

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Tabel 4.1 Viabilitas Konsorsium Bakteri *Indigenous* Media Tepung Beras + Skim

Viabilitas Tepung Beras + Skim				
Minggu	Ulangan		Jumlah	Rata-Rata (CFU/ml)
	1	2		
Ke-0	25	22	47	$2,4 \times 10^8$
Ke-4	4	6	10	5×10^7
Ke-6	451	458	909	$4,5 \times 10^9$
Ke-8	422	414	836	$4,1 \times 10^9$

Dari tabel 4.1 hasil uji viabilitas bakteri indigenous rendaman air kenaf dengan media pembawa tepung beras + skim di atas dapat dilihat bahwa hasil terendah yaitu pada minggu ke-4 dengan rata-rata 5×10^7 (CFU/ml), dan hasil viabilitas tertinggi yaitu pada minggu ke-8 dengan rata-rata $4,5 \times 10^9$ (CFU/ml).

Tabel 4. 2 Viabilitas Konsorsium Bakteri *Indigenous* Media Tepung Beras + Skim + Glukosa

Viabilitas Tepung Beras + Skim + Glukiosa				
Minggu	Ulangan		Jumlah	Rata-Rata (CFU/ml)
	1	2		
Ke-0	293	315	608	$3,0 \times 10^9$
Ke-4	39	75	114	$5,7 \times 10^8$
Ke-6	211	212	423	$2,1 \times 10^9$
Ke-8	64	72	136	$6,8 \times 10^8$

Dari tabel 4.2 hasil uji viabilitas bakteri indigenous rendaman air kenaf dengan media pembawa tepung beras + skim + glukosa di atas dapat dilihat

bahwa hasil terendah yaitu pada minggu ke-4 dengan rata-rata $5,7 \times 10^8$ (CFU/ml), dan hasil tertinggi yaitu pada minggu ke-0 dengan rata-rata $3,0 \times 10^9$ (CFU/ml).

Tabel 4.3 Perbandingan Viabilitas Bakteri *Indigenous* Dengan Media Tepung Beras Ditambah Skim Dan Media Tepung Beras Ditambah Skim + Glukosa.

Minggu	Tepung Beras + (CFU/ml)	
	Skim	Skim+Glukosa
Ke-0	$2,4 \times 10^8$	$3,0 \times 10^9$
Ke-4	5×10^7	$5,7 \times 10^8$
Ke-6	$4,5 \times 10^9$	$2,1 \times 10^9$
Ke-8	$4,1 \times 10^9$	$6,8 \times 10^8$

4.2 Pembahasan

4.2.1 Uji Viabilitas Bakteri *Indigenous* Media Tepung Beras Tambah Skim

Pertumbuhan mikroorganisme dapat ditinjau dari dua sudut, yaitu : pertumbuhan individu dan pertumbuhan koloni atau pertumbuhan populasi. Pertumbuhan individu diartikan sebagai bertambahnya ukuran tubuh, sedangkan pertumbuhan populasi diartikan sebagai bertambahnya kuantitas individu dalam suatu populasi atau bertambahnya ukuran koloni. Namun demikian pertumbuhan mikroorganisme unisel (bersel tunggal) sulit diukur dari segi pertambahan panjang, luas, volume, maupun berat, karena pertambahannya sangat sedikit dan berlangsung sangat cepat (lebih cepat dari satuan waktu mengukurnya), sehingga untuk mikroorganisme yang demikian satuan pertumbuhan sama dengan satuan perkembangan. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan untuk pertumbuhan koloni atau pertumbuhan populasi yang dianggap lebih mudah pada perhitungan dan pengamatannya.

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. Hal tersebut disebabkan karena proses penyimpanan pada rentang waktu berikutnya akan dapat menghilangkan viabilitas isolat dalam ampul secara keseluruhan (Ilyas, 2007).

Perhitungan viabilitas bakteri indigenous rendaman air kenaf ini dilakukan setelah melalui beberapa proses, yaitu pengenceran bakteri pada media tumbuh natrium broth (NB) dan diinkubasi selama beberapa jam pada *shaker water bath* sampai mencapai fase log, yang perhitungannya diambil dari penelitian sebelumnya. Kemudian disentrifius untuk diambil peletnya untuk dimasukkan ke dalam media pembawa dan supernatant dibuang. Media pembawa yang telah berisi bakteri dikeringkan dengan metode *freeze drying* lalu diamati viabilitas bakteri dengan waktu penyimpanan yang berbeda.

Viabilitas bakteri *indigenous* rendaman air kenaf dengan media pembawa tepung beras yang ditambah susu skim pada minggu ke-0 yaitu $2,4 \times 10^8$ (CFU/ml). Hasil ini menunjukkan bahwa pada proses *freeze drying* terjadi penurunan yang tidak banyak karena hasil ini masih mencapai fase log⁸, sesuai dengan faktor pengenceran yang telah dilakukan sebelum proses *freeze drying* yaitu $1,4 \times 10^9$

(CFU/ml). Dari hasil viabilitas ini dapat diketahui bahwa freeze drying merupakan metode pengawetan bakteri yang sangat efektif dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dan media pembawa sebagai nutrisinya bakteri.

Sesuai dengan yang dinyatakan 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. Pada penelitian ini yang digunakan untuk mengaktifkan bakteri yang dorman hasil *freeze drying* yaitu molase, karena molase yaitu hasil sisa dari penggilingan tebu menjadi gula dan masih menyimpan banyak nutrisi jadi dianggap berpotensi untuk mengaktifkan kembali bakteri yang telah didormankan.

Komposisi kimia molase sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh berbagai 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% dari molase merupakan total gula (sukrosa, glukosa dan fruktosa), sekitar 10% atau lebih adalah garam anorganik, 10-20% air dan selebihnya adalah bahan organik non gula (Paturau dalam kusmiati, 2007). Molase dapat digunakan sebagai surfaktan aktivasi bakteri karena komposisinya yang sangat bervariasi, dan dengan komposisi ini menjadikan molase berpotensi untuk mengaktifkan bakteri yang dalam keadaan dorman.

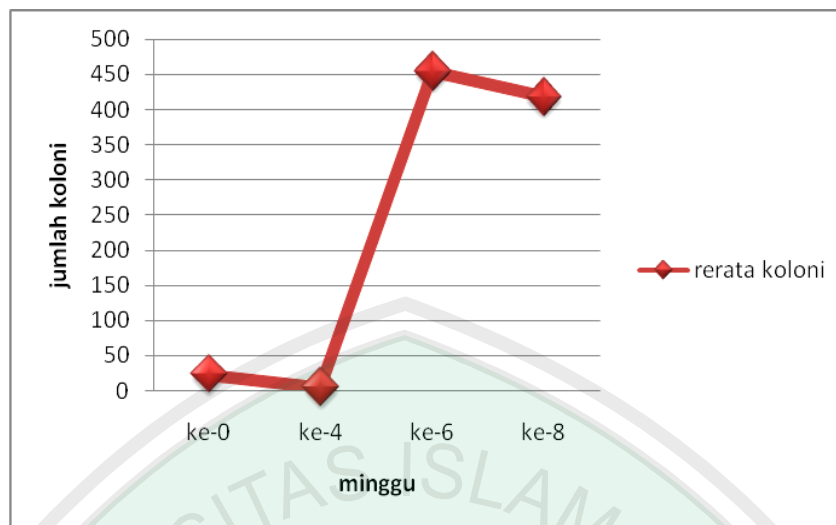
Hasil dari uji viabilitas pada minggu ke-4 yang telah dilakukan yaitu $5,0 \times 10^7$ (CFU/ml), hasil ini menunjukkan adanya penurunan viabilitas bakteri indigenous rendaman air kenaf sebesar 0,7 siklus log. Hal ini diduga karena

adanya fase adaptasi bakteri pada media pembawa tepung beras dan susu skim yang telah dikeringkan dengan metode freeze drying dan penyimpanan media kultur kering hasil freeze drying. Penurunan ini juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti nutrisi, suhu dan tempat penyimpanan media.

Kurangnya ketersediaan nutrisi akan menimbulkan persaingan antar bakteri sehingga banyak bakteri yang mengalami kematian, dan ketersediaan nutrisi tidak lengkap juga akan menghambat pertumbuhan bakteri tersebut. Suhu dan tempat penyimpanan bakteri yang tidak sesuai dapat menyebabkan bakteri menjadi rusak atau lisis dan mati.

Penurunan viabilitas ini juga dapat disebabkan oleh penggunaan media NA yang terlalu panas pada cawan petri yang telah berisi bakteri, sehingga menyebabkan kematian pada sebagian bakteri yang telah disebar di dalam cawan petri, karena suhu yang panas dapat membunuh bakteri.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Korsten (1996), dengan menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* dan media pembawa yang ditambah kentang yang dihaluskan lalu dikeringkan dan skim, dengan menggunakan metode *freeze dry* mengalami penurunan viabilitas yang signifikan pada bulan pertama dan tidak mengalami kenaikan viabilitas pada bulan selanjutnya. Pada penelitian ini yang menggunakan media tepung beras ditambah skim dan dengan metode yang sama yaitu *freeze dry* juga mengalami penurunan viabilitas pada bulan pertama dan viabilitasnya mengalami kenaikan pada bulan kedua.



Gambar 1. Viabilitas Konsorsium bakteri indigenous rendaman air kenaf dengan media tepung beras + skim.

Grafik diatas (Gambar 1) menunjukkan hasil dari uji viabilitas bakteri *indigenous* rendaman air kenaf dengan media pembawa tepung beras ditambah susu skim, pada minggu ke-6 yaitu 4.5×10^9 (CFU/ml) dan mengalami kenaikan viabilitas yang sangat signifikan dari minggu ke-4 yaitu 1,9 siklus log. Sedangkan hasil viabilitas bakteri pada minggu ke-8 yaitu 4.2×10^9 (CFU/ml) dan mengalami sedikit penurunan dari minggu ke-6. Hal ini diduga karena bakteri sudah bisa beradaptasi pada media pembawa yang telah dikeringkan dengan metode freeze drying. Selain itu bakteri juga mempunyai kemampuan yang berbeda dalam mengurai nutrisi yang tersedia.

Beberapa macam bakteri yang digunakan pada penelitian ini dapat menyebabkan terjadinya kompetisi antara bakteri satu dan bakteri yang lain, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat, bahkan banyak yang mengalami kematian dan viabilitas menjadi menurun. Penurunan viabilitas pada minggu ke-4 dapat juga disebabkan oleh kompetisi antar bakteri.

kompetisi dapat terjadi ketika dua populasi atau lebih menggunakan nutrisi dan ruang pertumbuhan yang sama. Hasil akhir kompetisi dipengaruhi oleh kecepatan pengambilan nutrisi, kecepatan metabolisme dan kecepatan pertumbuhan masing-masing mikroorganisme (Yoanna, 2010).

Peningkatan viabilitas bakteri pada minggu ke-6 disebabkan karena kompetisi bakteri tersebut telah berakhir dan menyisakan bakteri yang dominan saja. Pada saat diinkubasikan di media molase 5% selama 24 jam, selain bakteri aktif kembali setelah didormankan, bakteri juga terus tumbuh dan berkembang dengan memanfaatkan nutrisi dari media pembawa berupa karbohidrat dan protein yang tercampur ke dalam molase, sehingga viabilitas bakteri terus meningkat.

Pertumbuhan bakteri pada suatu medium diduga berhubungan erat dengan kemampuan bakteri tersebut dalam metabolisme nutrisi yang ada. Terutama kemampuan dalam memecah protein. Kultur bakteri akan memetabolisme protein menjadi asam amino dan peptida untuk memperoleh nitrogen yang diperlukan untuk memperbanyak sel (Nisa', 2008). Pada penelitian ini yang berperan sebagai sumber protein adalah skim dan sebagai sumber karbohidrat adalah tepung beras.

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 (Isnaini, 2009). Pada penelitian ini media yang digunakan adalah tepung beras 10% ditambah susu skim 10% dan glukosa 10%, yang pada nantinya diharapkan dapat mempertahankan viabilitas bakteri selama puluhan tahun.

Nutrisi adalah cara yang digunakan makhluk hidup untuk mengasimilasi makanannya. Nutrien yang dibutuhkan oleh bakteri antara lain : sumber karbon

(karbohidrat), sumber nitrogen (protein / 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).

Vitamin bermanfaat sebagai komponen organik enzim yang disebut koenzim. Dalam beras terdapat vitamin B1, vitamin B2, vitamin B3, dan vitamin B6. Kandungan vitamin B tertentu merupakan faktor penting untuk pertumbuhan cepat mikroorganisme. Selain itu laktosa yang terdapat dalam susu skim akan digunakan oleh bakteri sebagai sumber energi dan sumber karbon selama pertumbuhan (Triyono, 2010).

4.2.2 Uji Viabilitas Bakteri Media Tepung Beras Tambah Skim dan Glukosa

Hasil perhitungan uji viabilitas bakteri indigenous rendaman air kenaf dari media tepung beras ditambah skim dan glukosa pada minggu ke-0 yaitu $3,0 \times 10^9$ (CFU/ml). Hasil ini termasuk hasil yang sangat tinggi pada uji viabilitas, hal ini disebabkan oleh adanya penambahan glukosa pada media pembawanya.

Pengeringan beku pelindung yang baik harus bersifat krioprotektif, mudah kering, dapat membentuk matriks yang baik untuk menjaga stabilitas sel, dan mudah direhidrasi. Glukosa adalah salah satu krioprotektan yang memenuhi syarat tersebut, karena glukosa akan berperan membentuk satu molekul utama bagi pembentukan energi (Nisa', 2008).

Uji viabilitas pada minggu ke-4 yaitu $5,7 \times 10^8$ (CFU/ml), hasil ini mengalami penurunan apabila dibandingkan dengan hasil minggu ke-0, diduga

karena bakteri masih dalam fase adaptasi pada media pembawa yang telah dibeku keringkan dengan metode *freeze drying*.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Harmayani (2001), dengan menggunakan bakteri asam laktat yang medianya ditambahkan skim milk dan glukosa dengan penyimpanan -20°C dan metode *freeze drying* mengalami penurunan sejumlah sekitar 0,5-2 siklus log selama penyimpanan 4 minggu. Pada penelitian ini yang menggunakan bakteri *Bacillus* dan *Paenibacillus* dengan ditambah media susu skim 10% dan glukosa 10%, penyimpanan -20°C dan metode *freeze drying* mengalami penurunan viabilitas sebanyak 0,7 siklus log selama penyimpanan 4 minggu.

Hasil penelitian ini lebih baik jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Harmayani (2001), dimana penurunan mencapai sekitar 2 siklus log, dan penelitian ini mengalami penurunan hanya 0,7 siklus log. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti media tepung beras yang digunakan dan bakteri yang digunakan pada penelitian ini lebih tahan pada penyimpanan -20°C dan pada proses *freeze drying*.

Penggunaan media NA yang terlalu panas saat dituang pada cawan petri yang berisi bakteri menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi penurunan viabilitas bakteri pada minggu ke-4. Bakteri tidak tahan pada suhu yang terlalu panas sehingga menyebabkan kematian.

Uji viabilitas pada minggu ke-6 yaitu $2,11 \times 10^9$ (CFU/ml). Hasil ini mengalami kenaikan sebesar 0,7 siklus log jika dibandingkan dengan hasil uji viabilitas minggu ke-4 seperti yang ditunjukkan pada grafik di bawah (grafik 2).

Diduga ini karena bakteri telah dapat beradaptasi pada lingkungan barunya dan memanfaatkan nutrisi yang tersedia secara sempurna.

Seperti pada viabilitas bakteri dengan media pembawa tepung beras ditambah skim yang mengalami kenaikan pada minggu ke-6 sebanyak 1,9 siklus log, viabilitas bakteri dengan media pembawa tepung beras ditambah skim dan glukosa juga mengalami kenaikan pada minggu ke-6 sebanyak 0,7 siklus log.

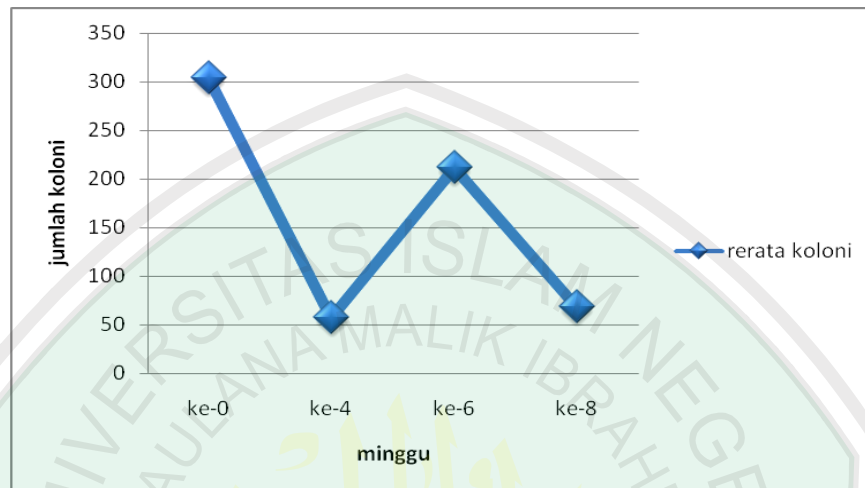
Perbedaan kenaikan viabilitas bakteri ini disebabkan oleh kondisi media molase yang telah menurun karena disimpan dalam waktu lama sehingga berfungsi kurang maksimal dalam mengaktifkan bakteri yang dorman. Uji viabilitas bakteri dengan media tepung beras ditambah skim lebih dulu dilakukan daripada uji viabilitas bakteri dengan media tepung beras ditambah skim dan glukosa, dan dengan menggunakan media molase yang sama.

kompetisi terjadi ketika dua atau lebih populasi mikroorganisme menggunakan sumber daya yang sama seperti ruang dan nutrisi. Apabila pada kompetisi tersebut salah satu populasi mikroorganisme mengeluarkan substansi kimia ke sekitar lingkungan untuk menghambat atau membunuh populasi mikroorganisme lainnya maka hubungan antara dua populasi tersebut disebut antagonisme (Yoanna, 2010)

Kompetisi antar bakteri yang digunakan pada penelitian ini menjadi salah faktor yang menyebabkan turunnya viabilitas bakteri pada minggu ke-4 karena masih terjadi kompetisi antar bakteri, dan naiknya viabilitas bakteri pada minggu ke-6 karena kompetisi telah berakhir dan menyisakan bakteri yang dominan saja.

koeksistensi hanya terjadi apabila kemampuan kompetisi antar spesies adalah seimbang. Sebaliknya apabila tidak seimbang, spesies yang lemah

kemampuan kompetisinya akan tereliminasi oleh spesies yang kemampuan kompetisinya lebih tinggi (Zhang *dalam* Yoanna, 2010).



Gambar 2. Viabilitas Konsorsium bakteri indigenous rendaman air kenaf dengan media pembawa tepung beras + skim + glukosa.

Seperti yang ditunjukkan pada grafik diatas (gambar 2), viabilitas bakteri pada minggu ke-8 mengalami penurunan sebesar 0,6 siklus log yaitu $6,8 \times 10^8$ (CFU/ml) jika dibandingkan dengan viabilitas minggu ke-6. Hasil ini masih terbilang tinggi jika dilihat dari banyak sedikitnya rerata koloni isolat bakteri yang tumbuh.

Penurunan viabilitas seperti ini bisa disebabkan oleh beberapa hal, seperti tempat dan suhu penyimpanan serta kemampuan bakteri untuk memecah nutrisi yang tersedia. Suhu dan tempat penyimpanan bakteri yang tidak sesuai dapat menyebabkan bakteri menjadi rusak atau lisis dan mati sehingga terjadi penurunan viabilitas bakteri. Sebaliknya jika suhu dan tempat penyimpanan sesuai maka

kerusakan dan kematian bakteri tidak akan terjadi sehingga viabilitas bakteri dapat dipertahankan.

Surfaktan yang digunakan juga dapat mempengaruhi viabilitas bakteri, seperti molase yang fungsi sebagai aktivasi bakteri. Jika molase terlalu lama disimpan dan tidak digunakan maka akan menjadi rusak dan fungsinya juga tidak akan maksimal lagi. Apabila molase yang seperti ini digunakan untuk mengaktifkan bakteri yang dorman maka bakteri tidak akan dapat aktif secara keseluruhan, atau bahkan dapat menyebabkan kematian pada bakteri tersebut.

Penurunan viabilitas pada minggu ke-8 dapat disebabkan oleh penggunaan molase yang kondisinya telah menurun sehingga nutrisi yang terkandung didalamnya tidak dapat mengaktifkan bakteri yang dorman secara sempurna, atau menyebabkan kematian pada sebagian bakteri.

Penggunaan media NA sebagai media tumbuh bakteri pada cawan petri dapat mempengaruhi viabilitas bakteri yang ditumbuhkan. Kondisi media NA yang kurang baik tidak dapat mendukung pertumbuhan bakteri secara sempurna sehingga pada saat di amati viabilitas akan menurun. Selain itu, kondisi media NA yang terlalu panas saat dituang pada cawan petri yang berisi bakteri akan membunuh bakteri tersebut karena bakteri tidak tahan pada suhu yang terlalu panas.

Menurut Nisa' (2008), spesies dan strain yang berbeda dapat menunjukkan respon yang berbeda pada pengeringan beku. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan gen diantara strain yang berpengaruh pada sifat fenotip yang nampak serta dipengaruhi oleh ukuran sel bakteri. Semakin besar ukuran sel, maka

semakin besar pula luas permukaan sel, sehingga semakin tinggi pula kerusakan membran akibat terbentuknya Kristal es selama pembekuan.

Kerusakan membran sel bakteri selama pembekuan dapat diantisipasi dengan penambahan media glukosa. Menurut Isnafia (2002), penambahan glukosa dapat menjaga viabilitas sel mikroba selama proses pembekuan berlangsung. Glukosa merupakan senyawa kariogenik yang berfungsi sebagai pelindung sel mikroba selama proses *freeze drying* dan juga sebagai zat nutrisi untuk pertumbuhan mikroba.

4.2.3 Perbandingan Viabilitas Bakteri Media Tepung Beras Tambah Skim Dengan Tepung Beras Tambah Skim dan Glukosa

Bakteri dapat tumbuh dimana-mana tetapi tetap dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan. Penelitian ini melihat pengaruh dari media dan lama penyimpanan terhadap pertumbuhan bakteri. Viabilitas ini dapat diketahui dengan menumbuhkan bakteri tersebut pada media dengan berbagai perlakuan (Pleczar, 1988).

Dari hasil uji viabilitas bakteri *Indigenous* dengan dua macam modifikasi media pembawa dapat dilihat bahwa pada minggu awal (minggu ke-0 dan minggu ke-4) uji viabilitas bakteri indigenous rendaman air kenaf pada media tepung beras yang ditambah skim dan glukosa lebih baik dari pada media tepung beras yang ditambah skim saja. Hal ini karena penambahan glukosa pada media pembawanya, selain sebagai tambahan nutrisi bakteri, glukosa juga dapat melindungi sel bakteri pada saat proses *freeze drying* sehingga kematian bakteri dapat diminimalkan.

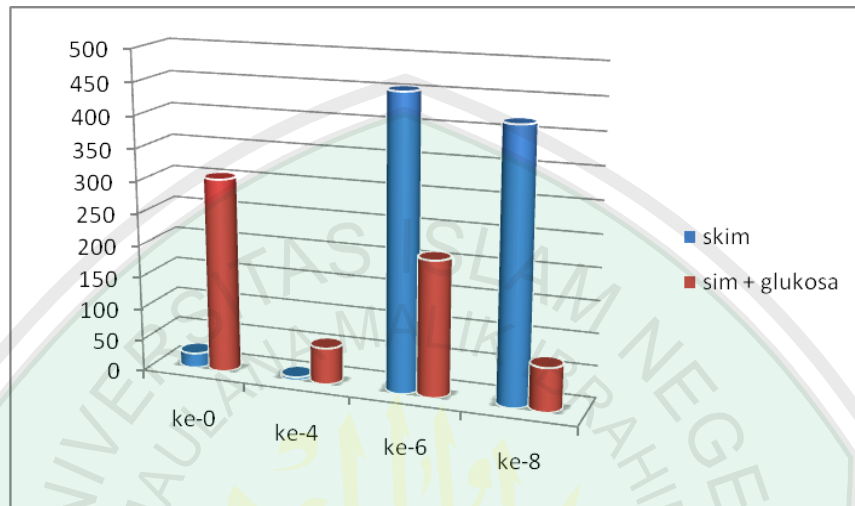
Medium pembawa adalah medium yang digunakan untuk melindungi sel selama proses *freeze-drying*. pemilihan medium merupakan faktor penting untuk menjaga ketahanan hidup (*viabilitas*) dari sel mikroorganisme selama dan sesudah pengeringan. Perlindungan yang diberikan oleh medium pembawa yang ditambahkn selama proses *freeze-drying* besarnya bervariasi tergantung pada spesies mikroorganisme. Glukosa dapat digunakan sebagai medium pembawa dan skim milk merupakan medium yang lebih baik daripada serum (Dewi, 2009).

Penambahan glukosa dapat menjaga viabilitas sel mikroba selama proses pembekuan berlangsung. Glukosa merupakan senyawa kariogenik yang berfungsi sebagai pelindung sel mikroba selama proses *freeze drying* dan juga sebagai zat nutrisi untuk pertumbuhan mikroba (Isnafia, 2002). Namun kadar glukosa yang berlebihan juga berdampak negatif. Pada proses *freeze drying* media akan sulit kering secara sempurna karena kadar glukosa yang berlebihan akan mengikat air dengan kuat. Sehingga, media membutuhkan waktu lebih lama untuk kering. Semakin lama media dan bakteri saat proses *freeze drying* maka akan mempengaruhi viabilitas bakteri tersebut.

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).

Selama proses *freeze drying* terjadi pembekuan, pengurangan air dan pengeringan yang berdampak pada hilangnya kestabilan sel sehingga terjadi banyak kematian. Tetapi pada media tepung beras yang ditambah skim dan glukosa dapat mempertahankan kestabilan sel. Pada proses pembekuan glukosa berfungsi melindungi sel mikroba dan glukosa dapat mengikat air dengan kuat

sehingga pada saat pengurangan air dan pengeringan terjadi kesetabilan sel dapat terus dipertahankan.



Gambar 3. Perbandingan viabilitas Konsorsium bakteri indigenous rendaman air kenaf dengan media tepung beras + skim dan tepung beras + skim + glukosa.

Hal ini sangat berbeda dengan media tepung beras yang ditambah skim saja, meski nutrisi yang didapat dari tepung beras dan skim cukup banyak dan kompleks namun tidak dapat menjaga dan mempertahankan kesetabilan sel bakteri pada saat proses freeze drying sehingga sel mudah rusak dan banyak sel yang mati.

Pada grafik diatas (gambar 3), dapat dilihat bahwa pada minggu terakhir (minggu ke-6 dan minggu ke-8) hasil uji viabilitas bakteri indigenous rendaman air kenaf dengan media pembawa tepung beras ditambah skim mengalami kenaikan sebanyak sekitar 1,6-1,9 siklus log. dan lebih baik dari media pembawa tepung beras yang ditambah skim dan glukosa. Diduga bakteri lebih muda

beradaptasi dan memecah nutrisi yang tersedia pada media tepung beras tambah skim dari pada media tepung beras tambah skim dan glukosa.

Jonhson dan Etzel dalam Harmayani (2001), menyatakan penurunan viabilitas karena proses *spray* lebih besar dibandingkan *freeze drying* dan *freezing*. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Harmayani (2001), dari proses *freeze drying* ternyata penurunan terbesar diakibatkan oleh adanya pembekuan (-40°C), pengurangan tersebut mungkin terjadi pada tahap pendinginan untuk mencapai titik pembekuan, pembekuan es intra dan ekstra seluler, meningkatnya konsentrasi solut, lama penyimpanan dan *thawing* (Jonhson dan Etzel dalam harmayani, 2001). Selain itu penurunan viabilitas sel selama proses *freeze drying* juga diakibatkan oleh pengurangan air dalam proses pengeringan. Adanya proses pembekuan menyebabkan sel kehilangan kestabilannya, sehingga menjadi lebih mudah rusak selama pengeringan (Harmayani, 2001).

Mikroorganisme dalam hal ini khususnya bakteri, merupakan salah satu makhluk hidup yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia, karena mudah dikembangbiakkan, murah, mudah tumbuh, telah tersedia di alam serta memiliki kinerja yang spesifik. Bakteri dalam air *retting* kenaf memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim yang spesifik yang membantu proses pemisahan serat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ramaswamy *et al* (1994), diketahui bahwa serat hasil *retting* bakteri memiliki kekuatan serat dan kekeuatan *bundle* serat lebih baik jika dibandingkan serat *retting* hasil kimiawi. Ainiri *et al* (1997), melaporkan bahwa *Bacillus pumilus*, *B. polymyxa* dan *B. subtilis* yang telah diproduksi secara komersial yang dipergunakan untuk proses *retting* di dalam penelitian.

Seperti pernyataan di atas, bakteri gram positif juga lebih tahan terhadap beberapa metode penyimpanan seperti *freeze drying* yang sudah di kenal sebagai metode penyimpanan bakteri terbaik. Morgan (2006), menjelaskan bahwa metode *freeze drying* sering digunakan dalam mikrobiologi industri, karena metode ini tidak mengurangi viabilitas sel. Salah satu penyebab menurunnya viabilitas sel bakteri yakni pada saat proses pembekuan sebelum pengeringan. Penurunan viabilitas juga dapat terjadi setelah proses *freeze drying* yaitu saat proses penyimpanan. Tempat dan suhu penyimpanan akan sangat mempengaruhi viabilitas bakteri.

Penyimpanan isolat kering hasil *freeze drying* disimpan pada lemari es dengan suhu 4°C dan dikemas dalam kapsul-kapsul plastik. Penurunan viabilitas bakteri secara signifikan pada penelitian ini terjadi setelah penyimpanan 4 minggu, di duga hal ini juga disebabkan oleh proses penyimpanan yang kurang baik. Penyimpanan mikroba setelah proses *freeze-drying* pada temperatur tinggi akan menyebabkan kehilangan viabilitas (Chotiah, 2006). Selain suhu, tempat atau wadah penyimpanan juga dapat mempengaruhi viabilitas bakteri.

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 (Mulyani, 2008).

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 (Widyawati, 2008).

Beberapa mikroorganisme selulolitik telah ditemukan mampu hidup pada lingkungan ekstrem. Mikroorganisme tersebut didefinisikan sebagai mikroorganisme yang memiliki kondisi pertumbuhan optimum di luar lingkungan normal (suhu $<4^{\circ}\text{C}$ atau $>40^{\circ}\text{C}$) (Kristjansson & hreggvidsson *dalam* Fitriani, 2003).

4.2.4 Bakteri dalam Perspektif Islam

Lebih dari sepuluh tahun terakhir semakin banyak kaum Muslim menyatakan Alqur'an sebagai buku yang penuh berisi keajaiban-keajaiban ilmu pengetahuan. Banyak web site, buku-buku dan video diproduksi yang menyatakan bahwa Islam adalah benar-benar suatu agama yang bersumberkan keilahian, menyebutkan pernyataan-pernyataan yang kononnya secara ilmiah akurat dalam Alqur'an dan Hadis.

Sebagaimana yang telah disebutkan, dalam banyak ayat Alquran Allah memerintahkan manusia untuk memperhatikan alam dan melihat tanda-tanda di dalamnya. Semua makhluk hidup dan tak hidup di alam semesta diliputi oleh tanda-tanda yang menunjukkan bahwa mereka semua diciptakan, bahwa mereka menunjukkan kekuasaan, ilmu, dan seni dari Pencipta mereka. Manusia bertanggungjawab untuk mengenali tanda-tanda ini dengan menggunakan akalnya, untuk memuliakan Allah. Walaupun semua makhluk hidup memiliki tanda-tanda ini, beberapa tanda dirujuk Allah secara khusus dalam Alquran.

Selama beberapa dekade terakhir dunia ilmu pengetahuan dan teknologi telah mengalami banyak kemajuan, banyak alat-alat yang ditemukan dan dikembangkan sebagai terobosan untuk lebih mengenal bumi beserta isinya, dan salah satu alat adalah dengan ditemukannya alat pembesar (mikroskop) yang

dapat membesarkan obyeknya ratusan juta lebih besar dari ukuran aslinya, mulailah manusia mengetahui secara pasti bahwa di luar apa yang mereka lihat (dengan mata mereka sendiri), terdapat banyak makhluk hidup yang memiliki struktur tubuh dan fungsinya masing-masing dan bahkan dapat di manfaatkan untuk kehidupan sehari-hari.

Kalau di lihat ke dalam Alquran, maka akan tampak bahwa Alquran telah mendahului mikroskop dalam membuka tabir yang menyelimuti kehidupan makhluk-makhluk yang berukuran super kecil itu. Di mana terdapat dalam surah Al-Haqah ayat 38-39, Allah SWT berfirman:

فَلَا أُقْسِمُ بِمَا تُبْصِرُونَ ۖ وَمَا لَا تُبْصِرُونَ ۚ

Artinya: "Maka Aku bersumpah dengan apa yang kamu lihat Dan dengan apa yang tidak kamu lihat."

Menurut Shihab (2003), apa yang diuraikan pada ayat di atas berkaitan dengan banyak hal yang belum nampak di alam nyata. Di sisi lain, uraian tersebut tercantum berkali-kali dalam Alqur'an. Karena itu ayat di atas menegaskan kebenaran Alqur'an dengan bersumpah menyebut wujud yang terlihat dan terjangkau oleh manusia maupun yang tak terlihat oleh mereka.

Kemajuan ilmu dan teknologi, serta ditemukannya alat-alat modern membuat manusia mengetahui tentang kehidupan berbagai makhluk yang ukurannya sangat kecil dan tidak dapat dilihat oleh mata manusia pada umumnya dan dengan ditemukannya mikroskop telah memberi cahaya pada manusia untuk mengetahui dunia makhluk yang ukurannya sangat kecil tersebut.

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 miliaran 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. Andai saja ia memiliki perlawanan yang kuat dan berusia panjang, niscaya punahlah makhluk hidup dan kehidupan (Qubht, 2004).

Sebagian mikroba mempunyai manfaat yang membangun dan membantu, bersama kita membangun menara peradaban. Menambah kesuburan tanah yang ditanami, masuk dalam beberapa industri makanan dan obat-obatan. Demikian juga anti biotik. Dan kehidupan di planet ini tidak mungkin bisa berjalan tanpa adanya bakteri (Allam, 2005). Dan pada penelitian ini bakteri bermanfaat dalam membantu mempercepat penyeratan batang kenaf dan mengembangkan teknologi pertanian. Jadi, tidak ada satupun makhluk yang diciptakan Allah dengan sia-sia bahkan makhluk sekecil bakteri sekalipun.

Mikroba yang pada umumnya di pandang remeh atau lebih di kenal dengan sisi negatifnya ternyata mempunyai banyak sekali manfaat bagi kehidupan manusia. mikroba sangatlah banyak jenisnya, dan masing-masing dari jenis mikroba ini mempunyai manfaat yang berbeda-beda sesuai dengan struktur, fungsi dan zat yang dihasilkan mikroba tersebut. Firman Allah yang mendukung penjelasan diatas yaitu dalam surat Ali imron ayat 191:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ

رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.

