukan atau peruraian lignin oleh mikroorganisma memerlukan waktu yang lama, namun hal ini dapat dipersingkat apabila mengetahui jalur metabolisme peruraiannya oleh mikroorganisma. Beragamnya kandungan lignoselulosa limbah memerlukan konsorsium bakteri yang beragam pula untuk bekerja secara terpadu. Beberapa mikroba yang diduga berperan dalam proses lignoselulosa adalah bakteri, yeast dan fungi. Jenis fungi yang sudah teridentifikasi sebagai lignin degrader adalah white dan black fungi, yaitu jenis *Agaricus* sp., *Fusarium* sp. dan *Chaetomium* sp (Octavia, 2010).

Jenis bakteri pektinolitik salah satu penelitian yang menggunakan dua jenis dari bakteri pektinolitik adalah *Liavohacaterium* dan *Pseudomonas* yang diujikan, tidak bersifat patogen terhadap ikan bandeng. Dengan demikian, kedua isolat bakteri tersebut dapat direkomendasikan untuk skrining tahap selanjutnya guna pengembangan probiotik untuk menekan *Microcystis aeruginosa*. Kandidat bakteri penyusun probiotik harus tidak memiliki efek negatif terhadap keseimbangan ekologi. Bakteri pektinolitik jenis ini bersifat pengurai jenis mikro melokeul yang terdapat dalam perairan, mereduksi senyawa organi yang ada di alam. Mikroba probion (pektinolitik) bersifat sangat spesies spesifik. Artinya, bagi inang tertentu, suatu mikroba dapat bertindak sebagai probiotik penekan mikroba patogen, namun bagi inang yang lain, mikroba tersebut justru bersifat patogen (Harmayani, 2001). Oleh karena itu, prosedur seleksi pengembangan mikroba probion (Pektinolitik) untuk akuakultur terdiri dari beberapa tahap utama, salah satunya adalah pengujian patogenitas isolat terhadap inang (Ilyas, 2007).

Bakteri selulotik merupakan mikroba pemecah dinding sel yang berfungsi merubah sifat kimia yang terkandung dalam bahan. Diantara bekteri ini yang sering dijumpai dan sebagai produk komersial adalah *Lactobasillus cersei*. Dalam perbandingan strain bakteri seelulotik lebih mudah berkembang dan menghasilkan koloni dalam jumlah yang banyak dibandingkan jenis bakteri pektinolitik dan lignoltik. Sifat bekteri selulotik yang sangat mudah berinteraksi dengan substrat menjadikan bakteri ini sering digunakan untuk *product fermentasi*. Salah satunya adalah mocaf (*Modified casava flour*). Yang mana sel ubi kayu di pecah dengan bantuan bakteri selulotik yang ada pada ragi. Kemudian

dapat memicu enzim yang terkandung dalam sel ubi kayu untuk bereaksi menghasilkan protein (Harmayani, 2001).

2.5 Teknik *Freeze Drying*

Air merupakan hal yang terpenting untuk kehidupan, air sebagai bahan pelarut aktivitas biokimia sel, proses metabolisme, dan semua proses kehidupan. Air merupakan kebutuhan pokok dalam kehidupan. Vaksin, material biologi lain dan mikroorganisme dapat stabil apabila 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 (Saniah, 2008).

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 bakteri, khamir, bakteri, dan virus (Chotiah, 2006). Metode penyimpanan jangka panjang yang paling efektif dan banyak dilakukan ialah metode liofilisasi atau kering beku (*lyophilization* atau *freeze drying*), metode tersebut dapat menyimpan mikroba dalam jangka panjang (Widyani, 2008).

Freeze drying bukanlah teknologi baru tapi sudah diterima dalam biologi sebagai tantangan untuk mengamati molekul yang lebih kecil. *Freeze drying* digunakan untuk pengeringan dengan 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 (Widyani, 2008).

Freeze drying atau liofilisasi adalah proses yang sama. Istilah “*lyophilization*” mempunyai arti “untuk melarutkan” deskripsi yang sederhana dari “*freeze drying*”. *Freeze drying* adalah pengeringan produk dengan pengeringan vakum. 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 (Chotiah, 2006).

Selain itu, menurut Isnafiah (2002), metode kering beku (*freeze drying*) merupakan metode untuk menyimpan mikroba dalam waktu yang lama dengan tingkat kematian yang rendah. Metode ini dapat menurunkan laju metabolisme mikroba dan menginduksi proses dormansi, proses pengeringan (*freeze drying*) dilakukan secara sublimasi.

Freeze drying adalah metode yang digunakan untuk pengeringan untuk *preserve* mikroorganisme. 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 (Chotiah, 2006).

Liofilisasi atau *freeze drying* adalah metode untuk stabilisasi biologi. Proses tahapan terdiri dari sublimasi, dan pengeringan. Sublimasi vakum untuk menghilangkan kristal es. Pemanasan dilakukan selama proses pengeringan untuk menyerap air (Widyani, 2008). 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 (Chotiah, 2006).

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°C (Isnafiah, 2002).

Freeze drying terdiri dari banyak tahap, yaitu pembekuan, untuk menghentikan sementara aktivitas metabolisme, kemudian dilanjutkan dengan menghilangkan air tanpa dicairkan (sublimasi), lalu diakhiri dengan pengeringan produk. Pengeringan pada keadaan vakum atau tidak ada udara, atau disimpan pada suhu kamar dengan tidak ada aktivitas metabolisme sampai air dan nutrisi terpenuhi (Chotiah, 2006).

Cairan pengawet (*perservative*) 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 (Chotiah, 2006).

1. Tahap penyimpanan kering beku adalah sebagai berikut (Mahmud, 2001):
 - a. Ampul kosong ukuran 1,0 ml diberukuran 1,0 ml diberi label di dalamnya. Ampul disterilkan dengan oven kering bersuhu 160°C selama satu jam.
 - b. Strain mikroba yang akan disimpan dibiakkan pada medium yang sesuai hingga pertumbuhan optimum (*log phase*), umumnya 24-48 jam pada suhu ruang.
 - c. Penyediaan larutan preservatif yang sesuai untuk mikroba yang akan diawetkan.
 - d. Suspensi pekat strain mikroba 10^8 - 10^9 sel atau kondia/ml di buat dalam cairan preservatif.
 - e. Ampul yang telah disterilkan diisi dengan 0,1-0,3 ml suspensi mikroba secara aseptik menggunakan pipet Pasteur atau pipet mikro.
 - f. Suspensi mikroba dalam ampul dibekukan pada suhu -20 sampai -30°C atau menggunakan *dry ice*
 - g. Ampul yang telah dibekukan dengan cepat dilakukan proses kering beku dengan menempelkan pada alat pengering beku.

- h. Setelah selesai proses kering beku, ampul dipotong menggunakan api las.
 - i. Ampul yang sudah dipotong diatur rapi pada kotak penyimpanan ampul.
 - j. Sebagian ampul diambil sebagai contoh untuk menguji viabilitas mikroba setelah proses kering beku.
 - k. Pengujian dilakukan secara periodik dan rutin, untuk mengetahui viabilitas mikroba.
2. Penumbuhan kembali mikroba:
- a) Ampul dikeluarkan dari tempat penyimpanan dan direndam pada suhu 37°C atau dibiarkan pada suhu ruang untuk mencairkan isi ampul (*thawing*).
 - b) Secara aseptik leher ampul dipotong dengan pemotong kaca dan dipatahkan.
 - c) Beberapa tetes medium cair dimasukkan ke dalam ampul, dibiarkan beberapa saat dan dikocok agar biakan cepat larut.
 - d) Sebagian suspensi diambil dan ditumbuhkan pada cawan medium agar yang sesuai.
 - e) Koloni mikroba ditumbuhkan pada medium agar miring.

2.5.1 Kelebihan *Freeze Drying*

Penyimpanan jangka pendek mikroba dilakukan dengan memindahkan secara berkala jangka pendek misalnya sebulan sekali dari media lama ke media baru. Beberapa teknik penyimpanan sederhana yang efektif untuk menyimpan isolat jangka pendek atau menengah, biasanya tidak sesuai untuk penyimpanan

jangka panjang. Diantara teknik tersebut ialah penyimpanan dalam minyak mineral, parafin cair, tanah steril, manik-manik, porselin, lempengan gelatin, dan P_2O_5 dalam keadaan vakum. Walaupun tidak digunakan secara luas, teknik tersebut hanya memerlukan peralatan yang sederhana dan mudah diperoleh (Chotiah, 2006).

Proses kering beku merupakan kombinasi dua teknik penyimpanan jangka panjang yang paling baik, yaitu pembekuan dan pengeringan. Suspensi yang sudah dibekukan dilakukan pengeringan dalam kondisi vakum. Cara ini menghilangkan kendala yang terjadi pada pengeringan biakan dari kondisi cair (Chotiah, 2006).

a. Penyimpanan dengan Teknik Pengeringan Cairan

Beberapa strain bakteri yang peka terhadap proses kering dapat disimpan dengan cara pengeringan suspensi (*liquid drying*) mikroba. Teknik ini dikembangkan oleh Annear pada tahun 1954, 1956, dan 1962, dan berhasil digunakan untuk menyimpan bakteri, khamir, jamur, dan virus (Chotiah, 2006).

b. Penyimpanan secara Kariogenik

Virus, bakteriofag, khamir, jamur, beberapa jenis algae, dan protozoa dapat disimpan lama dalam kondisi beku dengan cara mereduksi sebagian besar aktivitas atau kecepatan metabolismenya. Mikroba tersebut telah disimpan dalam *freezer* yang bersuhu $-20^{\circ}C$ dan $-70^{\circ}C$. Semakin rendah suhu penyimpanan, semakin kecil peluang kehilangan viabilitasnya. Penyimpanan

pada suhu lebih tinggi -70°C sebaiknya tidak terlalu lama dilakukan, paling lama setahun (Widyani, 2008).

Pembekuan pada proses kriopreservasi dilakukan secara pelan-pelan dan diatur suhu 0°C atau -40°C , selanjutnya didinginkan dengan cepat hingga mencapai suhu akhir pendinginan (-196°C). Pembekuan dengan cepat dapat berakibat terbentuknya kristal es di ruang antar sel dan ketidakseimbangan elektrolit yang dapat mematikan atau merusak sel (Widyani, 2008).

c. Penyimpanan pada refrigerator atau disimpan di ruang dingin

Kultur yang ada pada media kultur dapat disimpan dalam refrigerator atau ruang dingin, ketika pada suhu 4°C . Pada suhu ini aktivitas metabolisme dari mikroba menurun, akan tetapi tidak berhenti. Metabolisme bakteri dapat menurun dan hanya sedikit nutrisi yang digunakan. Metode ini tidak dapat digunakan untuk waktu yang lama karena racun akan terakumulasi dan dapat membunuh mikroba. Penyimpanan kultur dalam refrigerator atau ruang dingin baik digunakan untuk waktu pendek (Widyani, 2008).

2.6 Jaminan Allah atas Rizki Mahluknya

Allah menciptakan segala sesuatu yang ada di bumi baik yang bersifat makroskopik dan mikroskopik dengan sempurna. Semua itu dijelaskan dalam ayat Al-Qur'an surat Al-Furqan ayat 2 sebagai berikut:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ

كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا

Artinya: “Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya” (Q.S Al-Furqan : 2).

Maksud dari ayat tersebut adalah bahwa Allah pemilik dari segala sesuatu yang ada di bumi, dan segala sesuatu itu telah ditentukan batasan-batasannya dengan sangat detail dan seadil-adilnya. Dengan struktur yang berbeda serta memiliki fungsi yang berbeda pula, Allah telah menjadikan segala sesuatu sesuai dengan tempatnya (Amudi, 2007).

Abdushshamad (2003) maksud dari kalimat **فَقَدَرَهُ تَفْدِيرًا** adalah bahwa Allah yang memiliki kekuasaan atas semua makhluknya. Allah telah menetapkan ukuran sebaik-baiknya, manusia dengan akal dan fikiran serta tumbuh-tumbuhan dengan air hujan. Sebagaimana gambaran kekuasaannya sebagai pemilik apa yang ada di langit dan di bumi. Menciptakan langit dan bumi serta yang terkandung didalamnya tiada kejanggalan dan sangat kompleks. Apakah manusia tidak berfikir bahwa semua sudah dijadikan sedemikian rupa agar mereka bertaqwa.

Gambaran Allah telah memberikan rizki pada hambanya tak terkecuali binatang dan tumbuh-tumbuhan. Allah memberikan makanan yang tidak manusia ketahui. Sebagaimana yang tertera dalam QS. Al-Ankabut ayat 60 berikut:

وَكَايْنٍ مِّنْ دَابَّةٍ لَّا تَحْمِلُ رِزْقَهَا ۗ اللَّهُ يَرْزُقُهَا وَإِيَّاكُمْ ۗ وَهُوَ السَّمِيعُ الْعَلِيمُ

Artinya: “Dan berapa banyak binatang yang tidak (dapat) membawa (mengurus) rezkinya sendiri. Allah-lah yang memberi rezki kepadanya dan kepadamu dan Dia Maha Mendengar lagi Maha Mengetahui” (QS. Al-Ankabut : 60).

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah yang mengurus segala sesuatu (termasuk rezeki) baik benda mati maupun benda hidup. Rizki yang diberikan Allah kepada makhluknya terkadang tidak diketahui, baik berupa harta benda, makanan dan anak sholeh. Allah memberikan semuanya sesuai dengan kondisi dan kemampuan hambanya, karena Allah maha mendengar lagi maha mengetahui.

Rizki diibaratkan sebagai air mengalir disuatu tempat yang memberikan kehidupan disekelilingnya. Tumbuhan dan hewan dapat tumbuh pesat oleh adanya air. Bahkan manusia tidak mengetahui hujan yang membasahi ladang dan peternakan adalah hasil dari kekuasaan dan kasih sayang Allah kepada hambanya. Manusia mendapatkan uang dan makanan merupakan bukti bahwa allah selalu mencukupi rizki kepada hambanya (Amudi, 2007).

Binatang dapat hidup dan berkembang karena allah telah memberikan rizki kepadanya. Adanya rumput, daging dan air yang merupakan limpahan rizki yang diberikan Allah kepada seluruh hambanya. Binatang adalah makhluk Allah yang hanya dibekali naluri sebagian dari binatang tersebut mencari makanan dengan memburu sesama binatang dan memakan tumbuh-tumbuhan. Yang menumbuhkan tumbuh-tumbuhan adanya binatang lain sebagai makanan adalah bukti bahwa Allah telah memberikan hambanya rizki yang tidak manusia mengerti (Abdullah, 1994).

Pertumbuhan yang cepat tersebut merupakan suatu kejadian yang Allah kehendaki dan bakteri tersebut mendapatkan rizki (nutrisi) tanpa manusia ketahui. Sebagaimana yang tertera dalam QS. Al- hijr ayat 20 berikut ini :

وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَايِشَ وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ

Artinya : “Dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (Kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezki kepadanya” (QS. Al-Hijr : 20)

Dalam ayat ini dijelaskan bahwa Allah telah menjadikan alam semesta dan apa yang ada didalamnya untuk keperluan hidup, baik bagi manusia, tumbuhan dan hewan. Manusia dapat memanfaatkan apa yang sudah Allah ciptakan untuknya. Tumbuhan dan hewan dapat manusia gunakan sebagai keperluan baik untuk makan, ternak dan di budidaya. Allah memberikan semuanya untuk mahluknya agar mereka bersyukur (Amudi, 2007).

Maksud dari kata مَعَايِشَ yang berarti keperluan hidup adalah segala sesuatu yang ada di bumi dan dapat dimanfaatkan oleh manusia, hewan dan tumbuhan untuk keperluannya. Manusia butuh makanan untuk hidup dan tumbuhan membutuhkan air sebagai bahan utama makanannya. Semua terdapat dalam bumi yang diciptakan Allah kepada hambanya. Hal yang sedemikian banyak dari orang kafir yang mengingkarinya dan mereka berkata bahwa semua itu adalah hasil dari usaha manusia sendiri (Abdullah, 1994).

Maksud dari kata لَهُ بِرَازِقِينَ (pemberi rezki kepadanya) dalam kalimat وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ (dan Kami menciptakan pula makhluk-makhluk yang kamu

sekali-kali bukan pemberi rezki kepadanya). Bahwa Allah menjelaskan bahwa tidak semua makhluk ciptaanya mendapatkan rizki dari manusia. Seperti halnya hewan ternak dan tanaman yang di manfaatkan manusia sebagai makanan dan obat-obatan. Semua itu tidak semata-merta manusia yang memberi rizki pada hewan atau tanaman melainkan dari Allah yang terkadang manusia tidak memikirkanya (Abdullah, 1994).

Secara kompleks dapat diartikan bahwa sesuatu yang terdapat di muka bumi ini adalah ciptaan Allah kepada hambanya dan Allah pula yang memberikan rizki yang berkecukupan. Baik rizki berupa makanan, kesehatan dan akal fikiran. Manusia memiliki akal untuk dapat memberikan kemaslahatan kepada semuanya, manusia sebagai khalifah fil ard dapat mendesain dan memikirkan ciptaan Allah yang lainnya dan memberikan kemakmuran bagi mereka (Amudi, 2007).