

AMOBILISASI SEL *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* FNCC116 UNTUK DEMINERALISASI LIMBAH KULIT UDANG DALAM PENGOLAHAN KITIN

Ofa Suzanti Betha*, Siswa Setyahadi**, Herman Suryadi***

* UIN Syarif Hidayatullah, FKIK Program Studi Farmasi

** Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi - BPPT

*** Universitas Indonesia FMIPA, Departemen Farmasi

ABSTRACT

Chitin, a homopolimer, is the most abundant renewable natural resources after cellulose. Chitin and its derivatives hold many applications in agriculture, textile, pharmacy and medic. Chitin that extracted from waste shrimp shells by biological fermentation has better quality than chemical procees. Demineralization of chitin by biological procees use lactic acid as product of fermentation. Deproteinization of chitin use proteolytic activity of enzyme that produce by bacteria in fermentation. Lactobacillus acidophilus FNCC116 has been immobilized by entrapment methods and 2% sodium alginate in 0,2 M CaCl₂ as the matric. The ability of immobilized Lactobacillus acidophilus FNCC116 cell in fermentation was tested. The fermentation that was carried out in medium which consist of 6% glukosa, 1,5% yeast extract, 0,003% MnSO₄, 0,003% FeSO₄·7H₂O, 0,02% MgSO₄·7H₂O and has been produced 2,24% lactic acid. Demineralization of waste shrimp shell with 30% immobilized Lactobacillus acidophilus FNCC116 cell has successfully decreased ash content tol 1,18% and produced lactic acid maximum 2.24%. Immobilization of Lactobacillus acidophilus FNCC116 cell promised an efficient method in bioproceesing of chitin recovery.

Key words : *Immobilization cell, chitin, Lactobacillus acidophilus.*

ABSTRAK

Kitin merupakan salah satu polimer alam yang banyak tersedia dialam sesudah selulosa. Kitin dan turunannya telah banyak digunakan diberbagai bidang diantaranya pertanian, tekstil, khususnya farmasi dan kesehatan. Limbah kulit udang yang merupakan sumber bahan baku pengolahan kitin menghasilkan kualitas kitin yang lebih baik apabila diolah dengan cara biologi dibandingkan cara kimia. Pengolahan kitin secara biologi menggunakan asam laktat untuk demineralisasi dan enzim protease hasil fermentasi bakteri untuk proses deproteinasi. Telah dilakukan penelitian

Corresponding author : E-mail : ofa_betha@yahoo.co.id.

terhadap kemampuan sel *amobil* *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 dalam proses demineralisasi limbah kulit udang dalam ekstraksi kitin dengan tujuan untuk efisiensi proses fermentasi. Proses *amobilisasi* bakteri ini dilakukan dengan menggunakan metoda penjerapan sel di dalam matrik natrium alginat 2% yang selanjutnya direaksikan dengan CaCl_2 0,2M. Proses demineralisasi limbah kulit udang menggunakan sel *amobil* *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 30% dan medium yang terdiri dari 6% glukosa, 1,5% yeast, 0,003% MnSO_4 , 0,003% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,02% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ mampu menghasilkan asam laktat sampai 2,24% dan mampu menurunkan kadar abu dalam kulit udang sampai dengan 1,18%. Hasil penelitian ini menunjukkan, sel *amobil* *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 mampu menurunkan kadar abu dan kadar protein kulit udang dalam tahapan pengolahan kitin secara biologi.

Kata kunci : *Amobilisasi, kitin, natrium alginat, Lactobacillus acidophilus.*

PENDAHULUAN

Kitin merupakan suatu senyawa polisakarida yang terdiri dari N-asetil glukosamin dan D-glukosamin yang dihubungkan oleh ikatan glikosida $\beta,1 \rightarrow 4$. Ketersediaan senyawa ini di alam adalah kedua terbanyak setelah selulosa. Kitin secara alami berada dalam bentuk terikat pada protein, material anorganik terutama kalsium karbonat, pigmen dan lemak. Kitin ditemukan sebagai penyusun utama pada cangkang famili Crustaceae atau udang-udang (1). Kitin juga ditemukan pada serangga, moluska, jamur (2).

Kitin dan senyawa turunannya terutama kitosan, memiliki banyak kegunaan di berbagai bidang baik farmasi, kedokteran, biokimia, pertanian, pangan, tekstil, makanan, dan lingkungan hidup. Di bidang farmasi, kitosan digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai sediaan obat diantaranya tablet, krim dan lotion (3). Kitosan dan turunannya juga

sedang dikembangkan untuk digunakan sebagai bahan baku dalam sediaan obat lepas terkendali (4,5). Kitin, kitosan maupun turunannya juga diketahui memiliki aktivitas biologi diantaranya antibakteri (6), anti koagulan (7), pengikat lemak (8,9) yang potensial untuk digunakan dalam terapi pengobatan. Diantara aplikasi kitin dalam bidang kesehatan yang telah dipasarkan adalah kitin digunakan sebagai pembalut luka karena aktivitasnya yang dapat mempercepat penyembuhan luka (10, 11).

Kitin yang berada di pasaran umumnya didapatkan dari limbah industri bahan pangan hasil laut. Limbah hasil laut yang banyak digunakan adalah kulit udang, kepiting dan lobster. Proses ekstraksi kitin secara kimia dilakukan melalui dua tahapan yaitu demineralisasi dan deproteinasi menggunakan asam kuat dan basa kuat. Proses secara kimia ini memiliki resiko dapat menyebabkan hidrolisis polimer kitin, sehingga akan mempengaruhi

sifat fisiologi kitin yang dihasilkan. Penggunaan bahan kimia juga akan menambah masalah pencemaran pada lingkungan (12).

Sebagai alternatif proses ekstraksi kitin telah banyak dilakukan penelitian dengan menggunakan cara biologi. Cara ini dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme penghasil asam laktat dan enzim proteolitik. Demineralisasi dilakukan dengan menginokulasikan kultur bakteri asam laktat dan sumber karbohidrat ke dalam limbah udang. Asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri kemudian akan melarutkan kalsium karbonat (13). Enzim proteolitik didapatkan dari bakteri penghasil enzim proteolitik seperti *Bacillus* sp (14), *Pseudomonas* sp (15).

Demineralisasi dan deproteinasi kitin secara biologi mempunyai keuntungan, diantaranya kualitas kitin yang dihasilkan lebih baik karena tidak menggunakan asam kuat dan basa kuat serta temperatur yang tinggi, dapat menghemat energi, dapat dihasilkan produk sampingan yang bisa dimanfaatkan (12).

Dari penelitian yang dilakukan oleh Herwanto, *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 telah digunakan pada proses demineralisasi untuk ekstraksi kitin. Demineralisasi dan deproteinasi menggunakan cara biologi dengan kedua bakteri ini menghasilkan kitin dengan kualitas yang lebih baik dari pada cara kimia (16).

Penggunaan bakteri dalam proses fermentasi kitin menghadapi kendala diantaranya kerumitan

proses inokulasi bakteri untuk setiap kali proses fermentasi (17). Perkembangan bioteknologi selanjutnya memberikan alternatif pemecahan dengan proses amobilisasi bakteri. Keuntungan dari teknologi amobilisasi sel diantaranya, sel dapat bertahan hidup dalam waktu lama dan dapat digunakan berulang-ulang sehingga dapat meningkatkan efisiensi serta akan mengurangi biaya produksi (18).

Amobilisasi terhadap bakteri *Lactobacillus acidophilus* FNCC116. yang telah berhasil digunakan pada penelitian ini untuk demineralisasi limbah kulit udang pada proses ekstraksi kitin dengan tujuan agar bakteri dapat digunakan berulang kali sehingga dapat menghemat waktu dan biaya.

METODOLOGI

BAHAN DAN ALAT

Lactobacillus acidophilus FNCC116 (kultur koleksi BPPT yang didapatkan dari Universitas Gajah Mada), limbah kulit udang (limbah PT Wironto Agung). Bahan kimia yang digunakan antara lain : Natrium alginat (Fluka), $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Merck), medium MRS (Pronadisa), ekstrak khamir (Pronadisa), pepton (Pronadisa), NaCl (Applichem), glukosa (Merck), agar bacto (Pronadisa), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Merck), $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Merck), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Merck), Na_2CO_3 (Merck), NaOH (Merck), CuSO_4 (Merck), $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Merck), KCl

(Merck), KH_2PO_4 (Merck), $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ (Merck), natrium sitrat (Merck), buffer Tris (Merck).

Shaker Incubator, refrigerated centrifuge (Hitachi), *centrifuge* (Sigma), pHmeter (Inolab), spektrofotometer (UV, U-2001 Hitachi), thermomixer (Eppendorf), HPLC (Merck), timbangan, autoklaf, *hot plate magnetic stirrer*, pipet mikro, alat gelas seperti cawan petri, beker gelas, erlenmeyer.

Amobilisasi sel *Lactobacillus acidophilus* FNCC116

Amobilisasi sel dilakukan dengan cara mensuspensikan sel *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 larutan natrium alginat konsentrasi 2%. Campuran homogen ini ditetaskan pada larutan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,2 M. Butiran sel amobil yang terbentuk didiamkan selama 30 menit di dalam larutan, kemudian dipisahkan dan dicuci dengan larutan NaCl 0,9% steril.

Fermentasi Sel Amobil *Lactobacillus acidophilus* FNCC116

Fermentasi sel amobil dilakukan dengan konsentrasi sel bervariasi menggunakan medium yang mengandung glukosa 6%, ekstrak khamir 1,5%, MnSO_4 0,003% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,003% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,02% dan diinkubasi dengan putaran 100 rpm pada temperatur 37°C. Pengamatan dilakukan pada jam ke 6, 12, 18, 24, 30, 36 dengan mengukur pH dan konsentrasi asam laktat.

Analisa Asam laktat

Asam laktat dianalisa menggunakan metoda KCKT menggunakan kolom C18 dan dielusi dengan H_2SO_4 0,0005 N dalam aquadest pada kondisi analisis dengan kecepatan aliran 0,6 ml per menit dan temperatur 60°C. Absorbansi diukur menggunakan detektor UV.

Proses Demineralisasi Limbah Kulit Udang Menggunakan Sel Amobil *Lactobacillus acidophilus* FNCC116.

Pengujian dilakukan pada konsentrasi limbah kulit udang 10%, 20% dan 30% b/v, menggunakan medium yang mengandung glukosa 6%, ekstrak khamir 1,5%, MnSO_4 0,003%, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,003% dan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,02%, dan konsentrasi sel amobil 20%, 30% b/v kemudian diinkubasi pada temperatur 37°C selama 48 jam dengan kecepatan putaran 150 rpm. Pengamatan dilakukan dengan mengukur pH medium dan kadar asam laktat pada jam ke 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42 dan 48. Setelah 48 jam kulit udang dicuci dengan aquadest kemudian dikeringkan dan diukur kadar abu akhirnya.

Pengukuran Kadar Abu dalam Kulit Udang

Sebanyak 1 gram sampel yang telah dikeringkan, dimasukkan ke dalam cawan keramik yang telah disiapkan, dan ditimbang beratnya terlebih dahulu kemudian kemudian dibakar di dalam tanur, pada tem-

peratur 600°C – 800°C selama 3 jam Sampel didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang dan dihitung kadar abunya.

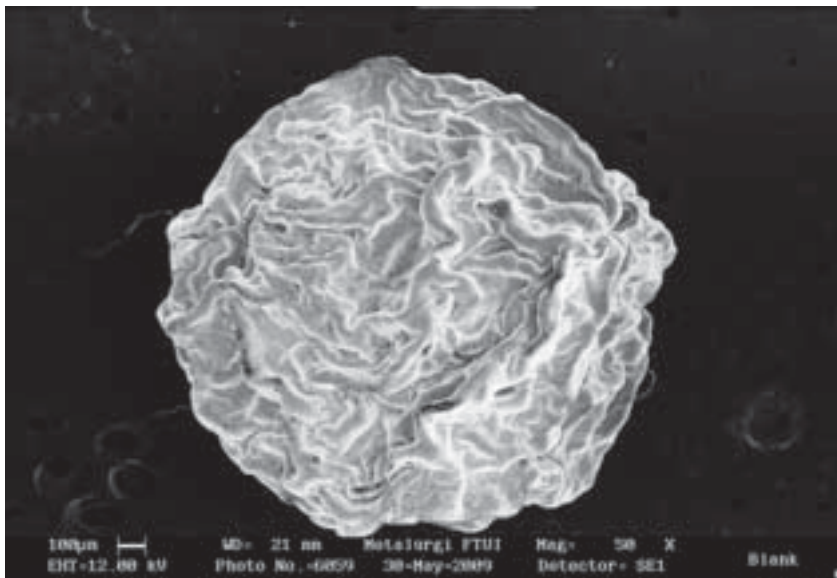
HASIL DAN PEMBAHASAN

Amobilisasi sel *Lactobacillus acidophilus* FNCC116

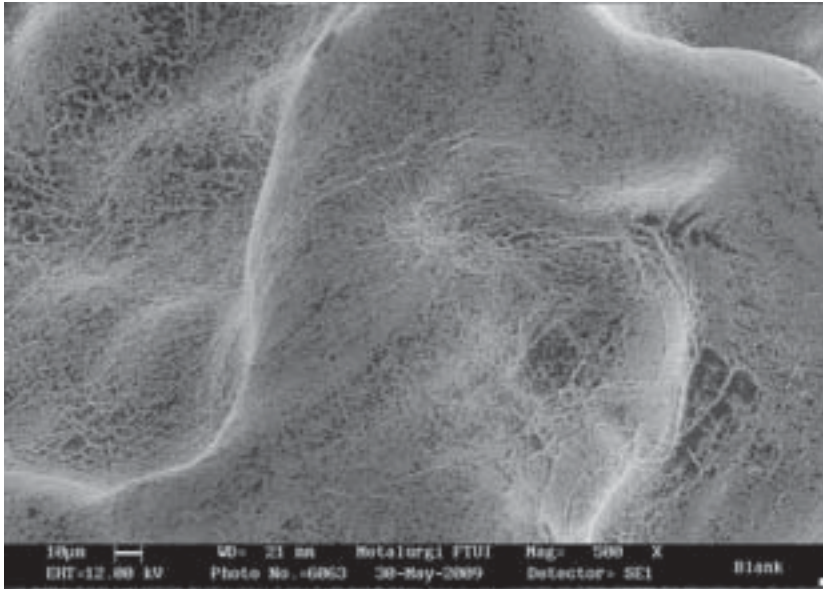
Amobilisasi sel *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 berhasil dilakukan dan didapatkan bentuk butiran yang bulat. Hasil foto SEM dengan perbesaran 50 kali memperlihatkan perbedaan bentuk permukaan butiran yang sudah mengandung sel *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 dengan butiran gel alginat yang masih kosong. Butiran alginat yang kosong lebih beralur atau kasar sedangkan butiran gel yang mengandung sel

amobil permukaan lebih rapat dan kompak (Gambar 1 dan 2).

Dalam penelitian kali ini, dilakukan amobilisasi menggunakan natrium alginat sebagai matrik karena matrik ini yang paling banyak digunakan sebagai matrik untuk amobilisasi bakteri secara umum, harganya lebih murah dibandingkan matrik jenis lain (17). Alginat akan membentuk gel dengan ion-ion divalent pada konsentrasi tinggi. Kekakuan struktur gel alginat akan bertambah secara umum seiring dengan afinitasnya terhadap ion berdasarkan urutan sebagai berikut, $Mn > Co > Zn > Cd > Ni > Cu > Pb > Ca > Sr > Ba$. Tidak semua ion-ion ini dapat digunakan untuk amobilisasi sel. Ion Ca^{2+} adalah ion yang paling umum digunakan untuk tujuan



Gambar 1. Foto SEM (perbesaran 50 x) butiran alginat 2% tanpa sel bakteri

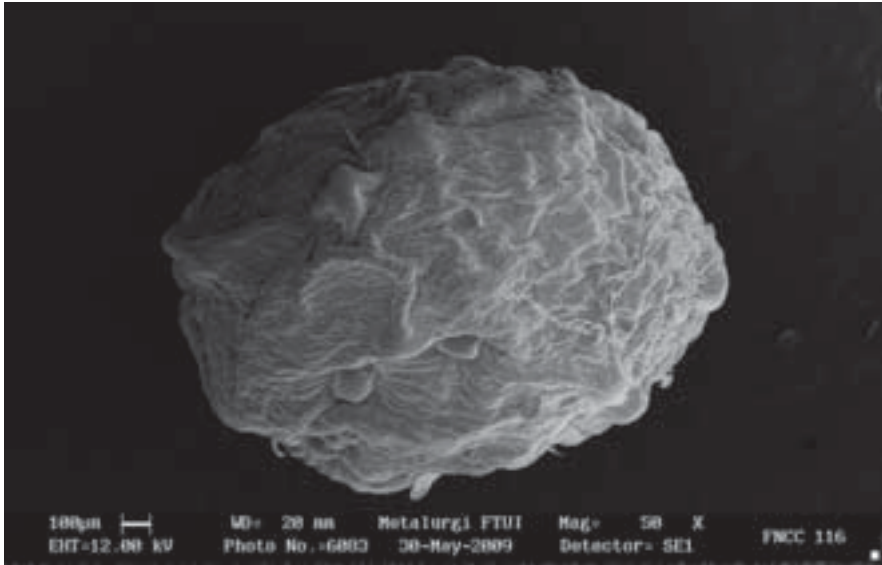


Gambar 2. Foto SEM (perbesaran 500 x) butiran alginat 2% tanpa sel bakteri

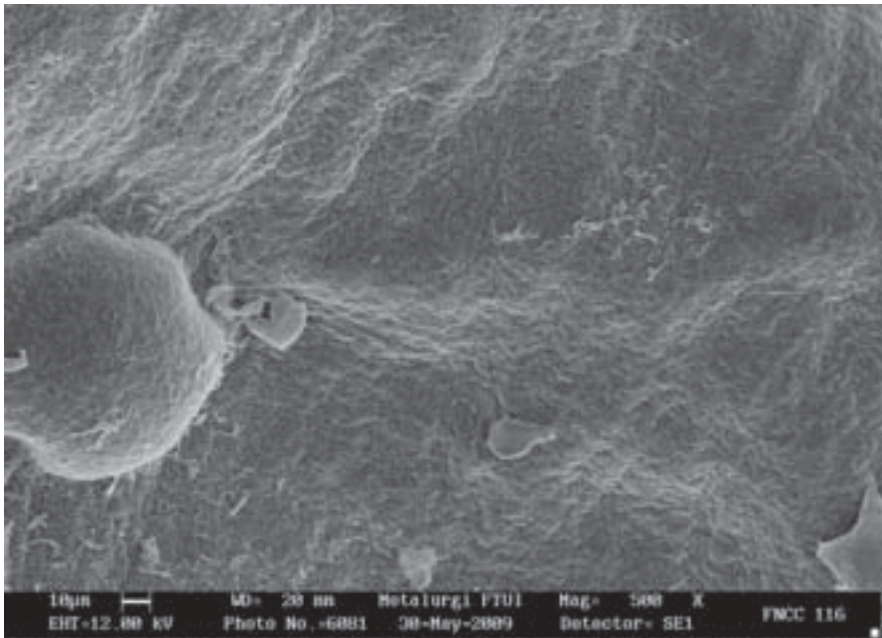
amobilisasi sel karena toksisitasnya paling rendah. Kemampuan alginat membentuk gel juga ditentukan oleh kadar asam guluronat yang menyusun struktur alginat. Kekuatan gel ditentukan oleh ukuran molekul dan komposisi struktur yang menyusun alginat. Tingginya kandungan asam guluronat didalam alginat akan menyebabkan alginat dapat mengikat ion divalent tadi lebih baik dibandingkan dengan alginat yang lebih sedikit mengandung asam guluronat sehingga akan menghasilkan gel yang lebih kuat dan lebih stabil. Variable lain yang menentukan proses pembentukan gel dengan alginat adalah jenis dan viskositas alginat yang digunakan, pH, temperatur, adanya senyawa seperti EDTA atau sitrat dan konsentrasi ion

kalsium (19).

Prosedur amobilisasi menggunakan matrik natrium alginat ini sangat sederhana dan tingkat keberhasilannya tinggi. Butiran alginat dapat dibuat dalam jumlah banyak dalam waktu singkat dan dengan menggunakan peralatan yang sederhana. Konsentrasi alginat untuk amobilisasi sel biasanya 1% - 5% tergantung pada jenis alginat yang digunakan (17). Pada proses amobilisasi ini konsentrasi natrium alginat yang digunakan untuk kedua jenis bakteri sama yaitu 2%. Butiran sel *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 amobil yang diperoleh berbentuk bulat, dengan ukuran diameter 1-3 mm berwarna putih susu, sangat berbeda dengan warna larutan gel natrium alginat yang bening (gambar 3 dan 4).



Gambar 3. Foto SEM (perbesaran 50x) sel amobil *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 dalam alginat 2%



Gambar 4. Foto SEM (perbesaran 500 x) sel amobil *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 dalam alginat 2%

Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Sel Amobil terhadap pH dan Konsentrasi Asam Laktat pada Fermentasi Sel Amobil *Lactobacillus acidophilus* FNCC116

Hasil pengamatan pH pada medium A₀ mulai dari jam ke 6 sampai jam ke 36 menunjukkan terjadi penurunan pH mulai dari 5,8 menjadi 3,25. Medium B₀ didapatkan penurunan dari 5,55 menjadi 2,78 sedangkan medium C₀ terjadi penurunan pH dari 5,45 menjadi 2,78 dan medium D₀ menghasilkan penurunan pH dari 5,45 hingga 2,73 (Tabel 1).

Konsentrasi asam laktat dalam medium A₀ meningkat dari jam ke 6 mulai dari 0,183% hingga 0,995%. Pada medium B₀ konsentrasi asam laktat meningkat dari 0,225% hingga 0,973%. Medium C₀ menghasilkan asam laktat mulai dari 0,271% pada jam ke 6 hingga 1,037%. Medium D₀ menghasilkan asam laktat pada jam ke 6 sebesar 0,354% sampai 1,175% pada akhir fermentasi (Tabel 1).

Dari hasil pengamatan pH dan kadar asam laktat dapat dilihat bahwa fermentasi sel amobil *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 sudah dapat menghasilkan asam laktat pada jam ke 6 dengan penambahan glukosa sebesar 6%. Pada masing-masing medium jumlah asam laktat meningkat sampai akhir fermentasi. Jika dibandingkan antara jumlah asam laktat pada setiap waktu pengamatan terlihat bahwa dengan bertambahnya konsentrasi sel amobil maka konsentrasi asam laktat juga lebih besar. Pada jam ke 36 kadar asam laktat paling tinggi dihasilkan oleh medium D₀ (sel amobil 30%) (Tabel 1).

Secara umum pada fermentasi sel amobil tanpa kulit udang ini terlihat bahwa penurunan pH terjadi berbanding lurus dengan jumlah asam laktat yang dihasilkan setiap waktunya. Jumlah asam laktat meningkat sampai pada jam ke 36 dan menghasilkan pH yang cukup rendah pada keempat medium yaitu antara 3,25 – 2,73.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi sel amobil terhadap pH dan konsentrasi asam laktat pada fermentasi sel amobil *Lactobacillus acidophilus* FNCC116

Jam ke	pH				Konsentrasi asam laktat %			
	Sel 15%	Sel 20%	Sel 25%	Sel 30%	Sel 15%	Sel 20%	Sel 25%	Sel 30%
6	5,80	5,55	5,45	5,45	0,18	0,23	0,27	0,35
12	5,05	5,05	5,03	4,80	0,33	0,37	0,42	0,50
18	4,80	4,80	4,56	4,35	0,51	0,60	0,65	0,69
24	4,05	4,05	3,70	3,45	0,67	0,74	0,74	0,85
30	3,50	3,50	3,20	3,20	0,69	0,80	0,88	0,92
36	3,25	2,78	2,78	2,73	0,99	0,97	1,03	1,18

Demineralisasi Kulit Udang menggunakan Sel Amobil *Lactobacillus acidophilus* FNCC116

Hasil pengamatan pH medium A mulai dari jam ke 6 sampai jam ke 48 terjadi kecendrungan penurunan pH dari 5,45 menjadi 3,62. Pada medium B, pH turun dari 5,25 hingga 3,63. Medium C juga mengalami penurunan pH dari 5,67 menjadi 3,83.

Produksi asam laktat pada jam ke 6 medium A cenderung meningkat mulai dari jam ke 6 sebesar 0,80% hingga pada jam ke 48 sampai 1,66%. Pada medium B dihasilkan asam laktat mulai 0,92% hingga 2,01%. Medium C menghasilkan asam laktat 1,04% hingga 2,00% pada akhir jam ke 48 (Tabel 2).

Hasil pengukuran kadar abu kulit udang medium A, B dan C adalah 1,18%, 1,40% dan 1,40% atau

terjadi penurunan kadar abu masing-masing sebesar 94,76%, 93,78% dan 93,78% (Tabel 3).

Hasil pengukuran pH medium E terjadi penurunan pH mulai dari 5,65 menjadi 3,67, medium F dari 5,75 menjadi 3,93, sedangkan medium F turun dari 5,50 menjadi 4,13.

Hasil pengukuran kadar asam laktat pada medium E terjadi kenaikan mulai dari 0,34% sampai 1,71%. Pada medium F meningkat dari 0,37% menjadi 2% sedangkan medium G dari 0,33% menjadi 2,12%.

Hasil pengukuran kadar abu kulit udang medium E, F dan G adalah 1,2%, 2,2% dan 2,1% atau terjadi penurunan kadar abu masing-masing sebesar 94,67% 90,22% dan 90,67% (Tabel 3).

Dari pengamatan pH pada proses demineralisasi dalam medium A, B dan C terlihat adanya penurunan pH

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi sel amobil dan kulit udang terhadap pH dan konsentrasi asam laktat pada demineralisasi menggunakan sel amobil *Lactobacillus acidophilus* FNCC116

Jam ke	pH						Konsentrasi Asam Laktat (%)					
	Sel 30%			Sel 20%			Sel 30%			Sel 20%		
	Kulit udang			Kulit udang			Kulit udang			Kulit udang		
	10%	20%	30%	10%	20%	30%	10%	20%	30%	10%	20%	30%
6	5,45	5,25	5,67	5,45	5,25	5,67	0,80	0,92	1,04	0,80	0,92	1,04
12	4,50	4,53	4,27	4,50	4,53	4,27	1,22	1,37	1,44	1,22	1,37	1,44
18	4,00	4,10	4,25	4,00	4,10	4,25	1,60	1,80	1,85	1,60	1,80	1,85
24	3,20	3,35	3,47	3,20	3,35	3,47	1,78	1,94	1,94	1,78	1,94	1,94
30	3,50	3,48	3,59	3,50	3,48	3,59	1,65	1,96	1,99	1,65	1,96	1,99
36	3,55	3,53	3,72	3,55	3,53	3,72	1,86	2,15	2,19	1,86	2,15	2,19
42	3,50	3,60	3,75	3,50	3,60	3,75	1,85	2,17	2,24	1,85	2,17	2,24
48	3,62	3,63	3,83	3,62	3,63	3,83	1,66	2,01	2,00	1,66	2,01	2,00

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi sel amobil dan kulit udang terhadap kadar abu kulit udang pada demineralisasi menggunakan sel amobil *Lactobacillus acidophilus* FNCC116

Konsentrasi Sel Amobil	Kadar Abu Hasil Fermentasi (%)			Penurunan Kadar Abu (%)		
	Konsentrasi Kulit udang			Konsentrasi Kulit udang		
	10%	20%	30%	10%	20%	30%
30%	1,2	2,2	2,1	94,76	93,78	93,78
20%	1,18	1,4	1,4	94,67	90,22	90,67

sampai pada jam ke 24 kemudian naik sedikit sampai pada jam ke 48 (Tabel 2). Kondisi pH pada demineralisasi kulit udang juga dipengaruhi oleh terbentuknya kalsium laktat yang terbentuk dari reaksi asam laktat dengan kalsium karbonat yang terdapat pada kulit udang. Kalsium laktat yang terbentuk akan menyebabkan naiknya pH medium (Rao dan Stevens, 2005) sehingga pH pada demineralisasi kulit udang tidak sampai serendah pada fermentasi tanpa kulit udang. Jika dibandingkan pH antara medium A B dan C terlihat bahwa pH pada medium C sedikit lebih tinggi dari medium B dan A (Tabel 2). Hal ini terjadi karena perbedaan konsentrasi kulit udang. Dari pengamatan ini dapat dilihat bahwa konsentrasi kulit udang ternyata mempengaruhi pH medium.

Konsentrasi asam laktat tertinggi pada medium A dicapai pada jam ke 36 sebesar 1,86% kemudian turun lagi sampai jam ke 48 sebesar 1,66%. Pada medium B konsentrasi asam laktat masih terus meningkat sampai didapatkan konsentrasi tertinggi pada jam 42 sebesar 2,17%. Hal yang

sama terjadi pada medium C dimana asam laktat tertinggi dihasilkan pada jam ke 36 sebesar 2,24%. Dari hasil ini terlihat bahwa konsentrasi kulit udang dalam medium mempengaruhi konsentrasi asam laktat yang dihasilkan sel amobil meskipun perbedaannya tidak terlalu besar pada medium B dan C (Tabel 2).

Pengukuran kadar abu kulit udang pada medium A B dan C menunjukkan bahwa konsentrasi kulit udang 10% (medium A) menghasilkan penurunan yang lebih besar dari pada medium B dan C. Konsentrasi kulit udang 20% dan 30% menghasilkan produk fermentasi yang lebih banyak meskipun kadar abu sedikit lebih tinggi. Penurunan yang lebih besar dengan hasil yang banyak bisa jadi dicapai dengan menambah waktu fermentasi mengganti medium pada waktu tertentu.

Dari pengamatan pH medium E, F dan G terlihat sama dimana terjadi penurunan pH sampai jam ke 24 dan pH mengalami kenaikan lagi sampai pada jam ke 48. pH terendah yang dicapai hampir sama yaitu 3,01 3,2 dan 2,9.

Pengamatan konsentrasi asam laktat pada medium E, F dan G menunjukkan bahwa asam laktat tertinggi dapat dihasilkan pada jam ke 42. Medium E menghasilkan asam laktat tertinggi sebesar 1,89%, medium F sebesar 2,17% dan medium G 2,18%. Dari hasil ini terlihat bahwa adanya pengaruh konsentrasi kulit udang pada demineralisasi ini walaupun perbedaannya tidak terlalu besar antara medium F dan G.

Pengukuran kadar abu kulit udang pada medium E, F dan G menunjukkan penurunan yang paling besar terjadi pada medium E dimana didapatkan kadar abu yang cukup kecil yaitu 1,2%. Perbedaannya cukup jauh dengan medium F dan G dengan kadar abu yang hampir sama yaitu 2,2 % dan 2,1%. Dari hasil ini dapat dilihat bahwa perbedaan konsentrasi kulit udang dalam medium memberikan pengaruh yang berarti pada konsentrasi 10%, sedangkan pada konsentrasi 20% dan 30% pengaruhnya tidak begitu besar. Dari data pada tabel 2 dapat dilihat bagaimana pengaruh perbedaan konsentrasi sel 20% dan 30% terhadap pH, konsentrasi asam laktat dan kadar abu kulit udang. Pengaruh pH tidak terlalu besar dengan tidak terlihatnya perbedaan pH yang bermakna pada semua medium.

Pengaruh konsentrasi sel pada demineralisasi dengan konsentrasi udang 10%, 20% dan 30% menunjukkan bahwa pada konsentrasi sel yang lebih besar menghasilkan konsentrasi asam laktat yang lebih besar sampai

jam ke 24 dan hampir sama setelah itu. Dari pengamatan ini dapat dikatakan bahwa perbedaan konsentrasi sel amobil menyebabkan perbedaan waktu pencapaian konsentrasi maksimum asam laktat dan tidak berpengaruh besar pada konsentrasi maksimum yang dapat dihasilkan.

Perbedaan kadar abu medium A dibanding medium E juga tidak terlalu besar, yaitu 1,18% dan 1,2%. Pada medium B dan F dengan kadar abu 1,4% dan 2,2% dan medium C dan G dengan kadar abu 1,4% dan 2,1% bisa dikatakan bahwa perbedaan konsentrasi sel amobil mempunyai pengaruh cukup besar (Tabel 3).

KESIMPULAN

Bakteri *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 dapat diamobilisasi menggunakan gel alginat pada konsentrasi natrium alginat 2%.

Sel amobil *Lactobacillus acidophilus* FNCC116 dengan konsentrasi 30%, berhasil digunakan pada demineralisasi dengan konsentrasi kulit udang 10% dan dapat menurunkan kadar abu kulit udang sampai 1,18%

DAFTAR PUSTAKA

1. Kumar MNVR. 1999. Chitin and chitosan fibres : a review. *Bulletin Material Science*. **22**: 905-915.
2. Subramanyam C and SLN Rao. 1987. An enzymic method for the determination of chitin and chitosan in fungal cell walls. *J.Bioscience*. **12**: 125-129.

3. Kumar MNVR. 2000. A review of chitin and chitosan application. *J. Reactive & Functional Polymers*. **46**: 1 -27.
4. Tiyafoonchai W. 2003. Chitosan Nanoparticles : A Promising System for Drug Delivery. *Naresuan University Journal*. **11**: 51-66.
5. Li, Ping et al. (2008). Chitosan-Alginat Nanoparticles as a Novel Drug Delivery System for Nifedipine. *International J of Biomed Sci*. **4**: 221-228.
6. Yadavs AV, SB Bhise. 2004. Chitosan: A potential biomaterial effective against typhoid. *Current Scienc.*, **87**: 1176-1178.
7. Vongchan P. 2003. Anticoagulant activities of the chitosan polysulfate synthesized from marine crab shell by semi-heterogeneous conditions. *J. Science Asia*. **29**: 115-120.
8. Guang fei Xu, Xiaodong Huang, Lianglin Xiu, Jinbiao Wu, Yinqing Hu. (2007). Mechanism study of chitosan on lipid metabolism in hyperlipidemic rats. *Asia Pac J Clin Nutr*, **16**: 313-317.
9. Razdan A, D Pettersson. 1994. Effect of chitin and chitosan on nutrient digestibility and plasma lipid concentration in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*. **72**: 277-288.
10. Paul W, CP Sharma. 2004. Chitosan and alginat wound dressing : a short review. *Trends Bio-material Artif. Organs*. **18**: 18-23.
11. Rao GDJ, NN Balasubramanian, BJ William, S Prathaban. 2007. Clinical evaluation of chitin and chitosan in the management of wounds. *J. Veterinary & Animal Sciences*. **3**: 160-163.
12. Beaney P, J Lizardi-Mendoza, M Healy. 2005. Comparison of chitin produced by chemical and bioprocessing methods. *J Chem Technol Biotechnol*. **80**: 145-150.
13. Healy M. A Green. 2003. Bioprocessing of marine Crustacean shell waste. *Acta Biotechnol*. **23**: 151- 160.
14. Sini KT, S Santhosh, PT Mathew. 2007. Study on the production of chitin and chitosan from shrimp shell by using *Bacillus subtilis* fermentation. *J. Carbohydrate Research*. **342**: 2423-2429.
15. Yu Shi, Shih, S Ing-Lung, YM Tzeng, SL Wang. 2000. Protease produced by *Pseudomonas aeruginosa* K-187 and its application in the deproteinization of shrimp and crabs shell wastes. *J. Enzyme and Microbial Technology*. **27**: 3-10.
16. Lukito AL. 2007. Modifikasi Penggabungan Bio dan Kimia Proses Untuk Produksi Kitin. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Nusa Bangsa. 2007.
17. Brodelius P, EJ Vandamme. 1987. *Immobilized cell systems*. 407-463. In H.J. Rehm and G. Reed (ed) *Biotechnology Chapter 8*. VCH Pub.
18. Kierstan MPJ, MP Coughlan. 1985. *Immobilisation of cells and enzymes by gel entrapment*. 39-48. In J Woodward (ed) *Immobilised*

cells and enzymes, a practical approach. IRL Press.

19. Orive G, RM Hernandez, AR Gascon, JL Pedraz. 2006. Encapsulation of cells in alginat gels.

In J.M. Guissan (ed) Methods in biotechnology, *Immobilization of enzymes and cells* 2nd ed. Humana Press.