

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian Viabilitas Bakteri *Indigenous* Air Rendaman Kenaf Setelah *Freeze Drying*.

Tabel 4.1.1: Data Hasil Viabilitas Bakteri *Indigenous* Air Rendaman Kenaf Setelah *Freeze drying* Pada Media Bekatul Ditambah dengan Skim

| Jenis Medium Pembawa | Lama Penyimpanan (Minggu) | Ulangan | Jumlah Sel Hidup (/ml bahan) | Rata-rata |
|--------------------------|---------------------------|---------|------------------------------|-------------------|
| Media 1 (Bekatul + Skim) | 0 | 1 | $3,4 \times 10^9$ | $2,9 \times 10^9$ |
| | | 2 | $2,4 \times 10^9$ | |
| | 4 | 1 | 8×10^8 | $6,5 \times 10^8$ |
| | | 2 | 5×10^8 | |
| | 6 | 1 | 8×10^8 | $1,9 \times 10^9$ |
| | | 2 | 3×10^9 | |
| | 8 | 1 | 2×10^9 | $2,5 \times 10^9$ |
| | | 2 | 3×10^9 | |

4.1.2: Data Hasil Viabilitas Bakteri *Indigenous* Air Rendaman Kenaf Setelah *Freeze drying* Pada Media Bekatul Ditambah dengan Skim dan Glukosa

| Jenis Medium Pelindung | Lama Penyimpanan (Minggu) | Ulangan | Jumlah Sel Hidup (/ml Bahan) | Rata-rata |
|------------------------------------|---------------------------|---------|------------------------------|--------------------|
| Media 2 (Bekatul + Skim + Glukosa) | 0 | 1 | $1,4 \times 10^9$ | $2,05 \times 10^9$ |
| | | 2 | $2,7 \times 10^9$ | |
| | 4 | 1 | $3,4 \times 10^9$ | $3,6 \times 10^9$ |
| | | 2 | $3,8 \times 10^9$ | |
| | 6 | 1 | $4,6 \times 10^9$ | $5,25 \times 10^9$ |
| | | 2 | $5,9 \times 10^9$ | |
| | 8 | 1 | $1,3 \times 10^9$ | $1,5 \times 10^9$ |
| | | 2 | $1,8 \times 10^9$ | |

Tabel di atas (4.1.1 dan 4.1.2) menunjukkan bahwa secara keseluruhan jumlah sel hidup setelah *freeze drying* dengan menggunakan media 2 (bekatul

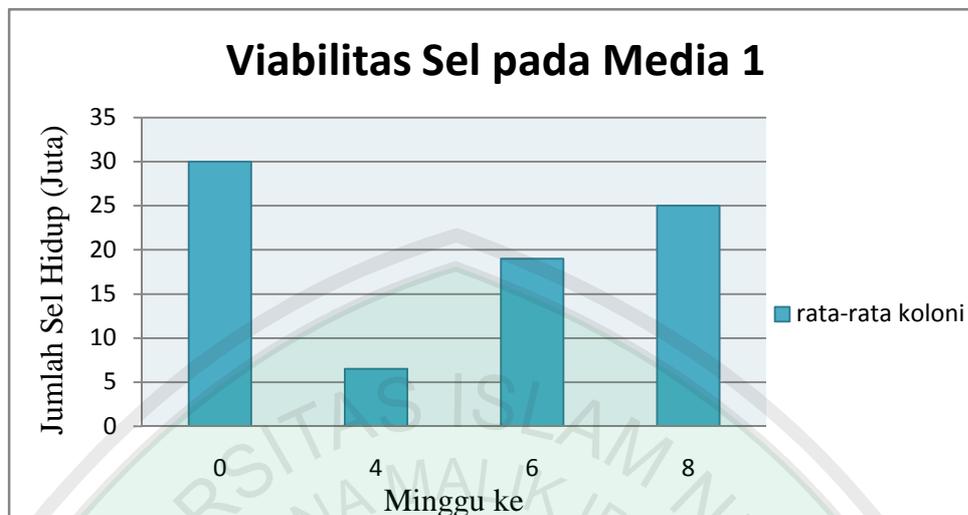
ditambah dengan skim dan glukosa) lebih bagus dibandingkan dengan media 2 (bekatul ditambah dengan skim).

4.2 Uji Viabilitas Bakteri *Indigenous* Air Rendaman Kenaf

1.2.1 Uji Viabilitas Bakteri pada Media Bekatul Ditambah Dengan Skim

Viabilitas bakteri *indigenous* air rendaman kenaf dengan media 1 (bekatul ditambah dengan skim) pada minggu ke-0 yaitu $2,9 \times 10^9$ CFU/ml, jumlah sel yang tumbuh ini lebih tinggi 153% jika dibandingkan dengan viabilitas sebelum pengeringan atau viabilitas setelah proses pembekuan yaitu $1,14 \times 10^9$ CFU/ml. Viabilitas setelah proses pembekuan ini masih rendah kemungkinan dikarenakan selama proses pembekuan bakteri tersebut dorman dan mati karena kerusakan fisik yang disebabkan oleh kristal-kristal es. Sedangkan viabilitas bakteri pada minggu ke-0 lebih tinggi hal ini diduga karena bakteri tersebut masih fase adaptasi dari proses pembekuan dan pengeringan.

Viabilitas bakteri *indigenous* air rendaman kenaf media 1 pada minggu ke-0 yaitu $2,9 \times 10^9$ CFU/ml, sedangkan pada minggu ke-4 yaitu $6,5 \times 10^8$ CFU/ml, hasil ini menunjukkan adanya penurunan viabilitas sebesar 77%. Viabilitas minggu ke-0 lebih tinggi jika dibandingkan dengan viabilitas sebelum pengeringan dan setelah pengeringan pada minggu ke-4. Hal ini diduga karena adanya fase adaptasi bakteri pada media 1 yang telah dikeringkan dengan metode *freeze drying*. Penurunan ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti nutrisi dan penyimpanan hasil isolat kering.



Gambar 4.1.1 Grafik jumlah sel hidup bakteri *indigenous* air rendaman kenaf dengan media bekatul ditambah dengan skim.

Grafik 4.1.1 dapat dilihat bahwa perlakuan yang dapat mempertahankan viabilitas sel adalah penggunaan medium pembawa bekatul ditambah dengan skim, dari minggu ke 4 yakni $6,5 \times 10^8$ CFU/ml, jumlah sel yang hidup semakin meningkat pada minggu ke-6 sekitar 192% jumlah sel yang hidup yakni $2,5 \times 10^9$ CFU/ml.

Sel yang tumbuh dengan media tambahan skim ini mengalami naik turun, akan tetapi penurunan sel yang tidak terlalu signifikan sekitar 1 fase log. Penurunan viabilitas ini juga terjadi pada penelitian Korsten (1996), penelitian yang dilakukannya menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* dengan menggunakan berbagai media, salah satunya media skim. Penurunan viabilitas terjadi pada bulan pertama setelah proses *freeze drying*, hal ini dikarenakan faktor nutrisi dan kondisi fisik lingkungan metode yang digunakan, sehingga mempengaruhi hasil akhir jumlah sel yang diproduksi. Pada penelitian tersebut viabilitas sel dengan

menggunakan media skim rendah yakni $2,6 \times 10^8$ cd. Pada penelitian ini menggunakan media 1 dan pengeringan menggunakan metode *freeze drying* juga mengalami penurunan viabilitas pada minggu ke-4 dan mengalami kenaikan pada minggu selanjutnya, seperti pada grafik 4.2.1.

Hasil dari uji viabilitas pada minggu ke-6 yaitu $1,9 \times 10^9$ CFU/ml dan mengalami kenaikan viabilitas yang signifikan dari minggu ke-4 yaitu 192%. Pada minggu ke-8 yaitu $2,5 \times 10^9$ CFU/ml juga mengalami kenaikan viabilitas dari minggu ke-6 sebesar 31,6%. Hal ini diduga bakteri tersebut sudah bisa beradaptasi pada media 1 yang telah dikeringkan dengan metode *freeze drying*. Selain itu juga disebabkan kandungan nutrisi yang mendukung untuk pertumbuhan bakteri. Sedangkan dari minggu ke-0 sampai minggu ke-8 mengalami kenaikan sekitar 13,8%.

Widowati (2004), mengatakan bekatul mengandung protein 14%, lemak 18%, karbohidrat 36%, serat 12%, serta berbagai mineral dan vitamin, karena kandungan pada bekatul yang beragam yang menyebabkan bekatul bisa dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba.

Kandungan nutrisi bekatul selain karbohidrat, protein dan lain sebagainya. Bekatul juga mempunyai kandungan mineral tinggi, menurut Damayanthi (2001), tepung bekatul mempunyai kandungan mineral yang tinggi, fosfor merupakan komponen terbesar dalam bekatul, kalium, magnesium, dan silikon, sedangkan kandungan kalsium, klor, mangan, besi dan natrium rendah. Fraksi protein utama bekatul adalah *albumin* dan *globulin*, *glutenin* merupakan yang utama dalam bekatul, sedangkan kadar *prolamin* rendah. Karena kandungan nutrisi dalam

bekatul cukup kompleks ini yang menyebabkan viabilitas bakteri masih tinggi setelah dikeringkan dengan metode *freeze drying*.

Bakteri dalam pertumbuhannya membutuhkan nutrisi, tidak hanya energi akan tetapi juga membutuhkan sumber nitrogen baik nitrogen organik maupun nitrogen anorganik, nitrogen organik yakni protein dan asam amino, nitrogen organik didapatkan dari susu skim, karena di dalam susu skim terdapat protein tinggi. dalam penelitian ini digunakan susu skim sebagai sumber nitrogen, sedangkan karbohidrat didapatkan dari bekatul.

OPS (2010), mengatakan bakteri membutuhkan media preservatif untuk membantu bertahan hidup dari proses *freeze drying*. Media tersebut bisa sangat sederhana, seperti 10% susu skim, atau menggunakan serum hewan. Media yang bagus mempunyai dua komponen yakni: media preservatif mampu menjaga stabilitas sel ketika proses pengeringan, dan dapat melindungi sel setelah proses *freeze drying*. Isnaini (2009), menambahkan media yang digunakan untuk preservasi adalah susu skim 20% (wt/vol) atau sukrosa 12% (wt/vol). Sebagian besar mikroba dapat bertahan dalam media liofilisasi selama 10 tahun.

Viabilitas bakteri pada media 1 perlahan mengalami kenaikan, hal ini menunjukkan bahwa *freeze drying* merupakan metode pengawetan bakteri yang sangat efektif dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dan media pembawa sebagai nutrisi yang dibutuhkan bakteri.

Hal ini diperkuat oleh Isnafia (2002), metode *freeze drying* merupakan metode pengeringan terbaik daripada oven dan *spray drying*. *Freeze drying* merupakan pengeringan tanpa panas sehingga tidak mematikan mikroba,

pembekuan pada *freeze drying* akan menyebabkan mikroba dorman untuk sementara dan dapat tumbuh kembali jika diaktifkan.

Bakteri mempunyai ketahanan yang berbeda-beda terhadap perlakuan yang diberikan, dalam penelitian ini menggunakan bakteri dari genus *Bacillus* dan *Paenibacillus* yang mempunyai ketahanan tinggi terhadap kondisi fisik lingkungan yang kurang menguntungkan, karena bakteri dari genus tersebut mempunyai endospora yang melindunginya dari kondisi yang kurang menguntungkan.

Bakteri *Bacillus* sp. ini merupakan bakteri yang tahan terhadap kondisi yang kurang menguntungkan, meskipun disimpan dalam waktu yang lama atau bertahun-tahun dengan metode *freeze drying*, bakteri tersebut masih mempunyai viabilitas tinggi, hal ini dikarenakan bakteri tersebut mempunyai endospora, sehingga bakteri tersebut lebih tahan terhadap kondisi yang kurang menguntungkan. Menurut Widyawati (2008), menyatakan bakteri *Bacillus* sp. mempunyai kemampuan membentuk endospora, kemampuannya membentuk endospora ini menyebabkan bakteri ini relatif lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan dan kritis, misalnya radiasi, panas, asam, desinfektan, kekeringan, nutrisi yang terbatas dan dorman dalam jangka waktu yang lama hingga bertahun-tahun.

Bakteri membutuhkan nutrisi dari keadaan dorman untuk diaktifkan kembali, pada penelitian ini digunakan molase, molase merupakan sisa hasil dari industri gula yang di dalamnya masih terkandung nutrisi yang cukup tinggi

sehingga dianggap berpotensi untuk mengaktifkan kembali bakteri yang telah didormankan.

Putarau *dalam* Kusmiati (2007), menyatakan molase yang mengandung nutrisi cukup tinggi untuk kebutuhan bakteri, telah dijadikan bahan alternatif untuk pengganti glukosa sebagai sumber karbon. Komposisi kimia molase sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: varietas dan kematangan tebu, kondisi iklim dan tanah serta kondisi proses dalam pabrik gula. Molase tersusun dari bahan-bahan organik, anorganik dan air. Sekitar 52% merupakan total gula (sukrosa, glukosa dan fruktosa), sekitar 10% atau lebih adalah garam anorganik, 10-20% air dan selebihnya adalah bahan organik non gula.

1.2.2 Uji Viabilitas Bakteri Pada Media Bekatul Ditambah dengan Skim dan Glukosa

Hasil dari uji viabilitas bakteri air rendaman kenaf pada media 2 (bekatul ditambah dengan skim dan glukosa) pada minggu ke-0 yaitu $2,05 \times 10^9$ CFU/ml, mengalami kenaikan sampai pada minggu ke-6 sekitar 150% yaitu $5,25 \times 10^9$ CFU/ml, hal ini diduga bakteri tersebut dapat beradaptasi dan juga dapat memanfaatkan nutrisi yang ada, kenaikan viabilitas yang ditunjukkan pada grafik dibawah (grafik 4.2.2).

Hasil viabilitas terus naik dari minggu ke-0 sampai minggu ke-6, hal ini disebabkan adanya penambahan glukosa, karena glukosa berfungsi untuk melindungi bakteri sebelum dan sesudah proses *freeze drying*. Hal ini diperkuat oleh Morgan (2006), yang menyatakan bakteri dapat tumbuh baik dengan media

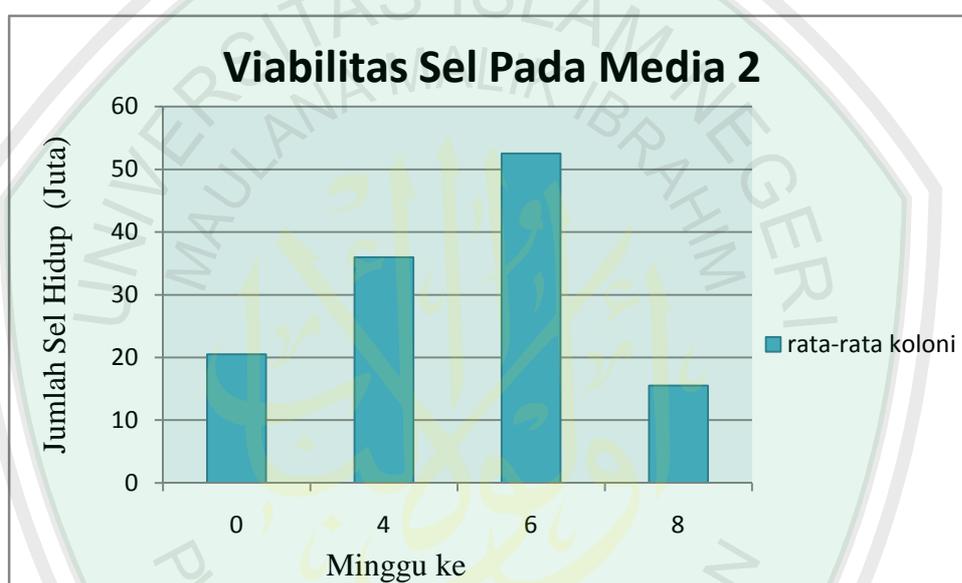
pembawa glukosa, karena glukosa digunakan untuk melindungi protein dan membran sel.

Sedangkan pada minggu ke-8 mengalami penurunan viabilitas sebesar 71%. Sehingga pada minggu ke-8 viabilitas sel yakni $1,5 \times 10^9$ CFU/ml, penurunan viabilitas ini bisa disebabkan oleh adanya tambahan glukosa, dengan konsentrasi glukosa yang terlalu tinggi karena glukosa dapat mengikat air, sehingga glukosa itu akan mengikat air baik yang ada pada media pembawa maupun air dari bakteri yang nantinya akan menyebabkan bakteri tersebut viabilitasnya semakin menurun bahkan kematian.

Penelitian yang telah dilakukan Nanasombat (2007), menambahkan glukosa sebanyak 9.1% (w/w) pada proses *freeze drying*. Jumlah sel yang tumbuh dengan media pembawa glukosa lebih rendah jika dibandingkan dengan media skim, laktosa, sukrosa, hal ini disebabkan jumlah air yang terdehidrasi pada saat pembekuan. Sehingga sel mengalami kerusakan yang disebabkan oleh Kristal-kristal es.

Penurunan viabilitas seperti ini bisa disebabkan oleh beberapa hal, seperti kemampuan bakteri untuk memecah nutrisi yang tersedia, karena setiap bakteri mempunyai kemampuan yang berbeda-beda, tempat dan juga suhu penyimpanan isolat kering. Suhu dan tempat penyimpanan bakteri yang tidak sesuai dapat menyebabkan sel bakteri menjadi rusak sehingga terjadi penurunan viabilitas bakteri bahkan kematian. Sebaiknya isolat kering disimpan pada suhu rendah dan tempat yang gelap.

Selain faktor nutrisi penurunan viabilitas seperti ini bisa juga disebabkan oleh faktor penyimpanan, karena isolat kering hasil dari *freeze drying* sebaiknya disimpan pada suhu rendah. Pada penelitian Ilyas (2007), selama satu tahun menyimpan isolat pada suhu 5⁰ C, dan diuji viabilitasnya dan hasilnya sel tetap tumbuh dan tidak kehilangan viabilitasnya.



Gambar 4.2.2 Grafik jumlah sel hidup bakteri *indigenous* air rendaman kenaf dengan media bekatul ditambah dengan skim dan glukosa.

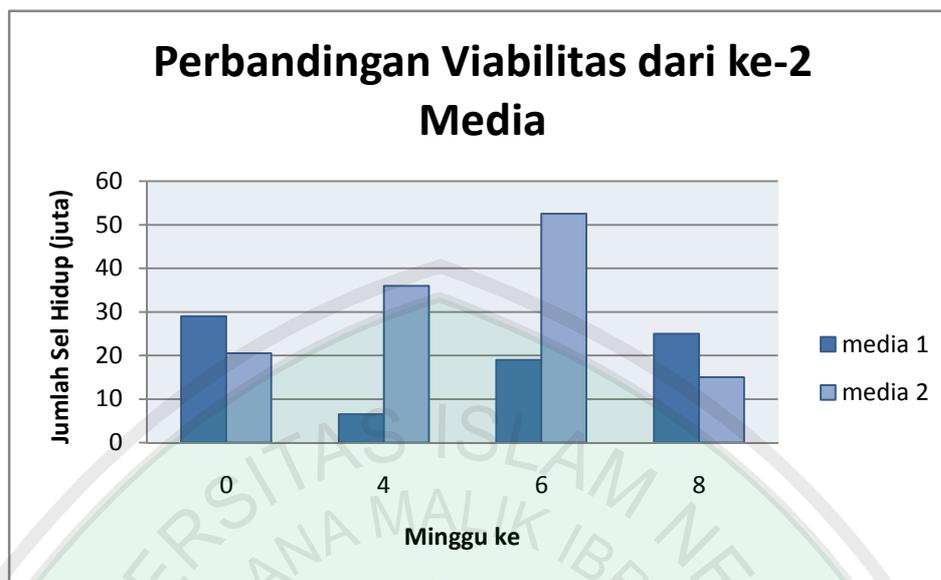
Grafik 4.2.2 dapat dilihat bahwa viabilitas bakteri pada minggu ke-8 mengalami penurunan sebesar 26,8% dari minggu ke-0. Penurunan viabilitas bisa disebabkan oleh beberapa hal, seperti kemampuan bakteri mengurai nutrisi yang ada, dan juga karena waktu proses pembekuan terjadinya kristal-kristal es yang menyebabkan penurunan viabilitas bahkan kematian.

Selama proses pembekuan juga bisa menyebabkan sel bakteri kehilangan kestabilan. Hal ini diperkuat oleh Mulyani (2008), selama proses pembekuan terdapat dua kemungkinan sel bakteri kehilangan kestabilan yakni, bakteri tersebut dorman dan bakteri tersebut mati karena kerusakan fisik yang disebabkan oleh kristal-kristal es.

Media yang digunakan untuk mengaktifkan kembali bakteri dari keadaan dorman juga mempengaruhi viabilitas bakteri, jika molase yang digunakan telah disimpan dalam waktu yang lama maka akan menjadi rusak dan tidak berfungsi secara maksimal. Dalam penelitian ini kemungkinan molase yang digunakan sudah disimpan dalam waktu yang lama, sehingga digunakan untuk mengaktifkan kembali bakteri dari keadaan dorman kurang normal dan viabilitas menurun.

1.2.3 Perbandingan Viabilitas Pada Media Bekatul Ditambah Skim Dengan Bekatul Ditambah Skim dan Glukosa

Tabel diatas (4.1.1 dan 4.1.2) menunjukkan bahwa secara keseluruhan jumlah sel hidup setelah *freeze drying* dengan menggunakan media 2 (bekatul ditambah dengan skim dan glukosa) lebih bagus dibandingkan dengan media 1 (bekatul ditambah dengan skim). Perbedaan viabilitas dari masing-masing media pembawa, didapatkan gambaran sebagai berikut (grafik 4.2.3).



Gambar 4.2.3 Grafik perbandingan viabilitas bakteri *indigenous* air rendaman kenaf pada kedua media pembawa.

Jumlah sel yang hidup pada kedua media baik media 1 maupun media 2 masih tinggi, yaitu pada minggu ke-8 masih $2,5 \times 10^9$ CFU/ml dan $1,5 \times 10^9$ CFU/ml, angka tersebut masih memenuhi standar untuk penyimpanan jangka panjang yakni rerata lebih dari 1×10^7 CFU/ml.

Berdasarkan Ilyas (2007), batasan tinggi rendahnya tingkat viabilitas ditentukan berdasarkan banyak sedikitnya rerata kerapatan koloni isolat bakteri yang tumbuh. Isolat yang menunjukkan tingkat viabilitas tinggi (rerata CFU $\geq 1 \times 10^7$ /ml) dan sedang (rerata CFU $\geq 1 \times 10^6$ /ml) tidak memerlukan proses pengampulan ulang dan proses penyimpanan ampul isolat dapat terus dilanjutkan untuk rentang waktu selanjutnya. Adapun isolat yang menunjukkan tingkat viabilitas rendah (rerata CFU berkisar 1×10^5 /ml) atau sangat rendah (rerata CFU $\leq 1 \times 10^4$ /ml) proses penyimpanan isolat dalam ampul untuk rentang waktu selanjutnya tidak dapat dilakukan, karena proses penyimpanan pada rentang

waktu berikutnya akan dapat menghilangkan viabilitas isolat dalam ampul secara keseluruhan.

Grafik diatas (4.2.3), viabilitas sel pada minggu ke-0 untuk media 1 lebih tinggi 29% yaitu $2,9 \times 10^9$ CFU/ml, sedangkan untuk media 2 yaitu $2,05 \times 10^9$ CFU/ml. Perbedaan viabilitas dari ke-2 media tidak terlalu jauh, hal ini dikarenakan bakteri tersebut masih fase adaptasi dengan media pembawa dan juga dari keadaan dorman setelah dibeku keringkan dengan metode *freeze drying*.

Jumlah sel yang hidup pada minggu ke-6 dengan media 2 lebih tinggi sekitar 176% yaitu pada media 2 $5,25 \times 10^9$ CFU/ml sedangkan pada media 1 $1,9 \times 10^9$ CFU/ml, pada media 2 dikarenakan adanya tambahan glukosa, karena glukosa berfungsi sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan bakteri. Menurut Dwipayana (2009), glukosa mengandung sumber karbon yang sederhana dan dapat digunakan oleh sebagian besar bakteri sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan bakteri.

Medium pembawa adalah medium yang digunakan untuk melindungi sel selama proses *freeze-drying*. pemilihan medium merupakan faktor penting untuk menjaga ketahanan hidup (*viabilitas*) dari sel mikroorganisme selama dan sesudah pengeringan. Besarnya konsentrasi media pembawa yang ditambahkan untuk metode *freeze drying* dan perlindungan yang diberikan oleh media pembawa bervariasi tergantung pada spesies mikroorganisme.

Tambahan glukosa sebagai media pembawa untuk isolat kering dari proses *freeze drying* ini diharapkan nutrisi yang dibutuhkan bakteri tersebut semakin terpenuhi, kaarena glukosa ini akan melindungi sel sebelum dan sesudah proses

freeze drying dan juga glukosa merupakan sumber karbon yang nantinya akan digunakan sebagai energi oleh bakteri untuk melakukan metabolisme.

Nutrisi adalah cara yang digunakan makhluk hidup untuk mengasimilasi makanannya. Nutrien yang dibutuhkan oleh bakteri antara lain: sumber karbon (karbohidrat), sumber nitrogen (protein atau amoniak), ion - ion organik tertentu, metabolit penting (vitamin, asam amino) dan air. Pada dasarnya, semua organisme membutuhkan energi untuk mempertahankan kehidupannya. Selain itu, ada beberapa organisme yang membutuhkan nitrogen, sulfur, unsur logam dan vitamin untuk menunjang kehidupannya (Safrilya, 2008).

Sedangkan jumlah sel yang tumbuh pada media minggu ke-8 mengalami penurunan viabilitas sekitar 71% yaitu $1,5 \times 10^9$ CFU/ml. Sedangkan pada media 1 perlahan mengalami kenaikan 31% dari minggu ke-6 yaitu $2,5 \times 10^9$ CFU/ml. Hal ini dikarenakan glukosa itu dapat mengikat air, sehingga kadar air yang ada pada mikroba juga akan terikat, yang akhirnya menyebabkan penurunan viabilitas bahkan kematian. Sehingga jika kadar glukosa yang terlalu tinggi akan menyebabkan penurunan viabilitas sel.

Viabilitas bakteri air rendaman kenaf setelah dikeringkan dengan metode *freeze drying* pada minggu ke-8 media 1 lebih tinggi 40% jika dibandingkan dengan media 2, media 1 yaitu $2,5 \times 10^9$ CFU/ml sedangkan media 2 yaitu $1,5 \times 10^9$ CFU/ml. Hal ini diduga karena penggunaan konsentrasi glukosa yang terlalu tinggi sehingga sulit kering, waktu proses pengeringan pada media 2 ini mengalami kendala media sulit kering sehingga proses kurang maksimal, yakni 2 hari proses pengeringan karena belum kering sehingga dimasukkan kembali ke

dalam *freezer* proses tersebut diulang sampai didapatkan isolat kering. Proses pengeringan yang lama kemungkinan hal tersebut yang menyebabkan viabilitas bakteri pada media 2 menurun.

Karbohidrat seperti glukosa biasanya sulit untuk kering pada saat pembekuan. Penambahan glukosa dengan konsentrasi 5% sangat sulit untuk kering pada proses beku kering (*freeze drying*) (Annear, TT).

Penurunan viabilitas bakteri selain disebabkan faktor nutrisi yang ada pada media pembawa, juga bisa disebabkan oleh bahan yang digunakan untuk mengaktifkan kembali sel dari keadaan dorman, yang dalam penelitian ini digunakan molase. Molase digunakan sebagai bahan untuk mengaktifkan kembali bakteri dari keadaan dorman, karena kandungan nutrisi dari molase yang cukup tinggi. Akan tetapi penurunan viabilitas bakteri pada media 2 penurunan terjadi pada minggu ke-8 sekitar 71%, hal ini disebabkan oleh kondisi molase yang telah lama sehingga kurang maksimal dalam mengaktifkan kembali bakteri dari keadaan dorman.

Selain faktor media yang digunakan untuk mengaktifkan kembali bakteri dari keadaan dorman, penurunan viabilitas bakteri bisa disebabkan karena faktor penyimpanan yang tidak sesuai. Dalam penelitian ini hasil isolat kering disimpan dalam bentuk kapsul-kapsul, dan kapsul tersebut dimasukkan dalam plastik dan disimpan dalam kulkas, dan di dalam kulkas tersebut terdapat bahan dan mikroba-mikroba lain yang akan menyebabkan terjadinya kontaminasi sehingga terjadi penurunan viabilitas.

OPS (2010), menyatakan penyimpanan isolat kering hasil *freeze drying* sebaiknya disimpan pada tempat gelap dan pada suhu rendah yaitu pada suhu 4⁰C, jika isolat disimpan dengan tempat yang terbuka atau tidak tertutup rapat maka akan menyebabkan penurunan viabilitas.

4.3 Bakteri *Indigenus* dalam Perspektif Islam

Allah menciptakan binatang-binatang kecil, dan binatang-binatang kecil itu bermanfaat bagi manusia. Binatang-binatang kecil seperti lalat, nyamuk, semut dan lain sebagainya. Rossidy (2008), mengatakan mengamati semut kecil dengan baik, cukup memberikan kesan yang menakjubkan. Bagaimana semut itu belajar membangun rumahnya dengan arsitektur yang cukup kompleks, mempunyai lorong-lorong sempit, saluran-saluran kamar mandi dan gudang-gudang? Bagaimana semut itu berjalan dengan rapi? Jumlah semut yang besar dalam suatu komunitas yang memiliki aturan, menunjukkan bahwa mereka satu sama lain berkomunikasi dengan bahasa tertentu. Penelitian terakhir menyatakan bahwa semut dapat saling memahami dengan lambang bahasa yang bukan ucapan, tetapi dengan bahasa kimia.

Semut, lalat, dan nyamuk merupakan hewan kecil yang masing-masing mempunyai manfaat dan keunikan, akan tetapi ada hewan yang lebih kecil lagi dibandingkan hewan-hewan tadi, yakni mikroorganisme. Menurut Pelczar (2007), mikroorganisme merupakan organisme yang berukuran mikroskopis. Mikroorganisme sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia, beberapa diantaranya bermanfaat dan yang lain merugikan, salah satu contoh dari mikroorganisme yakni mikroba. Untuk melihat mikroba dibutuhkan alat bantuan,

yakni mikroskop. Ukuran bakteri berkisar dari 0,1 sampai 0,3 μm . Suatu volume sebanyak 1 cm^3 mengandung sekitar setengah triliun bakteri berukuran rata-rata. Allah menciptakan makhluk sesuai dengan ukurannya, firman-Nya dalam surat Al-Qamar ayat 49, yang berbunyi:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Artinya: “*Sesungguhnya kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.*”

Segala sesuatu, segala yang kecil, segala yang yang besar, segala yang bertutur, segala yang bisu, segala yang bergerak, segala yang diam, segala hal yang telah lampau, segala hal yang telah terjadi, segala hal yang diketahui, segala hal yang tidak diketahui, segala hal yang Kami ciptakan menurut ukurannya. Yaitu, ukuran yang menentukan hakikatnya, yang menentukan sifatnya, yang menentukan kadarnya, yang menentukan waktunya, yang menentukan tempatnya, yang menentukannya dengan segala perkara yang ada disekitarnya serta pengaruhnya terhadap keberadaan alam nyata ini (Quthb, 1992).

Nash Al-Qur’an yang singkat dan pendek ini benar-benar mengisyaratkan hakikat yang besar, mencengangkan, komprehensif. Hakikat ini dibenarkan oleh keseluruhan alam nyata. Seluruh kebenaran itu dapat dipahami kalbu yang menghadapi wujud ini, yang meresponnya, yang bertaut dengannya, dan yang merasakan bahwa alam itu sebagai alam yang serasi dan harmonis secara cermat. Segala perkara yang ada di alam ini mewujudkan keserasian yang mutlak tersebut (Quthb, 1992).

Mikroba dengan ukuran mikrokopis, jenis dan sifat fisiologis yang bervariasi, menempati habitat di alam tanpa batas ruang. Dengan kata lain mikroba dapat ditemukan dimana saja, yakni di tanaman, hewan, manusia, air, tanah, udara, limbah dan sebagainya. Dalam biologi industri mikroba merupakan pabrik molekuler, yang mampu memproduksi ribuan macam produk yang dapat dimanfaatkan manusia (Yulneriwarini, 2008).

Mikroba merupakan makhluk hidup yang paling banyak jumlahnya, paling cepat perkembangbiakannya, dan paling besar bahayanya. Namun, ia merupakan makhluk hidup yang paling lemah perlawanannya dan paling pendek usianya. Yang jumlahnya milyaran itu mati karena dingin, panas, cahaya, keasaman lambung, plasma darah, dan faktor-faktor lainnya. Mikroba ini pun hanya dapat menyerang sejumlah binatang dan manusia tertentu saja. Andaikan ia memiliki perlawanan yang kuat atau berusia panjang, niscaya punahlah makhluk hidup dan kehidupan (Quthb, 1992).

Mikroorganisme biasanya tidak disukai karena dianggap merugikan, akan tetapi mikroorganisme lebih banyak bermanfaat dibandingkan dengan yang merugikan (Pelczar, 2007).

Allah menjelaskan bahwa Allah tidak akan menciptakan makhluk dalam keadaan sia-sia, dalam hal ini Allah menciptakan mikroorganisme yang bermanfaat. Menurut Pelczar (1988), mikroorganisme mempunyai kemampuan yang sangat beragam dalam menciptakan perubahan-perubahan kimiawi. Setiap substansi alamiah dapat diubah oleh beberapa spesies mikroorganisme.

Pengolahan limbah ialah mempercepat proses alamiah yang memungkinkan air menjadi murni dengan sendirinya. Hal ini dilakukan oleh sekelompok mikroorganisme aerobik pada beberapa tahapan prosedur dan secara anaerobik pada tahapan-tahapan lainnya (Pelczar, 1988).

Manfaat lain dari bakteri sangat banyak, dalam penelitian ini menggunakan bakteri dari genus *bacillus* sp. dan *paenibacillus* sp. bakteri tersebut diisolasi dari air rendaman kenaf, merupakan bakteri pendegradasi holoselulosa, sehingga proses penyeratan kenaf lebih cepat. Menurut Ainuri (1997) bakteri *indigenous* air rendaman kenaf mampu mendegradasi holoselulosa, holoselulosa merupakan gabungan dari hemiselulosa, selulosa, dan senyawa yang larut dalam alkali. Holoselulosa merupakan serat kasar yang dihilangkan kadar ligninnya.

Nia (2010) menjelaskan bahwa bakteri *indigenos* merupakan bakteri pengurai serat yang manfaatnya dapat digunakan sebagai pendukung teknologi pertanian di bidang miokrobiologi. Mikroorganisme yang berasal dari limbah dapat bermanfaat dalam kehidupan manusia. Salah satu contoh bakteri *indigenous* membantu proses penyeratan kenaf (*retting kenaf*) dengan waktu lebih cepat dan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan yang tidak menggunakan mikroba dalam proses penyeratan, sedangkan hasil seratnya dimanfaatkan oleh manusia yang digunakan sebagai bahan karung goni, pembuatan kertas, interior mobil, dan lain sebagainya.

Bakteri *indigenous* merupakan bakteri pengurai serat yang manfaatnya dapat digunakan sebagai pendukung teknologi pertanian di bidang miokrobiologi. 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 mahluk hidup (Bernadetta, 2010).

Pemanfaatan bakteri untuk penyeratan kenaf yang hasilnya dapat digunakan untuk kebutuhan manusia, dan juga bakteri untuk bioremediasi limbah mampu mencegah efek negatif limbah terhadap lingkungan yang merupakan habitat berbagai mahluk hidup, hal ini merupakan salah satu contoh yang menandakan keEsaan Allah SWT. sebagai sang khaliq yang akan mempertebal keimanan kepada Allah SWT.

Penjelasan di atas menunjukkan bahwa bakteri tidak hanya merugikan manusia, tapi bakteri ini juga bermanfaat untuk kehidupan manusia juga. Hal ini sesuai dengan firman Allah dalam surat Ali-Imran ayat 191, bahwa Allah tidak menciptakan segala sesuatu dengan sia-sia. Karena bakteri yang berukuran sangat kecil masih bermanfaat bagi manusia. Hal ini menunjukkan ke-Esaan Allah SWT, yang menciptakan segala makhluk dan seisi bumi.

Tafsir al-Qurthubi (2008), menyebutkan bahwa dalam ayat ini terdapat do'a yang tidak disebutkan, yakni: “ Ya Tuhan kami, Engkau tidak mungkin menciptakan semua ini hanya sekedar main-main atau sekedar kesia-siaan belaka, Engkau pasti menciptakan semua ini sebagai dalil dan bukti otentik kekuasaan dan kemampuan-Mu”. Yang menunjukkan Allah Maha segalanya, sehingga akan mempertebal keimanan kita.