PENGARUH KONSENTRASI BUSA PUTIH TELUR DAN LAMA PENGERINGAN METODE *FOAM-MAT DRYING* TERHADAP VIABILITAS *Lactobacillus acidophilus* YANG TERENKAPSULASI CAMPURAN KAPPA DAN IOTA KARAGINAN

SKRIPSI

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN

JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN

Oleh :

YUNI MARTIAJAR ASWATI

NIM. 0810830087

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2013

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PENGARUH KONSENTRASI BUSA PUTIH TELUR DAN LAMA PENGERINGAN METODE *FOAM-MAT DRYING* TERHADAP VIABILITAS *Lactobacillus acidophilus* YANG TERENKAPSULASI CAMPURAN KAPPA DAN IOTA KARAGINAN

Laporan skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan Pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

Oleh:
YUNI MARTIAJAR ASWATI
NIM. 0810830087

Menyetujui

Dosen Penguji I **Dr. Ir. Happy Nursyam, MS** **NIP. 19600322 198601 1 001** Tanggal:_____	**Dosen Pembimbing I** **Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.kes** **NIP. 19611022 198802 2 001** Tanggal:_____
Dosen Penguji II **Ir. Darius, M.Biotech** **NIP. 19500507 198602 1 002** Tanggal:_____	**Dosen Pembimbing II** **Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP** **NIP. 19680919 200501 1 001**Tanggal:_____

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Happy Nursyam, MS
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal:_____

RINGKASAN

YUNI MARTIAJAR ASWATI. Skripsi Tentang Pengaruh Konsentrasi Busa Putih dan Lama Pengeringan Metode *Foam-mat Drying* Terhadap *Viabilitas Lactobacillus acidophilus* Yang Terenkapsulasi *Refine* Karaginan dibawah bimbingan **Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes.** dan **Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP.**

Mikroenkapsulasi berbagai kultur bakteri termasuk probiotik telah menjadi praktek umum untuk meningkatkan masa simpan dan mengubah menjadi bentuk lain untuk mempermudah penggunaannya (Rizqiati *et al.* 2008). Salah satu jenis bakteri probiotik yang banyak digunakan adalah *Lactobacillus acidophilus* (Ray, 2005). Pemanfaatan karaginan sebagai bahan pengenkapsulasi probiotik telah banyak diteliti (Adhikari, *et al*., 2003). Produk probiotik yang tersedia dalam bentuk kering akan memudahkan pada cara penanganan dan pemanfaatannya dalam setiap saat. Salah satu metode pengeringan mudah dan murah yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk mikrokapsul probiotik adalah metode pengeringan busa *(foam-mat drying).*

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi busa putih telur dan lama pengeringan *foam-mat drying* beserta interaksinya terhadap viabilitas *L. acidophilus* yang terenkapsulasi *refine* karaginan campuran kappa dan iota karaginan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Desember 2012 di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan dan Laboratorium Mikrobiologi Dasar, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Sentral Ilmu Hayati, Universitas Brawijaya, Malang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen, yaitu metode untuk mencari hubungan sebab-akibat antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti. Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi busa putih telur dan lama pengeringan. Variabel terikat adalah viabilitas *L. actobacillus.* Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan 3 kali ulangan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program minitab 18. Data uji viabilitas *Lactobacillus acidophilus* di analisa menggunakan uji t.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 17,5% busa putih telur menghasilkan viabilitas *L. actobacillus* yang terenkapsulasi campuran kappa dan iota karaginan sebesar 5,0820 log cfu/gr dan lama waktu pengeringan 2 jam menghasilkan viabilitas *L. actobacillus* yang terenkapsulasi campuran kappa dan iota karaginan sebesar 4,7711 log cfu/gr.

Dari hasil penelitian ini didapatkan penggunaan konsentrasi busa putih telur dan lama pengeringan metode *foam-mat drying* memiliki viabilitas *L. acidophilus* pada 10^5 dimana hasil ini masih belum memenuhi viabilitas minimal pada produk probiotik yang ditetapkan FAO yaitu pada 10^7 sehingga dibutuhkan bahan lain dan metode pengeringan lain dalam rangka meningkatkan viabilitas dari produk mikrokapsul.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan pelaksanaan penelitian skripsi serta penulisan Laporan Skripsi ini. Laporan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Penelitian ini, antara lain:

1. Ibu Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes., selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP., selaku dosen pembimbing II, yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, nasehat dan motivasi hingga laporan ini selesai.
2. Keluarga besar penulis, kedua orang tua (Suwanto dan Sri Rahayu) serta kakak dan adikku tersayang, terimakasih untuk semua doa dan dukungan yang telah diberikan selama ini.
3. Teman, sahabat dan semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan skripsi ini.

Penulis menyadari laporan ini jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis mengharapkan saran, kritik yang membangun dari pembaca. Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Malang, Maret 2013

Penulis

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN i
KATA PENGANTAR ii
DAFTAR ISI iii
DAFTAR TABEL v
DAFTAR GAMBAR vi
DAFTAR LAMPIRAN vii

1. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Hipotesis 5
1.5 Kegunaan Penelitian 6
1.6 Tempat dan Waktu 6

2. TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Mikroenkapsulasi 7
2.1.1 Emulsifikasi 9
2.2 Probiotik 10
2.2.1 *Lactobacillus acidophilus* 13
2.3 Rumput Laut 14
2.3.1 *Eucheuma spinosum* 16
2.3.2 *Eucheuma cottonii* 17
2.4 *Refine* Karaginan 28
2.5 *Foam-Mat Drying* 20

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN **23**
3.1 Materi Penelitian 23
3.1.1 Bahan 23
3.1.2 Alat 23
3.2 Metode Penelitian 24
3.2.1 Variabel 24

3.2.2 Rancangan Percobaan 24
3.3 Pelaksanaan Penelitian 25
3.4 Prosedur Kerja 26
3.5 Parameter Uji.....32
3.5.1 Kadar Air 32
3.5.2 Viskositas 32
3.5.3 *Melting Point* 33
3.5.4 Gelling Point.....33

4. HASIL dan PEMBAHASAN 34
4.1 Fisiko Kimia dan Serapan *Infra Red* (IR)..... 34
4.2 Pengaruh Konsentrasi Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan Terhadap Viabilitas *Lactobacillus acidophilus*..... 38
4.3 Pengaruh Konsentrasi Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan Terhadap Kadar Air Mikrokapsul Kering 41
4.4 Aktivitas Air Pada Perlakuan Terbaik Konsentrasi Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan 44

5. KESIMPULAN dan SARAN 46
5.1 Kesimpulan 46
5.2 Saran 46

DAFTAR PUSTAKA.....47
LAMPIRAN 55

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Rancangan Percobaan 26
2. Fisiko Kimia Campuran Kappa dan Iota Karaginan 34
3. Bilangan Gelombang Gugus Fungsional Campuran Kappa dan Iota Karaginan 34

repository.ub.ac
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

1. Struktur Mikrokapsul 8
2. *Lactobacillus acidophilus* 13
3. Morfologi *Eucheuma spinosum* 16
4. Morfologi *Eucheuma cottonii* 18
5. Struktur kimia kappa karagenan 19
6. Struktur kimia iota karagenan 20
7. Pembuatan R*efin* Karaginan 27
8. Pembuatan R*efin* Karaginan 28
9. Enkapsulasi *Lactobacillus acidophilus* 29
10. pengeringan *Foam mat drying* 30
11. Kultur *Lactobacillus acidophilus* 31
12. Uji Viabilitas *Lactobacillus acidophilus* 31
13. Serapan *Infra Red* Campuran *Refine* Karaginan Kappa dan Iota 34
14. Viabilitas *L. acidophilus* Pada Berbagai Konsentrasi Busa Putih Telur 39
15. Viabilitas *L. acidophilus* Pada Berbagai Lama Waktu Pengeringan 40
16. Kadar Air Mikrokapsul Kering Pada Berbagai Konsentrasi Busa Putih Telur 41
17. Kadar Air Dari Mikrokapsul Kering Dengan Lama Waktu Pengeringan Metode *Foam-Mat Drying* 43

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar **Halaman**

1. Viabilitas *Lactobacillus acidophilus* pada Berbagai Konsentrasi Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan 55
2. Kadar Air Mikrokapsul *Lactobacillus acidophilus* pada Berbagai Konsentrasi Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan 58
3. Data Analisis a_w Pada Perlakuan Terbaik 61
4. Proses Pembuatan *Refine* Karaginan Campuran Kappa dan Iota 62
5. Proses Pembuatan Mikroenkapsulasi *L. acidophilus* 64
6. Proses Pengeringan Mikrokapsul dengan Metode *Foam-mat Drying* 26
7. Proses Uji Viabilitas *Lactobacillus acidophilus* 68
10. Gambar Koloni *Lactobacillus acidophilus* 70

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia telah dikenal luas sebagai negara kepulauan yang 2/3 wilayahnya adalah lautan dan mempunyai garis pantai terpanjang di dunia yaitu ± 80.791,42 Km. Di dalam lautan terdapat bermacam-macam mahluk hidup baik berupa tumbuhan air maupun hewan air. Salah satu mahluk hidup yang tumbuh dan berkembang di laut adalah rumput laut (Putra, 2010).

Rumput laut dibagi dalam empat kelas yaitu alga merah (*Rhodophyceae*), alga coklat (*Phaeophyceae*), alga hijau (*Chlorophyceae*), dan alga biru-hijau (*Cyanophyceae*) (Chapman dan Chapman, 1998). Selain itu, rumput laut juga dikelompokkan berdasarkan senyawa kimia yang dikandungnya, sehingga dikenal rumput laut penghasil karaginan (karagenofit), agar (agarofit), dan alginat (alginofit). Berdasarkan cara pengelompokan tersebut, maka alga merah (*Rhodophyceae*) seperti *Eucheuma sp.* dikelompokkan sebagai rumput laut penghasil karaginan karena memiliki kadar karaginan yang sedemikian tinggi, sekitar 62-68% berat keringnya (Aslan, 1998).

Eucheuma cottoni dan *Eucheuma spinosum* merupakan alga merah yang banyak terdapat di Indonesia, baik berupa sediaan alami maupun hasil budidaya. Karaginan merupakan polisakarida non kalori atau sering disebut *dietary bfibre* (serat pangan) yang sangat baik untuk pencernaan karena kandungan serat kasarnya cukup tinggi (Suryaningrum, *et al*., 2005). Karaginan mempunyai kemampuan yang unik, yaitu dapat membentuk berbagai variasi gel pada temperatur ruang. Larutan karaginan dapat mengentalkan dan menstabilkan partikel-partikel sebaik pendispersian koloid dan emulsi air atau minyak (Anggraini, 2004). Kurang lebih 80% produk karaginan digunakan untuk industri makanan dan sisanya yang 20% dimanfaatkan dalam industri farmasi dan

kosmetik (Sujatmiko, 1993). Selain manfaat tersebut, karaginan juga dapat digunakan sebagai bahan pengenkapsulat pada proses mikroenkapsulasi (Montazavian, *et al.,* 2007).

Mikroenkapsulasi merupakan teknik penyalutan suatu bahan sehingga bahan yang disaluti dapat dilindungi dari pengaruh lingkungan (Triana, *et al.,* 2006). Mikroenkapsulasi berbagai kultur bakteri termasuk probiotik telah menjadi praktek umum untuk meningkatkan masa simpan dan mengubah menjadi bentuk lain untuk mempermudah penggunaannya (Rizqiati, *et al.,* 2008). Triana, *et al.* (2006) menambahkan bahwa enkapsulasi pada bakteri dapat memberikan kondisi yang mampu melindungi mikroba dari pengaruh lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti panas dan bahan kimia. Sehingga mikroenkapsulasi dapat meningkatkan viabilitas bakteri probiotik dibandingkan dengan sel bebas (Yulinery, *et al.,* 2006). Viabilitas bakteri probiotik ditunjukkan dengan jumlah sel hidup bakteri pada produk. Suatu produk probiotik dikatakan layak jika didalamnya mengandung sel hidup yang berguna untuk kesehatan. Untuk mendapatkan efek tersebut, dalam produk probiotik harus mngandung sel hidup minimal sejumlah 10^7 cfu/mL (Shah, 2000).

Probiotik merupakan suplemen mikroba hidup yang memberikan efek menguntungkan bagi inang dengan meningkatkan keseimbangan mikroba pencernaan, pengendalian tingkat kolesterol, dan memiliki aktivitas anti karsinogenik (Krasaekoopt, *et al.,* 2003). Salah satu jenis bakteri probiotik yang banyak digunakan adalah *Lactobacillus acidophilus*. Dalam kondisi normal, *L. acidophilus* dapat membantu menjaga keseimbangan ekologi saluran cerna mikroflora dengan mengendalikan laju pertumbuhan mikroflora yang tidak diinginkan (Ray, 2005).

Banyak literatur yang menyebutkan bahwa enkapsulasi bakteri probiotik menggunakan teknik emulsi dapat menghasilkan kapsul dengan ukuran kecil

dalam jumlah yang banyak. Pada teknik emulsi melibatkan fase dispersi dari akuatik yang mengandung sel bakteri dan polimer organik pada fase tersuspensi misalnya minyak, yang menghasilkan air yang teremulsi pada minyak. Teknik emulsi dapat menghasilkan diameter *bead* yang kecil dan lebih cocok untuk aplikasi dalam jumlah besar (Kailasapathy, 2002).

Pemanfaatan karaginan sebagai bahan pengenkapsulasi probiotik telah banyak diteliti. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Adhikari, *et al.,* (2000) yang menggunakan *k*-karaginan sebagai pengenkapsulat bakteri probiotik *Bifidobacterium* dengan menggunakan matode emulsi. Namun hasil dari penelitian ini masih dalam bentuk semi *solid*. Produk probiotik yang tersedia dalam bentuk kering akan memudahkan pada cara penanganan dan pemanfaatannya dalam setiap saat.

Salah satu metode pengeringan mudah dan murah yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk mikrokapsul probiotik adalah metode pengeringan busa *(foam-mat drying). Foam-mat drying* merupakan cara pengeringan bahan berbentuk cair yang sebelumnya dijadikan busa terlebih dahulu dengan menambahkan zat pembusa atau peka terhadap panas atau mengandung senyawa yang menyebabkan lengket jika dikeringkan dengan cara lain (Zubaedah, *et al.,* 2003).

Pada metode *foam-mat drying* perlu ditambahkan bahan pembusa untuk mempercepat pengeringan, menurunkan kadar air, dan menghasilkan produk bubuk yang remah. Menurut Kumalaningsih, *et al*., (2005) dengan adanya busa maka akan mempercepat proses penguapan air walaupun tanpa suhu yang terlalu tinggi. Produk yang dikeringkan menggunakan busa pada suhu 45-80℃ dapat menghasilkan kadar air 2-3%. Bubuk yang dihasilkan dari metode *foam-mat drying* mempunyai densitas atau kepadatan yang rendah (ringan) dan bersifat remah. Dari beberapa kelebihan yang telah dipaparkan dari metode

foam-mat drying, maka teknik ini dapat diaplikasikan dalam pengeringan produk mikrokapsul. Karena itu, perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan metode pengeringan *foam-mat drying* terhadap viabilitas sel *L. acidophilus* yang terenkapsulasi oleh *refine* karaginan dari *E. spinosum dan E. cottoni.*

1.2 Rumusan Masalah

Karaginan sebagai bahan pengenkapsulat probiotik telah terbukti kemampuannya dalam melindungi *Lactobacillus acidophilus* dari kondisi luar. Namun dalam pengaplikasian untuk industri pangan, hasil dari proses mikroenkapsulasi ini masih dalam bentuk semi *solid* yang dalam penyimpanan dan distribusinya masih diperlukan alat pendingin untuk mempertahankan kualitasnya, sehingga dapat menghambat pada proses pemasaran. Penganekaragaman produk mikrokapsul *L. acidophilus* dapat dilakukan dengan cara pengeringan, sehingga diperoleh produk mikrokapsul probiotik yang lebih stabil terhadap suhu ruang, dan volume menjadi lebih kecil sehingga memudahkan distribusi dan penyimpanannya. Masalah yang terdapat dalam pembuatan mikrokapsul kering adalah konsentrasi bahan pembusa yaitu putih telur dan lama waktu yang digunakan pada proses pengeringan. Sedangkan *L. acidophilus* memiliki suhu optimal pertumbuhan 15-45°C (Melville dan Russel, 1975). Pengeringan dengan metode *foam-mat drying* dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Beberapa studi telah menunjukan bahwa penggunaan metode *foam-mat drying* dapat meningkatkan kecepatan pengeringan. *Foam-mat drying* merupakan salah satu teknik pengeringan dengan penambahan zat pembusa. Adanya busa dapat mempercepat proses penguapan air walaupun tanpa suhu yang terlalu tinggi. Produk yang dikeringkan menggunakan busa pada suhu 45-80℃ dapat menghasilkan kadar air 18%

(Zubaedah, *et al*., 2003). Dari uraian tersebut, didapatkan permasalahan sebagai berikut: apakah konsentrasi busa putih telur dan lama pengeringan beserta interaksinya mempunyai pengaruh terhadap viabilitas *L. acidophilus* yang terenkapsulasi *refine* karaginan campuran kappa dan iota karaginan

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi busa putih telur dan lama pengeringan beserta interaksinya terhadap viabilitas *Lactobacillus acidophilus* yang terenkapsulasi *refine* karaginan campuran kappa dan iota karaginan.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah:

H_0 : Diduga perlakuan konsentrasi busa putih telur dan lama waktu pengeringan metode *foam-mat drying* beserta interaksinya tidak memiliki pengaruh terhadap viabilitas *L. acidophilus* yang terenkapsulasi *refine* karaginan campuran kappa dan iota karaginan.

H_1 : Diduga perlakuan konsentrasi busa putih telur dan lama pada proses pengeringan metode *foam-mat drying* beserta interaksinya memiliki pengaruh terhadap viabilitas *L. acidophilus* yang terenkapsulasi *refine* karaginan campuran kappa dan iota karaginan.

1.5 Kegunaan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang teknologi pengeringan mikrokapsul *L. acidophilus* yang terenkapsulasi *refine* karaginan

campuran kappa dan iota karaginan menggunakan metode *foam-mat drying* serta mengetahui pengaruhnya terhadap viabilitas *L. acidophilus*.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Desember 2012 di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan dan Laboratorium Mikrobiologi Dasar, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Sentral Ilmu Hayati, Universitas Brawijaya, Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroenkapsulasi

Mikroenkapsulasi didefinisikan sebagai suatu teknik pelapisan dimana suatu bahan atau campuran bahan dilapisi atau diperangkap dalam bahan atau sistem lain (Madene, *et al.,* 2006). Selain itu, mikroenkapsulasi juga diartikan sebagai proses kimia dan fisika dimana partikel yang mengandung bahan aktif dilindungi oleh lapisan material lain untuk memberikan perlindungan dan pelepasan bahan utama yang terkontrol (Chen, *et al.,* 2005).

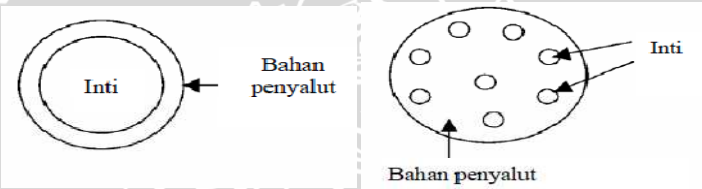
Industri pangan melakukan proses mikroenkapsulasi dengan beberapa alasan. Mikroenkapsulasi dilakukan untuk melindungi bahan inti dari degradasi dengan mengurangi reaksi inti dengan lingkungan luar, mengurangi evaporasi atau laju transfer inti ke lingkungan luar serta karakteristik bahan asal dapat dimodifikasi menjadi bahan yang mudah ditangani (Desai dan Park, 2005).

Mikroenkapsulasi memiliki banyak keunggulan, diantaranya adalah bersifat semi permeabel, tipis, dan memiliki dinding membran yang kuat. Oleh sebab itu, sel bakteri dapat bertahan lebih lama. Keunggulan lainnya yaitu mikrokapsul dapat mengatasi keterbatasan masa transfer. Nutrien dan metabolitnya dapat berdifusi lebih mudah melewati membran semi permeabel (Kailasapathy, 2002). Kapsul pelindung tersebut juga dapat memperpanjang masa simpan, mencegah masuknya oksigen selama penyimpanan serta meningkatkan ketahanan terhadap pH lambung dan garam empedu (Tien, 2009).

Proses enkapsulasi terdiri dari dua tahap. Tahap pertama pembuatan emulsi bahan inti (*core*) dengan bahan penyalut seperti polisakarida dan protein. Tahap kedua pendinginan atau pengeringan emulsi (Tari dan Singhal, 2002). Penelitian di bidang pangan telah banyak dilakukan dengan berbagai metode enkapsulasi, bahan penyalut, komposisi bahan penyalut, dan rasio inti terhadap

bahan penyalut. Bahan inti terdiri dari satu atau beberapa *ingeredient* dan dinding *single* atau *multilayer.* Ukuran mikrokapsul bervariasi tergantung metode yang digunakan (Madene, *et al.,* 2006).

Ukuran partikel yang dibentuk selama proses enkapsulasi terdiri dari beberapa kisaran ukuran. Apabila ukuran partikelnya > 5000 µm disebut makrokapsul, ukuran partikelnya antara 0,2 - 5000 µm disebut mikrokapsul, dan apabila ukuran partikelnya antara < 0,2 µm - 2000 Ao disebut nanokapsul (King, 1995). Ukuran mikrokapsul < 1 µm (Crouzet, 1998). Teknologi mikroenkapsulasi telah berkembang dengan baik dan diterima di bidang farmasi, kimia, kosmetik, pangan dan industri percetakan (Augustin, *et al.,* 2001; Heinzen, 2002).



(A) (B)

Gambar 1. Struktur Mikrokapsul

Struktur sederhana terdiri dari suatu inti yang dikelilingi membran atau dinding seperti telur ayam (Gambar 1 A). Inti terlindungi di dalam kulit atau dinding dengan ketebalan bervariasi. Sedangkan Gambar 1 B memperlihatkan beberapa inti berada dalam satu mikrokapsul (Desai dan Park, 2005).

Enkapsulasi merupakan suatu teknik dimana suatu atau campuran bahan disalut dengan sistem atau bahan lain. Bahan yang disalut disebut bahan inti (*core*) dan bahan penyalut disebut cangkang (*shell*), bahan dinding (*wall material*), *carrier* atau enkapsulan (Madene, *et al.,* 2006). Senyawa aktif yang dienkapsulasi umumnya yang mudah bereaksi dengan senyawa lain atau cenderung tidak stabil, atau memiliki waktu paruh eliminasi yang singkat. Bahan inti yang sering disalut diantaranya adalah propanol hidroklorida, insulin,

canthanxantin, dan probiotik (Rosalita, 2008; Istiyani, 2008; Adhikari, *et al.,* 2007).

Bahan penyalut yang biasa digunakan bervariasi terdiri dari karbohidrat, protein, lemak, gum dan selulosa (Brazel, 1999). Bahan penyalut untuk enkapsulasi harus memiliki sifat tidak bereaksi dengan inti, berada dalam bentuk yang mudah ditangani, memiliki viskositas rendah pada konsentrasi tinggi, memberikan perlindungan maksimum inti dari faktor eksternal dan dapat menstabilkan emulsi (Madene, *et al*., 2006). Sedangkan bahan penyalut yang dapat gunakan pada enkapsulasi probiotik yaitu berasal dari bahan polimer *biodegradable* seperti *gum* Arab, selulosa, agar, kitosan, gelatin, karaginan (*k*-karaginan, *i*-karaginan) (Anal dan Singh, 2007).

Teknik-teknik enkapsulasi yang banyak digunakan secara komersial adalah "*air suspension coating*", ekstruksi, "*spray cooling* dan *spray chilling*", "*centrifugal axstrusion*", "*rotational suspension separation*" dan "*inclusion complexing*", "*spray drying*" atau pengering semprot (Koswara, 2008). Umumnya metode yang digunakan pada proses mikroenkapsulasi probiotik antara lain *spray drying*, ekstuksi, emulsi dan fase separasi (Kailasapathy, 2002).

2.1.1 Emulsifikasi

Banyak literatur yang menyebutkan bahwa pada proses enkapsulasi probiotik teknik yang sering digunakan adalah teknik emulsifikasi untuk menghasilkan kapsul yang berukuran kecil. Kapsul terbentuk dari dua tahapan yaitu fase dispersi dan fase pengerasan (Groboillot, *et al.,* 1994). Pada teknik emulsi melibatkan dispersi dari fase air yang mengandung sel bakteri dan campuran polimer kedalam suatu fase organik seperti minyak yang disebut juga emulsi air ke dalam minyak. Kapsul yang dihasilkan dari teknik emulsi ini adalah diameter kapsul yang kecil serta sangat sesuai digunakan untuk produksi dalam

jumlah besar, tetapi kurang sesuai jika digunakan untuk produk rendah lemak (Kailasapathy, 2002). Teknik emulsi ini telah berhasil diaplikasikan untuk mikroenkapsulasi bakteri asam laktat (Kim, *et al.,* 1996; Lacroix, *et al.,* 1990).

Emulsifikasi merupakan proses pendispersian suatu larutan ke dalam larutan yang tidak saling campur (Rosalita, 2008). Emulsifikasi tersebut akan membentuk *droplet*, ukurannya dipengaruhi oleh laju pengadukan selama proses emulsifikasi dan jenis emulsifier (Krasaekoopt, *et al.,* 2003). Truelstrup-Hansen, *et al*. (2002) melaporkan bahwa konsentrasi dan viskositas campuran bahan enkapsulasi sebelum gelasi dan tingkat kecepatan pengadukannya merupakan parameter utama yang dapat mengontrol diameter akhir terbentuknya *microbeads*.

Pengemulsi dapat digunakan untuk pembentukan emulsi yang lebih baik. Tween 80 pada konsentrasi 0,2% direkomendasikan sebagai pilihan terbaik (Sheu dan Marshall, 1993). Menggunakan emulsifier dapat menghasilkan pembentukan kapsul dengan diameter lebih kecil, karena komponen ini menurunkan tegangan antara fase air dan fase minyak (Adamson, 1982).

2.2 Probiotik

Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang dikonsumsi oleh manusia atau hewan dalam jumlah yang cukup, maupun hidup dan melewati kondisi lambung dan saluran pencernaan serta bermanfaat bagi sel inangnya dengan jalan meningkatkan kesehatan bagi inangnya (FAO/WHO, 2002). Bakteri probiotik ini merupakan mikroorganisme non patogen, yang jika dikonsumsi memberikan pengaruh yang positif terhadap fisiologi dan kesehatan inangnya (Yulinery, *et al.,* 2006).

Manfaat kesehatan yang menguntungkan dari probiotik antara lain sebagai pencegah/ melawan diare, mencegah hipertensi dan kanker serta

meningkatkan imun tubuh (Parvez, *et al.,* 2006). Probiotik juga berfungsi untuk menyempurnakan proses pencernaan manusia dengan cara melindungi saluran pencernaan dari serangan bakteri patogen (Agostoni, *et al.,* 2004). Berbagai senyawa hasil metabolisme bakteri probiotik seperti asam laktat, H_2O_2, bakteriosin bersifat antimikroba dan berbagai enzim seperti laktase dapat membantu mengatasi intoleransi terhadap laktosa, serta *bile salt hydrolase* dapat menurunkan kolesterol. Selain itu, terdapat pula aktivitas antikarsinogenik dan stimulasi sistem imunitas (Triana, *et al.,* 2006).

Probiotik juga memiliki manfaat bagi kesehatan antara lain: 1). meningkatkan fungsi hati dan mencegah penyakit hati, 2). menurunkan kolesterol, 3). mencegah sembelit dan diare, 4). mencegah infeksi yang berasal dari bakteri, 5). meningkatkan daya tahan tubuh terhadap penyakit, 6). mendorong fungsi pencernaan gizi dan vitamin, dan 7). memperbaiki metabolisme (Nadezul dan Iskandar, 2008).

Persyaratan bakteri asam laktat (BAL) yang dapat digunakan sebagai agensia probiotik, selain harus merupakan penghuni tetap jalur pencernaan, bakteri ini harus memiliki sifat: toleran terhadap asam atau empedu, mampu tumbuh dengan cepat dan memproduksi asam dalam jumlah besar pada jalur intestin, memproduksi subtansi antimikroba yang dapat menekan patogen intestin, dan mempunyai kemampuan untuk menempel pada sel epitel usus (Fuller, 1989). Beberapa kultur yang berpotensi sebagai agensia probiotik, khususnya BAL yang merupakan penghuni salulan pencernaan manusia dan berperan dalam keseimbangan mikroflora tubuh dan teruji secara klinis, terutama adalah jenis: *Lactobacillus: L. acidophillus, L. casei, L. plantarum* dan *Bifidobacteria: B. bifidum* (Sutinah, 2003).

Mekanisme kerja probiotik sebagai berikut: setiap makanan yang dikonsumsi manusia akan dicerna mulai dari lambung dengan bantuan asam

lambung lalu diserap ke usus halus dan usus besar. Di usus besar makanan akan diserap dan sisa ampas akan dibuang sebagai tinja. Dalam usus besar bakteri probiotik akan menghambat perkembangan bakteri jahat seperti *Staphylococcus, Enterococcus, Clostridium,* dan beberapa bakteri coli. Agar tubuh tetap sehat, bakteri probiotik itu diupayakan jumlahnya lebih banyak dibanding bakteri jahat. Sehingga, populasi bakteri probiotik yang menguntungkan lebih banyak dibanding bakteri jahat yang merugikan (Soetomo, 1994). Namun demikian, viabilitas probiotik selama fermentasi, selama penyimpanan dan dalam sistem pencernaan menghadapi beberapa kendala diantaranya keberadaan pH yang rendah, H_2O_2, kondisi obligat anaerob, garam empedu (*bile salt*), dan kompetensi dengan bakteri lainnya (Widodo, *et al.,* 2003).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi eksistensi probiotik dalam suatu produk. Dave dan Shah (1997) menyebutkan beberapa faktor diantaranya, yaitu pH, *post-acidification* (selama penyimpanan) dalam produk fermentasi, produksi hidrogen peroksida, toksisitas oksigen (permeabilitas kemasan terhadap oksigen), suhu penyimpanan, stabilitas dalam bentuk kering atau bekunya, keberadaan protease untuk memecah protein susu menjadi komponen yang lebih sederhana, dan kesesuaiannya dengan kultur yang secara alami terdapat pada produk (selama fermentasi).

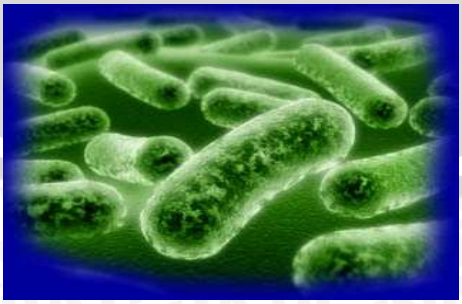
Di samping probiotik, dikenal pula prebiotik yang merupakan suatu bahan yang tidak dapat dicerna tetapi memberi manfaat positif bagi tubuh karena secara selektif menstimulir pertumbuhan bakteri di dalam usus besar. Prebiotik pada umumnya merupakan karbohidrat golongan oligosakarida yang sukar atau tidak dapat dicerna, tetapi mempunyai pengaruh baik terhadap ekosistem mikroflora probiotik (Surono, 2004). Prebiotik adalah bahan pangan yang tidak

terdigesti yang mampu memacu pertumbunhan probiotik karena sifat spesifiknya yang hanya mampu difermentasi oleh probiotik (Gibson dan Fuller, 1998). Prebiotik telah diketahui memberikan efek menguntungkan bagi kesehatan pencernaan (Fooks, *et al.,* 1999).

2.2.1 *Lactobacillus acidophilus*

Lactobacillus acidophilus adalah salah satu spesies yang ditemukan dalam saluran pencernaan hewan dan manusia. Ketika diberikan dalam jumlah yang cukup sebagai probiotik, *Lactobacillus acidophilus* dipercaya mampu menciptakan keseimbangan yang sehat antara mikroba menguntungkan dan yang berpotensi merugikan di dalam usus. Potensi probiotik ini telah menunjukan kemampuannya tahan pada proses pencernaan dalam saluran pencernaan dan resistan pada empedu. Lebih jauh lagi, penelitian *in vitro* menunjukan bahwa *L. acidophilus* mampu menurunkan tingkat kolesterol (Kos, *et al.,* 2000).

Lactobacillus acidophilus adalah satu dari beberapa bakteri probiotik dari genus *lactobacilli*. Prinsip kerja dari probiotik adalah bakteri-bakteri probiotik (*Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*) bekerja secara anaerob menghasilkan asam laktat mengakibatkan turunnya pH saluran pencernaan yang menghalangi perkembangan dan pertumbuhan bakteri-bakteri patogen, bakteri probiotik ini mendiami mukosa pencernaan (Samadi, 2008).



Gambar 2. *Lactobacillus acidophilus*

Hansen dan Mocquot (1970) *dalam* Wikipedia (2012) mengklasifikasi *Lactobacillus acidophilus* sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Division	: Firmicutes
Class	: Bacilli
Order	: Lactobacillales
Family	: Lactobacillaceae
Genus	: Lactobacillus
Species	: *Lactobacillus acidophilus*
Binomial name	: *Lactobacillus acidophilus*
Nama dagang	: *Acidophilus, Acidophilus Extra Strength, Bacid, Flora-Q, Novaflor, RisaQuad, Superdophilus, Floranex (obsolete), Flora-Q 2*.

L. acidophilus berbentuk batang, bersifat gram positif, katalase negatif, tidak berspora, toleran terhadap asam, dan homofermentatif (mengubah glukosa sebagian besar menjadi asam laktat tanpa pembentukan CO_2). Suhu pertumbuhan optimal dari *L. acidophilus* adalah 37^0C - 45^0C (Axelsson, 1998). Dalam kondisi normal, *L. acidophilus* dapat membantu menjaga keseimbangan ekologi saluran cerna mikroflora dengan mengendalikan laju pertumbuhan mikroflora yang tidak diinginkan. Efek ini dihasilkan melalui kemampuan mereka untuk memproduksi laktat dan asam asetat. Beberapa studi telah menunjukkan bahwa efek menguntungkan bakteri ini diproduksi ketika bakteri ini hadir dalam jumlah ≥ 10^{6-7} per gram isi usus dalam saluran pencernaan (Ray, 2005). *L. acidophilus* pada saat sampai di usus besar harus dalam keadaan hidup dan tidak rusak agar fungsi bakteri ini tetap baik, maka dari itu *L. acidophilus* tersebut harus dilindungi dengan teknik mikroenkapsulasi.

2.3 Rumput Laut

Rumput laut juga dikenal dengan nama *saeweed*, tumbuh dan berkembang hampir diseluruh perairan Indonesia (Indriani dan Sumaniarsih, 2001). Rumput laut tergolong tanaman berderajat rendah, umumnya tumbuh melekat pada substrat tertentu, tidak mempunyai akar, batang maupun daun

sejati tetapi hanya menyerupai batang yang disebut thallus (Anggadiredja, *et al.,* 2006).

Rumput laut mempunyai banyak jenis yang terbagi berdasarkan warna/ pigmennya kedalam beberapa kelas, yaitu *chlorophyceae* (alga hijau), *phaeophyceae* (alga coklat), *rhodophyceae* (alga merah), *cyanophyceae* (alga hijau-biru), *myxophyceae*, dan *xanthophyceae*. Alga coklat dan alga merah merupakan penghuni laut yang cukup eksklusif dalam kedudukannya sebagai bahan pangan dan non pangan (Haryanto, 2005).

Jenis rumput laut merah mempunyai beberapa manfaat, baik di bidang pangan, industri, maupun kesehatan. Di bidang pangan, manfaat rumput laut merah adalah sebagai bahan penstabil, bahan tambahan makanan, bahan pengemulsi, dan pengental. Di bidang industri, rumput laut merah digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri tekstil, kertas, keramik, fotografi, dan lain-lain. Sedangkan manfaat di bidang kesehatan adalah sebagai pengemulsi; bahan penstabil; bahan suspensi dalam pembuatan tablet dan kapsul (Nindyaning, 2007).

Rumput laut yang termasuk Rhodophyceae beberapa diantaranya mengandung bahan makanan yang cukup penting yaitu karaginan. Karaginan terdapat pada dinding sel dan lamela tengah yang membentuk suatu bahan yang kental (Suryaningrum, 1998). Sumber karaginan untuk daerah tropis adalah dari spesies *Eucheuma cottonii* yang menghasilkan kappa karaginan, sedangkan *Eucheuma spinosum* menghasilkan iota karaginan. Kedua jenis *Eucheuma* tersebut banyak terdapat disepanjang pantai Indonesia.

2.3.1 *Eucheuma Spinosum*

Eucheuma spinosum merupakan salah satu *carragenophytes*, yaitu rumput laut penghasil karaginan. Ada dua jenis *Eucheuma* yang cukup

komersial, yaitu *E. spinosum* yang merupakan penghasil iota karaginan dan *E. cottonii* sebagai penghasil kappa karaginan. Iota karaginan dan kappa karaginan berbeda dalam sifat gel dan reaksinya terhadap protein. Iota karaginan membentuk gel yang halus *(flaccid)* dan lentur, sedangkan kappa karaginan menghasilkan gel yang kuat *(rigid)* tetapi mudah patah (Winarno, 1996).

Klasifikasi *Eucheuma spinosum* menurut Anggadiredja, *et al.* (2006) adalah:

Divisio : Rhodophyta
Kelas : Rhodophyceae
Ordo : Gigartinales
Famili : Solierisceae
Genus : Eucheuma
Spesies : *E. spinosum (E. deticulatum).*

Eucheuma spinosum atau yang biasa disebut *Eucheuma denticulatum* mempunyai ciri-ciri thallus bulat tegak dengan ukuran panjang 5-30 cm, transparan, warna coklat kekuningan sampai merah keunguan. Permukaan thallus tertutup oleh tonjolan yang berbentuk seperti duri-duri runcing yang tidak beraturan, duri tersebut ada yang memanjang seolah berbentuk seperti cabang (Suryaningrum, 1998). Morfologi rumput laut *E. spinosum* dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Morfologi *E. spinosum*

E. spinosum tumbuh melekat pada rataan terumbu karang, batu karang, batuan, benda keras, dan cangkang kerang. *E. spinosum* memerlukan sinar

matahari untuk proses fotosintesis sehingga hanya hidup pada lapisan fotik. Indikator jenis bagi pertumbuhan *E. spinosum* antara lain jenis *Caulerpa, Hypnea, Turbiraria, Glacilaria,* dan *Gelidium* (Anggadiredja, *et al.,* 2006). Menurut Ayu (2007) komposisi kimia dari rumput laut *E. spinosum* adalah 0,753 % protein; 5,936 % serat kasar; 92,631 % air; 1,438 % abu; 0,701 % lemak; 409,35 ppm Iodium.

2.3.2 *Eucheuma cottonii*

Salah satu spesies rumput laut dari jenis *Rhodophyceae* yang dapat menghasilkan kappa-karaginan yaitu *Eucheuma cottonii*. *Eucheuma cottonii* berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena karaginan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa karaginan (Atmadja, *et al.,* 1996).

Klasifikasi *Eucheuma cottonii* menurut Doty (1986) yang dikutip Atmadja, *et al*. (1996) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Rhodophyta
Class	: Rhodophyceae
Ordo	: Gigartinalus
Family	: Solieriaceae
Spesies	: *Eucheuma cottonii*
	Kappaphycus alvarezii.

Eucheuma cottonii memiliki kandungan kappa karaginan dan fikokoloid yang tinggi (Lee, *et al.,* 2008). Hasil ekstrak dari *Eucheuma cottonii* hampir semua terdiri dari kappa karaginan. Hal tersebut mengakibatkan jenis ganggang laut ini memegang peranan penting untuk produksi kappa karaginan terbesar di seluruh dunia (Bixler, *et al.* 2001).

Morfologi dari *Eucheuma cottonii* adalah mempunyai thallus silindris, permukaan licin, cartilogeneus. Keadaan warna tidak selalu tetap, kadang-kadang berwarna hijau, hijau kuning, abu-abu atau merah (Aslan, 1998). Duri-duri pada thallus runcing memanjang, agak jarang-jarang, dan tidak bersusun

melingkari thallus. Percabangan ke berbagai arah dengan batang-batang utama keluar saling berdekatan ke daerah basal (pangkal). Tumbuh melekat ke substrat dengan alat perekat berupa cakram. Cabang-cabang pertama dan kedua tumbuh dengan membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari (Atmadja, *et al.,* 1996). Morfologi dari *Eucheuma cottonii* ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Morfologi *Eucheuma cottonii*

Secara umum kandungan dan komposisi kimia rumput laut dipengaruhi oleh jenis rumput laut, fase (tingkat pertumbuhan), dan umur panennya. Untuk memperoleh mutu karaginan yang baik, umur panen *E. cottonii* adalah lebih dari 10 minggu (Suryaningrum, *et al.,* 1991). Sedangkan untuk komposisi nilai gizi *Eucheuma cottonii* mengandung kadar abu 19,92 %, protein 2,80 %, lemak 1,78 %, serat kasar 7,02 %, dan karbohidrat 68,48 % (Luthfy, 1988).

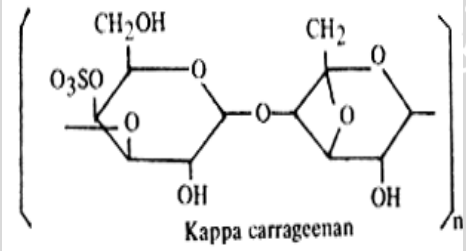
2.4 *Refine* Karaginan

Karaginan merupakan getah rumput laut yang diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut merah dengan menggunakan air panas (*hot water*) atau larutan alkali pada temperatur tinggi (Glicksman, 1983). Karaginan merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri atas ester kalium, natrium, magnesium dan kalium sulfat dengan galaktosa 3,6 anhidrogalaktosa kopolimer. Berdasarkan

struktur pengulangan unit polisakarida, karaginan dapat dibagi menjadi tiga fraksi utama yaitu k-(Kappa), λ-(Lambda), dan *i*-(Iota) karaginan (Anggraini, 2004).

Karaginan biasanya diproduksi dalam bentuk garam Na, K, Ca. Karaginan banyak dimanfaatkan pada bidang industri makanan, farmasi dan kosmetik (Istini, *et al.,* 2008).

Refine karaginan adalah karaginan yang telah murni dari selulosa dan memiliki kekuatan gel serta rendemen yang tinggi (Nopianto, 2009). Ada dua metode yang diterapkan untuk mengekstraksi karaginan, yaitu pembentukan gel (*gelling*) dengan menggunakan KCl dan metode koagulasi dengan menggunakan alkohol (Zatnika, 1993). *Eucheuma cottonii* menghasilkan kappa karaginan. Kappa karaginan tersusun dari α(1,3)-D-galaktosa-4-sulfat dan β(1,4)-,6-anhidro-D-galaktosa. Karaginan juga mengandung D-galaktosa-6-sulfat ester dan 3,6-anhidro-D-galaktosa-2-sulfat ester. Adanya gugusan 6-sulfat, dapat menurunkan daya gelasi dari karaginan, tetapi dengan pemberian alkali mampu menyebabkan terjadinya transeliminasi gugusan 6-sulfat, yang menghasilkan 3,6-anhidro-D-galaktosa. Dengan demikian derajat keseragaman molekul meningkat dan daya gelasinya juga bertambah (Winarno, 1996). Struktur kimia kappa karaginan dapat dilihat pada Gambar 5.

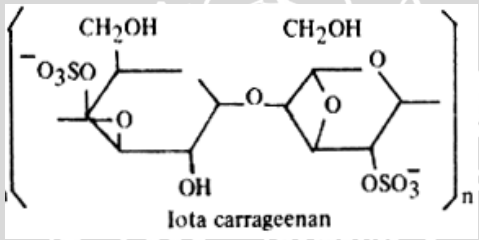


Gambar 5. Struktur kimia kappa karaginan (Istini, *et al*. 1998)

Sifat-sifat khusus dari kappa karaginan adalah dalam air dingin hanya garam natriumnya saja yang larut, kappa karaginan larut air pada temperatur 70^0C ke atas, larut dalam susu panas tetapi tidak larut dalam susu dingin, kappa

karaginan dapat membentuk gel dengan ion Kalium, stabil pada pH netral dan alkali tetapi pada pH asam akan terhidrolisa (Istini, *et al.,* 2008).

Iota karaginan dihasilkan dari rumput laut jenis *Eucheuma spinosum.* Iota karaginan ditandai dengan adanya 4-sulfat ester pada setiap residu D-glukosa dan gugusan 2-sulfat ester pada setiap gugusan 3,6-anhidro-D-galaktosa. Gugusan 2-sulfat ester tidak dapat dihilangkan oleh proses pemberian alkali seperti kappa karaginan. Iota karaginan sering mengandung beberapa gugusan 6-sulfat ester yang menyebabkan kurangnya keseragaman molekul yang dapat dihilangkan dengan pemberian alkali (Winarno, 1996). Struktur kimia *i*-(Iota) karaginan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur kimia iota karaginan (Istini, *et al*., 1998)

Larutan kappa dan iota karaginan jika dipanaskan dan didinginkan akan membentuk gel yang bersifat *reversible*. Pembentukan gel disebabkan oleh adanya formasi struktur heliks ganda dari polimer karaginan. Adanya ion sulfat akan mempengaruhi proses pembentukan gel. Kappa dan iota karaginan membentuk gel hanya dengan adanya kation-kation tertentu (Glicksman, 1983).

2.5 *Foam-mat Drying*

Foam-mat drying atau pengeringan busa adalah cara pengeringan bahan berbentuk cair yang sebelumnya dijadikan *foam* terlebih dahulu dengan menambahkan zat pembuih (Desrosier, 1988). Beck (1968) *dalam* Berry, *et al.* (1972) menyatakan bahwa *foam-mat drying* berguna untuk memproduksi produk-

produk kering dari bahan cair yang peka terhadap panas atau mengandung kadar gula tinggi yang menyebabkan lengket jika dikeringkan dengan cara pengeringan lain.

Foam (busa) dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang terbentuk oleh dua fase, yaitu udara sebagai fase terdispersi dan air sebagai fase kontinyu. Salah satu metode yang telah digunakan untuk membentuk *foam* adalah dengan pengocokan menggunakan *mixer* (Baniel, *et al.,* 1997).

Metode pengeringan busa diaplikasikan pada bahan pangan yang sensitif terhadap panas. Dalam proses pengeringan busa, bahan makanan yang berbentuk cair atau semi cair dikocok hingga berbentuk busa yang stabil dan selanjutnya dikeringkan dengan panas. Setelah dilakukan pemanasan, bahan dihancurkan menjadi bentuk bubuk (Karim dan Wai, 1998).

Foam-mat drying adalah teknik pengeringan produk berbentuk cair dan peka terhadap pemanasan melalui teknik pembusaan dengan menambahkan zat pembuih (Kumalaningsih, *et al.,* 2005). Pengeringan dengan oven tanpa pembuih (*foam*) memerlukan suhu yang tinggi, sehingga akan merusak mutu produk pangan yang dikeringkan (Desrosier, 1988).

Keuntungan utama dari pengeringan *foam-mat drying* adalah suhu yang digunakan lebih rendah dan waktu pengeringan yang lebih singkat bila dibandingkan dengan pengeringan tanpa bahan pembusa pada tipe pengeringan yang sama. Waktu pengeringan yang lebih pendek tergantung pada luas permukaan yang terkena udara pengering, serta perpindahan masa pada bahan pembusa (Ratti dan Kudra, 2006). Proses pengeringan busa terdiri dari beberapa tahap yaitu pembuihan makanan cair menjadi busa stabil, pengeringan dan penggilingan bahan berbusa dari produk kering menjadi bubuk. Kecepatan tingkat pengeringan busa dipengaruhi oleh bahan pembusa karena struktur busa

yang terbuka. Pengeringan dengan metode *foam-mat drying* menghasilkan rehidrasi yang menguntungkan dan retensi volatil (Kudra dan Ratti, 2006).

Putih telur banyak digunakan sebagai bahan pembusa karena sifatnya yang mampu membentuk busa secara baik (Ramaswamy dan Marcotte, 2006). Selain itu putih telur mengandung protein yang mempunyai kemampuan untuk membungkus dan mempertahankan udara (Lomakina dan Mikova, 2005). Peningkatan konsentrasi putih telur mengakibatkan makin tingginya tingkat pengeringan dikarenakan lebih luasnya permukaan yang berinteraksi dengan udara pengering. Konsentrasi optimum putih telur tergantung pada jenis bahan yang akan dikeringkan (Widyastuti dan Srianta, 2011).

Foam-mat drying awalnya dikembangkan oleh Morgan, merupakan proses di mana makanan cair atau semi diubah untuk membentuk busa yang stabil dengan bekerja sama dengan bahan berbusa atau bahan pengstabil. Busa ini kemudian menyebar menjadi lembaran tipis dan dikeringkan dengan menggunakan udara panas pada suhu lebih rendah dibandingkan dengan teknik pengeringan lainnya seperti pengeringan semprot dan pengeringan uap. Produk dehidrasi dapat dikonversi menjadi bubuk menggunakan proses *grinding (*Labelle, 1984). Rata-rata kecepatan pengeringan menggunakan metode *foam-mat drying* relatif tinggi, hal ini dkarena luas permukaan yang terkena udara pengeringan lebih besar, sehingga kehilangan kelembapan lebih cepat terjadi (Brydigyr, *et al*., 1977).

3. METODOLOGI

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *refine* karaginan meliputi rumput laut jenis *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*, KOH 6%, $Ca(OH)_2$ 6%, KCl 1,5%, $CaCl_2$ 1,5%, HCl 0,2 N, akuades, air, kain saring, pH *paper*, kertas label, dan alumunium foil. Bahan-bahan yang digunakan pada proses pembuatan mikroenkapsulasi probiotik adalah kultur murni *Lactobacillus acidophilus, refine* karaginan, akuades, minyak sayur, tween 80, KCl 3,9 M, dan kertas label. Bahan-bahan yang digunakan pada proses pengeringan adalah putih telur. Bahan-bahan yang digunakan untuk pengujian viabilitas berupa media MRS agar, akuades, NaCl 0,9% steril, alkohol, kapas, *blue tip,* koran, plastik, tali, dan spirtus.

3.1.2 Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan *refine* karaginan terdiri dari *blender*, timbangan analitik, baskom plastik, erlenmayer 1000 mL, *beaker glass* 1000 mL dan 500 mL, gelas ukur 250 mL, jam, termometer, pipet volume 25 mL, bola hisap*,* penangas air*,* nampan, kipas angin, penggiling tepung, dan spatula kaca. Alat untuk proses mikroenkapsulasi probiotik adalah erlenmeyer 1000 mL, *beaker glass* 250 mL dan 500mL, gelas ukur 100 mL, termometer, spatula kaca, jam, timbangan analitik, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet volume 25 mL, bola hisap, pipet tetes, *sentrifuge*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, dan *freezer*. Alat-alat yang digunakan pada proses pengeringan adalah *mixer*, loyang, oven, dan termometer. Alat-alat yang digunakan dalam pengujian viabilitas adalah erlenmeyer 500 mL, *beaker glass* 500 mL, gelas ukur 10 mL dan 100 mL,

autoklaf, cawan petri, pipet volume 10 mL, pipet serologis 1 mL, bunsen, *sprayer*, *vortex mixer*, inkubator, *colony counter*, dan kompor.

3.2 Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Metode eksperimen adalah metode yang dilakukan dengan cara mengadakan menipulasi terhadap proyek penelitian serta adanya kontrol. Tujuan metode penelitian ini adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk pembanding (Nasir, 1988). Surachmad (1994) menambahkan bahwa penelitian eksperimental dapat merubah teori-teori yang telah ada.

3.2.1 Variabel

Surachmad (1994) menyatakan ada 2 macam variabel dalam penelitian, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah variabel yang diselidiki pengaruhnya, sedangkan variabel terikat adalah variabel yang diperkirakan akan timbul sebagai pengaruh dari variabel bebas.

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah penggunaan konsentrasi busa putih telur dan lama proses pengeringan mikroenkapsulat *Lactobacillus acidophilus* menggunakan metode *foam-mat drying*. Sedangkan yang menjadi variabel terikat adalah viabilitas *Lactobacillus acidophilus* setelah perlakuan pengeringan dengan menggunakan metode *foam-mat drying*.

3.2.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Perlakuan pada penelitian ini terdiri

dari faktor konsentrasi busa putih telur (A) dengan sub perlakuan (A_1 = 12,5%, A_2 = 15% dan A_3= 17,5%) dan faktor lama pengeringan (B) dengan sub perlakuan (B_1 = 2 jam, B_2 = 3 jam dan B_3 = 4 jam), sehingga faktor kombinasinya ada 9 buah dengan 3 kali ulangan. Perlakuan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui viabilitas tertinggi *Lactobacillus acidophilus* pada kondisi setelah perlakuan pengeringan dengan metode *foam-mat drying*. Data hasil pengamatan disusun dalam tabel analisis sidik ragam. Menurut Steel dan Torrie (1991), analisis sidik ragam digunakan untuk menguji adanya beda pengaruh perlakuan.

Model dari RAL faktorial menurut Yitnosumarto (1993) adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk} = Nilai pengamatan
μ = Nilai tengah umum
αi = Pengaruh taraf ke-i dari faktor A
β_j = Pengaruh taraf ke-j dari faktor B
$(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B
ε_{ijk} = Pengaruh sisa (galat percobaan) taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B pada ulanagan yang ke-k

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi busa putih telur dan lama pengeringan menggunakan metode *foam-mat drying* terhadap viabilitas *Lactobacillus acidophilus* yang dienkapsulasi dengan *refine* karaginan campuran kappa dan iota. Rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan percobaan

Konsentrasi busa putih telur (%)	Lama (Jam)	Ulangan		
		1	2	3
A_1	B_1	$A_1 B_1$	$A_1 B_1$	$A_1 B_1$
	B_2	$A_1 B_2$	$A_1 B_2$	$A_1 B_2$
	B_3	$A_1 B_3$	$A_1 B_3$	$A_1 B_3$
A_2	B_1	$A_2 B_1$	$A_2 B_1$	$A_2 B_1$
	B_2	$A_2 B_2$	$A_2 B_2$	$A_2 B_2$
	B_3	$A_2 B_3$	$A_2 B_3$	$A_2 B_3$
A_3	B_1	$A_3 B_1$	$A_3 B_1$	$A_3 B_1$
	B_2	$A_3 B_2$	$A_3 B_2$	$A_3 B_2$
	B_3	$A_3 B_3$	$A_3 B_3$	$A_3 B_3$

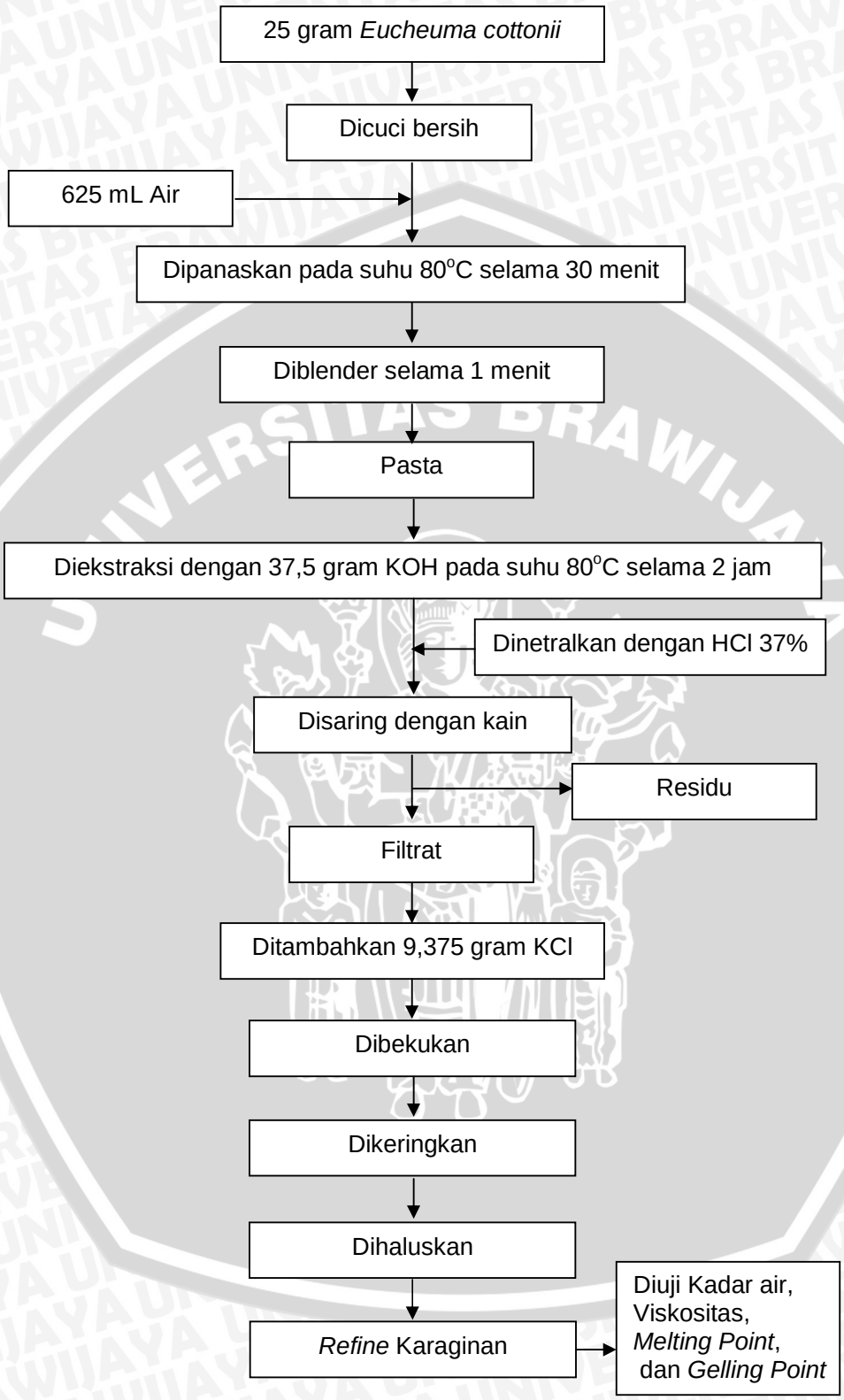
Keterangan kode:

A = Perlakuan konsentrasi busa putih telur
B = Perlakuan lama pengeringan
1 = Ulangan ke 1
2 = Ulangan ke 2
3 = Ulangan ke 3

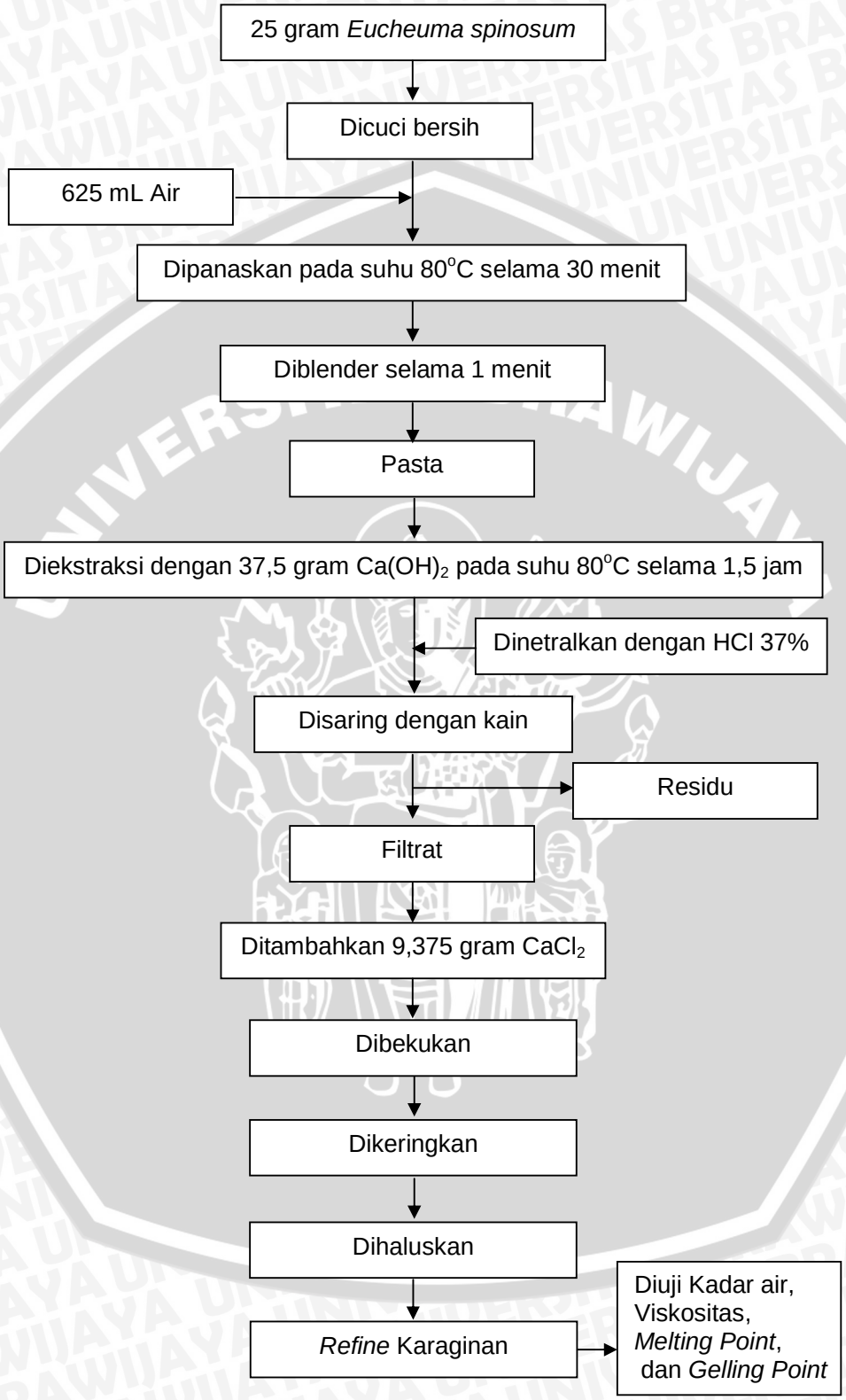
Parameter uji penelitian ini yaitu viabilitas *Lactobacillus acidophilus*, kemudian data hasil pengamatan diolah dengan uji F dan uji aktivitas air (a_w) pada perlakuan terbaik.

3.4 Prosedur Kerja

Prosedur pembuatan *refine* karaginan metode *Gel Press* dari *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* yang digunakan sebagai pengenkapsulat pada penelitian ini mengacu pada penelitian Kurniasari (2006) yang dapat dilihat dalam Gambar 7 dan 8.

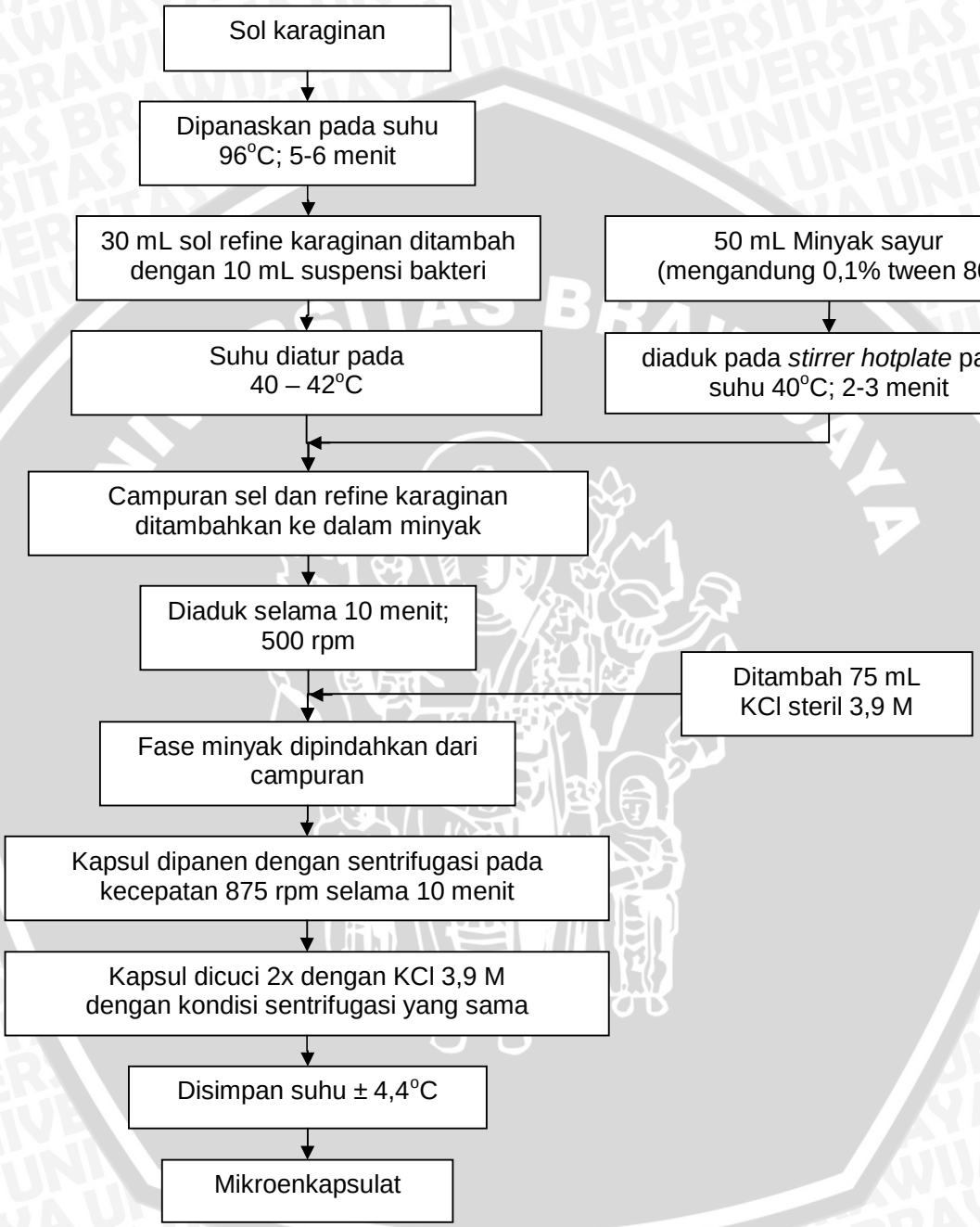


Gambar 7. Proses Pembuatan R*efine* Karaginan



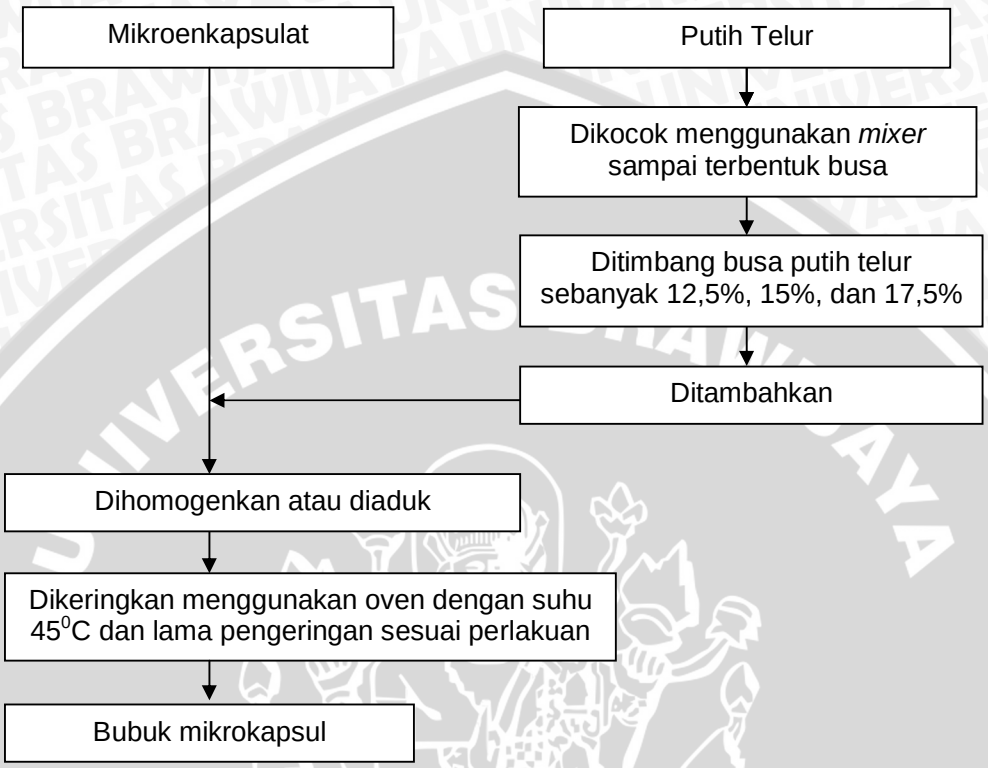
Gambar 8. Proses Pembuatan R*efine* Karaginan

Prosedur enkapsulasi *Lactobacillus acidophilus* dalam *refine* karaginan pada penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 9.



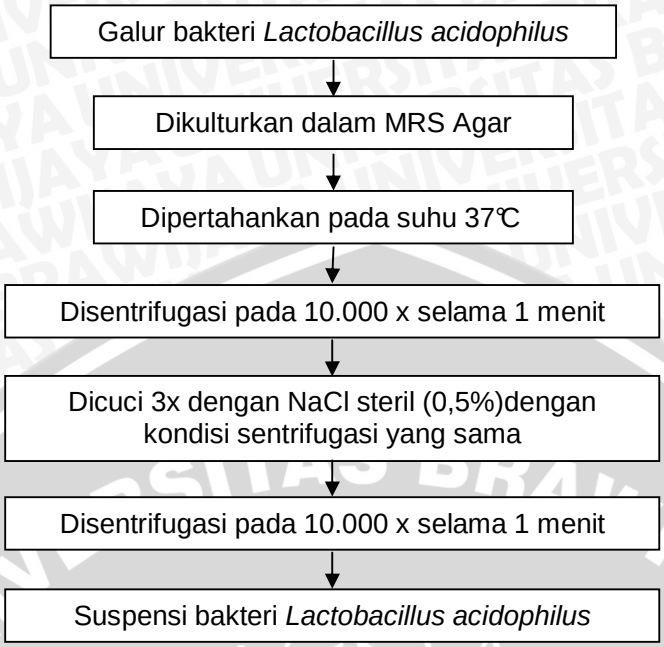
Gambar 9. Enkapsulasi *Lactobacillus acidophilus*
Sumber : Adhikari, *et al.* (2003)

Prosedur pengeringan menggunakan metode *Foam-mat drying* pada penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 10.



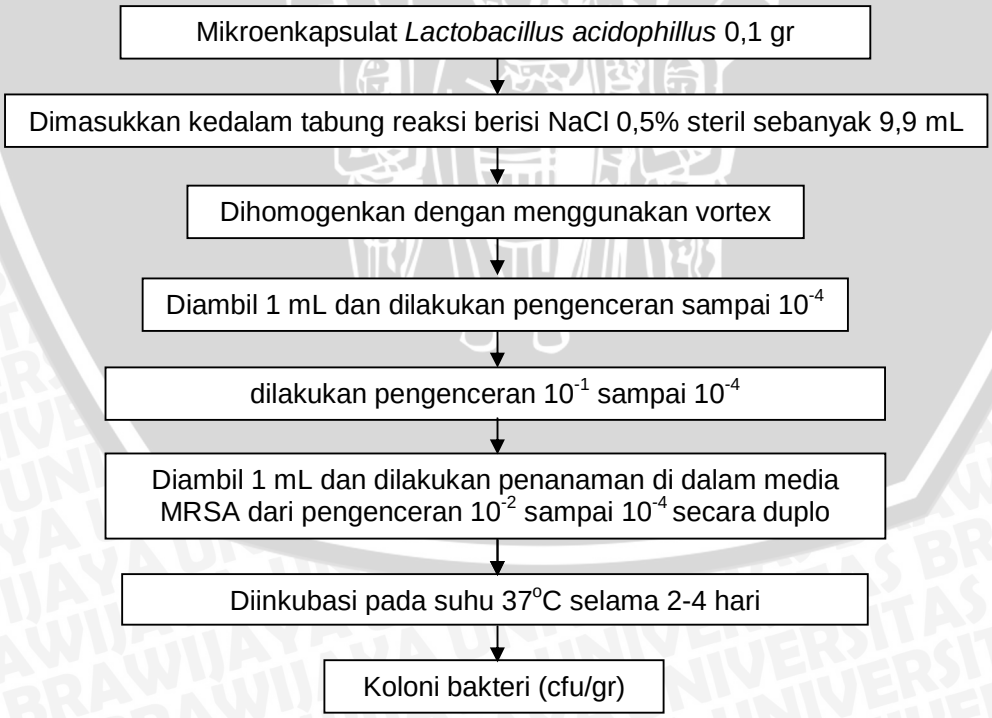
Gambar 10. Metode pengeringan *Foam mat drying*
Sumber : Zubaedah *et al.* (2003)

Prosedur pengkulturan bakteri *Lactobacillus acidophilus* pada penelitian ini mengacu pada Kos *et al.* (2000) dapat dilihat dalam Gambar 11.



Gambar 11. Kultur *Lactobacillus acidophilus*

Prosedur pengujian viabilitas terhadap enkapsulasi *Lactobacillus acidophilus* mengacu pada Kos *et al.* 2000 dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Uji Viabilitas *Lactobacillus acidophilus*

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Kadar air (AOAC 1990)

Penentuan kadar air suatu bahan digunakan untuk mengetahui kadar air dari beberapa jenis bahan termasuk di dalamnya hasil perikanan (Sumardi *et al*. 2006). Penentuan kadar air dalam suatu bahan menggunakan metode thermogravimetri yang prinsipnya adalah menguapkan air dalam suatu bahan dengan jalan pemanasan, kemudian menimbang bahan sampai berat konstan yang artinya semua air bebas telah diuapkan. Cara kerja pengujian kadar air dengan metode thermogravimetri yaitu dengan mempersiapkan botol timbang yang sebelumnya telah dikeringkan dan diketahui beratnya. Pengeringan botol timbang ini menggunnakan oven dengan suhu 105°C selama semalam. Selanjutnya sampel ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dimasukkan kedalam botol timbang yang selanjutnya dikeringkan dengan oven pada suhu 100-105°C selama 4 jam. Setelah 4 jam kemudian ddidinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit baru kemudian ditimbang. Perlakuan ini diulang sampai berat konstan (selisih penimbangan berurutan kurang dari 0,8 mg). Rumus perhitungan kadar air sebagai berikut :

$$\text{Kadar air (\%WB)} = \frac{\text{berat awal sampel-(berat akhir – berat botol timbang)}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\%$$

3.5.2 Viskositas (Mukti 1987)

Sampel sebanyak 3 gram dimasukkan kedalam beaker glass yang beratnya telah diketahui dan *beaker glass* tersebut berisi 190 mL akuades. Berat larutan dijadikan 200 gram dengan menambahkan akuades. Kemudian dipanaskan dalam penangas air sambil diaduk secara teratur sampai suhu mencapai 80°C. Selanjutnya berat larutan ditingkatkan kembali menjadi 200 gram dengan penambahan akuades. Kemudian didinginkan sampai sekitar 76-

77°C dan larutan siap diukur viskositasnya dengan viskometer Brookfield model LV. Perhitungan viskositas dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

Viskositas (cps) = Angka skala pembacaan × Faktor koreksi

3.5.3 *Melting Point* (Suryaningrum dan Utomo 2002)

Sifat-sifat karaginan adalah *thermally reversible.* Proses pemanasan dengan suhu yang lebih tinggi dari suhu pembentukan gel akan menyebabkan polimer karaginan dalam larutan menjadi *random coil* (acak). Jika pemanasan diteruskan, maka gel akan mencair. Proses mencairnya gel tersebut disebut dengan *melting point.*

Penentuan titik leleh bisa dilakukan dengan mempersiapkan larutan karaginan dengan konsentrasi 6,67 % (b/b) dan akuades. Sampel diinkubasi pada suhu 10°C selama ± 2 jam. Pengukuran titik leleh dilakukan dengan cara memanaskan gel karaginan dalam penangas air. Di atas gel karaginan tersebut diletakkan gotri dan ketika gotri jatuh ke dasar gel karaginan maka suhu tersebut dinyatakan sebagai titik leleh karaginan.

3.5.4 *Gelling Point* (Suryaningrum dan Utomo 2002)

Larutan karaginan dengan konsentrasi 6,67 % (b/b) disiapkan dengan akuades dalam gelas ukur volume 15 mL. Suhu sampel diturunkan secara perlahan-lahan dengan cara menempatkan pada wadah yang telah diberi pecahan es. Titik jendal diukur pada saat larutan karaginan mulai membentuk gel dengan menggunakan termometer digital Hanna.

4. HASIL dan PEMBAHASAN

4.1 Fisiko Kimia dan Serapan *Infra Red* (IR) Campuran Kappa dan Iota Karaginan

Bahan baku proses mikroenkapsulasi adalah *refine* karaginan campuran kappa dan iota karaginan perbandingan 50:50 dengan konsentrasi 6% sebagai bahan penyalut. Analisis fisiko kimia dan serapan IR pada campuran kappa dan iota karaginan dilakukan untuk mengetahui mutu karaginan. Standar mutu karaginan telah dikeluarkan oleh Food Agriculture Organization (FAO), Food Chemicals Codex (FCC), ataupun European Economic Community (EEC) sebagai persyaratan minimum kualitas karaginan hasil ekstraksi (Doty, 1986). Analisis fisiko kimia campuran kappa dan iota karaginan dan standar karaginan menurut FAO dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Fisiko Kimia Campuran Kappa dan Iota Karaginan

Parameter	Standart Karaginan (FAO)*	Campuran Kappa – Iota Karaginan**
Air - %	12 (maks)	8,8
pH	8-10	8,7
Gelling point – ^{o}C	35-65	48
Melting point – ^{o}C	55-85	80
Viskositas (1,5%) pada suhu 75^{0}C – cps	5-800	129

Keterangan: (*) A/S Kobenhvns Pektifabrik (1987); Distantina, *et al.* (2009)
(**) Hasil penelitian

Tabel 2 memperlihatkan bahwa kadar air karaginan campuran kappa dan iota karaginan masih memenuhi syarat mutu karaginan yang ditetapkan oleh FAO. Kadar air karaginan campuran pada penelitian ini sebesar 8,8%. Pada penelitian Hakim, *et al.* (2011) dilaporkan kadar air dari kappa karaginan yaitu 6,79%. Sedangkan kadar air iota karaginan yaitu 9,94% (Kumalasari, 2007).

Karaginan campuran memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan kadar air kappa karaginan. Hal ini diduga karena adanya pengaruh dari iota karaginan yang terdapat pada karaginan campuran. Kappa karaginan mengandung D-galaktosa-4sulfat dan 3,6-anhidro-D-galaktosa yang memiliki sifat hidrofobik (Stanley, 1990). Sedangkan iota karaginan mengandung D-galaktosa-4estersulfat dan 3,6-anhido-D-galaktosa-2estersulfat yang memiliki sifat hidrofilik (Winarno, 1996). Pencampuran kappa dan iota karaginan dapat menghasilkan karaginan yang bersifat hidrofobik. Namun karena adanya gugusan 2-sulfat pada iota karaginan yang bersifat hidrofilik menyebabkan polimer karaginan dikelilingi oleh molekul air yang terimobilisasi, sehingga air dalam karaginan sulit untuk menguap pada saat pengeringan berlangsung (Guiseley, *et al.,* 1980). Hal ini menyebabkan kadar air dari karaginan campuran lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air dari kappa atau iota karaginan sendiri.

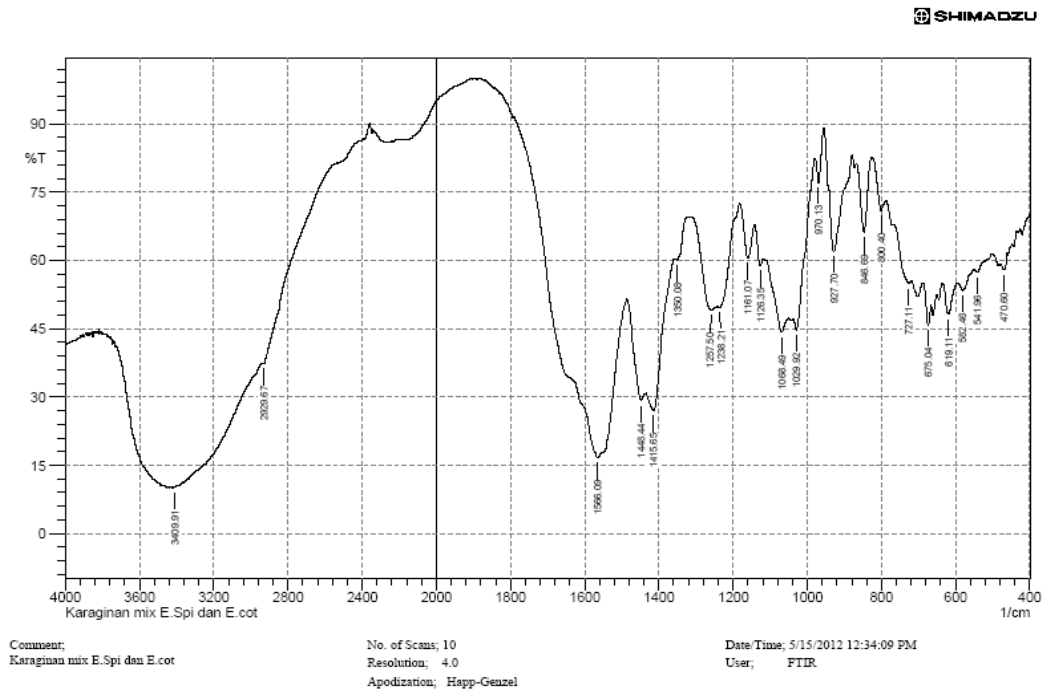
Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa pH campuran karaginan juga memenuhi kriteria pH karaginan yang ditetapkan oleh FAO. Pada penelitian Alif (2004) didapatkan pH kappa karaginan sebesar 10,08. Hudha, *et al.* (2012) melaporkan pH iota karaginan yaitu 8. Sedangkan pH campuran kappa dan iota karaginan hasil penelitian ini sebesar 8,7. pH karaginan campuran ini lebih rendah dibanding pH kappa karaginan diduga karena adanya pengaruh iota karaginan yang terdapat pada karaginan campuran. pH karaginan berada dikisaran pH basa. Hal ini berkaitan dengan adanya OH^- yang terkandung dalam D- galaktosa dan 3,6 anhidro galaktosa dari karaginan (Lehninger, 1992).

Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa suhu *gelling point* dan *melting point* campuran kappa dan iota karaginan pada suhu 48^0C dan 80^0C. Pada penelitian Widyastuti (2010) suhu *gelling point* dan *melting point* dari kappa karaginan adalah $39,5^0$C dan $94,5^0$C. Sedangkan untuk iota karaginan yaitu pada suhu $46,2^0$C dan 80^0C (Ariesandy, 2008). Suhu *gelling point* dari karaginan campuran

lebih tinggi dibanding hasil penelitian sebelumnya, sedangkan untuk suhu *melting point* karaginan lebih rendah dari penelitian sebelumnya. Hal ini diduga karena adanya pengaruh pencampuran kappa dan iota karaginan yang menghasilkan karaginan yang bersifat hidrofilik. Sifat hidrofilik ini berasal dari iota karaginan yang mengandung gugus 2 ester sulfat (Winarno, 1996). Adanya gugus 2 ester sulfat yang mempunyai kemampuan mengikat molekul air dapat mempercepat kelarutan karaginan dalam air. Selain itu adanya gugus 2 ester sulfat pada campuran karaginan ini dapat mempercepat suhu pembentukan gel karena gugus sulfat akan membentuk *crosslinking* dengan rantai heliks yang berdekatan dari karaginan (Campo, *et al.,* 2009).

Tabel 2 juga memperlihatkkan bahwa karaginan campuran kappa dan iota pada penelitian ini masih pada kisaran viskositas yang ditetapkan oleh FAO yaitu 129 cps. Hakim, *et al.* (2011) melaporkan nilai viskositas dari kappa karaginan yaitu sebesar 52,50 cps. Vairappan, *et al., (*2003) juga melaporkan nilai viskositas dari iota karaginan yaitu sebesar 158 cps. Hal ini diduga karena adanya pencampuran kappa dan iota karaginan, dimana iota karaginan dapat memperbaiki viskositas dari kappa karaginan. Kappa karaginan memiliki kandungan sulfat yang lebih rendah dibandingkan iota karaginan. Iota karaginan memiliki gugus 2-sulfat pada polimer 3,6-anhidro-D-galaktosa (Winarno, 1996). Adanya gugus sulfat ini pada karaginan campuran menimbulkan gaya tolak-menolak antar muatan negatif dengan molekul air yang terikat sepanjang polimer karaginan sehingga rantai molekul karaginan campuran menjadi kaku dan tertarik kencang meningkatkan kekentalan dari molekul-molekul karaginan campuran (Guiseley, *et al.,* 1980).

Analisis spektrum *Fourier Transform Infrared* (FTIR) campuran kappa dan iota karaginan dapat diamati pada Gambar 13 dan disajikan pada Tabel 3.



Gambar 13. Serapan *Infra Red* Campuran *Refine* Karaginan Kappa dan Iota

Tabel 3. Bilangan Gelombang Gugus Fungsional Campuran Kappa dan Iota Karaginan

Gugus Fungsional	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	
	FAO*	Campuran kappa dan iota karaginan**
Ester sulfat	1220-1260	1238 dan 1257
Ikatan glikosidik	1010-1080	1029,92 dan 1068,49
3,6-anhidrogalaktosa	928-933	927,70
galaktosa-4-sulfat	840-850	846,69
3,6-anhidrogalaktosa-2-sulfat	800-805	800,40

Keterangan : (*) JECFA (2007)
(**) Hasil Penelitian

Tabel 3 memperlihatkan bahwa campuran kappa dan iota karaginan pada penelitian ini menunjukan adanya gugus-gugus ester sulfat, ikatan glikosidik dan galaktosa yang ditandai dengan adanya intensitas serapan yang kuat pada

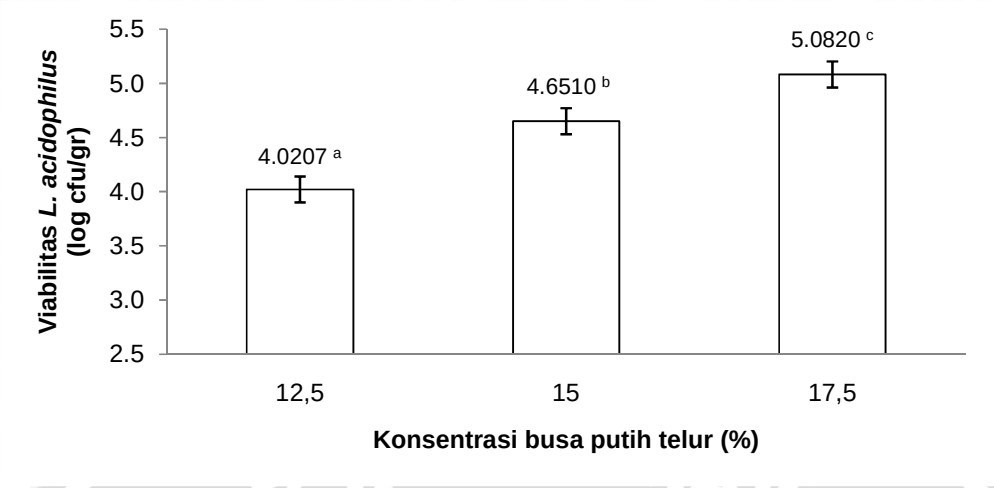
daerah 1220-1260 cm^{-1} sebagai ester sulfat, 1010-1080 cm^{-1} sebagai ikatan glikosidik, dan 928-933 cm^{-1} sebagai 3,6-anhidrogalaktosa (AG).

Pada penelitian ini juga menunjukkan adanya intensitas serapan pada spektrum 840-850 cm^{-1} dan 800-805 cm^{-1}, dimana serapan ini penunjuk dan pembeda bilangan gelombang dari kappa dan iota karaginan. Uy, *et al.* (2005) menyatakan bahwa kappa karaginan memiliki serapan spektrum 840 - 850 cm^{-1} yang menunjukkan galaktosa-4-sulfat, sedangkan spektrum 800 - 805 cm^{-1} menunjukkan keberadaan 3,6-anhydrogalaktosa-2-sulfat sebagai penciri iota karaginan.

Dari keseluruhan hasil analisis fisiko kimia dan serapan IR menunjukan bahwa karaginan yang digunakan pada penelitian ini adalah karaginan campuran kappa dan iota karena menunjukkan adanya bilangan gelombang dari kappa dan iota karaginan.

4.2 Pengaruh Konsentrasi Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan Metode *Foam-mat Drying* Terhadap Viabilitas *Lactobacillus acidophilus* Yang Terenkapsulasi Campuran Kappa dan Iota Karaginan

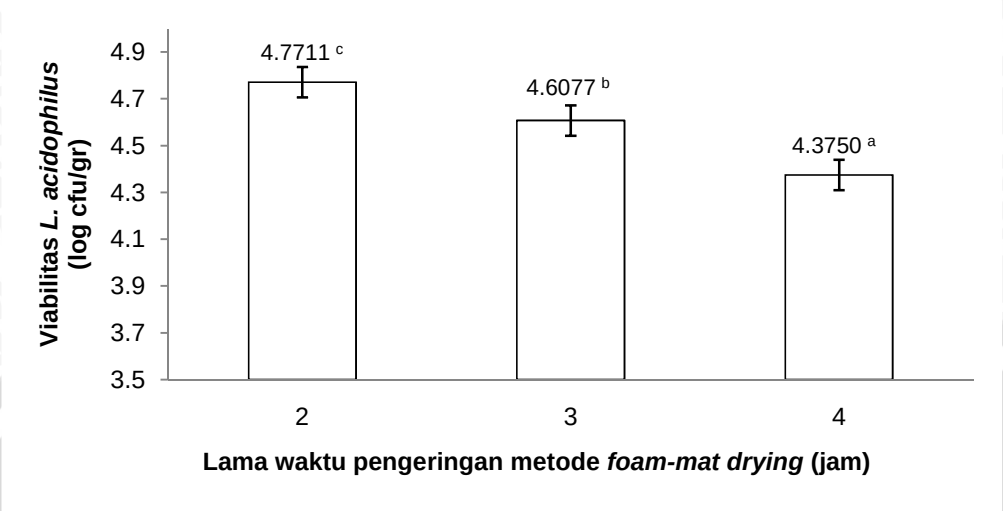
Data pengamatan perlakuan terbaik konsentrasi busa putih telur pada proses pengeringan metode *foam-mat drying* terhadap viabilitas *Lactobacillus acidophilus* yang terenkapsulasi campuran kappa dan iota karaginan dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil analisis karagaman menunjukan bahwa pengaruh konsentrasi busa putih telur dan lama pengeringan terhadap viabilitas *L. acidophilus* menunjukan berbeda sangat nyata ($p < 0,01$). Sementara itu interaksi konsentrasi busa putih telur dan lama pengeringan terhadap viabilitas *L. acidophilus* menunjukan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Viabilitas *L.acidopilus* dari berbagai konsentrasi busa putih telur dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Viabilitas *L. acidophilus* Pada Berbagai Konsentrasi Busa Putih Telur

Gambar 14 memperlihatkan bahwa viabilitas *L. acidophilus* tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi busa putih telur 17,5% yaitu sebesar 5,0820 log cfu/gr. Terjadi peningkatan viabilitas *L. acidophilus* seiring dengan penambahan konsentrasi busa putih telur. Zubaedah, *et al.* (2003) menyatakan bahwa viabilitas bakteri asam laktat dan *Lactobacillus* pada kultur starter kering akan semakin meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi busa putih telur. Diduga busa putih telur mampu mempertahankan viabilitas *L. acidophilus* dengan cara meningkatkan ketebalan lapisan pelindung mikrokapsul. Kondisi seperti ini dapat meningkatkan daya lindung dari mikrokapsul. Semakin tinggi konsentrasi busa putih telur maka tebal dinding mikrokapsul juga semakin besar. Hal ini menyebabkan interaksi pengaruh luar terhadap inti mikrokapsul yang berupa sel *L. acidophilus* juga akan semakin rendah sehingga menyebabkan sel *L. acidophilus* masih dapat bertahan pada kondisi pengeringan.

Pengaruh lama pengeringan terhadap viabilitas *L.acidopilus* dari berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 15.



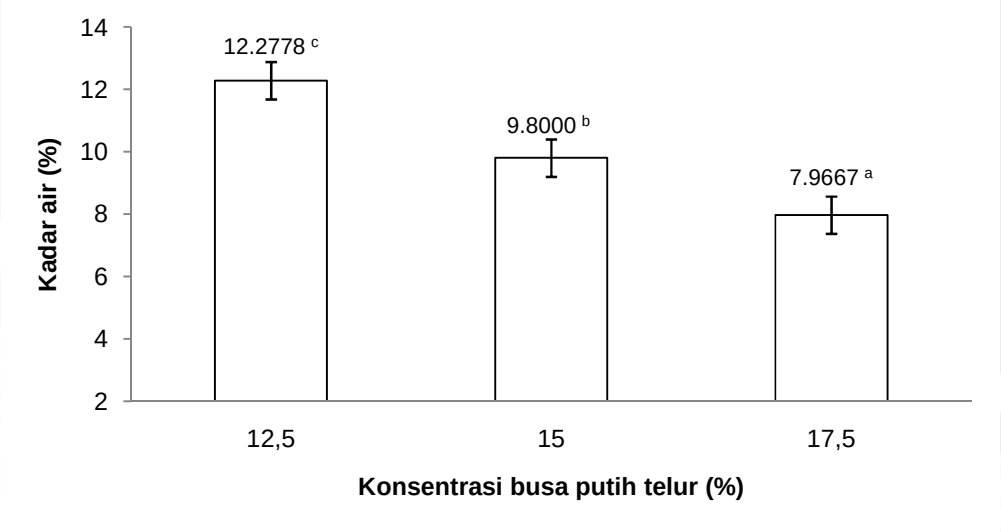
Gambar 15. Viabilitas *L. acidophilus* Pada Berbagai Lama Waktu Pengeringan

Gambar 15 memperlihatkan viabilitas *L. acidophilus* tertinggi terdapat pada perlakuan lama waktu pengeringan 2 jam yaitu sebesar 4,771 log cfu/gr. Terjadi penurunan yang sangat nyata terhadap viabilitas *L. acidophilus* dengan semakin lamanya proses pengeringan. Hal ini didukung oleh penelitian Rizqiati, *et al. (*2005) yang menguji ketahanan panas dari isolat probiotik pada suhu 100^0C selama 1 menit, menunjukkan terjadi penurunan probiotik sebesar 44-75% hilang karena pemanasan. Diduga hal ini berkaitan dengan penetrasi panas yang terjadi selama proses pengeringan. Dengan semakin lamanya waktu pengeringan menyebabkan penetrasi panas dapat mencapai inti mikrokapsul yang berupa sel *L. acidophilus.* Shurtleffa dan Aoyagi (2012) melaporkan *Lactobacillus* memiliki *thermal death time* pada waktu 30 menit dengan suhu 71^oC. Suhu yang tinggi dan waktu pengeringan yang semakin lama dapat menyebabkan sel *L. acidophilus* menjadi sub *lethal* bahkan mengalami kematian (Ray, 1996). Kematian sel ini diakibatkan oleh hilangnya sifat permeabilitas dari

sel, dehidrasi serta kerusakan pada membran, dinding sel, DNA dan adanya denaturasi enzim.

4.3 Pengaruh Konsentrasi Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan Metode *Foam-mat Drying* Terhadap Kadar Air Mikrokapsul *L. acidophilus* Kering

Data pengamatan perlakuan terbaik konsentrasi busa putih telur pada proses pengeringan metode *foam-mat drying* terhadap kadar air mikrokapsul kering dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil analisis karagaman menunjukan bahwa pengaruh konsentrasi busa putih telur dan lama pengeringan terhadap kadar air menunjukan berbeda sangat nyata ($p < 0,01$). Sementara itu interaksi konsentrasi busa putih telur dan lama pengeringan terhadap kadar air menunjukan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Kadar air dari berbagai konsentrasi busa putih telur dapat dilihat pada Gambar 16.

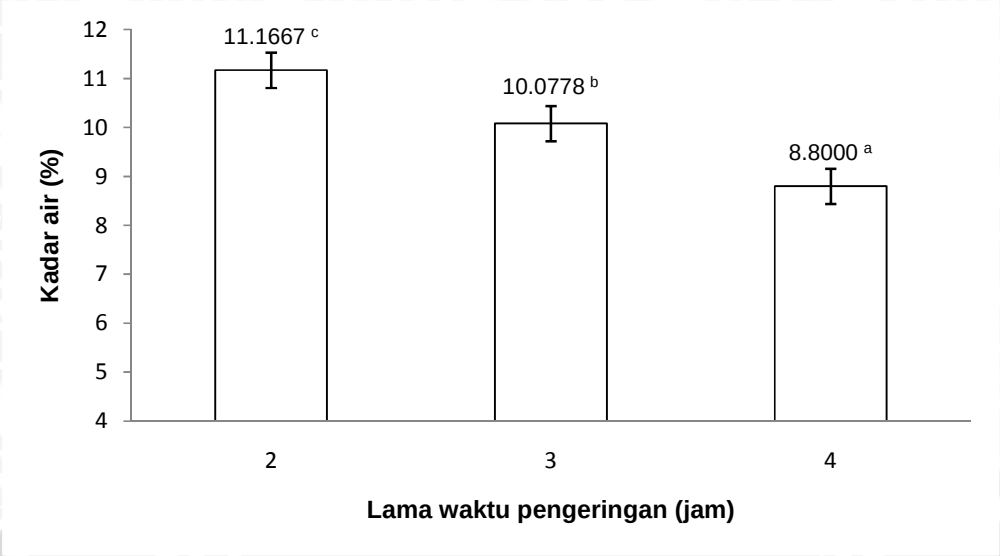


Gambar 16. Kadar Air Mikrokapsul Kering Pada Berbagai Konsentrasi Busa Putih Telur

Perlakuan terbaik pada parameter kadar air didapatkan dari perlakuan konsentrasi busa putih telur yang memiliki kadar air terendah. Gambar 16 memperlihatkan pengaruh sangat nyata dari konsentrasi busa putih telur

terhadap kadar air dari mikrokapsul kering. Kadar air terendah pada penelitian ini terdapat pada perlakuan konsentrasi busa putih telur 17,5% yaitu sebesar 7,9667%. Terjadi penurunan kadar air dari mikrokapsul kering seiring dengan penambahan konsentrasi busa putih telur. Diduga hal ini berkaitan dengan fungsi dari penambahan busa putih telur pada proses pengeringan. Busa putih telur merupakan gelembung-gelembung udara yang terperangkap dalam protein putih telur. Gelembung-gelembung ini mempermudah pergerakan air serta memperluas permukaan. Hal ini menyebabkan air dalam mikrokapsul lebih mudah menguap karena semakin banyak busa putih telur yang digunakan, maka gelembung udara yang tersedia juga semakin bertambah dan permukaan menajadi lebih luas sehingga kecepatan penguapan semakin tinggi menyebabkan kadar air menjadi rendah. Konsentrasi busa yang semakin banyak akan meningkatkan luas permukaan bahan dan memberi struktur berpori pada bahan sehingga penguapan terjadi disemua bagian bahan dan menyebabkan proses penguapan air dari bahan menjadi lebih maksimal (Mulyoharjo, 1988).

Pengaruh lama pengeringan terhadap kadar air mikrokapsul kering dilihat pada Gambar 17.

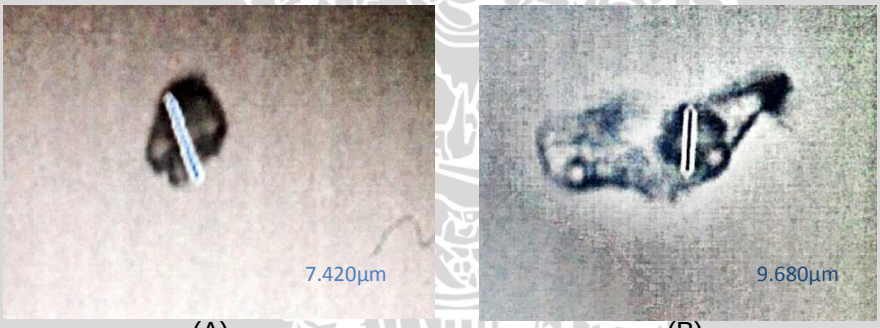


Gambar 17. Kadar Air Dari Mikrokapsul Kering Dengan Lama Waktu Pengeringan Metode *Foam-Mat Drying*

Gambar 17 memperlihatkan pengaruh sangat nyata dari lama waktu pengeringan terhadap kadar air dari mikrokapsul kering. Kadar air terendah pada penelitian ini terdapat pada perlakuan lama pengeringan 4 jam yang menghasilkan kadar air sebesar 8,8%. Terjadi penurunan yang sangat nyata terhadap kadar air mikrokapsul kering seiring dengan semakin lamanya proses pengeringan. Semakin lama proses pengeringan berlangsung maka air yang dilepaskan dari bahan juga semakin tinggi. Penguapan air yang maksimal menyebabkan kadar air dari bahan semakin rendah. Diduga hal inilah yang menyebabkan kadar air dari mikrokapsul kering akan semakin rendah seiring dengan kenaikan lama waktu pengeringan. Ditambahkan oleh Van Arsendel *et al.* (1973) bahwa pengeringan dengan busa akan lebih cepat mengeringkan dari pada pengeringan cairan bukan busa pada kondisi yang sama sebab cairan lebih mudah bergerak melalui struktur busa daripada melalui lapisa padat bahan yang sama. Kadar air yang rendah dari mikrokapsul kering dapat menjaga stabilitas produk mikrokapsul selama masa penyimpanan serta memberikan tekstur kenampakan yang baik pada hasil mikrokapsul kering.

4.4 Aktivitas Air Pada Perlakuan Terbaik Konsentrasi Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan Berdasarkan Viabilitas *Lactobacillus acidophilus* dan Hubungan Dengan Kadar Air Mikrokapsul Kering

Perlakuan terbaik dari parameter viabilitas *L. acidophilus* terhadap konsentrasi busa putih telur dan lama waktu pengeringan terdapat pada perlakuan konsentrasi busa putih telur 17,5% dan lama waktu pengeringan 2 jam. Pada perlakuan tersebut *L. acidophilus* memiliki viabilitas tertinggi dibandingkan perlakuan konsentrasi dan lama pengeringan lainnya yaitu sebesar 5,1999 log cfu/gr. Tingginya viabilitas pada perlakuan ini diduga karena tingginya konsentrasi busa putih telur yang digunakan pada saat pengeringan busa serta waktu kontak *L. acidophilus* yang tidak terlalu lama dengan suhu pengeringan yang menyebabkan penetrasi panas dalam mikrokapsul sangat rendah sehingga sel *L. acidophilus* yang terenkapsulasi masih dapat bertahan.



(A) (B)

Gambar 18. (A) Foto mikroskop sebelum proses foam-mat drying
(B) Foto mikroskop setelah proses foam-mat drying

Aktivitas air (a_w) merupakan banyaknya air dalam bahan pangan yang digunakan mikroba untuk mempertahankan hidup. a_w merupakan parameter penting yang menentukan kestabilan produk selama penyimpanan. Hasil analisis a_w dari mikrokapsul kering perlakuan terbaik adalah 0.93 seperti pada Lampiran 6. Pada kisaran a_w tersebut bakteri masih dapat tumbuh dan berkembangbiak. Seperti yang dipaparkan oleh Purnomo (1995) pada nilai a_w tinggi (0,91-0,99) bakteri umumnya tumbuh dan berkembang biak, khamir dapat tumbuh pada nilai

a_w 0,87 – 0,91 sedangkan kapang lebih rendah lagi yaitu 0.80 – 0,87. Proses pemanasan pada pengeringan mikrokapsul dapat menurunkan nilai a_w mikrokapsul. Semakin tinggi nilai a_w mikrokapsul kering maka jumlah air bebas yang terdapat dalam bahan juga semakin meningkat. Tingginya jumlah air bebas dalam bahan dapat memicu hadirnya mikroorganisme perusak (Buckle *et al* 2007). Kehadiran mikroorganisme perusak pada produk mikrokapsul kering menyebabkan stabilitas produk selama penyimpanan menjadi lebih rendah yang merupakan akibat dari rusaknya lapisan penyalut mikrokapsul kering. Rusaknya lapisan penyalut mikrokapsul mengakibatkan inti mikrokapsul yang berupa sel *L. acidophilus* menjadi lebih rentan terhadap pengaruh luar seperti O_2. Dave dan Shah (1997) menyebutkan beberapa faktor yang mempengaruhi eksistensi probiotik dalam produk yaitu pH, produksi hidrogen peroksida, toksisitas oksigen (permeabilitas kemasan terhadap oksigen), suhu penyimpanan, stabilitas dalam bentuk kering atau bekunya.

5. KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa : Konsentrasi 17,5% busa putih telur menghasilkan viabilitas *L. actobacillus* yang terenkapsulasi campuran kappa dan iota karaginan sebesar 5,0820 log cfu/gr dan lama waktu pengeringan 2 jam menghasilkan viabilitas *L. actobacillus* yang terenkapsulasi campuran kappa dan iota karaginan sebesar 4,7711 log cfu/gr.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini didapatkan penggunaan konsentrasi busa putih telur dan lama pengeringan metode *foam-mat drying* memiliki viabilitas *L. acidophilus* pada 10^5 dimana hasil ini masih belum memenuhi viabilitas minimal pada produk probiotik yang ditetapkan FAO yaitu pada 10^7 sehingga dibutuhkan bahan lain dan metode pengeringan lain dalam rangka meningkatkan viabilitas dari produk mikrokapsul.

DAFTAR PUSTAKA

Adamson AW. 1982. Physical Chemistry of Surfaces. New York: Wiley Inc.

Adhikari, K., A. Mustpha dan I.U Grun. 2003. Survival and Metabolic Activity of Microencapsulated *Bifidobacterium longum* In Stirred Yogurt. J. Food Science. 68 (1): 275-280.

Afrianto, E dan E. Liviawati. 1993. Budidaya Rumput Laut dan Cara Pengolahannya. Bhratara. Jakarta. Hal 10 dan 20.

Agostoni, C., I. Axelsson, C. Bragger, , O. Goulet, B. Koletzko, K. F. Michaelsen, J. Rigo, R. Shamir, H. Szajewska, D. Turck, dan L. T. Weaver. 2004. Probiotic Bacteria in Dietetic Prodicts for Infants : An Commentary By The Esphghan Committee on Nutrition. J. Pediatr Gastroenterol Nutr. 28: 365-374.

Aguilera J.M. 1999. Microstructural Principles of Food Processing and Engineering.Second Edition. Aspen Publisher, Inc.Gaithersburg.

Anggadiredja, J. T., A. Zatnika, H. Purwanto dan S. Istini. 2006. Rumput Laut Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. Penebar Swadaya. Jakarta. 146 halaman.

Anggraini. 2004. Karaginan Apaan Sich?. Akses tanggal 15 Maret 2012 pukul 10.00 WIB. 1hal.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Analitical Chemistry.15th Edition. Virginia. p 802-840, 956-957.

Arikuntoro, S. (2002). Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek. PT Rineka Cipta. Jakarta. hal 3.

Aslan, M. 1998. Budidaya Rumput Laut. Yogyakarta: Kanisius. 89 hlm.

Atmadja, W.S., A., Kadi, Sulistijo, dan Rachmanian. 1996. Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. Puslitbang Oceanografi LIPI. Jakarta.

Augustin MA, Sanguansri L, Margetts C, dan Young B. 2001. Microencapsulation of food ingredients. J. Food Australia. 53 : p 220–223.

Axelsson, Lars. T. 1998. Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology, in Lactic Acid Bacteria edited by Salminen, S and A. Von Wright. Marcel Dekker Inc. New York. p 103-114.

Ayu, A. G. 2007. Fortifikasi Rumput *Eucheuma spinosum* untuk Pembuatan Mi Basah. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Hal 69.

Baniel, A., A. Fains dan Y. Popineau. 1997. Foaming Properties of Albumen with a Bubling Apparatus Compared with Whipping. J. Food Science. 62:377-381.

Barrow, C dan F. Shahidi. 2008. Marine Nutraceuticals dan Functional Foods. CRC Pres. Boca Raton. Page 117-119

Bertolini, A.C., A.C. Siani, dan C.R.F. Grosso. 2001. Stability of Monotepsenes Encapsulated in Gum Arabic by Spray Drying. J. Agriculture Food Chemical 49: 780-785.

Berry, R. E., C. J. Wagner, O. W. Bisset dan M. K. Veldhuis. 1972. Preparation of Instant Orange Juice by Faom Mat Drying. J. Food Science. 37 : 803-808.

Bixler, H.J., Johndro, K., dan Falshaw, R. 2001. Kappa Carrageenan: Structure dan Performance of Commercial Extract II. Performance in two simulated dairy applications. FoodHydrocolloids 15: 619-630.

Brydigyr, A.M.; Rzepecka, M.A.; dan McConnell, M.B. 1977.Characterization dan Drying of Tomato Paste Foam by Hot Air dan Microwave Energy. J. Inst. Canadian Sci. Tech.. Aliment 9: 313-9.

Chairul. 2006. Laporan Skripsi Aktivitas Antimikroba Pada Putih Telur Dari Beberapa Jenis Unggas Terhadap Bakteri Gram Positif Dan Gram Negatif. Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Institut Pertanian. Bogor. 89 hal.

Chan, E. S., dan Zhang, Z. (2002). Encapsulation of probiotic bacteria *Lactobacillus acidophilus* by direct compression.J. Food and Bioproducts Processing. 80, p 78-82.

Chapman, V. J dan D. J. Chapman. 1998. Seaweed dan Their Uses. Chapman Hall. London. 278 hal.

Chen, K., Ming-ju Chen, Je-ruei Liu, Chin-wen Lin, dan Yi Chiu. 2005. Optimization of Incorporated Prebiotics as Coating Materials for Probiotic Microencapsulation. J. Food Science. 70 (5) : 260-266.

Crouzet, J. 1998. Aromes alimentaries. In: Techniques de l'ingenieur, Agroalimentaire F 4100, 1-16, Paris.

Dave, R. I. dan Shah, N. P. 1997.Effect of Level of Starter Culture on Viability of Yoghurt dan Probiotics Bacteria in Yoghurt. J.Food Australia. 49: 164-168.

Desai, K.G.H. dan H. J. Park. 2005. Recent Developments in Microencapsulation of Food Ingredients. J. Drying Technology. 23: 1361-1394. Seoul. Korea Selatan.

Desrosier, NW. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan. Penerjemah M. Muljoharjo. UI Press. Jakarta. 614 hlm.

Distantina, S., Moh. Fahrurrozi dan Rochmadi. 2011. Carrageenan Properties Extracted From *Eucheuma cottonii*, Indonesia. J. World Academy of Science, Engineering and Technology. Vol 78. 738-742.

Distantina, S., Fadillah., YC. Danarto., Wiranti dan Moh. Fahrurrozi. 2009. Pengaruh Kondisi Proses Pada Pengolahan *Eucheuma cottonii* Terhadap Rendemen dan Sifat Gel Karaginan. Jurnal Ekuilibrium Vol. 8. No. 1: 35-40 hal.

Doty. 1986. Biotechnological and Economic Approaches to Industrial Development Based on Marine Algae in Indonesia. Workshop on Marine Algae Biotechnology. Summary Report. Washington DC: National Academic Press. p 31-34.

Fatmawati, Lilik. 2001. Laporan Skripsi Pengaruh Konsentrasi Busa dan Suhu Pengeringan Terhadap Sifat-Sifat Tepung Bubur Mangga Kweni (*Mangifera odorata* Griff). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakutltas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.68 hal.

FAO/WHO. 2002. Guidelines for The Evaluation of Probiotics in Food. Report of Joint FAO/WHO Working Group On Drafting Guidelines for The Evaluation of Probiotics in Food. London Ontario, Canada. p 1-11.

Fuller, R. 1987. A Review Probiotik In Man and Animal. J. Applied Bacteriology.66: 365-378.

Glicksman M. 1969. Gum Technology in the Food Industry. New York: .Academic Press. p 214- 224.

_____ . 1983. Food Hydrocolloids. Volume I. Florida: CRC Press Boca Raton. 207 p.

Groboillot, A., Boadi, D.K., Poncelet, D., dan Neufeld, R.J. 1994. Immobilisation of Cells for Application in the Food Industry. Crit. J. Biotechnologi. 14: 75-107.

Guisan, J.M. 2006. Immobilization of Enzymes and Cells, Second Edition. Humana Press. Totowa, New Jersey. 419 p.

Guiseley K.B, Stanley N.F, dan Whitehouse P.A. 1980. Carrageenan. Di dalam: Davids RL (editor). Hand Book of Water Soluble Gums and Resins. New York, Toronto, London: Mc Graw Hill Book Company. p 125-142.

Hakim, Arif R., Singgih W., Fifi A. dan Rosmawati Peranginangin. 2011. Pengaruh Perbandingan Air Pengekstrak, Suhu Presipitasi dan Konsentrasi KCl Terhadap Mutu Karaginan. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Vol. 6(1):1-11.

Handayani, Wresti. 2002. Laporan Skripsi Pembuatan Soyguht Kering Dengan Metode Foam-mat Drying Kajian Pengaruh Konsentasi Soyghurt : Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organolaptik. Fakultas Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 72 hal.

Heinzen C. 2002. Microencapsulation Solve Time Dependent Problems for Food Makers. J. European Food dan Drink Review 3 : 27–30.

Hustiany R. 2006. Modifikasi Asilasi dan Suksinilasi Pati Tapioka sebagai Bahan Enkapsulasi Komponen Flavor. Disertasi.Bogor : IPB.

Indriani, H dan E. Sumiarsih. 2001. Rumput Laut: Budidaya, Pengolahan, Pemasaran. Penebar Swadaya. Jakarta

Istini, S; Zatnika, A.; dan Suhaimi. 2008. Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut.https://www.kompas.com/kompascetak/0307/23/bahari/431127.htm. Diakses tanggal 15 April 2012 pukul 17.00 WIB. 1 hal.

Johnson, J.A.C., dan M.R. Etzel. 1995. Properties of *Lactobacillus helveticus* CNRZ-32 Attenuated By Sprey Drying, Freeze Drying or Freezing. J. Food Science 78: 761-768.

Kailasaphathy, K. 2002. Microencapsulation of Probiotic Bacteria: Technology dan Potential Applications. Issues Intest. J. Microbiologi. 3: 39-48.

Karim, A. A. dan Wai, C. C. 1998. Foam-mat Drying of Starfruit (*Averrhoa carambola L*) Puree, Stability and Air Drying Charactheristics. Journal of Food Chemistry (64):337-343.

King, A.H. 1995. Encapsulation of food ingredients. A review of available technology, focusing on hydrocolloids.Di dalam Risch, S.J. dan G.A. Reineccius (Eds.). Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients. American Chemical Society, Washington, D.C.

Kim, K.I., Baek, Y.J., dan Yoon, Y. H. 1996. Effects of Rehydration Media and Immobilisation in Calcium-alginate on the Survival of *Lactobacillus casei* and Bifidobacterium bifidum. Korean. J. Dairy Sci. 18: 193-198.

Kos, B., J. Suskovic., J. Frece dan S. Matosic. 2000. Effect of Protectors on the Viability of *Lactobacillus acidophilus* M92 in Simulated Gastrointestinal Conditions. J. Food technol. biotechnol. 38 (2). p 121–127.

Krasaekoopt W, Bhandari B, dan Deeth H (2003). Evaluation of Encapsulation Techniques of Probiotics for Yoghurt. J. Int Dairy. 13: 3-13.

Krishnan S, Bhosale R., dan Singhal RS. 2005. Microencapsulation of *Cardamom* Oleoresin: Evaluation of Blends of Gum Arabic, Maltodextrin and a Modified Starch as Wall Materials. J. Carbohydrate Polymers 61 : 95–102.

Kudra T. dan Ratti C. 2006.Foam-mat Drying: Energy and Cost Analyses. Canadian Biosystems Engineering, 48 (3): 27-32.

Kumalaningsih, S., Suprayogi, dan B. Yuda. 2005. Teknologi Pangan: Membuat Makanan Siap Saji. Trubus Agrisarana. 2005. Surabaya. 54 hal.

Labelle, R.L. 1984. Principles of Foam-mat Drying. J. Food Tech. 20: 89-91.

Lacroix C, Paquin C, dan Arnaud JP. 1990. Batch Fermentation With Entrapped Cells Of *Lactobacillus casei*: Optimization F The Rheological Properties Of The Entrapment Gel Matrix. Appl Microbiol Biotechnol. 32: 403-408.

Lee, J.S, L.Y lin dan C.F Yee. 2008. Effect of K+, Ca2+ dan Na+ on Gelling Properties of *Eucheuma cottonii*. J. Sains malaysiana 37(1)(2008): 71-77.

Legowo, A. M, Soepardie, R. Miranda, I.S.N. Anisa, dan Y. Rohidayah. 2002. Pengaruh perendaman daging pra kyuring dalam jus daun sirih terhadap ketengikan dan sifat organoleptik dendeng sapi selama penyimpanan. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 13, (1):64-69.

Lian. W.C, H.C. Hsio, dan C.C. Chou. 2002. Survival of *Bifidobacterium longum* after spray drying. J. Food Microbiology 74: 79-86.

Lomakina, K. dan Mikova, K. 2005. A Study of the factors affecting the foaming properties of egg white – a review. Journal of Food Science. Vol. 24, p. 110-118.

Luthfy, S. 1988. Mempelajari Ekstraksi Karaginan dengan Metode Semi Refined dari *Eucheuma cottonii*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Madene A, Jacquot M., Scher J, Desobry S. 2006. Flavour encapsulation and controlled release –a review. J. Food Sci and Technol. 41 : 1–21

McNamee, B.F., O'Riodan, E.D., dan O'Sullivan, M. 1998. Emulsification and microencapsulation properties of gum arabic. Journal of Agricultural dan Food Chemistry, 46, 4551-4555.

Mortazavian, A., S.H. Razavi., M.R. Ehsani dan S. Sohrabvandi. 2007. Principles dan Methods of Microencapsulation of Probiotic Microorganisms. Department of Food Science dan Engineering, Faculty of Biosystem Engineering, Campus of Agriculture, University of Tehran. Iran. Irania Journal of Biotechnologi:5 (1). p 1-14.

Mulyoharjo, M. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan (Terjemahan dari Desrosier N.W.). Universitas Indonesian Press. Jakarta.

Nadezul, H., dan M., Iskandar. 2008. Menyehatkan Usus Dengan Bakteri. Lembaga Pangan dan Gizi. Jakarta.

Nindyaning, R. 2007. Potensi Rumput Laut. www.rumputlaut.org. Diakses tanggal 15 Maret 2012 pukul 17.00 WIB.1 hal.

Parenrengi, A, E Suryati, dan R Syah. 2007. Penyedian Benih Dalam Menunjang Kebun Bibit Dan Budi Daya Rumput Laut, *Eucheuma cottonii* Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Sulawesi Selatan.52 hal.

Parvez, S., K.A. Malik., S. Ah Kang dan H.Y. Kim. 2006. Probiotics dan their fermented food products are beneficial for health. Journal of Applied Microbiology.

Phillip G.O dan P.A William. 2001. Handbook of Hydrocolloids, Woodhead Publishing, CRC Press Boca Rotan Boston New York Washington, DC.

Purnomo, H. 1995. Aktivitas Air dan Peranannya Dalam Pengawetan Pangan. Universitas Indonesian Press. Jakarta.

Putri, Dwi R., Dewanti W., D.W. Ningtyas. 2008. Produksi Biolaktat Kering Kultur Campuran *Lactobacillus sp* dan *Saccaromyces cereviceae*. Jurnal Teknologi Pertanian.Vol 9. No 2. 138-149.

Ramaswamy, H. dan Marcotte, M. 2006. Food Processing Principles and Applications. Bocca Raton: CRC Press. p 295-296.

Ratti C. dan Kudra T. 2006. Drying of Foamed Biological Materials: Opportunities dan Challenges. J.Drying Technology. 24, 1101-1108.

Ray, B. 1996. Fundamental Food Microbiology. CRC Press. Bocaraton

Ray, B. 2005. Third Edition Fundamental Food Microbiology. CRC Press. Boca Rotan. p. 212-213.

Rizqiati, H., Betty Sri L. J., Novik Nurhidayat, dan Caecilla Nurwiitri. 2005. Ketahanan dan Viabilitas *Lactobacillus plantarum* yang Dienkapsulasi dengan Susu Skim dan Gum Arab Setelah Pengeringan dan Penyimpanan. Animal Production ISSN. No. 3(10).hal 179-187.

Romanoff, A. L. dan A. J. Romanoff. 1963. The Avian Eggs. John Willey and Sons, Inc , New York.

Rosalita, Yuanan Nova. 2008. Emulsifikasi untuk Mikroenkapsulasi Propranolol Hidroklorida Dengan Penyalut Alginat. Laporan Skripsi Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.IPB. Bogor. 10 hal.

Samadi. 2008. Probiotik Pengganti Antibiotik Dalam Pakan Ternak. http://www.ppi-goettingen.de/mimbar/kliping/probiotik.html. Diakses tanggal 5 April 2008 pukul 18.00 WIB. 1 hal.

Shah, N.P. 2000. Symposium: Probiotic Bacteria, Selective Enumeration and Survival in Diary Foods. J. Diary Sci. 3 (4) 894-907.

Sheu TY, dan Marshall RT. 1993. Microentrapment of *Lactobacilli* in Calcium Alginate Gel. J Food Sci. 54: 557-561.

Shurtleff, William dan Akiko Ayogi. 2012. History of Natto and Its Relatives 1405-2012. Soyinfo Center. USA. p 492.

Soetomo, B. 1994. Manfaat Rumput Laut, Cegah Kanker dan Antioksidan Rumput Laut Bahan pangan Lezat Multi Khasiat. http://www.blogger.com/nextblog?navBar=true. Diakses tanggal 15 April 2009 pukul 17.00 WIB.

Soottitantawat A, Yoshii H, Furuta T, Ohkawara M, P Forsell dan R. Partanen. 2004. Effect of Water Activity On The Release Characteristics dan Oxidative Stability of *D limonene* Encapsulated by Spray Drying. J of Agric Food Chem. 52:1269-1276.

Stanley, N. 1987. Production, Properties and Uses of Carrageenan, pp. 116-146. In FAO, 1987.

Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta. 111 halaman.

Sujatmiko, W. 1993.Peningkatan Produksi Eksport dan Teknologi Peoses Dalam Rangkan Industrialisasi Rumput Laut. Iptek Kemajuan Bangsa. hal 939.

Surachmad,W. 1994. Pengantar Penelitian Dasar. Tarsito. Bandung

Surono, I.S. 2004. Probiotik, Susu Fermentasi dan Kesehatan. YAPMMI. Jakarta. 57 hal.

Suryaningrum, T.D. 1998. Sifat-Sifat Mutu Komoditi Rumput Laut *Eucheuma cottoni* dan *Eucheuma spinosum*.IPB Bogor. Bogor. hlm 23-34.

Suryaningrum TD, Soekarto ST, Manulang M. 1991. Identifikasi dan sifat fisika kimia karaginan. Kajian Mutu Komoditas Rumput Laut Budidaya Jenis *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*. Jurnal Penelitian Pasca Panen Perikanan. No. 69.hlm 35 – 46.

Suryaningrum, T.D dan B.S.B Utomo.2002. Petunjuk Analisis Rumput Laut dan Hasil Olahannya. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Perikanan dan Kelautan. Jakarta.

Suryaningrum, T.D., J. Basmal dan Nurochmawati. 2005. Studi Pembuatan Edible Film Dari Karaginan. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Hal 11.

Sutinah. 2003. Optimalisasi Konsentrasi Susu Tempe Dan pH Terhadap Viabilitas Bakteri Probiotik Pada Frozen Yogurt. Laporan Skripsi Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 80 hal.

Tari, TA., dan Singhal RS. 2002. Starch Based Spherical Aggregates: Reconfirmation of the Role of Amylose on the Stability of a Model Flavouring Compound, Vanillin. J.Carbohydrates Polymers 50 : 279–282.

Tien. 2009. Pembuatan Biokapsul. Mediaku Minggu, 2009 Maret 08. http://thuminamlea.blogspot.com/2009/03/pembuatan-biokapsul-ii.html. University or Maryland Madical Center. *Lactobacillus acidophilus*. Diakses Diakses tanggal 15 Maret 2012 pukul 17.00 WIB.1 hal.

Truelstrup-Hansen L, Allan-wojtas PM, Jin YL, dan Paulson AT. 2002. Survival of Free and Calcium-Alginate Microencapsulated *Bifidobacterium spp*. in Simulated Gastrointestinal Conditions. J.Food Microbiol. 19: 35-45.

Uy, F.S., Easteal, A.J., dan Fard, M.M. 2005. Seaweed Processing Using Industrial Single-mode Cavity microwave heating: a preliminary investigation. Carbohydrate Research, 340, 1357-1364.

Van Arisandel, WBS, J Copley dan A Morgan. 1973. Food Dehydration. Sevond Edition Vol 1 (Drying Method and Phenomena). The Avi Publishing Company Inc Westport. Amerika.

Widyastuti, Theresia Endang dan Ignasius Srianta. 2011. DevelOpmeNT Of Functional Drink Based on Foam-Mat Dried Papaya (*Carica papaya l.*): Optimisation of Foam-Mat Drying Process dan Its Formulation. J. Food, Nutrition and Pablic Health Vol. 4 (2): 167-175.

Widyastuti, Sri. 2010. Sifat Fisik dan Kimiawi Karagenan Yang Diekstrak Dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dan *E. spinosum* Pada Umur Panen Yang Berbeda. Jurnal Agroteksos Vol. 20 (1): 41-50.

Wikipedia. 2005. Rumput Laut *E. spinosum*. Http://www.wikipedia.com/10958990/*E_Spinosum*_Seaweed.html. Diakses pada tanggal 23 Maret 2010. 1 hal.

_____. 2012. *Lactobacillus acidophilus*. Http://wikipedia.com/07/01/2012/*Lactobacillus-acidophilus*.html. Diakses pada tanggal 07 Januari 2012. 1 hal.

Winarno, F. G. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.112 hal.

Wirakartakusuma, K. Abdullah, dan A. Syarif. 1992. Sifat-sifat Pangan. Depertemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Yitnosumarto, S. 1993. Percobaan Analisis dan Interpretasinya. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 299 hal.

Yulinery, T., Eko Yulianto, dan Novik Nurhidayat. 2006. Uji Fisiologis Probiotik *Lactobacillus sp*. Mar 8 yang Dienkapsulasi dengan Menggunakan Spray Dryer untuk Menurunkan Kolesterol. Biodiversitas Vol 7(2):118-122.

Zatnika, A. 1993. Kumpulan Kliping Rumput Laut. Pusat Informasi Pertanian Trubus. Jakarta

Zubaedah, E., Joni Kusnadi, dan Ima Andriastuti. 2003. Pembuatan Laru Yoghurt Dengan Metode Foam-Mat Drying. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. 14 (3): 258-261.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Viabilitas *Lactobacillus acidophilus* pada Berbagai Konsentrasi Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan

- **Koloni *Lactobacillus acidophilus* (cfu/gr)**

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Konsentrasi (%)	Lama pengeringan (jam)	1	2	3		
12,5	2	4.04139	4.00000	4.56820	12.60959	4.20320
	3	4.00000	3.95904	4.00000	11.95904	3.98635
	4	3.95904	3.88081	3.77815	11.61800	3.87267
15	2	4.90309	4.92428	4.90309	14.73046	4.91015
	3	4.75587	4.85733	4.70363	14.31683	4.77228
	4	4.07918	4.43136	4.30103	12.81157	4.27052
17,5	2	5.11394	5.23045	5.25528	15.59967	5.19989
	3	5.00000	5.07918	5.11394	15.19312	5.06437
	4	4.99564	5.04139	4.90849	14.94552	4.98184

- **Analisis Data**

```
Welcome to Minitab, press F1 for help.
```

General Linear Model: Viabilitas (versus Konsentrasi , Lama pengeringan)

```
Factor                    Type   Levels  Values
Konsentrasi (%)           fixed       3  12.5, 15.0, 17.5
Lama pengeringan (jam)    fixed       3  2, 3, 4


Analysis of Variance for Viabilitas (log cfu/gr), using Adjusted SS for
Tests

Source                    DF   Seq SS   Adj SS   Adj MS       F      P
Konsentrasi (%)            2  5.12810  5.12810  2.56405  143.54  0.000
Lama pengeringan (jam)     2  0.71311  0.71311  0.35656   19.96  0.000
Konsentrasi (%)*           4  0.20870  0.20870  0.05217    2.92  0.050
  Lama pengeringan (jam)
Error                     18  0.32153  0.32153  0.01786
Total                     26  6.37144


S = 0.133652   R-Sq = 94.95%   R-Sq(adj) = 92.71%

Least Squares Means for Viabilitas (log cfu/gr)

Konsentrasi                 Mean  SE Mean
12.5                       4.021  0.04455
15.0                       4.651  0.04455
17.5                       5.082  0.04455
Lama pengeri
2                          4.771  0.04455
3                          4.608  0.04455
4                          4.375  0.04455
```

```
Konsentrasi *Lama pengeri
12.5          2              4.203  0.07716
12.5          3              3.986  0.07716
12.5          4              3.873  0.07716
15.0          2              4.910  0.07716
15.0          3              4.772  0.07716
15.0          4              4.271  0.07716
17.5          2              5.200  0.07716
17.5          3              5.064  0.07716
17.5          4              4.982  0.07716
```

One-way ANOVA: Viabilitas (log cfu/gr) versus Konsentrasi Busa Putih Telur (%)

```
Source            DF       SS       MS      F      P
Konsentrasi (%)    2  1.70937  0.85468  164.57  0.000
Error              6  0.03116  0.00519
Total              8  1.74053

S = 0.07206   R-Sq = 98.21%   R-Sq(adj) = 97.61%


                          Individual 95% CIs For Mean Based on
                          Pooled StDev
Level  N    Mean   StDev  --------+---------+---------+---------+-
12.5   3  4.0207  0.0863  (--*--)
15.0   3  4.6510  0.0802            (--*--)
17.5   3  5.0820  0.0413                      (--*--)
                          --------+---------+---------+---------+-
                               4.20      4.55      4.90      5.25

Pooled StDev = 0.0721

Grouping Information Using Fisher Method

Konsentrasi(%)         N    Mean    Grouping
17.5                   3   5.0820    A
15.0                   3   4.6510      B
12.5                   3   4.0207        C


Fisher 95% Individual Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of Konsentrasi (%)

Simultaneous confidence level = 89.08%

Konsentrasi (%) = 12.5 subtracted from:

Konsentrasi
(%)      Lower  Center   Upper   --+---------+---------+---------+-------
15.0    0.4863  0.6302  0.7742                        (--*-)
17.5    0.9173  1.0613  1.2053                                (--*--)
                                 --+---------+---------+---------+-------
                                 -0.50      0.00      0.50      1.00


Konsentrasi (%) = 15.0 subtracted from:

Konsentrasi
(%)     Lower  Center   Upper   --+---------+---------+---------+-------
17.5    0.2871  0.4310  0.5750                   (--*--)
                                 --+---------+---------+---------+-------
                                  -0.50      0.00      0.50      1.00
```

One-way ANOVA: Viabilitas (log cfu/gr) versus Lama Pengeringan (jam)

```
Source                  DF       SS       MS      F      P
Lama Pengeringan (jam)   2  0.23770  0.11885  18.33  0.003
Error                    6  0.03890  0.00648
Total                    8  0.27660

S = 0.08052   R-Sq = 85.94%   R-Sq(adj) = 81.25%

                            Individual 95% CIs For Mean Based on
                            Pooled StDev
Level  N    Mean   StDev  ----+---------+---------+---------+-----
2      3  4.7711  0.1204                            (------*------)
3      3  4.6077  0.0233                  (------*------)
4      3  4.3750  0.0664  (------*-------)
                           ----+---------+---------+---------+-----
                             4.32      4.48      4.64      4.80

Pooled StDev = 0.0805

Grouping Information Using Fisher Method

Lama Pengeringan(jam)        N     Mean    Grouping
2                            3   4.77108    A
3                            3   4.60767      B
4                            3   4.37501        C

Fisher 95% Individual Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of Lama Pengeringan (jam)

Simultaneous confidence level = 89.08%

Lama Pengeringan (jam) = 2 subtracted from:

Lama Pengeringan (jam)          Lower    Center     Upper
3                           -0.32428   -0.16341   -0.00254
4                           -0.55694   -0.39607   -0.23520

LamaPengeringan
(jam)         --+---------+---------+---------+-------
  3                     (-----*------)
  4           (-----*------)
              --+---------+---------+---------+-------
            -0.50     -0.25      0.00      0.25


Lama Pengeringan (jam) = 3 subtracted from:
Lama
Pengeringan(jam)           Lower     Center     Upper
4                        -0.39353   -0.23266   -0.07179

LamaPengeringan
(jam)         --+---------+---------+---------+-------
    4               (------*-----)
              --+---------+---------+---------+-------
            -0.50     -0.25      0.00      0.25
```

Lampiran 2. Kadar Air Mikrokapsul *Lactobacillus acidophilus* pada Berbagai Konsentrasi Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan

- **Kadar Air Mikrokapsul *L. acidophilus* Kering**

Konsentrasi (%)	Lama Pengeringan (jam)	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
12,5	2	13.2	14	13.6	13.60
	3	12.6	12.7	12.3	12.53
	4	10	11.5	10.6	10.70
15	2	11.5	10.2	11.2	10.97
	3	10.2	8.8	9.8	9.60
	4	8.7	8.5	9.3	8.83
17,5	2	9.7	8.9	8.2	8.93
	3	8.5	7.8	8	8.10
	4	7.6	5.7	7.3	6.87

- **Analisis Data**

General Linear Model: Kadar Air (%) versus Konsentrasi , Lama Pengeringan

```
Factor                  Type   Levels  Values
Konsentrasi (%)         fixed       3  12.5, 15.0, 17.5
Lama Pengeringan (jam)  fixed       3  2, 3, 4


Analysis of Variance for Kadar Air (%), using Adjusted SS for Tests

Source                   DF   Seq SS  Adj SS  Adj MS       F      P
Konsentrasi (%)           2   84.259  84.259  42.129  103.41  0.000
Lama Pengeringan (jam)    2   25.259  25.259  12.629   31.00  0.000
Konsentrasi (%)*          4    1.144   1.144   0.286    0.70  0.601
  Lama Pengeringan (jam)
Error                    18    7.333   7.333   0.407
Total                    26  117.994


S = 0.638285   R-Sq = 93.78%   R-Sq(adj) = 91.02%

Least Squares Means for Kadar Air (%)

Konsentrasi                  Mean  SE Mean
12.5                       12.278   0.2128
15.0                        9.800   0.2128
17.5                        7.967   0.2128
Lama Pengeri
2                          11.167   0.2128
3                          10.078   0.2128
4                           8.800   0.2128
```

```
Konsentrasi *Lama Pengeri
12.5          2              13.600   0.3685
12.5          3              12.533   0.3685
12.5          4              10.700   0.3685
15.0          2              10.967   0.3685
15.0          3               9.600   0.3685
15.0          4               8.833   0.3685
17.5          2               8.933   0.3685
17.5          3               8.100   0.3685
17.5          4               6.867   0.3685
```

One-way ANOVA: Kadar Air (%) versus Konsentrasi (%)

```
Source            DF      SS      MS       F      P
Konsentrasi (%)    2    28.086   14.043   52.35  0.000
Error              6    1.610    0.268
Total              8    29.696

S = 0.5179   R-Sq = 94.58%   R-Sq(adj) = 92.77%

                          Individual 95% CIs For Mean Based on
                          Pooled StDev
Level  N    Mean  StDev  --+---------+---------+---------+-------
12.5   3  12.278  0.411                                (----*----)
15.0   3   9.800  0.549                    (----*----)
17.5   3   7.967  0.578  (----*----)
                          --+---------+---------+---------+-------
                          7.5       9.0      10.5      12.0
Pooled StDev = 0.518

Grouping Information Using Fisher Method

Konsentrasi
(%)          N     Mean  Grouping
12.5         3  12.2778  A
15.0         3   9.8000    B
17.5         3   7.9667      C

Fisher 95% Individual Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of Konsentrasi (%)
Simultaneous confidence level = 89.08%

Konsentrasi (%) = 12.5 subtracted from:
Konsentrasi
(%)            Lower   Center    Upper
15.0         -3.5126  -2.4778  -1.4430
17.5         -5.3459  -4.3111  -3.2763

Konsentrasi(%)            -+---------+---------+---------+--------
15.0                              (---*---)
17.5                       (---*---)
                           -+---------+---------+---------+--------
                          -5.0      -2.5       0.0       2.5

Konsentrasi (%) = 15.0 subtracted from:
 Konsentrasi
(%)            Lower   Center    Upper
17.5         -2.8681  -1.8333  -0.7985

Konsentrasi
(%)            -+---------+---------+---------+--------
17.5                       (---*---)
               -+---------+---------+---------+--------
             -5.0      -2.5       0.0       2.5
```

One-way ANOVA: Kadar Air (%) versus Lama Pengeringan (jam)

```
Source                  DF      SS      MS      F      P
Lama Pengeringan (jam)   2  8.4195  4.2098  51.82  0.000
Error                    6  0.4874  0.0812
Total                    8  8.9069

S = 0.2850   R-Sq = 94.53%   R-Sq(adj) = 92.70%

                           Individual 95% CIs For Mean Based on
                           Pooled StDev
Level  N    Mean  StDev  -----+---------+---------+---------+----
2      3  11.167  0.260                                (----*----)
3      3  10.078  0.336                   (----*----)
4      3   8.800  0.252  (----*----)
                          -----+---------+---------+---------+----
                             8.80      9.60     10.40     11.20

Pooled StDev = 0.285

Grouping Information Using Fisher Method

Lama
Pengeringan
(jam)          N     Mean  Grouping
2              3  11.1667  A
3              3  10.0778    B
4              3   8.8000      C


Fisher 95% Individual Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of Lama Pengeringan (jam)

Simultaneous confidence level = 89.08%


Lama Pengeringan (jam) = 2 subtracted from:

Lama Pengeringan(jam)          Lower    Center     Upper
       3                     -1.6583   -1.0889   -0.5195
       4                     -2.9361   -2.3667   -1.7972

Lama Pengeringan
(jam)          ----+---------+---------+---------+-----
   3                     (----*----)
   4           (---*----)
               ----+---------+---------+---------+-----
                -2.4      -1.2       0.0       1.2


Lama Pengeringan (jam) = 3 subtracted from:

Lama Pengeringan (jam)       Lower    Center   Upper
4                           -1.8472  -1.2778   -0.7083

Lama Pengeringan
(jam)          ----+---------+---------+---------+-----
4                     (---*----)
               ----+---------+---------+---------+-----
                -2.4      -1.2       0.0       1.2
```

Lampiran 3. Data Analisis a_w Pada Perlakuan Terbaik

Sampel mikrokapsul	a_w
Konsentrasi 17,5% putih telur dengan lama pengeringan selama 2 jam	0,93

repository.ub.ac
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 4. Proses Pembuatan *Refine* Karaginan Campuran Kappa dan Iota

1. Penimbangan rumput laut

2. Pemanasan rumput laut pada suhu ± 90°C selama ± 30 menit

3. Penghalusan rumput laut selama ± 1 menit

4. Pasta rumput laut

5. Proses ekstraksi dengan KOH 6% dan $Ca(OH)_2$ 6% suhu ± 80°C selama ± 2 jam, ± 1,5 jam.

6. Proses penetralan dengan HCl

7. Penyaringan filtrat

8. Filtrat yang telah ditambahkan larutan KCl 1,5%

9. Pengeringan karaginan suhu ± 60°C

Lampiran 5. Proses Pembuatan Mikroenkapsulasi *L. acidophilus* Metode Emulsi

1.Proses preparasi bahan-bahan

2. Larutan KCl 3,9 M

3. Pemanasan minyak pada suhu ± 40°C

4. Proses pencapuran sol karaginan dan suspensi bakteri 10 mL

5. Penambahan KCl 3,9 M

6. Hasil setelah ditambah KCl 3,9 M

7. Proses pemasukan mikrokapsul dalam cuvet

8. Proses sentrifus

9. Pemanenan mikrokapsul

10. Proses pencucian dengan KCl 3,9M sebanyak 2 kali

11. Hasil Mikrokapsul yang telah diperas

Lampiran 6. Proses Pengeringan Mikrokapsul dengan Metode *Foam-mat Drying*

1. Telur ayam

2. Putih telur ayam

3. Dikocok dengan *mixer* selama ± 2 menit

4. Dikocok hingga membentuk busa

5. Busa putih telur ditimbang

6. Sampel mikrokapsul yang akan dilapisi busa putih telur

7. Sampel mikrokapsul yang telah dilapisi busa putih telur

8. Proses pengeringan dengan oven suhu ± 45°C

Lampiran 7. Proses Uji Viabilitas *Lactobacillus acidophilus*

1. Penimbangan sampel mikrokapsul

2. Na-fis 0,9% steril + sampel

3. Proses *vortex*

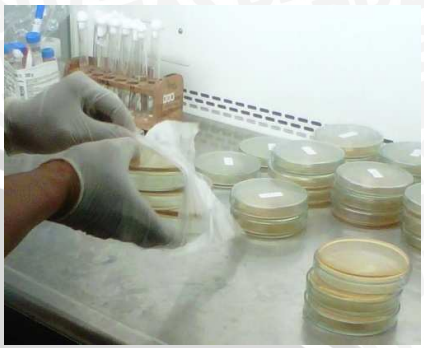
4. Proses pengenceran

5. Media MRSA

6. Proses penanaman

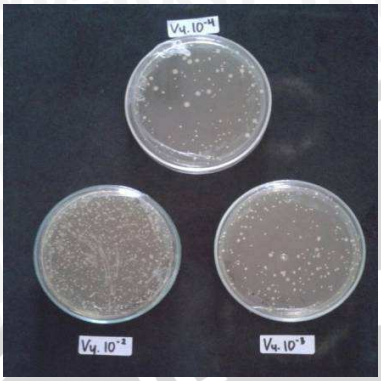
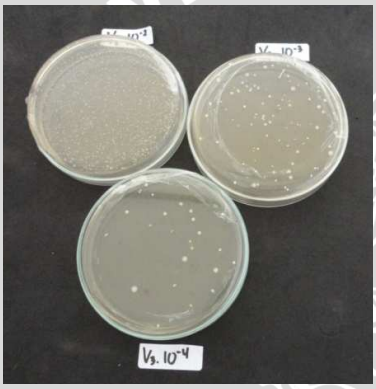
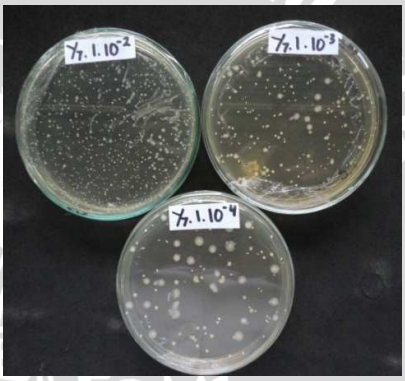
7. Proses pemberian media ± 15-20 mL

8. Proses pemadatan media penanaman



9. Pembungkusan cawan petri untuk diinkubasi

repository.ub.ac
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 8. Gambar Koloni *Lactobacillus acidophilus*

Ulangan 1	Ulangan 2