

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Viabilitas dan Penurunan Siklus Logaritmik Bakteri *Indigenous* pada Media Tapioka dan Skim setelah Proses *freeze drying*

Dalam penelitian kali ini digunakan jenis bakteri *indigenous* yang terdiri dari genus *Baccilus* dan *Paenibacillus*. Kedua jenis bakteri tersebut memiliki kegunaan sebagai pengurai *matriks cell* pada tanaman kenaf. Penguraian *matriks cell* ini bertujuan untuk memisahkan serat dari komponen-komponen pengikatnya, sehingga proses penyeratan menjadi lebih cepat dan efisien.

Viabilitas pada proses pembuatan media tapioka skim setelah proses *freezer* (pembekuan pada suhu  $-20^{\circ}$  selama 24 jam) adalah sebagai berikut untuk ulangan 1 bakteri berjumlah  $1.10^9$  sedangkan untuk ulangan 2 berjumlah  $9,4.10^8$  dan untuk ulangan 3 berjumlah  $1.10^9$ . dari sini dapat dilihat bahwa sebelum dilakukan *freeze drying* jumlah viabilitas bakteri masih tinggi. Sehingga proses *freezer* tidak begitu berpengaruh terhadap penurunan viabilitas bakteri *Indigenous*.

Aktifasi bakteri *indigenous* dalam kultur kering menggunakan molase pada konsentrasi 5%. Molase yang mengandung nutrisi cukup tinggi untuk kebutuhan bakteri, telah dijadikan bahan alternatif untuk pengganti glukosa sebagai sumber karbon pada saat aktifasi dalam media kultur kering.

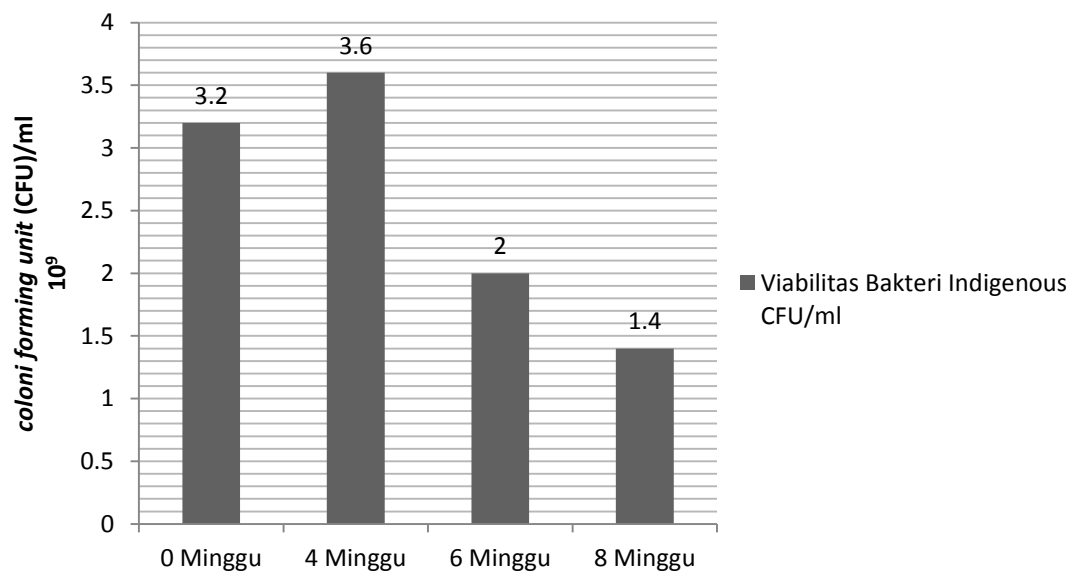
Penelitian Isnaini (2005) telah membuktikan bahwa kadar molase 8% dalam media fermentasi dapat meningkatkan produksi -glukan. Sedangkan urasil merupakan sumber nitrogen yang berguna bagi pertumbuhan sel bakteri karena

urasil berfungsi sebagai prekursor pembentukan senyawa UDP glukosa sebagai aktivator pembentukan senyawa –glukan (Salmah, 2006).

Hasil uji viabilitas bakteri *Indigenous* pada media tapioka dan skim (media 1) setelah proses *freeze drying* dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Viabilitas bakteri *Indigenous* dalam media tapioka dan skim setelah Proses *freeze drying*

Bakteri	Media	Lama penyimpanan	Ulangan		Rata-rata
			1	2	
<i>Bacillus Paenibacullus</i>	Tapioka Skim	0 minggu	$3,1 \cdot 10^9$	$3,2 \cdot 10^9$	$3,2 \cdot 10^9$
		4 minggu	$3,2 \cdot 10^9$	$4,1 \cdot 10^9$	$3,6 \cdot 10^9$
		6 minggu	$2,1 \cdot 10^9$	$19 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^9$
		8 minggu	$1,5 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^9$

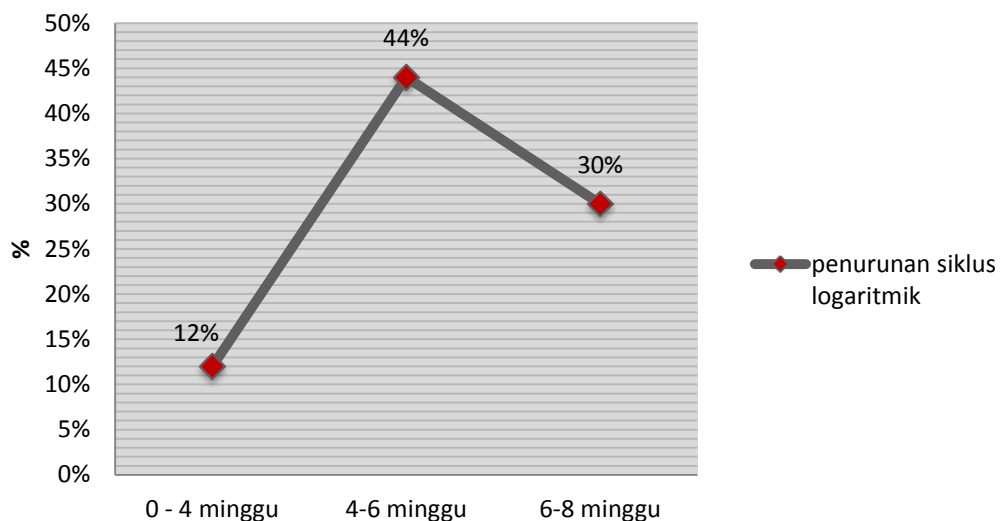


Gambar 1. Viabilitas bakteri *Indigenous* pada media tapioka dan skim setelah proses *freeze drying*.

Tabel 4. Penurunan Siklus Logaritmik media tapioka dan skim setelah Proses *freeze drying*

Media	Lama penyimpanan		Penurunan Siklus log	Jumlah
	0 minggu	4 minggu		
Tapioka dan Skim	3,2.10 <sup>9</sup>	3,6.10 <sup>9</sup>	*12,5 %	61.9 %
	4 minggu	6 minggu	44,4 %	
	3,6.10 <sup>9</sup>	2.10 <sup>9</sup>		
	6 minggu	8 minggu	30 %	
	2.10 <sup>9</sup>	1,4.10 <sup>9</sup>		

\* Terjadi penambahan siklus logaritmik



Gambar 2. Penurunan Siklus Logaritmik media tapioka dan skim setelah Proses *freeze drying*

Berdasarkan Tabel 3. dan Gambar 1. dapat dilihat bahwa jumlah sel awal setelah proses *freeze drying* pada periode penyimpanan minggu ke-0 berjumlah 3,2.10<sup>9</sup>CFU/ml. Sedangkan untuk penyimpanan minggu ke-4 jumlah sel meningkat mencapai 3,6.10<sup>9</sup> (+12,5 %). Peningkatan jumlah sel bakteri tersebut dipengaruhi masa adaptasi sel bakteri *indigenous* yang terdiri dari dua

jenis genus *Bacillus* dan *Paenibacillus* pada kondisi kultur kering setelah mengalami proses *freeze drying*. Mikroba memiliki fase adaptasi baik dengan lingkungan yang berupa nutrisi dan kondisi kering.

Jumlah ini berarti terdapat 32 jumlah koloni bakteri dalam perhitungan TPC pada pengenceran  $10^{-8}$  fase penyimpanan minggu ke-0. Sedangkan dalam fase penyimpanan minggu ke-4 terdapat 36 jumlah koloni dalam perhitungan TPC pada pengenceran  $10^{-8}$ . Jumlah sel bakteri indigenous masih relatif banyak dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hemi Harmayani berupa bakteri asam laktat (BAL) dengan menggunakan *spray drying* pada fase penyimpanan 1 hari kisaran  $6,8 \cdot 10^8$ .

Peningkatan jumlah sel bakteri *Indigenous* pada media tapioka dan skim dipengaruhi oleh proses penyimpanan yang dilakukan di dalam lemari es dengan suhu  $4^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan kultur kering disimpan di kapsul dalam plastik sehingga terjadi penambahan konsentrasi air pada kultur kering. Kondisi PH dalam kultur kering menjadi tidak stabil yang memicu aktifitas metabolisme bakteri *indigenous* tinggi sehingga dapat melakukan pembelahan. Sedangkan tujuan utama dari proses *freeze drying* adalah menurunkan metabolisme bakteri *indigenous* sehingga bakteri minim aktifitas dan dapat mempertahankan viabilitas dalam jangka panjang.

Hasil uji viabilitas pada minggu ke-6 yang telah dilakukan bahwa jumlah sel sebanyak  $2 \cdot 10^9$  menunjukkan adanya penurunan viabilitas bakteri *indigenous* rendaman air kenaf dari penyimpanan minggu ke-4 sebanyak  $3,6 \cdot 10^9$ . Penurunan siklus logaritmik pada media tapioka dan skim antara penyimpanan

minggu ke-4 dan ke-6 paling tinggi dibandingkan dengan yang lainya mencapai 44,4 %. Hal ini disebabkan karena sudah berkurangnya sebagian nutrisi yang terdapat pada tapioka dan skim. Dari faktor bakteri *indigenous* sendiri yang mana terdiri dari dua jenis genus *Bacillus* dan *Paenibacillus*. Walaupun kedua jenis bakteri tersebut dapat berinteraksi secara simbiosis mutualisme akan tetapi tidak dalam perebutan jumlah nutrisi. Sebagian sel bakteri akan lisis dikarenakan oleh aktifitas metabolisme yang rendah dan nutrisi sudah sedikit berkurang.

Hasil viabilitas minggu ke-8 menunjukkan jumlah sel bakteri *indigenous* berjumlah  $1,4 \cdot 10^9$ . Jumlah ini lebih rendah dibandingkan penyimpanan minggu ke-6 dengan jumlah sel bakteri  $2 \cdot 10^9$ . Penurunan siklus logaritmik (viabilitas) antara minggu ke-6 sampai minggu ke-8 sebanyak 30% lebih rendah dibandingkan dengan penyimpanan antara minggu ke-4 sampai minggu ke-6 yang mencapai 44,4 %.

Penurunan siklus logaritmik antara minggu ke-6 sampai minggu ke-8 cukup stabil dikarenakan masa adaptasi bakteri dengan lingkungan yang ekstrim berupa kultur kering. Bakteri memiliki fase adaptasi yang baik terhadap lingkungan. Jenis bakteri *Indigenous* lebih adaptif dibandingkan dengan jenis bakteri *Endofit* ataupun Bakteri Asam Laktat (BAL). bakteri *Indigenous* berada bebas di alam yang di peroleh dari perendaman batang kenaf di isolasi jenis yang menguntungkan dari genus *Bacillus* dan *Paenibacillus*. Menurut Johnson dan Etzel (1995), penurunan viabilitas dengan menggunakan metode *freeze drying* adalah adanya pengurangan air dalam proses pengeringan. Adanya proses pembekuan yang mengakibatkan sel kehilangan kestabilanya, sehingga menjadi

lebih cepat rusak selama pengeringan. Hilangnya kestabilan sel dikarenakan pemanenan biomasa pada media NB pada fase Logaritmik sehingga pelet yang dihasilkan kurang kental yang memicu sel bakteri mudah lisis (Breashears and Gilliland, 1995).

Penurunan viabilitas sel bakteri *Indigenous* setelah proses *freeze drying* pada media tapioka dan skim tidak begitu besar rata-rata 20.6 % tiap fase penyimpanan . Hal ini dikarenakan pada media tapioka dan skim memiliki banyak nutrisi yang berupa protein dan karbohidrat yang cukup sebagai cadangan nutrisi saat bakteri dalam keadaan dorman setelah menjadi kultur kering.

Menurut Rahmayanti (2010), 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 yang terdapat pada tapioka.

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 mikroorganismenya pada koagulasi dan proteolisis

pada kasein. Susu skim dapat membantu pertumbuhan mikroorganisme (Rahmayanti, 2010).

Walaupun bakteri *indigenous* dalam keadaan dorman akan tetapi masih memerlukan nutrisi untuk menjaga kestabilan selnya. Sedangkan tapioka berfungsi sebagai unsur karbon yang memberikan energi pada bakteri *indigenous* dalam mensintesis kasein yang terdapat dalam susu skim. Bakteri *indigenous* memecah karbohidrat yang terdapat dalam tapioka dan digunakan untuk mensintesis protein dari kasein dan nutrisi yang terkandung dalam susu skim.

Media aktifasi bakteri *indigenous* setelah mengalami proses *freeze drying* berupa molase dengan konsentrasi 5% juga sedikit berpengaruh terhadap viabilitas. karena saat aktifasi surfaktan berupa molase yang kaya akan nutrisi pengganti glukosa sebagai pembentukan energi. Molase yang mengandung nutrisi cukup tinggi untuk kebutuhan bakteri, telah dijadikan bahan alternatif untuk pengganti glukosa sebagai sumber karbon pada saat aktivasi dalam media kultur kering dalam media fermentasi *Agrobacterium* sp (Paturau, 1969).

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, 1969).

Penelitian Isnaini (2005) telah membuktikan bahwa kadar molase 8% dalam media fermentasi dapat meningkatkan produksi -glukan. Sedangkan urasil merupakan sumber nitrogen yang berguna bagi pertumbuhan sel bakteri karena urasil berfungsi sebagai prekursor pembentukan senyawa UDP glukosa sebagai

aktifator pembentukan senyawa –glukan (Salmah, 2006). Pada proses aktifasi media tapioka dan skim molase masih dalam keadaan baik. sehingga aktifasi bakteri pada media kultur dapat berjalan optimal. Resiko bakteri *in aktiv* pada saat proses pengenceran dan penanaman dalam media NA dapat diminimalisir, sehingga viabilitas yang dihitung benar-benar bakteri yang terkandung dalam kultur kering.

Dalam proses *freeze drying* sering digunakan dalam industri sebagai teknik penyimpanan kultur jangka panjang. Dalam penelitian kali ini perpaduan bakteri *Indigenous* dengan media tapioka dan skim dengan pengeringan menggunakan *freeze drying*. Bakteri *Indigenous* dalam keadaan dorman mengalami metabolisme yang tidak seperti biasanya. Dengan proses *freeze drying* dapat menurunkan metabolisme bakteri sehingga kerusakan yang di akibatkan karena lisisnya dinding sel bakteri dapat diminimalisir. Dengan metabolisme yang rendah maka bakteri dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama dengan nutrisi yang tersedia.

Semakin rendah tingkat metabolisme bakteri *indigenous* dalam kultur kering maka semakin rendah pula tingkat kematian dan semakin tinggi jumlah viabilitasnya. Sebaliknya semakin tinggi tingkat metabolisme bakteri *indigenous* dalam kultur kering maka semakin tinggi pula tingkat kematian dan semakin rendah jumlah viabilitasnya. Dalam hal ini laju metabolisme berbanding terbalik dengan viabilitas bakteri *Indigenous* air rendaman kenaf dengan metode *freeze drying*.

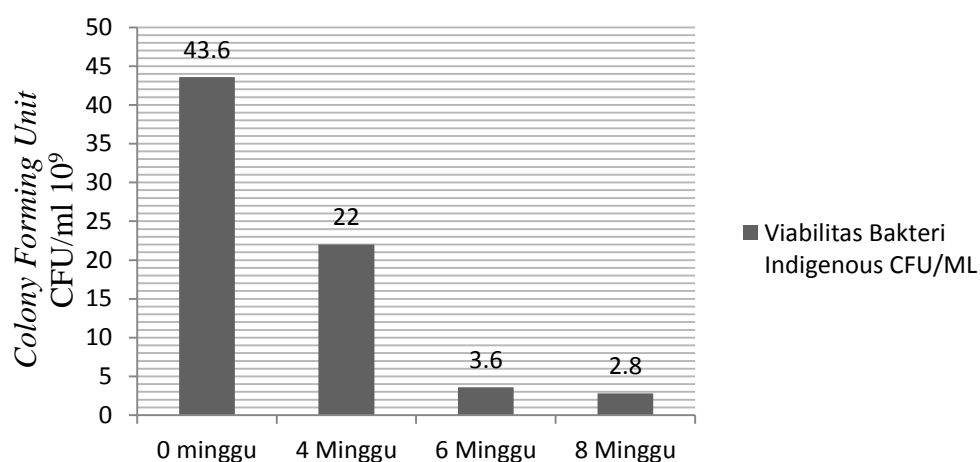


#### 4.2 Viabilitas dan Penurunan Siklus Logaritmik Bakteri *Indigenous* pada Media Tapioka, Skim dan Glukosa setelah Proses *freeze drying*

Untuk produksi biomassa dibutuhkan media yang murah dan efisien untuk mendapatkan hasil yang optimal. Media tapioka, skim dengan penambahan glukosa. Penambahan glukosa sebagai *protecting agent* pada saat proses pembuatan kultur kering dengan metode *freeze drying*, serta berfungsi sebagai ketersediaan nutrisi saat bakteri disimpan dalam keadaan dorman (kultur kering). Hasil viabilitas bakteri *Indigenous* pada media tapioka, skim dan glukosa dapat dilihat pada tabel 5. berikut ini.

Tabel 5. Viabilitas bakteri *Indigenous* pada Media Tapioka, Skim dan Glukosa setelah Proses *freeze drying*

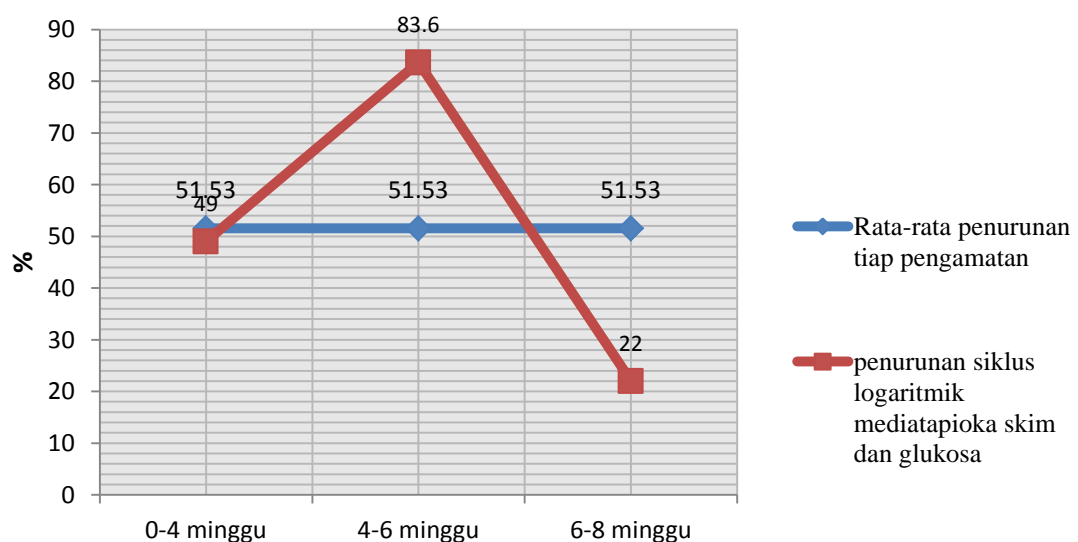
Bakteri	Media	Lama penyimpanan	Ulangan		Rata-rata
			1	2	
<i>Bacillus Paenibacullus</i>	Tapioka Skim Glukosa	0 minggu	$4,29 \cdot 10^{10}$	$4,43 \cdot 10^{10}$	$4,36 \cdot 10^{10}$
		4 minggu	$2,26 \cdot 10^{10}$	$2,14 \cdot 10^{10}$	$2,2 \cdot 10^{10}$
		6 minggu	$3,8 \cdot 10^9$	$3,4 \cdot 10^9$	$3,6 \cdot 10^9$
		8 minggu	$2,6 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^9$	$2,8 \cdot 10^9$



Gambar 3. Viabilitas bakteri *Indigenous* pada media tapioka, skim dan glukosa setelah proses *freeze drying*

Tabel 6. Penurunan Siklus Logaritmik bakteri *Indigenous* pada Media Tapioka, Skim dan Glukosa setelah Proses *freeze drying*

Media	Lama penyimpanan		Penurunan Siklus log	Rata-rata
	0 minggu	4 minggu		
Tapioka, Skim dan Glukosa	$4,36 \cdot 10^{-10}$	$2,2 \cdot 10^{-10}$	49 %	51,53 %
	4 minggu	6 minggu	83,6 %	
	$2,2 \cdot 10^{-10}$	$3,6 \cdot 10^{-9}$		
	6 minggu	8 minggu	22 %	
	$3,6 \cdot 10^{-9}$	$2,8 \cdot 10^{-9}$		



Gambar 4. Penurunan siklus logaritmik bakteri *Indigenous* media tapioka, skim dan glukosa setelah proses *freeze drying*

Berdasarkan Tabel 5. Dan gambar 3 dapat dilihat bahwa jumlah sel awal setelah proses *freeze drying* pada periode penyimpanan minggu ke-0 berjumlah  $4,36 \cdot 10^{10}$ . Jumlah viabilitas ini lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan bahan dasar tapioka dan skim yang berkisar  $3,2 \cdot 10^9$ . Seperti yang dinyatakan oleh 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. banyaknya sel diperkirakan karena faktor pemanenan bakteri *indigenous* pada fase logaritmik. Sehingga jumlah viabilitasnya tinggi.

Pemanenan pelet dengan menggunakan sentrifuge juga dapat meningkatkan jumlah sel 2-3 siklus logaritmik (Harmayani, 2001). Dari sini dapat diketahui bahwa banyaknya jumlah sel pada media tapioka, skim dan glukosa pada pengamatan minggu ke-0 dikarenakan 3 faktor utama yaitu jumlah sel bakteri yang dari awal dalam jumlah yang banyak, penambahan glukosa sebagai pelindung dinding kapsul bakteri *indigenous* saat *freeze drying* dan nutrisi yang masih kompleks yang terdapat dalam tapioka, skim dan glukosa.

Sedangkan untuk penyimpanan minggu ke-4 jumlah viabilitas sel berjumlah  $2,2 \cdot 10^{10}$ . Penurunan ini dikarenakan sebagian bakteri akan mengalami lisis pada fase adaptasi dengan media kultur. Dengan pekatnya glukosa dengan perbandingan 1:1 dengan media dasar tapioka dan skim menjadikan sebagian kapsul bakteri yang tidak memiliki kekuatan untuk mensintesis senyawa yang terkandung dalam glukosa akan mengalami kematian. Sebagian besar bakteri menggunakan nutrisi sebagai metabolisme selnya. Karbohidrat digunakan untuk membantu proses perombakan molekul kasein dalam susu skim dan glukosa sebagai molekul utama pembentukan energi bagi bakteri *indigenous*.

Penurunan siklus logaritmik antara penyimpanan minggu ke-0 sampai minggu ke-4 sebanyak 49% persen. Penurunan ini hanya berkisar 0,5 fase

logaritmik. Pada saat dorman dan disimpan dalam jangka waktu yang panjang bakteri tetap melakukan metabolisme walaupun dalam porsi kecil. Penurunan aktifitas metabolisme dipengaruhi oleh suhu penyimpanan bakteri *indigenus*. Menurut Widyani (2008) ketika bakteri disimpan pada suhu 4<sup>0</sup>C. pada suhu ini aktifitas metabolisme dari mikroba akan menurun, akan tetapi tidak berhenti. Dan hanya membutuhkan sedikit nutrisi yang dibutuhkan untuk metabolise

Pada fase penyimpanan minggu ke-4 tidak mengalami penurunan yang fluktuatif. Hal ini disebabkan karena ketersediaan nutrisi yang terkandung dalam media masih terpenuhi sebagai daur metabolisme bakteri *indigenus*. Perombakan senyawa-senyawa yang terkandung dalam karbohidrat digunakan bakteri *indigenus* sebagai energi untuk memecah protein kasein yang terkandung dalam susu skim sebagai nutrisi selama dorman. Energi yang dihasilkan melalui metabolisme glukosa yang berlangsung melalui dua mekanisme utama yaitu melalui proses anaerobik dan proses aerobik. Proses metabolisme anaerobik berlangsung di dalam sitoplasma (*cytoplasm*). Sedangkan proses metabolisme aerobic akan berjalan menggunakan enzim sebagai katalis di dalam mitokondria dengan kehadiran oksigen (O<sub>2</sub>) (Isnafia, 2002).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh harmayani (2001), dengan menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL) yang medianya ditambahkan *skim milk* dan glukosa dengan penyimpanan -20<sup>0</sup>C dengan metode *freeze drying* mengalami penurunan sejumlah sekitar 0,5-2 siklus log selama penyimpanan 4 minggu.

pada penyimpanan 6 minggu jumlah sel menurun pada kisaran 3,6.10<sup>9</sup>. Penurunan ini dipengaruhi oleh kondisi dorman *Bacillus* dan *Paenibacillus* yang

mengalami lisis. Pada selang waktu minggu ke-4 hingga minggu ke-6 penurunan jumlah sel cukup tinggi mencapai 83,6 %. Penurunan ini sangat tinggi apabila dibandingkan dengan penurunan antara minggu ke-0 hingga minggu ke-4. Hal ini disebabkan lisisnya kapsul bakteri saat dorman dan setelah proses *freeze drying*.

Bakteri *Indigenous* yang tidak memiliki ketahanan hidup cukup baik akan mengalami lisis pada selang waktu tertentu. Dengan metode *freeze drying* penurunan viabilitas tersebut dapat diminimalisir. Penurunan ini juga dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah faktor penyimpanan dalam kapsul dan di bungkus dengan plastik serta di simpan dalam lemari es pada suhu 4<sup>0</sup>C. kondisi air yang terkandung di luar kultur kering sangat tinggi yang dapat masuk dengan mekanisme difusi sehingga kultur kering menjadi tidak stabil. Masuknya molekul air juga dapat mengakibatkan metabolisme bakteri semakin tinggi. Dengan tingginya metabolisme bakteri *indigenous* yang tidak diimbangi dengan kondisi bakteri dalam mensintesis senyawa yang terkandung dalam tapioka, skim dan glukosa pada kultur kering akan mengakibatkan bakteri mengalami kematian (lisis).

Pada penyimpanan 8 minggu jumlah sel bakteri *indigenous* dalam media tapioka, skim dan glukosa sebanyak  $2,8 \cdot 10^9$ . pada fase penyimpanan ini bakteri tidak mengalami penurunan yang cukup tinggi apabila dibandingkan dengan penyimpanan sebelumnya pada minggu ke-4 hingga minggu ke-6. Antara minggu ke-6 pada minggu ke-8 penurunan siklus logaritminya mencapai 22 %. Masa adaptasi bakteri terhadap lingkungan menjadi sangat berpengaruh agar bakteri tersebut akan tetap hidup dalam kultur kering. Pada fase ini bakteri sudah

tidak mengalami penurunan yang tinggi. Jumlah bakteri pada penyimpanan minggu ke-8 merupakan bakteri yang dapat bertahan dalam kondisi ekstrim.

Semakin lama bakteri berada dalam kultur kering maka akan mengalami penurunan metabolisme dan dapat mempertahankan diri agar tidak lisis dengan memanfaatkan nutrisi yang terkandung dalam media. Selanjutnya Flink dan Knudsen (1983) menambahkan penggunaan metode kering-beku (*freeze drying/lyophilization method*). metode tersebut terbukti dapat menurunkan laju metabolisme bakteri dan menginduksi proses dormansi pada bakteri dengan tingkat kematian yang rendah.

Penambahan glukosa dalam hal ini memiliki peranan yang cukup penting dalam mempertahankan viabilitas mulai dari proses *freeze drying* sampai tahap penyimpanan. Glukosa merupakan gula yang terpenting bagi metabolisme tubuh dikenal pula dengan nama gula fisiologis atau dekstrosa. 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 di oksidasi 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).

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<sub>2</sub>) (Isnafia, 2002).

Pada Tabel 6. dan Gambar 4. dapat dilihat setelah mengalami proses *freeze drying* pada fase penyimpanan dengan media tapioka, skim dan glukosa menunjukkan hasil bahwa penurunan siklus logaritmik tertinggi terdapat pada penyimpanan minggu ke-4 hingga minggu ke-6 sebesar 83,6 %. Sedangkan paling rendah 6 minggu sampai 8 minggu penurunan siklus logaritmik relatif kecil yaitu 22 %.

Penurunan siklus logaritmik yang terjadi dalam media tapioka, skim dan glukosa yang mencapai 83,6%. Hal ini dikarenakan fase adaptasi bakteri yang terdiri dari dua jenis genus berbeda *Bacillus* dan *Parnibacillus* terhadap kondisi kering dimana stabilitas sel bakteri menjadi terganggu. Bakteri menjadi mudah lisis walaupun nutrisi yang terkandung dalam media lebih kompleks. Dari fase penyimpanan minggu ke-0 sampai minggu ke-8 rata-rata penurunan siklus logaritmik sebanyak 51, 33 % dan total penurunan siklus logaritmik pada penyimpanan minggu ke-0 hingga minggu ke-8 sebanyak 154 % Tapi penurunan viabilitas ini masih tergolong stabil karena viabilitas bakteri masih cukup tinggi berjumlah  $3,6 \cdot 10^9$  Pada penyimpanan minggu ke-8.

Proses aktifasi bakteri juga memiliki pengaruh terhadap viabilitas dan penurunan siklus logaritmik. Molase yang digunakan sebagai aktifasi kultur kering media tapioka, skim dan glukosa sudah mengalami penyimpanan 1 bulan. Dalam masa penyimpanan kandungan nutrisi yang terkandung dalam molase sedikit banyak mengalami penurunan. Sehingga akan berpengaruh pada proses aktifasi, saat aktifasi bakteri mengalami masa transisi dari fase dorman menjadi aktif kembali di tandai dengan memisahkannya dinding kapsul bakteri dari media pembawa berupa tapioka, skim dan glukosa. Dalam hal ini glukosa dan molase memiliki peranan yang sama sebagai pembentukan energi bakteri baik saat kultur penyimpanan maupun pada proses aktifasi. Menurut Paturau, (1969) Molase yang mengandung nutrisi cukup tinggi untuk kebutuhan bakteri, telah dijadikan bahan alternatif untuk pengganti glukosa sebagai sumber karbon dalam media fermentasi *Agrobacterium* sp. dan dalam penelitiannya Isnaini, (2005) bahwa kadar molase 8% dalam media fermentasi dapat meningkatkan produksi –glukan.

Mikroba akan dorman selama masih dalam kultur kering sehingga memungkinkan mikroba tersebut mengalami kematian. Hal ini menyebabkan ketersediaan nutrisi yang cukup sehingga dalam proses penyimpanan mikroba tersebut nutrisinya dapat terpenuhi serta meminimalisir terjadinya lisis oleh kapsul mikroba. Penambahan glukosa dalam hal ini sangat mempengaruhi ketahanan mikroba selama proses *freeze drying*. Glukosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) merupakan monosakarida dari jenis karbohidrat sederhana yang terdiri dari 1 gugus cincin (Ilyas, 2007). Glukosa akan berperan sebagai salah satu molekul utama bagi pembentukan energi baik saat proses *freeze drying* maupun setelah tahap



penyimpanan. Dinding sel dari mikroba akan merombak senyawa yang terkandung dalam glukosa berupa karbon dan hidrogen untuk keperluan metabolismenya (Chotiah, 2006).

Penurunan siklus logaritmik ini dipengaruhi oleh beberapa hal termasuk suhu penyimpanan kultur kering pada suhu lemari es kisaran 4°C dan faktor nutrisi yang terkandung dalam media pembawa. Konsentrasi perbandingan 1:1:1 antara tapioka, skim dan glukosa memberikan nutrisi yang cukup bagi mikroba untuk mempertahankan sel agar tidak lisis pada selang waktu tertentu.

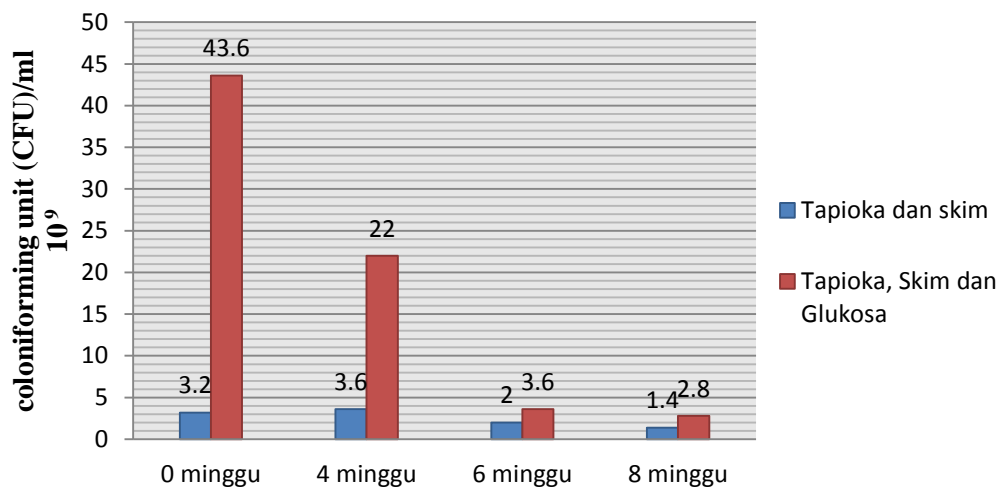
Hasil viabilitas ini lebih baik dari pada penggunaan metode *spray drying* yang pada penyimpanan awal jumlah sel hanya mencapai  $6,8 \cdot 10^8$  hingga  $6,9 \cdot 10^7$  (hamayani, 2007). Selanjutnya Flink dan Knudsen (1983) menambahkan penggunaan metode kering-beku (*freeze drying/lyophilization method*). metode tersebut terbukti dapat menurunkan laju metabolisme bakteri dan menginduksi proses dormansi pada bakteri dengan tingkat kematian yang rendah.

#### **4.3 Viabilitas Bakteri *Indigenous* antara Media Tapioka dan Skim (Media 1) dengan Tapioka, Skim dan Glukosa (Media 2) setelah proses *freeze drying***

Perbandingan viabilitas dan penurunan siklus logaritmik antara kedua media tapioka dan skim (media 1) dan tapioka, skim dan glukosa (media 2). Dalam hal ini perbandingan dilakukan dalam media yang berbeda dan penyimpanan mulai dari minggu ke-0, ke-4, ke-6 dan ke-8. perbandingan viabilitas kedua media pembawa dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar 5.

Tabel 7. Viabilitas dan Penurunan Siklus Logaritmik Bakteri *Indigenous* dalam Dua Media Pembawa yang Berbeda.

Media	Lama penyimpanan dan penurunan Siklus Logaritmik						
	0 Minggu	%	4 Minggu	%	6 Minggu	%	8 Minggu
Tapioka dan Skim	$3,2 \cdot 10^9$	+12,5	$3,6 \cdot 10^9$	44,4	$2 \cdot 10^9$	30	$1,4 \cdot 10^9$
Tapioka, Skim dan Glukosa	$4,36 \cdot 10^{10}$	49	$2,2 \cdot 10^{10}$	83,6	$3,6 \cdot 10^9$	22	$2,8 \cdot 10^9$



Gambar 5. .Viabilitas bakteri *Indigenous* dalam dua media pembawa yang berbeda setelah proses *freeze drying*

Pada Tabel 7. dan Gambar 4. dapat dilihat bahwa viabilitas bakteri *Indigenous* dari kedua media pembawa yang berbeda yaitu tapioka dan skim (Media 1) dan tapioka, skim dan glukosa (Media 2). Pada fase penyimpanan minggu ke-0 media 1 viabilitasnya berjumlah  $3,2 \cdot 10^9$  lebih rendah apabila dibandingkan dengan media 2 yang berjumlah  $4,36 \cdot 10^{10}$ . Perbedaan jumlah viabilitas antara media 1 dan media 2 dipengaruhi oleh pemberian glukosa yang pada saat *freeze drying*, glukosa menjadi molekul pelindung dinding kapsul

bakteri saat terjadi sublimasi uap air. Dari kultur media basah menjadi kultur kering.

Pada fase penyimpanan minggu ke-4 viabilitas media 1 berjumlah  $3,6 \cdot 10^9$ . lebih rendah dibandingkan dengan media 2 viabilitasnya berjumlah  $2,2 \cdot 10^{10}$ . walaupun pada media 1 sempat mengalami penambahan siklus logaritmik sebesar 12,5 %. Hal ini dikarenakan jumlah viabilitas media 2 dari penyimpanan 0 minggu jauh lebih tinggi dibandingkan dengan media 1. Apabila ada peningkatan pada media 1 akan tetapi peningkatan tersebut masih dalam batasan wajar, yang tidak mempengaruhi jumlah viabilitas minggu ke-4 jika dibandingkan dengan media 2 pada penyimpanan minggu ke-4. Sedangkan penyimpanan minggu ke-6 viabilitas media 1 berjumlah  $2 \cdot 10^9$  dan media 2 berjumlah  $3,6 \cdot 10^9$ . Penurunan yang cukup drastis terjadi pada media 2 yang pada penyimpanan minggu ke-4 viabilitasnya mencapai  $2,2 \cdot 10^{10}$  sedangkan pada minggu ke-6 turun menjadi  $3,6 \cdot 10^9$ . Hal ini disebabkan lisisnya kapsul bakteri sehingga mengalami kematian saat dorman dan pada saat proses *freeze drying*.

Pada uji viabilitas minggu ke-8 masing masing media tidak memiliki selisih yang cukup jauh media 1 viabilitas berjumlah  $1,4 \cdot 10^9$  dan pada media 2 viabilitas berjumlah  $2,8 \cdot 10^9$ . Hal ni disebabkan karena pada penyimpanan minggu ke-8 bakteri *indigenus* sudah mengalami adaptasi dengan lingkungan berupa media kultur kering. Sehingga penurunanya tidak begitu besar dan viabilitas sel bakteri *indigenus* lebih stabil. Ketersediaan nutrisi yang terkandung dalam masing-masing media menjamin kebutuhan bakteri selama masa penyimpanan.

Molekul karbohidrat yang tinggi didapat dari tepung tapioka akan membantu bakteri dalam mensintesis molekul protein yang terdapat dalam susu skim. Perombakan ini terjadi karena bakteri *indigenous* membutuhkan nutrisi disaat melakukan metabolisme. Dengan proses *freeze drying* dapat menurunkan laju metabolisme sehingga ketersediaan nutrisi akan terpenuhi hingga bertahun-tahun. Selanjutnya Widyani (2008) menambahkan 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

Bakteri *Indigenous* yang tidak memiliki ketahanan hidup cukup baik akan mengalami lisis pada selang waktu tertentu. Dengan metode *freeze drying* penurunan viabilitas tersebut dapat diminimalisir. Penurunan ini juga dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah faktor penyimpanan dalam kapsul yang dibungkus menggunakan plastik serta di simpan dalam lemari es pada suhu 4<sup>0</sup>C. kondisi air yang terkandung diluar kultur kering sangat tinggi yang dapat masuk dengan mekanisme difusi dan osmosis sehingga kultur kering menjadi tidak stabil.

Penyimpanan dengan menggunakan tambahan glukosa viabilitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan hanya menggunakan tapioka dan skim pada masing-masing pengamatan. Hal ini dikarenakan nutrisi yang lebih kompleks menjadikan bakteri *indigenous* lebih dapat mempertahankan viabilitasnya dalam kurun waktu 8 minggu setelah proses *freeze drying*.

Penambahan nutrisi berupa glukosa dalam penelitian kali ini mampu menjaga kestabilan viabilitas sel mikroba pada saat proses *freeze drying* pada

kisaran  $4,36.10^{10}$  dibanding hanya dengan tapioka dan skim pada kisaran  $3,2.10^9$ . Perbandingan kedua media tersebut cukup tinggi mencapai 1-2 siklus logaritmik. Menurut Isnafia (2002), penambahan suatu molekul dan nutrisi dalam media pertumbuhan dan penyimpanan mikroba dapat mempengaruhi fase dormansi dan konstabilitas mikroba tersebut. Bahan berupa sumber energi difortifikasi dalam media dasar akan berpengaruh pada struktur kimia dan akan digunakan mikroba baik sebagai sumber makanan ataupun proteksi dinding kapsul.

Lisisnya dinding sel bakteri *indigenous* dipengaruhi oleh berubahnya media pembawa yang dari kultur basah air menjadi kultur kering. Penyerapan molekul air dengan metode *freeze drying* dapat mempengaruhi konsistensi dinding kapsul bakteri sehingga bakteri jenis genus *Bacillus* dan *Paenibacillus* akan mengalami kematian. Selama proses *freeze drying* terjadi pembekuan, pengurangan air dan pengeringan yang berdampak pada hilangnya kestabilan sel sehingga terjadi banyak kematian. Tetapi pada media tepung tapioka 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 kestabilan sel dapat terus dipertahankan.

Isnafia (2002) menyatakan bahwa 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.

Dinding kapsul bakteri akan mengalami lisis yang disebabkan karena faktor teknis khususnya pada saat proses pengampulan dan bukan atau sedikit kemungkinannya karena perubahan fisiologis isolat yang disimpan. Kematian isolat mikroba pada penyimpanan *freeze drying* umumnya tidak disebabkan oleh faktor fisiologis seperti dehidrasi atau kekeringan sel tetapi lebih disebabkan oleh derajat dan jumlah air residu yang terdehidrasi pada saat proses pengampulan (Mikata, 1999).

Penambahan molase saat aktifasi setelah bakteri dalam kultur kering mampu menjaga kestabilan viabilitas sel mikroba hingga selang waktu 8 minggu . Menurut Isnafia (2002), penambahan suatu molekul dan nutrisi dalam media pertumbuhan dan penyimpanan mikroba dapat mempengaruhi fase dormansi dan konstabilitas mikroba tersebut. Bahan berupa sumber energi difortifikasi dalam media dasar akan berpegaruh pada struktur kimia dan akan digunakan mikroba baik sebagai sumber makanan proteksi dinding kapsul.

Dari data ini menunjukkan bahwa dengan penambahan berupa glukosa dapat mempertahankan viabilitas bakteri *Indigenous* selama proses dan setelah *freeze drying* dibandingkan dengan media tapioka dan skim

Pengamatan viabilitas dari masing-masing media dengan selang waktu tertentu menunjukkan bahwa media 2 lebih tinggi dibandingkan dengan Media 1. Hal ini disebabkan unsur senyawa dan nutrisi yang kompleks dengan penambahan glukosa diduga dapat mempertahankan kondisi mikroba dalam keadaan stabil. Secara keseluruhan media Media 2 lebih dapat mempertahankan viabilitas baik

pada proses *freeze drying* maupun penyimpanan dalam suhu 4°C selama 8 minggu.

Dari beberapa teori diatas menunjukkan bahwa dengan percobaan pembuatan media berupa tapioka dan skim serta tapioka, skim dan glukosa dengan metode *freeze drying* dapat mempertahankan viabilitas hingga  $2,8.10^9$  dalam kurun waktu 8 minggu (dua bulan).

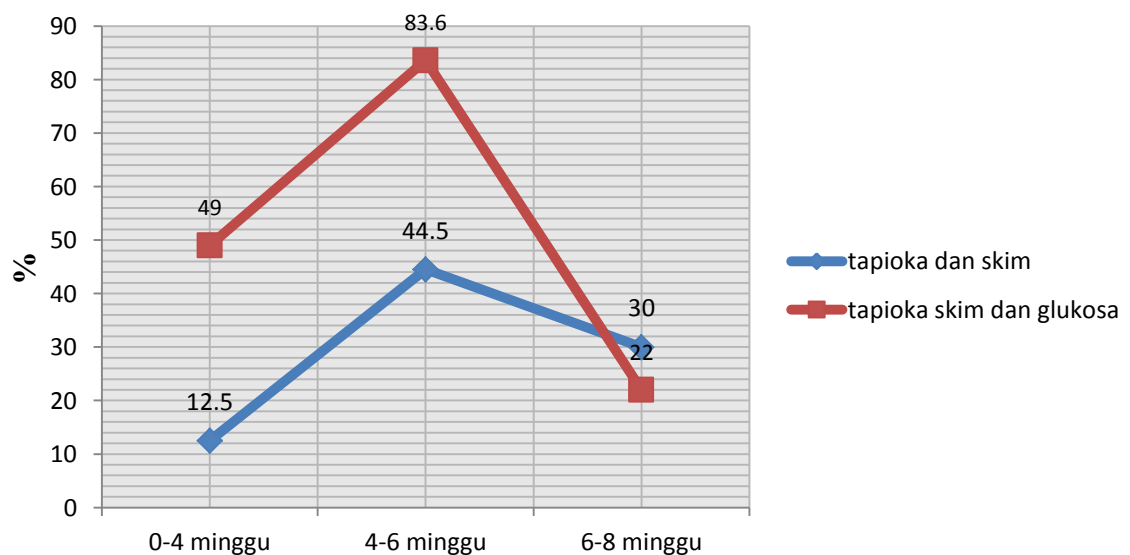
#### **4.4 Penurunan Siklus Logaritmik Bakteri *Indigenous* antara Media Tapioka dan Skim (Media 1) dengan Tapioka, Skim dan Glukosa (Media 2) setelah proses *freeze drying***

Penurunan viabilitas yang terjadi. Bakteri *indigenous* dari jenis genus *Bacillus* dan *Paenibacillus* pada rentan waktu yang ditentukan akan mengalami penurunan viabilitas yang dipengaruhi oleh kondisi bakteri, laju metabolisme, kandungan nutrisi yang terkandung dalam media pembawa, PH, suhu penyimpanan serta metode penyimpanan.

Penurunan siklus logaritmik dalam dua media pembawa yang berbeda dapat dilihat pada tabel 8 sebagai berikut :

Tabel.8 Penurunan siklus logaritmik dari dua media pembawa yang berbeda setelah proses *freeze drying*

Media Perlakuan	Lama Penyimpanan		Penurunan siklus logaritmik
Tapioka dan skim	0 minggu	4 minggu	+12,5 % ↑
	$3,2 \cdot 10^9$	$3,6 \cdot 10^9$	
	4 minggu	6 minggu	44,4 % ↓
	$3,6 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^9$	
	6 minggu	8 minggu	30 % ↓
	$2 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^9$	
Tapioka, skim dan glukosa	0 minggu	4 minggu	49 % ↑
	$4,36 \cdot 10^{10}$	$2,2 \cdot 10^{10}$	
	4 minggu	6 minggu	83,6 % ↓
	$2,2 \cdot 10^{10}$	$3,6 \cdot 10^9$	
	6 minggu	8 minggu	22 % ↓
	$3,6 \cdot 10^9$	$2,8 \cdot 10^9$	



Gambar 6. Penurunan siklus logaritmik dari dua media pembawa yang berbeda setelah proses *freeze drying*

Pada Tabel 8. dan Gambar 5. dapat dilihat dari masing masing perlakuan penurunan siklus logaritmik tertinggi pada media tapioka, skim dan



glukosa dalam selang waktu 4-6 minggu mencapai 83%. Pada masa awal penyimpanan media tapioka dan skim dalam selang waktu 0-4 minggu mengalami peningkatan siklus logaritmik mencapai 12,5%.

Penurunan siklus logaritmik media tapioka skim dan glukosa antara minggu ke-4 sampai minggu ke-6 paling tinggi mencapai 83%. Hal ini dikarenakan fase adaptasi mikroba dengan lingkungan dan nutrisi yang tersedia setelah mengalam proses *freeze drying*. Glukosa yang sifatnya mengikat air sehingga saat proses *freeze drying* air akan menjadi pelet sehingga saat menjadi kultur kering dalam pengembalian kondisi *water activity* memerlukan waktu yang cukup lama.

Pada penyimanan minggu ke-6 sampai minggu ke-8 masing masing media perlakuan penurunan siklus logaritmiknya hampir sama antara 22 % sampai 30 %. Hal ini dikarenakan mikroba sudah mengalami adaptasi terhadap kondisi dorman dengan nutrisi yang tersedia.

Penurunan viabilitas masing-masing perlakuan dipengaruhi juga oleh proses penyimpanan kultur kering dalam kapsul dengan menggunakan plastic. Penyimpanan dilakukan di lemari es dengan kisaran suhu 4<sup>0</sup>C. Hal ini dapat menyebabkan kelembapan air diluar sangat tinggi yang memungkinkan masuk dalam kapsul sehingga mempengaruhi sifat kultur kering mikroba. Seharusnya kondisi kultur kering harus kedap sehingga kondisi mikroba dan viabilitasnya stabil.

Dalam penelitiannya chotiah (2001) viabilitas *P. multocida* (nomor BCC B2331) sebelum proses *freeze drying* dan setelah penyimpanan pada suhu kamar

( $\pm 27^{\circ}\text{C}$ ) pada hari 1 setelah proses *freeze drying* viabilitas bakteri berjumlah  $3,9 \times 10^{10}$  sedangkan minggu ke-4 jumlah sel bakteri berjumlah  $3,9 \cdot 10^8$  dan pada fase penyimpanan minggu ke-8 viabilitasnya hanya berjumlah  $5,7 \times 10^7$ . Penurunan viabilitas sebanyak 1-2 siklus logaritmik dengan penelitian ini dinilai wajar karena penurunan viabilitas sampai log 2 merupakan hal yang biasa pada mikroba yang sensitif (Snell 1991).

Penurunan siklus logaritmik dari kedua media masih dalam batas normal karena pada fase penyimpanan minggu ke-8 jumlah viabilitasnya masih tinggi. Media 1 berjumlah  $1,4 \cdot 10^9$  dan media 2 viabilitasnya berjumlah  $2,8 \cdot 10^9$ . Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media dasar tapioka dengan penambahan skim dan glukosa dapat mempertahankan viabilitas hingga  $2,8 \cdot 10^9$ . Penurunan yang terjadi relatif rendah kisaran 0,5-1 siklus logaritmik dari penyimpanan minggu ke-0 hingga minggu ke-8.

#### **4.7 Kajian Bakteri *Indigenous* dan Media Pembawa dalam Al-Qur'an**

Bakteri *Indigenous* memiliki peranan yang cukup penting dalam pertanian terutama pada proses peneratan kenaf. Bakteri yang terdiri dari genus *Bacillus* dan *Paenibacillus* ini dapat menguraikan lignin yang ada pada batang kenaf. Sehingga dengan bantuan bakteri ini proses penyeratan kenaf dapat lebih efisien dan mendapatkan hasil yang optimal. Seungguhnya Allah menciptakan segala sesuatu yang ada di bumi baik yang bersifat makroskopik dan mikroskopik dengan sempurna sesuai dengan ukuran dan manfaatnya. 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.

Penelitian ini mengungkap bahwa semua makhluk ciptaan Allah memiliki unsur yang berbeda-beda dalam mempertahankan diri. Dengan media yang terbuat dari tapioka dan skim (Media 1) dan media tapioka, skim dan glukosa (Media 2) memiliki perbedaan dalam jumlah viabilitasnya. Sungguh Allah maha adil kepada makhluk ciptaanya. Bakteri yang memiliki manfaat penting dalam proses penyeratan kenaf memiliki ketahanan yang baik dalam kultur yang dibuat oleh manusia untuk tujuan pelestarian.

Bakteri merupakan organisme mikroskopik yang tidak dapat dilihat manusia dengan kasat mata. Tetapi Allah telah menjadikanya struktur yang sangat kompleks, pertumbuhan yang sangat cepat dan memiliki manfaat yang luar biasa bagi manusia. Sebagaimana yang tertera dalam QS. Al-Ankabut ayat 60 berikut:

وَكَايْنٍ مِّن 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 rezki) baik benda mati maupun benda hidup, karena Allah maha mendengar lagi maha mengetahui. Bakteri *indigenous* merupakan bakteri yang bebas berada di alam, baik didapat dari limbah maupun dari perendaman barang kenaf. Bakteri dalam siklus hidupnya berkembang ditandai dengan bertambahnya jumlah koloni hingga bermilyar-milyar.

Pertumbuhan yang cepat tersebut merupakan suatu kejadian yang Allah kehendaki dan bakteri tersebut mendapatkan rizki (nutrisi) tanpa manusia ketahui. Media tapioka skim dan glukosa pada fase penyimpanan 0 minggu viabilitas bakteri tertinggi dan yang paling rendah terdapat pada media tapioka dan skim pada fase penyimpanan 8 minggu. Dari sini dapat diketahui bahwa setiap substrat memiliki kemampuan yang berbeda dalam memberikan nutrisi pada bakteri. Dengan kombinasi tapioka, skim dan glukosa jumlah sel bakteri lebih banyak dibandingkan dengan hanya menggunakan kombinasi tapioka dan skim. Sungguh Allah maha adil yang memberikan komponen rezki kepada makhluknya dengan spesifik 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 makhluknya agar mereka bersyukur (Amudi, 2007).

Media yang dibuat dengan perpaduan molekul karbohidrat, protein dan gula dapat memberikan nutrisi yang baik untuk bakteri *Indigenous*. Rizki Allah terhadap seluruh makhluknya diberikan sedetail mungkin dan manusia sebagai *khalifatul fil ardl* memiliki kemampuan untuk berfikir untuk melestarikan dan mengembangkan sesuatu yang diberikan Allah kepada hambanya.

Bakteri merupakan makhluk ciptaan Allah yang tidak dapat dilihat dengan hanya menggunakan mata telanjang. Hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop. Oleh karena itu bakteri memiliki pertumbuhan yang sangat cepat dengan ukuran yang mikroskopik tidak menjadi problem buat manusia jika terdapat milyaran bakteri dalam 1 gram kultur kering. Dan memiliki banyak manfaat buat manusia. Penelitian ini menunjukkan bahwa Allah telah menciptakan ukuran, nutrisi dan manfaat serapi-rapinya. Sesuai struktur dan fungsinya masing-masing.