

**PENGARUH PENAMBAHAN MIKROKAPSUL PROBIOTIK PADA MI INSTAN
LELE UBI JALAR UNGU (*Ipomea batatas*) DALAM KONDISI LARUTAN
SIMULASI SALURAN PENCERNAAN TERHADAP VIABILITASNYA**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**OLEH :
NITA MARSHA KRISTANTI
NIM. 105080300111034**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2015

**PENGARUH PENAMBAHAN MIKROKAPSUL PROBIOTIK PADA MI INSTAN
LELE UBI JALAR UNGU (*Ipomea batatas*) DALAM KONDISI LARUTAN
SIMULASI SALURAN PENCERNAAN TERHADAP VIABILITASNYA**

SKRIPSI

PROGRAM STUDI HASIL PERIKANAN

JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

NITA MARSHA KRISTANTI

NIM. 105080300111034



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**PENGARUH PENAMBAHAN MIKROKAPSUL PROBIOTIK PADA MI INSTAN
LELE UBI JALAR UNGU (*Ipomea batatas*) DALAM KONDISI LARUTAN
SIMULASI SALURAN PENCERNAAN TERHADAP VIABILITASNYA**

Oleh
NITA MARSHA KRISTANTI
NIM.105080300111034

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal 27 Mei 2015
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

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

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dr.Ir.Dwi Setijawati, M.Kes
NIP.19611022 198802 2 001
Tanggal

Dosen Pembimbing II

Dr.Ir. M. Firdaus, MP
NIP.19680919 200501 1 001
Tanggal

Mengetahui

Ketua Jurusan MSP

Dr.Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi) maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, Mei 2015

Nita Marsha K

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Tuhan penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus atas berkat serta penyertaannya penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan sebaik mungkin. Penulisan Laporan Skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penyelesaian Laporan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada

1. Mama Enny dan Papa Wahyu orang tua yang begitu hebat, yang dengan setulus hati mendukung dan tiada henti mendoakan selama ini. Terima kasih untuk pengorbanan yang tak ternilai besarnya.
2. Ibu Dr.Ir. Dwi Setijawati, M.Kes selaku dosen pembimbing 1 yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan dan kepercayaan untuk mahasiswanya agar dapat menjadi sarjana yang bermanfaat di kemudian hari.
3. Bapak Dr.Ir. M. Firdaus, MP selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan pengarahan kepada mahasiswanya. Terima kasih atas kesabarannya dan kesediaan waktu yang diberikan selama ini.
4. Pandu Primasatya, suami yang selalu mendukung dan mendoakan. Terima kasih atas pengertian dan kesabarannya.
5. Anabelle Mikhaela tersayang, terima kasih atas semangat dan pengertiannya. Anak hebat yang tidak pernah rewel dan selalu sehat.

6. Ariyani Prihastuti, partner terbaik yang selalu ada dari penelitian dimulai hingga saat ini. Semoga persahabatan ini masih terjaga sampai kapanpun.
7. Tim ME 2010 (Rakhlisya, Dio, Riska dan Arif), terima kasih atas kerjasamanya.
8. Alifia Mega, sahabat terbaik selama menjalani masa kuliah dan sampai kapanpun. Terima kasih untuk waktu dan bantuan yang diberikan selama ini.
9. Umi Sulifah, Faizatul Muniroh, Tri Wahyuni, Lutfi Ni'matus, Melida Khatma, Astri, Putri, Amalia kalian teman-teman terbaikku yang selalu memberikan dukungan dalam suka dan duka.
10. Warga THP 2010 tercinta, terima kasih telah menjadi bagian penting dalam hidupku selama menjalani masa kuliah dan semoga persaudaraan kita tetap terjalin sampai kapanpun.
11. Semua pihak yang telah membantu proses skripsi dari awal hingga akhir. Bantuan sekecil apapun sangat berharga hingga terselesaikannya Laporan Skripsi ini.
Laporan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap agar laporan ini bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Mei 2015

Penulis

RINGKASAN

NITA MARSHA KRISTANTI. Pengaruh Penambahan Mikrokapsul Probiotik pada Mi Instan Lele Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas*) dalam Kondisi Larutan Simulasi Saluran Pencernaan terhadap Viabilitasnya. Dibawah bimbingan Dr.Ir. Dwi Setijawati, M.Kes dan Dr.Ir. M. Firdaus, MP.

Mi instan merupakan makanan favorit di Indonesia. Mi instan secara umum terbuat dari tepung terigu yang merupakan produk pertanian Indonesia (Yusmarini *et al.*, 2013). Mi instan didefinisikan sebagai produk makanan kering yang dibuat dari tepung terigu dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain, siap dihidangkan setelah dimasak atau diseduh dengan air mendidih. Pada pembuatannya dibutuhkan proses yaitu pembentukan, pengukusan dan pengeringan (Astawan, 2004). Dalam rangka meningkatkan nilai fungsional mi instan dilakukan penambahan probiotik. Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang ditambahkan pada makanan karena memberi keuntungan dengan cara meningkatkan keseimbangan mikrobial. Probiotik yang banyak digunakan adalah *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*. Akan tetapi beberapa laporan mengindikasikan bahwa bakteri probiotik memiliki daya tahan yang rendah pada produk makanan dikarenakan proses pengolahan menggunakan suhu tinggi. Probiotik juga mengalami penurunan viabilitas pada kondisi saluran pencernaan.

Standar internasional (*International Dairy Federation*) mengharuskan produk probiotik yang layak mengandung 10^7 log CFU/g. Namun, banyak produk yang gagal memenuhi standar ini ketika mereka dikonsumsi. Hal ini disebabkan oleh kematian sel-sel probiotik dalam produk makanan (Manojlović *et al.*, 2010). Produk yang dikonsumsi harus melewati pH lambung dan pH usus sehingga viabilitas probiotik mengalami penurunan bahkan kematian.

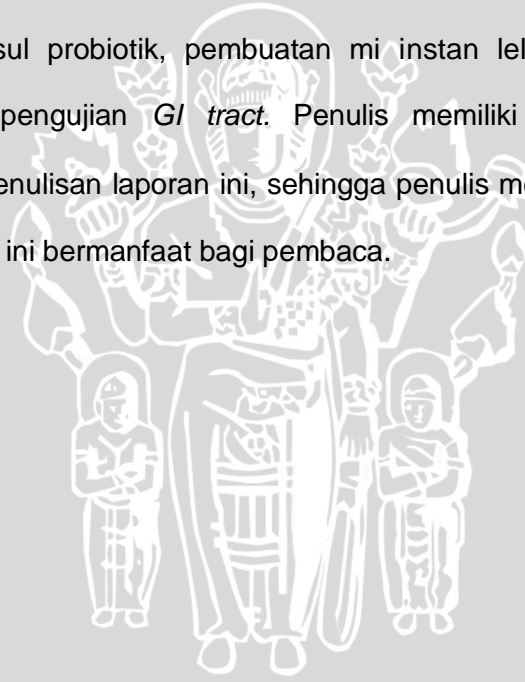
Penelitian yang sudah dilakukan oleh Irmawan (2014), melaporkan bahwa viabilitas *L. acidophilus* terkapsulat dalam campuran kappa dan iota karagenan yang ditambahkan pada mi instan lele ubi jalar ungu sebesar $6,15$ log CFU/g. Pada proses penggorengan suhu yang digunakan adalah 120°C . Menurut Wahyudi (2007), salah satu proses pembuatan mi instan adalah dikeringkan dengan cara digoreng, yang mana dengan suhu 140°C hingga 150°C selama 60 sampai 120 detik. Tujuan pemasakan adalah untuk membunuh bakteri pembusuk dan patogen, dan menghasilkan produk yang aman dengan umur simpan yang panjang,

Penelitian ini terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana. Variabel bebas yang diberikan berupa kondisi pH larutan simulasi saluran pencernaan (*GI tract*). Ada tiga perlakuan yaitu pada pH 2, pH 7 dan pH 2 hingga 7.

Hasil ANOVA dari uji viabilitas *L. acidophilus* terkapsulat yang ditambahkan pada mi instan lele ubi jalar ungu dalam kondisi simulasi saluran pencernaan menunjukkan bahwa antar perlakuan berbeda nyata. Viabilitas tertinggi didapatkan pada mi instan lele ubi jalar ungu dengan penambahan *L. acidophilus* terkapsulat dalam pengujian *gastric tract* pada pH 2 sebesar $4,4$ log CFU/g dan pada pengujian *intestinal tract* sebesar $3,7$ log CFU/g.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas kasih dan penyertaanNya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul Pengaruh Penambahan Mikrokapsul Probiotik pada Mi Instan Lele Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas*) dalam Kondisi Larutan Simulasi Saluran Pencernaan terhadap Viabilitasnya. Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Pada laporan ini penulis menyajikan proses pembuatan src karaginan, pembuatan mikrokapsul probiotik, pembuatan mi instan lele ubi jalar ungu, pengujian viabilitas, pengujian *G/ tract*. Penulis memiliki kekurangan dan keterbatasan dalam penulisan laporan ini, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran agar tulisan ini bermanfaat bagi pembaca.



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Waktu dan Tempat Penelitian.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Probiotik	4
2.1.1 <i>Lactobacillus acidophilus</i>	5
2.1.2 <i>Bifidobacterium bifidum</i>	6
2.2 Enkapsulasi	8
2.3 Karaginan	10
2.3.1 Kappa.....	11
2.3.2 Iota.....	12
2.4 Mi instan.....	13
2.4.1 Cara pembuatan mi instan.....	15
2.5 <i>Gastrointestinal tract (GI tract)</i>	16
2.5.1 Lambung	17
2.5.2 Usus.....	18
2.5 Viabilitas Probiotik	18
3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Materi Penelitian.....	20
3.2.1 Bahan Penelitian	21
3.2.2 Alat Penelitian	21
3.3 Metode Penelitian	22
3.4 Tahap Penelitian	22

3.4.1 Penelitian Pendahuluan.....	22
3.4.2 Rancangan Penelitian dan Teknik Analisis Data.....	23
3.5 Prosedur Kerja Penelitian Pendahuluan	24
3.5.1 Pembuatan <i>Semi Refined Carageenan</i> (SRC) Kappa dan Iota.	24
3.5.2 Pembuatan Mikrokapsul dengan Metode Gel Partikel <i>Foam mat</i>	24
3.5.3 Pembuatan Mi Instan Lele Ubi Jalar Ungu.....	25
3.5.4 Pembuatan Mi Instan lele Ubi Jalar Ungu yang difortifikasi dengan <i>L. acidophilus</i> dan <i>B. bifidum</i>	25
3.5.5 Pengujian viabilitas <i>L. acidophilus</i> dan <i>B. bifidum</i>	26
3.6 Prosedur Kerja Penelitian Utama	26
3.6.1 Uji viabilitas mi instan lele ubi jalar ungu dengan penambahan mikrokapsul <i>L. acidophilus</i> dengan penyalut kappa dan iota SRC pada kondisi pH saluran pencernaan secara in vitro.....	26
3.7 Analisa Pengujian.....	27
3.7.1 Kadar Air	28
3.7.2 <i>Cooking Loss</i>	29
3.7.3 <i>Elongasi</i>	29
3.7.4 Viabilitas Probiotik	29
4. PEMBAHASAN	
4.1 Penelitian Pendahuluan.....	30
4.1.1 Spektra FT-IR SRC <i>E. cottonii</i> dan <i>E. spinosum</i>	30
4.1.2 Kadar Air	31
4.1.3 <i>Cooking Loss</i>	32
4.1.4 <i>Elongasi</i>	34
4.1.6 Uji pembeda	35
4.1.7 Viabilitas	36
4.2 Penelitian Utama	37
4.2.1 Viabilitas	37
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>L. acidophilus</i>	5
2. <i>B. bifidum</i>	7
3. Sistem Perlindungan Enkapsulasi.....	8
4. Jenis-jenis karaginan.....	11
5. Struktur kappa karaginan.....	12
6. Struktur Iota Karaginan.....	13
7. Spektra FT-IR <i>E. cottoni</i> dan <i>E. spinosum</i>	29
8. Kadar air mi instan dengan penambahan probiotik yang berbeda.....	31
9. <i>Cooking loss</i> mi instan dengan penambahan probiotik yang berbeda.....	32
10. <i>Elongasi</i> mi instan dengan penambahan probiotik yang berbeda.....	33
11. Pembeda mi instan dengan penambahan probiotik yang berbeda.....	34
12. Viabilitas probiotik yang berbeda dalam mi instan.....	35
13. Viabilitas <i>L. acidophilus</i> dalam simulasi saluran pencernaan.....	36



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komponen mikroflora dalam usus manusia	19
2. Model rancangan percobaan dalam penelitian pendahuluan	22
3. Model rancangan percobaan dalam penelitian utama	23



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pembuatan <i>Semi Refined Carageenan</i> SRC (Phillip dan William, 2001 termodifikasi).....	43
2. Pembuatan <i>Semi Refined Carageenan</i>	44
3. Pembuatan Mikrokapsul (Arif, 2014).....	46
4. Pembuatan Mikrokapsul.....	47
5. Pembuatan Mi Instan Siap Saji Berprobiotik (Irmawan, 2014 termodifikasi).....	49
6. Pembuatan Mi Instan Siap Saji Berprobiotik.....	50
7. Pengujian Mi Instan Siap Saji Berprobiotik dalam Kondisi <i>Gastric tract</i> (Chavvari <i>et al.</i> , 2010 termodifikasi).....	52
8. Pengujian Mi Instan Siap Saji Berprobiotik dalam Kondisi <i>Intestinal tract</i> (Chavvari <i>et al.</i> , 2010 termodifikasi).....	53
9. Pengujian dalam Kondisi Saluran Pencernaan.....	54
10. Hasil analisa Spektrofotometer FT-IR SRC <i>E. cottonii</i>	56
11. Hasil analisa Spektrofotometer FT-IR SRC <i>E. spinosum</i>	57
12. Analisa Ragam (ANOVA) Kadar Air Mie Instan Lele Ubi Jalar Ungu pada Penelitian Pendahuluan.....	58
13. Analisa Ragam (ANOVA) <i>Cooking loss</i> Mie Instan Lele Ubi Jalar Ungu pada Penelitian Pendahuluan.....	59
14. Analisa Ragam (ANOVA) <i>Elongasi</i> Mie Instan Lele Ubi Jalar Ungu pada Penelitian Pendahuluan.....	60
15. Analisa Ragam (ANOVA) Uji Perbandingan Mie Instan Lele Ubi Jalar Ungu pada Penelitian Pendahuluan.....	62
16. Hasil Perhitungan <i>Total Plate Count</i> pada Mi Instan Lele Ubi Jalar Ungu dengan Penambahan Probiotik.....	64
17. Hasil Perhitungan <i>Total Plate Count</i> pada Mi Instan Lele Ubi Jalar Ungu dengan Penambahan <i>L. acidophilus</i> dalam Larutan Simulasi Saluran Pencernaan (<i>GI tract</i>).....	66

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mi instan merupakan makanan favorit di Indonesia. Mi instan secara umum terbuat dari tepung terigu yang merupakan produk pertanian Indonesia (Yusmarini *et al.*, 2013). Mi instan didefinisikan sebagai produk makanan kering yang dibuat dari tepung terigu dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain, siap dihidangkan setelah dimasak atau diseduh dengan air mendidih. Pada pembuatannya dibutuhkan proses yaitu pembentukan, pengukusan dan pengeringan (Astawan, 2004).

Dalam rangka meningkatkan nilai fungsional mi instan dilakukan penambahan probiotik. Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang ditambahkan pada makanan karena memberi keuntungan dengan cara meningkatkan keseimbangan mikrobial. Probiotik yang banyak digunakan adalah *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*. Akan tetapi beberapa laporan mengindikasikan bahwa bakteri probiotik memiliki daya tahan yang rendah pada produk makanan. Menurut Antara (2014), suhu optimum *Lactobacillus* adalah 35-45^o C. Selain itu, ketahanan hidup bakteri probiotik dalam saluran pencernaan manusia juga masih menjadi pertanyaan. Oleh karena itu kegiatan untuk melindungi bakteri ini menjadi suatu hal yang sangat menarik untuk dikembangkan. Teknologi mikroenkapsulasi adalah untuk melindungi probiotik dari pengaruh eksternal seperti suhu dan pH. (Kailasapathy, 2002).

Standar internasional (*International Dairy Federation*) mengharuskan produk probiotik yang layak mengandung 10⁷ log CFU/g. Namun, banyak produk yang gagal memenuhi standar ini ketika mereka dikonsumsi. Hal ini disebabkan oleh kematian sel-sel probiotik dalam produk makanan (Manojlović *et al.*, 2010). Produk yang dikonsumsi harus melewati pH lambung dan pH usus sehingga viabilitas probiotik mengalami penurunan bahkan kematian.

Penelitian yang sudah dilakukan oleh Irmawan (2014), melaporkan bahwa *viabilitas L. acidophilus* terkapsulat dalam campuran kappa dan iota karagenan yang ditambahkan pada mi instan lele ubi jalar ungu sebesar $6,15 \log \text{CFU/g}$. Pada proses penggorengan suhu yang digunakan adalah 120°C . Menurut Wahyudi (2007), salah satu proses pembuatan mi instan adalah dikeringkan dengan cara digoreng, yang mana dengan suhu 140°C hingga 150°C selama 60 sampai 120 detik. Tujuan pemasakan adalah untuk membunuh bakteri pembusuk dan patogen, dan menghasilkan produk yang aman dengan umur simpan yang panjang,

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut maka dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan probiotik pada mi instan lele ubi jalar ungu (*Ipomea batatas*) dalam simulasi saluran pencernaan terhadap viabilitas probiotik untuk mengetahui pengaruh proses pembuatan mi instan dan perlakuan pH pada saluran pencernaan terhadap viabilitas probiotik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang mendasari penelitian ini adalah, apakah penambahan probiotik yang berbeda pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I.batatas*) berpengaruh terhadap viabilitas probiotik setelah melewati kondisi pH larutan simulasi saluran pencernaan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Untuk mengetahui pengaruh penambahan probiotik terkapsulat kappa dan iota yang ditambahkan dalam mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*) terhadap viabilitas probiotik setelah melewati kondisi pH larutan simulasi saluran pencernaan.

1.4 Hipotesis

Hipotesa yang mendasari penelitian ini adalah:

H0 : Diduga penambahan probiotik terkapsulat pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I.batatas*) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap viabilitas probiotik setelah melewati kondisi pH larutan simulasi saluran pencernaan.

H1 : Diduga penambahan probiotik terkapsulat pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I.batatas*) memberikan pengaruh nyata terhadap viabilitas probiotik setelah melewati kondisi pH larutan simulasi saluran pencernaan..

1.5 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan probiotik terkapsulat dalam mi instan lele ubi jalar ungu pada kondisi pH larutan simulasi saluran pencernaan terhadap viabilitas probiotik sehingga dapat digunakan sebagai pengembangan metode mikroenkapsulasi bakteri probiotik dimasa yang akan datang.

1.6. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang serta Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Maliki Malang pada bulan Maret 2014 – Januari 2015 .

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Probiotik

Probiotik merupakan Bakteri Asam Laktat (BAL) yang mempunyai efek menguntungkan bagi kesehatan tubuh (Purwandhani *et al.*, 2007). Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang ditambahkan pada makanan karena memberi keuntungan dengan cara meningkatkan keseimbangan mikrobial. Probiotik memodifikasi flora usus dengan meningkatkan pertumbuhan organisme yang sehat. Mereka dapat mengurangi efek samping dari induksi antibiotik dan diare. Efek lain yaitu dapat digunakan pada penyakit yang mempengaruhi pankreas, hati dan usus. Mereka juga memberikan efek yang menguntungkan bagi kehamilan, pencegahan alergi dan HIV (Rachna *et al.*, 2012).

Mikrobiota pada usus manusia memiliki peran penting dalam kesehatan, untuk itu dilakukan upaya manipulasi flora usus yang mengarah pada perbaikan kesehatan masyarakat. Upaya yang dilakukan dengan meningkatkan kelompok bakteri *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*. Probiotik didefinisikan sebagai mikroba suplemen makanan yang memberikan efek menguntungkan dengan cara memperbaiki keseimbangan mikroba usus, mengubah komposisi koloni mikroba. Di sisi lain prebiotik mempengaruhi keuntungan secara selektif dan merangsang pertumbuhan yang terbatas dari satu atau beberapa spesies bakteri di usus besar (Gibson and Roberfroid, 1994).

Standar internasional (*International Dairy Federation*) mengharuskan produk probiotik yang layak mengandung 10^7 log CFU/g. Namun, banyak produk yang gagal memenuhi standar ini ketika mereka dikonsumsi. Hal ini disebabkan oleh kematian sel-sel probiotik dalam produk makanan selama penyimpanan, bahkan pada suhu pendingin. Akibatnya, permintaan industri teknologi yang memastikan stabilitas bifidobacteria dalam makanan tetap kuat, mengarah ke

pengembangan teknologi sel bergerak untuk menghasilkan probiotik dengan sel yang dapat melawan faktor-faktor lingkungan dan stres (Manojlović *et al.*, 2010).

2.1.1 *Lactobacillus acidophilus*

L. acidophilus merupakan bakteri asam laktat yang termasuk dalam filum firmicutes dan family *lactobacillales* yang mempunyai morfologi berbentuk batang (basil). Menurut Garrity *et al.* (2004), klasifikasi bakteri ini adalah :

Domain	: Bacteria
Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Firmicutes
Order	: Lactobacillales
Family	: Lactobacillaceae
Genus	: Lactobacillus
Specific descriptor	: acidophilus
Scientific name	: <i>Lactobacillus acidophilus</i>



Gambar 1. *Lactobacillus acidophilus*
Sumber: Prescott *et al.* (2002)

L. acidophilus merupakan bakteri asam laktat yang berbentuk batang (basil) dan termasuk dalam kelompok *low Gram positive bacteri* atau bakteri yang memiliki lapisan peptidoglikan yang sama dengan bakteri Gram negatif sehingga akan berwarna merah pada saat pewarnaan Gram. Bakteri dari jenis

Lactobacillus akan tumbuh secara optimum pada pH antara 4,5 – 6,4 dan termasuk golongan *anaerob* fakultatif tetapi terkadang juga diklasifikasikan kedalam golongan *aerotolerant anaerobe* yang secara alamiah ditemukan pada tubuh manusia yaitu dalam mulut, saluran usus dan vagina. Bakteri ini tidak bersifat patogen (Prescott *et al.*, 2002).

L. acidophilus merupakan salah satu bakteri asam laktat (BAL) yang berdasarkan sifat-sifatnya dapat dimanfaatkan sebagai agensia probiotik karena mempunyai efek menguntungkan bagi kesehatan tubuh. *L. acidophilus* memberikan efek menguntungkan pada mikroflora kolon dan dapat menurunkan aktivitas toksin yang dihasilkan mikrobia karena resistensi isolat terhadap kondisi asam, resistensi terhadap *bile salt* dan berbagai antibiotik, kecepatan pertumbuhan dan produksi asam dan kemampuannya menekan pertumbuhan bakteri patogen enterik seperti *Salmonella*, *Vibrio*, *Shigella*, *Listeria* dan lain-lain maupun kemampuan menurunkan kadar kolestrol darah (Purwandhani *et al.*, 2007).

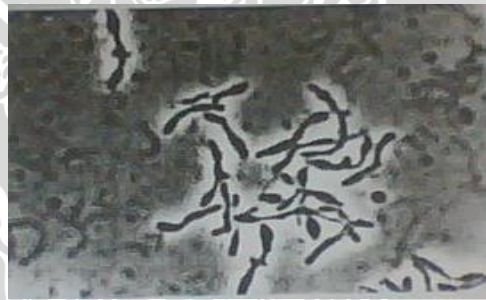
2.1.2 *Bifidobacterium bifidum*

Bifidobacterium pertama kali diisolasi pada tahun 1899 dari ASI oleh Tissier of the Pasteur Institute di Prancis. Bakteri ini bersifat an aerobik, tergolong dalam gram positif, tidak membentuk spora, pleomorfik dan memiliki nama asli *Bacillus bifidus communis*. Bakteri ini menghasilkan asam laktat dan asam asetat sebagai bahan utama pemanfaatan glukosa. Spesies *Bifidobacterium* yang hidup pada saluran usus manusia berbeda dengan spesies yang hidup pada usus hewan. Pada usus orang dewasa terdapat sekitar 100 spesies bakteri dengan jumlah 10^{10} sampai 10^{11} per gram kandungan koloni (Ishibashi *et al.*, 1997).

Bifidobacterium bifidum merupakan bakteri salah satu jenis bakteri asam laktat yang tergolong sebagai bakteri probiotik karena mampu memberikan efek

yang positif bagi kesehatan manusia. Menurut Garrity *et al.* (2004), *Bifidobacterium bifidum* diklasifikasikan sebagai berikut :

Domain	: Bacteria
Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Actinobacteria
Subclass	: Actinobacteridae
Order	: Bifidobacteriales
Family	: Bifidobacteriaceae
Genus	: Bifidobacterium
Specific descriptor	: bifidum
Scientific name	: <i>Bifidobacterium bifidum</i>



Gambar 2. Bifidobacterium bifidum
Sumber: Prescott *et al.* (2002)

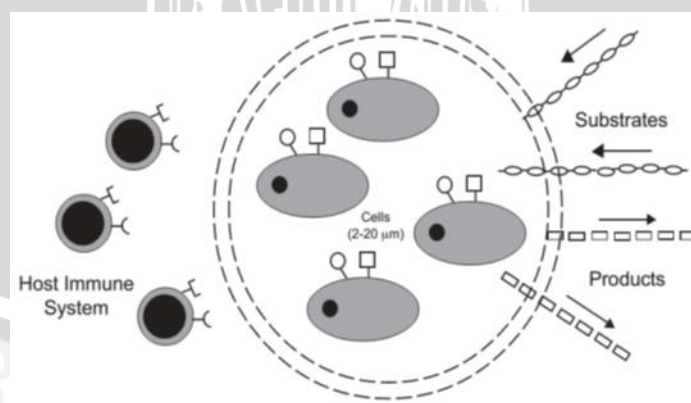
Bakteri dari genus *Bifidobacteria* merupakan bakteri yang tergolong dalam *high Gram positive bacteria* karena mampu menyerap pewarna kristal violet dengan sangat kuat pada saat pewarnaan Gram sehingga koloni *Bifidobacteria* akan nampak ungu kehitaman. Bakteri jenis ini tidak bersifat motil, tidak berspora dan berbentuk batang berkelompok (berangkai) dengan bentuk batang bercabang (Y), bersifat *anaerob* serta ditemukan dalam mulut dan saluran usus vertebrata berdarah panas (Prescott *et al.*, 2002).

Bifidobacterium merupakan jenis probiotik yang penting digunakan bagi konsumsi manusia. Jenis bakteri ini memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap

asam, akan tetapi mereka memiliki ketahanan yang lemah pada lingkungan yang merugikan seperti pada saluran pencernaan dan makanan fermentasi. Oleh karena itu penggunaan kultur bakteri hidup menjadi terbatas. Optimalisasi yang strategis berdasarkan pada adaptasi terhadap stres dan mekanisme perlindungan pada *bifidobacterium* merupakan pilihan menarik untuk meningkatkan fungsi dan kegunaannya. Kemampuan *bifidobacterium* untuk bertahan pada kondisi asam berdasarkan pada aplikasi adaptasi stres terhadap asam digunakan untuk meningkatkan toleransi terhadap asam (Sanz, 2007).

2.2 Enkapsulasi

Enkapsulasi adalah pelapisan atau melindungi inti dengan materi polimer untuk menghasilkan mikrosfer dengan range ukuran 1-1000 μm . Teknologi ini telah digunakan untuk mengenkapsulasi produk seperti obat-obatan, rasa, minyak atsiri, ekstrak tanaman enzim dan lain-lain. Pada beberapa dekade, teknologi ini juga telah diaplikasikan pada sel mikroba dan memberikan keuntungan berupa kapasitas sel yang besar, peningkatan daya tahan sel, termasuk peningkatan produksi produk mikroba (Rathore *et al.*, 2012).



Gambar 3. Sistem perlindungan mikroenkapsulasi
Sumber : Kallasapathy (2002)

Gambar 3 menjelaskan enkapsulasi membantu untuk memisahkan bahan inti dari lingkungannya sampai dilepaskan. Enkapsulat melindungi inti dari

lingkungannya, sehingga meningkatkan *viability*-nya, memperpanjang umur simpan inti/sel dan memberikan pelepasan berkelanjutan dan terkontrol. Struktur yang dibentuk oleh enkapsulat sekitar substansi inti dikenal sebagai dinding. Sifat dari sistem dinding yang dirancang untuk melindungi inti dan untuk melepaskannya dengan terkontrol dalam kondisi tertentu, sementara memungkinkan molekul kecil untuk masuk dan keluar dari membran. Kapsul dapat berkisar dari submikron ke beberapa milimeter dalam ukuran dan dapat dari berbagai bentuk (Kallasapathy,2002).

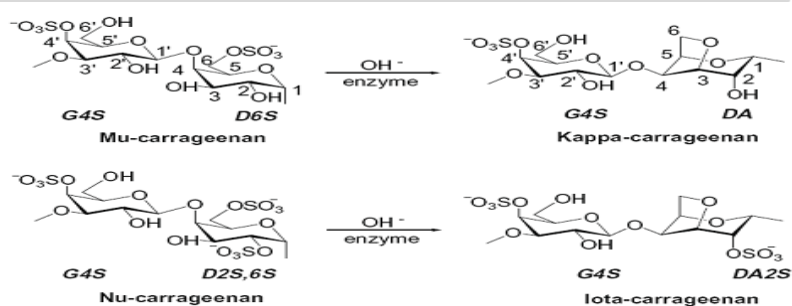
Penggunaan bakteri probiotik dalam makanan memberikan efek kesehatan yang menguntungkan. Hal ini meningkatkan minat industri pangan untuk mengoptimalkan stabilitas probiotik. Teknologi enkapsulasi dapat digunakan untuk mempertahankan viabilitas bakteri probiotik selama proses pengolahan dan penyimpanan produk makanan. Pada kedua lapisan mikrokapsul sebagai mikrosfer dimana bakteri menyebar di material lapisan. Sangat penting bahwa mikroenkapsulasi menjaga probiotik tetap aktif pada saluran pencernaan dan sampai pada organ target mereka. Daya tahan sel terenkapsulasi juga ditinjau pada simulasi saluran pencernaan. Polisakarida seperti alginate, gellan, karagenan dan pati adalah bahan yang paling umum digunakan sebagai bahan pengenkapsulasi mikroorganisme *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*. Teknik yang umum digunakan pada mikroenkapsulasi probiotik adalah emulsi, ekstrusi, pengeringan semprot, dan adhesi ke pati (Rokka dan Rantamäki, 2010)

2.3 Karaginan (Enkapsulat)

Karaginan merupakan salah satu *phyco colloid* yang diekstrak dari rumput laut merah, dimana kandungannya yang berperan pada fungsi struktural. Dia benar-benar memiliki ion polisakarida, komposisi galaktosa dengan tingkatan

berbeda dan pola dari distribusi sulfat dalam rantai polimer, memiliki karakteristik dapat larut. Beberapa karaginan larut dalam air dingin, ada juga yang hanya larut pada air panas dan memiliki kemampuan *thermoreversible gel* dengan menggunakan potasium atau ion kalsium. Secara luas karaginan digunakan pada industri makanan dan obat-obatan. Proses pembuatan karaginan terbagi dalam 2 tahapan, yang pertama melarutkan polisakarida kedalam pelarut, lalu disaring untuk menghilangkan padatan, pemurnian dengan cara presipitasi menggunakan pelarut organik atau garam potasium. Tahap yang kedua karaginan tidak diekstraksi, rumput laut diberi perlakuan dengan pelarut alkali, lalu dihilangkan pelarut murninya, yang tersisa hanya karaginan dan selulosa. Proses terakhir adalah pengeringan dan penggilingan (Hernandez, 2013).

Karaginan merupakan *hidrokolloid* alami yang digunakan sebagai *gelling agent*, agen suspensi, pengemulsi dan penstabil. Karaginan terbuat dari spesies rumput laut *E. cottonii* dan *E. spinosum*. Ada tiga jenis karaginan yang umumnya ditemukan yaitu kappa, iota dan lamda. *Semi-refined carrageenan (SRC)* merupakan tepung rumput laut yang diekstrak untuk pemulihan *refined carrageenan*, SRC diharapkan dapat menggantikan fungsi dari *refined carrageenan* sehingga dapat menghemat pemakaiannya. SRC juga memiliki harga yang lebih murah bila dibandingkan dengan *refined carrageenan* (Istini dan Zatinika, 2007).



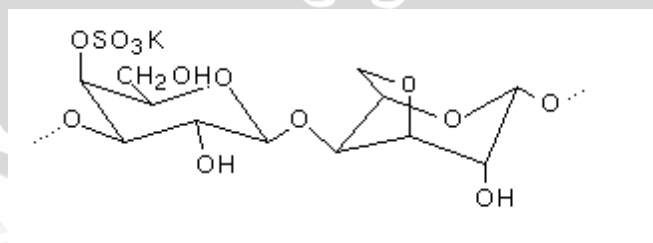
Gambar 4. Jenis-jenis karaginan

Sumber: Distantina *et al.* (2010)

Karaginan mu adalah prekursor karaginan kappa, karaginan nu adalah prekursor iota. Tiga jenis karaginan komersial yang paling penting adalah karaginan iota, kappa dan lambda. Jenis karaginan yang berbeda ini diperoleh dari spesies *rhodophyta* yang berbeda. Secara alami, jenis iota dan kappa dibentuk secara enzimatik dari prekursornya oleh *sulfohydrolase*. Sedangkan secara komersial, jenis ini diproduksi menggunakan perlakuan alkali atau ekstraksi dengan alkali (Distantina *et al.*, 2010).

2.3.1 Kappa karaginan

Kappa karaginan merupakan jenis yang paling umum digunakan. Kelebihan yang sangat penting adalah kekuatan gel yang besar dan dapat berinteraksi secara kuat dengan protein susu. Sebanyak 70% produksi karaginan di dunia berasal dari kappa karaginan. Struktur dasar dari karaginan adalah polisakarida linier dibuat dari pengulangan potongan disakarida α -D-galaktopiranosose yang dihubungkan 1,3 bernama residu A dan β -D-galaktopiranosose yang dihubungkan pada posisi 1,4 bernama residu B (Cp Kelco, 2014).



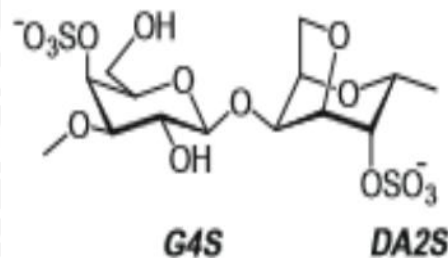
Gambar 5. Struktur kappa karaginan
Sumber : Cp Kelco (2014)

Dalam ekstrak rumput laut jenis kappa beberapa D-galaktosa berisi kelompok 6-sulfat ester dan beberapa 3.6-anhydro-D-galaktosa berisi kelompok-
kelompok ester 2-sulfat. ester 6-sulfat kelompok mengurangi kekuatan gelling ,
tetapi dengan alkali mungkin untuk transeliminasi 6-sulfat kelompok, yang
mengakibatkan pembentukan 3.6-anhydro D-galaktosa dan menyebabkan
keteraturan dari molekul dan dengan demikian kekuatan *gelling* meningkat.
Kappa terbuat dari spesies *E. cottonii* dan Chondrus dan Gigartina (Cp Kelco,
2014).

Menurut Setijawati *et al.* (2011), kappa karaginan dapat digunakan
sebagai bahan pengkapsul karena kappa karaginan memiliki kekuatan gel yang
bagus karena adanya gugus fungsi anhidro galaktosa (AG). Dengan adanya
gugus fungsi AG ini akan menghasilkan pembentukan gel dengan nilai kekuatan
gel yang tinggi seperti yang terjadi pada agar.

2.3.2 Iota Karagenan

Menurut FAO (2001), iota karaginan merupakan karaginan yang
diekstraksi dari rumput laut jenis *E. spinosum*. Iota karaginan akan menunjukkan
beberapa ciri pada saat dilakukan analisa gugus fungsional menggunakan
spektrofotometer FT-IR. Gugus ester sulfat akan muncul pada panjang
gelombang 1220 – 1260 cm^{-1} , gugus fungsi 3,6-anhidro galaktosa pada panjang
gelombang 928-933 cm^{-1} , gugus fungsi galaktosa-4-sulfat akan muncul pada
panjang gelombang 840-850 cm^{-1} serta gugus fungsi 3,6-anhidro galaktosa-2-
sulfat akan muncul pada panjang gelombang 800-805 cm^{-1} . Struktur iota
karaginan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 6. Struktur Iota Karaginan

Sumber : Campo *et al.* (2009)

Menurut Campo *et al.* (2009), gugus G4S merupakan singkatan nama IUPAC dari 3-β-D-galaktosa-4-sulfat serta gugus fungsi DA2S yang merupakan singkatan dari 3,6-anhidrogalaktosa-α-D-galaktosa-2-sulfat. Rasyid (2003) melaporkan bahwa perbedaan antara kappa dan iota karaginan adalah pada proses esterifikasi dengan asam sulfat, dimana kappa karaginan teresterifikasi dengan gugus hidroksil pada C-4 galaktosil dengan kadar sulfat sebesar 25 - 30%. Pada iota karaginan, teresterifikasi dengan gugus hidroksil pada C-2 anhidrogalaktosil dengan kadar sulfat sekitar 23 - 35%.

2.4 Mi Instan

Mi secara luas dikonsumsi masyarakat dunia dan menjadi konsumsi global kedua selain roti. Pasar mi instan berkembang secara pesat di negara Asia, dan mendapat kepopuleran di pasar Barat. Tepung terigu yang sering digunakan pada pembuatan mi instan tidak hanya memiliki kandungan serat dan protein yang rendah, tetapi juga kandungan asam amino lysine yang kurang (Jayasena, 2008).

Mi dalam berbagai isi, formulasi, dan bentuk telah menjadi makanan pokok bagi banyak negara di Asia sejak zaman dahulu. Mi dapat dibuat dari tepung terigu, beras, soba, dan kanji yang diturunkan dari kentang, ubi, dan kacang-kacangan. Mi yang berbahan dasar tepung terigu memiliki bahan dasar antara lain: tepung, air dan garam. Ada 2 tipe yang berbeda dari mi berbahan dasar tepung terigu berdasarkan ada tidaknya garam alkali yaitu, mi biasa dan mi

alkali. Proses dasar pencampuran adonan, pembentukan lembaran, pemotongan yang secara konstan dilakukan oleh mesin pembuat mi. Untaian mi yang keluar dari gulungan pemotong bisa menghasilkan berbagai olahan mi. Semua proses yang terlibat terutama bahan baku berkaitan dengan sifat dan tekstur mi yang dimasak. Sifat, penampakan dan warna merupakan tiga kunci kriteria yang digunakan untuk menilai proses dan kualitas bahan baku. Mi dengan kualitas yang baik harus memiliki warna yang cerah dan sangat lambat pada kerusakan warna, daya tahan yang memadai tanpa kerusakan mikrobiologi berupa ketengikan, dan memiliki aroma serta tekstur yang sesuai. Tepung terigu memegang peranan pada semua aspek kualitas mi. Kandungan protein secara positif berhubungan dengan kekokohan mi, dan secara negatif berhubungan dengan elastisitas. Protein penting untuk karakter tekstur (Fu, 2007).

Jenis mi ini disebut instan karena proses pemasakannya sangat singkat, hanya memakan waktu lebih kurang 4 menit. Mi instan bisa juga hanya diseduh dengan air panas dan siap dihidangkan. Mi instan dibuat dari untaian mi (mi mentah) yang selanjutnya dikukus dan dikeringkan dengan cara digoreng. Proses pengukusan dan pengeringan akan memodifikasi pati sehingga dihasilkan tekstur mi kering yang berpori dan mudah direhidrasi. proses pengukusan pada suhu 100°C selama 1-5 menit. Penggorengan dilakukan pada suhu $140\text{-}160^{\circ}\text{C}$ selama 1-2 menit. Produk akhir yang dihasilkan memiliki kadar minyak 15-20% dan kadar air 2-5% (Rustandi, 2011).

2.4.1 Cara pembuatan mi instan

Tahapan pembuatan mi terdiri dari tahap pencampuran, *roll press* (pembentukan lembaran), pembentukan mi, pengukusan, penggorengan, pendinginanserta pengemasan. Tahap pencampuran bertujuan agar hidrasi tepung dengan air berlangsung secara merata dan menarik serat-serat gluten.

Proses *roll press* (pembentukan lembaran) bertujuan untuk menghaluskan serat-serat gluten dan membuat lembaran adonan. Pasta yang dipress sebaiknya tidak bersuhu rendah yaitu kurang dari 25°C , karena pada suhu tersebut menyebabkan lembaran pasta pecah-pecah dan kasar. Setelah pembentukan dilakukan proses pengukusan. Pada proses ini terjadi gelatinisasi pati dan koagulasi gluten sehingga dengan terjadinya dehidrasi air dari gluten akan menyebabkan timbulnya kekenyalan mi. Hal ini disebabkan oleh putusannya ikatan hidrogen, sehingga rantai ikatan kompleks pati dan gluten lebih rapat. Pada waktu sebelum dikukus, ikatan bersifat lunak dan fleksibel, tetapi setelah dikukus menjadi keras dan kuat. Pada proses selanjutnya, mi digoreng dengan minyak pada suhu $140 - 150^{\circ}\text{C}$ selama 60 sampai 120 detik. Tujuannya agar terjadi dehidrasi lebih sempurna sehingga kadar airnya menjadi 3 – 5 %. Setelah digoreng, mi ditiriskan dengan cepat hingga suhu 40°C (Koswara, 2009).

Pada pembuatan mi tahapan dasarnya meliputi seleksi bahan, penimbangan bahan, pengadukan, pengistirahatan adonan, pengepresan adonan, pengistirahatan adonan, penipisan adonan dan pembentukan potongan mi. Seleksi bahan dilakukan untuk memastikan kualitas bahan yang digunakan pada pembuatan mi. Bahan yang digunakan harus dalam kualitas baik, persediaan yang cukup dan penyimpanan yang baik. Proses selanjutnya adalah penimbangan bahan, bahan yang digunakan harus diukur secara benar dan teliti menggunakan timbangan. Untuk bahan berupa cairan harus diukur menggunakan gelas ukur sesuai dengan takaran yang digunakan. Selanjutnya adalah pencampuran bahan, pada tahapan ini bertujuan untuk membentuk gluten dan mendistribusi bahan-bahan agar homogen. Bahan kering diaduk terlebih dahulu selama 5 menit (untuk aerasi) sebelum menambahkan cairan, agar air bisa terserap secara optimal. Pengadukan dapat menggunakan *mixer* atau tangan. Setelah itu adonan diistirahatkan selama 5 sampai 10 menit, hal ini

bertujuan untuk memberi kesempatan penyebaran air dan pembentukan gluten. Untuk proses lanjutan adalah pengepresan adonan, pengepresan dilakukan dilakukan dengan kerenggangan yang sama secara konsisten antara 5 hingga 7 kali agar kualitas mi selalu sama. Proses ini bertujuan untuk menghaluskan serat-serat gluten dan membuat lembaran adonan. Adonan yang dipres sebaiknya bersuhu rendah (kurang dari 25⁰ C). Setelah dipres adonan diistirahatkan kembali selama 5 sampai 10 menit. Proses berikutnya adalah penipisan lembaran adonan, proses ini akan menghasilkan ketebalan akhir sesuai yang dibutuhkan antara 1-2 mm, tergantung pada mi yang akan kita buat. Proses yang terakhir adalah pemotongan adonan mi, pada proses ini lembaran adonan dipotong sesuai dengan kebutuhan (Rustandi, 2011).

2.5 Gastrointestinal tract

Saluran pencernaan manusia terdiri dari mulut, rongga mulut, kerongkongan, perut, usus kecil dan usus besar. Usus besar dimulai di persimpangan ileum, daerah sekum, usus besar yang naik, usus besar tranverse, usus menurun, dan kolon sigmoid. Fungsi biologis dari usus besar meliputi penyerapan, sekresi air dan elektrolit, penyimpanan dan ekskresi material sampah (Gibson dan Roberfroid, 1994).

Sistem pencernaan manusia yang dikenal sebagai *digestive tract* atau *GI tract* merupakan suatu rangkaian dari organ yang terhubung satu sama lain dimulai dari mulut sampai dengan anus. Sistem pencernaan berfungsi untuk mendapatkan energi dan nutrisi dari makanan yang kita makan. Sistem pencernaan makanan dapat memiliki panjang sampai 30 kaki atau kurang lebih sekitar 9 meter pada orang dewasa. Sistem ini terbagi menjadi delapan organ utama yaitu mulut, esofagus, lambung, usus kecil, usus besar, serta dibantu dengan hati, pancreas serta kelenjar empedu yang mensekresikan zat untuk

membantu proses pencernaan. Organ-organ ini memiliki enam tugas utama yaitu proses pencernaan, sekresi, mendorong makanan, mencerna, menyerap serta pembuangan (ASGE *Press Room*, 2014).

2.5.1 Lambung

Lambung merupakan organ besar yang memiliki struktur tebal serta mensekresikan cairan-cairan pencernaan. Aktifitas sekresi ini dirangsang oleh bau dan rasa makanan serta gerakan mengunyah makanan. Cairan yang disekresikan merupakan enzim pepsin dengan pH 2 yang mengandung asam klorida (HCl) serta lendir. pH yang sangat asam ini membantu membunuh bakteri-bakteri yang ikut masuk kedalam saluran pencernaan bersama makanan (Pearce, 1995).

Kelenjar dari lapisan mukosa lambung akan mensekresikan cairan pencernaan penting yaitu getah lambung berupa cairan bening tidak berwarna yang mengandung 0,4% asam hidroklorida atau HCL. Selain itu dalam lambung juga terdapat enzim pencernaan yaitu pepsin yang berasal dari pepsinogen dalam lingkungan asam hidroklorida dan berfungsi untuk mengubah protein menjadi pepton (Cook *et al.*, 2012).

2.5.2 Usus

Saluran usus terbagi menjadi dua bagian yaitu usus kecil dan usus besar. Usus kecil terbagi lagi menjadi tiga yaitu duodenum, jejunum dan ileum. Fungsi usus kecil antara lain mencerna protein menjadi peptida dan asam-asam amino. Peptida kemudian dipecah menjadi asam amino, lemak dipecah menjadi asam-asam lemak dan gliserol serta karbohidrat dipecah menjadi senyawa gula yang lebih sederhana (Cook *et al.*, 2012).

Usus besar merupakan usus yang memiliki berat paling besar pada saluran pencernaan manusia, ia memiliki hingga 10^{12} bakteri untuk setiap gram usus. Di dalamnya terjadi proses fermentasi, koloni bakteri mampu menghasilkan kandungan yang memiliki dua efek yaitu positif dan negatif secara luas pada fisiologi usus sebagai dampak sistemik yang lain. Misalnya koloni bakteri menghasilkan asam lemak rantai pendek (SCFA) dari metabolisme karbohidrat kompleks dan protein (Gibson dan Roberfroid, 1994).

2.6 Viabilitas bakteri

Probiotik yang mencapai saluran pencernaan hingga 10^7 cfu/mL atau gram akan menunjukkan efek fungsional probiotik. Mikroflora probiotik yang memproduksi asam laktat biasanya berasal dari golongan *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria* (Setijawati *et al.*, 2011). Persyaratan jumlah minimum bakteri probiotik yang dikemukakan oleh Ooi dan Min-Tze (2010) agar mampu memberikan efek positif bagi kesehatan manusia sebesar 10^7 - 10^{11} CFU/gram makanan.

Jumlah minimal strain probiotik yang ada dalam produk makanan adalah sebesar 10^6 CFU/g atau jumlah strain probiotik yang harus dikonsumsi setiap hari sekitar 10^8 CFU/g, dengan tujuan untuk mengimbangi kemungkinan penurunan jumlah bakteri probiotik pada saat berada dalam jalur pencernaan. (Shah, 2007). Komponen mikroflora didalam usus manusia dapat dilihat pada

Tabel 1

Tabel 1. Komponen mikroflora dalam usus manusia (CFU/g)

Jumlah bakteri	Lambung	Jejunum	Ileum	Kolon
	0 - 10^3	0 - 10^4	10^5 - 10^8	10^{10} - 10^{12}
Aerob dan anaerob fakultatif	0 - 10^3	0 - 10^4	10^2 - 10^5	10^4 - 10^9
• Streptococcus	0 - 10^3	0 - 10^4	10^2 - 10^5	10^6 - 10^{10}
• Lactobacillus	0 - 10^2	0 - 10^2	10^2 - 10^5	10^2 - 10^6

• Staphylococcus	0 - 10 ²	0 - 10 ³	10 ³ - 10 ⁸	10 ⁵ - 10 ⁸
• Enterobacteria	0 - 10 ²	0 - 10 ²	10 ² - 10 ⁴	10 ⁴ - 10 ⁶
• Jamur				
Anaerob				
	0	0	10 ³ - 10 ⁷	10 ⁶ - 10 ¹²
• Bacteroides	0	0	10 ³ - 10 ⁶	10 ⁸ - 10 ¹⁰
• Bifidobacteria	0	0	10 ² - 10 ⁴	10 ⁸ - 10 ⁹
• Clostridium	0	0	0	10 ⁹ - 10 ¹²
• Eubacteria				

Sumber : Firmansyah (2001)

Pada penelitian Arief (2014), viabilitas probiotik *L. acidophilus* dan *B. bifidum* dengan rasio 3:1 dalam pengujian *gastric tract* ialah sebesar 4,46 log CFU/mL sedangkan dalam pengujian *intestinal tract* ialah sebesar 4,53 log CFU/mL.



3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Maret 2014 – Januari 2015 bertempat di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Nutrisi, Biokimia dan Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Maliki Malang.

3.2 Materi Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Sampel yang digunakan dalam pembuatan *Semi Refine Carageenan* (SRC) adalah rumput laut *E. cottonii* dan *E. spinosum* yang didatangkan dari perairan Kabupaten Sumenep Pulau Madura Jawa Timur berupa rumput laut basah yang dipanen pada umur 45 hari. Sampel rumput laut dibawa dengan menggunakan wadah berupa kardus untuk mencegah bahan mengalami kekeringan selama transportasi.

Sedangkan bakteri uji menggunakan jenis bakteri asam laktat *L. acidophilus* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang dan *B. bifidum* yang diperoleh dari stok bakteri Universitas Gajah Mada Daerah Istimewa Yogyakarta.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan SRC antara lain air, akuades, alkali. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan mikrokapsul adalah sol SRC, KCl 3,9 M, akuades serta kain saring. Bahan utama pembuatan mi instan lele ubi jalar ungu adalah tepung terigu, tepung ubi jalar ungu, tepung daging lele, air, dan telur. Pengujian viabilitas *L. acidophilus* dan *B.*

Bifidum dalam simulasi pH saluran pencernaan antara lain MRS-Agar, Bile Salt Osgall, NaCl, enzim pepsin, HCl, KCl, CaCl₂ dan NaHCO₃.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada pembuatan SRC adalah baskom, blender, beaker glass 1000 mL, gelas ukur 100 mL, waterbath, stopwatch, spatula, timbangan analitik, loyang, *pH paper*, dan ayakan. Alat yang digunakan pada mikroenkapsulasi *L. acidophilus* dan *B. Bifidum* adalah beker glass 1000 mL, hotplate, magnetic stirrer, gelas ukur 100 mL, bola hisap, pipet tetes, pipet volume 10 mL, kulkas dan spatula, oven, Loyang, beaker glass 50 mL. Alat yang digunakan untuk menganalisa viabilitas *L. acidophilus* dan *B. bifidum* adalah tabung reaksi, cawan petri, *stirrer incubator* serta incubator dan timbangan sartorius. Alat untuk membuat mi instan lele ubi jalar ungu adalah baskom, gilingan mi, timbangan, panci dan wajan.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen dilakukan untuk mengetahui sebab akibat dua variabel atau lebih, dengan mengendalikan pengaruh variabel lain. Metode ini dilaksanakan dengan memberikan variabel bebas secara sengaja kepada objek penelitian untuk diketahui akibatnya didalam variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah penambahan probiotik (*L. acidophilus* dan *B. bifidum*) yang berbeda pada mi instan lele ubi jalar ungu pada simulasi saluran pencernaan, terhadap variabel terikat viabilitas *L. acidophilus* dan *B. bifidum* pada larutan simulasi pH saluran pencernaan secara *in vitro*.

3.4 Tahap Penelitian

3.4.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan tujuan mengetahui viabilitas terbaik pada mi instan lele ubi jalar ungu (*Ipomea batatas*) dengan penambahan probiotik. Rancangan penelitian menggunakan rancangan berjenis Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana. Desain rancangan percobaan untuk penelitian utama dapat dilihat pada probiotik dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Model rancangan percobaan dalam penelitian pendahuluan

Penambahan <i>L. acidophilus</i> dan <i>B. bifidum</i>	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	A ₁	A ₂	A ₃		
B	B ₁	B ₂	B ₃		
C	C ₁	C ₂	C ₃		
D	D ₁	D ₂	D ₃		
E	E ₁	E ₂	E ₃		

Keterangan:

- A = Mi instan ditambahkan *L. acidophilus* tanpa terkapsulasi
- B = Mi instan ditambahkan *B. bifidum* tanpa terkapsulasi
- C = Mi instan ditambahkan *L. acidophilus* terkapsulasi
- D = Mi instan ditambahkan *B. bifidum* terkapsulasi
- E = Mi instan ditambahkan campuran *L. acidophilus* dan *B. bifidum* terkapsulasi dengan rasio (3:1)

Kemudian dilakukan pengujian kadar air, *elongasi*, *hardness*, *cooking loss* dan skoring lalu data diolah dengan analisa sidik ragam untuk diketahui perlakuan terbaik. Setelah didapat formula terbaik, maka formula tersebut digunakan pada penelitian utama.

3.4.2 Rancangan Penelitian dan Teknik Analisis Data

Penelitian dilakukan dengan rancangan penelitian yang berjenis Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana. Desain rancangan percobaan untuk penelitian utama dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini

Tabel 3. Model rancangan percobaan dalam penelitian utama

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	1	2	3	4		
A ₁						
A ₂						
A ₃						

Keterangan :

- A₁ = Mi instan ditambahkan probiotik dengan viabilitas terbaik diberi perlakuan simulasi saluran pencernaan pH 2
- A₂ = Mi instan dltambahkan probiotik dengan viabilitas terbaik diberi perlakuan simulasi saluran pencernaan pH 7
- A₃ = Mi instan dltambahkan probiotik dengan viabilitas terbaik diberi perlakuan simulasi saluran pencernaan pH 2 hingga 7

Model Matematis :

$$Y_{ij} = \mu + T_j + \varepsilon_{ij}; i = 1, 2, \dots, t$$

Dimana :

- Y_{ij} = respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = nilai tengah umum
- T_i = pengaruh perlakuan ke-i
- ε_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji F. Jika hasil analisis keragaman menunjukkan adanya perbedaan ($F_{\text{tabel}} 5\% < F_{\text{hit}} < F_{\text{tabel}} 1\%$ atau $F_{\text{hit}} > F_{\text{tabel}} 1\%$) maka dilanjutkan dengan uji BNT 5% dan 1 % menggunakan program SPSS V.18.0

3.5 Prosedur Kerja Penelitian Pendahuluan

3.5.1 Pembuatan *Semi Refined Carrageenan (SRC) E. cottonii* dan *E. spinosum*

Prosedur kerja dalam pembuatan *Semi Refined Carrageenan (SRC)* dari jenis kappa dan iota dilakukan berdasarkan metode penelitian Phillip dan William (2001) sebagai berikut, *E. cottonii* (sumber kappa) dan *E. spinosum* (sumber iota) segar ditimbang dan dicuci sampai bersih. Kemudian dilakukan pengestraksian dalam larutan alkali dengan konsentrasi 6% pada suhu 70-74⁰ C selama 2 jam. Proses selanjutnya adalah penetralan dengan cara pencucian dengan air bersih hingga bau alkali hilang. Rumput laut lalu dikeringkan hingga kering. Setelah itu dilakukan proses penggilingan dan dihasilkan *semi refined carrageenan (src)*.

3.5.2 Pembuatan mikro kapsul dengan metode gel partikel *foammat*

Prinsip dari mikroenkapsulasi *L. acidophilus* yaitu suspense sel di enkapsulasi sol *semi refined carrageenan (SRC)* yang telah menggejel pada suhu 42-45⁰C dan di lapsi lagi menggunakan busa putih telur, kemudian dikeringkan pada suhu 40⁰C. Pembuatan mikroenkapsulasi dengan metode gel partikel *foam mat* berdasarkan penelitian Arif (2014) yang dimodifikasi adalah sebagai berikut, ditimbang 2,25 g karaginan (1,125 g kappa karaginan dan 1,125 g iota karaginan) ditambahkan 30 mL akuades kemudian dipanaskan di atas *hot plate* hingga mencapai suhu 80⁰C, sambil terus diaduk karaginan diangkat dari *hot plate* dan suhunya diturunkan hingga 40⁰C sambil terus diaduk agar tidak cepat menggelasi. Sebanyak 30 mL kultur *L. acidophilus* dan *B. bifidum* di masukan kedalam sol karaginan, dan diaduk hingga homogen. Campuran sel dan sol dimasukan kedalam larutan 75 mL larutan KCL 3,9 M menggunakan *sputit*, pengadukan dilakukan menggunakan stirrer selama 10 menit, mikro kapsul yang

didapat di saring menggunakan kain saringsampai didapatkan residu. Untuk penambahan busa putih telur mengacu pada hasil penelitian terdahulu oleh Kartikasari (2013), residu tersebut ditambahkan dengan busa putih telur sebanyak 17,5% dari total residu. Kemudian campuran residu dan busa putih telur dikeringkan dalam oven pada suhu 40-45⁰C. Didapatkan mikroenkapsul probiotik .

3.5.3 Pembuatan mie instan lele ubi jalar

Pembuatan mi instan lele ubi jalar ungu adalah mi instan yang di substitusi dengan tepung ubi jalar ungu dan difortifikasi dengan tepung daging lele. Bahan pembuatan mi instan lele ubi jalar ungu adalah tepung terigu 40 g, tepung ubi jalar ungu 5 g, tepung lele dumbo 5 g, telur 21 mL dan air 18 mL. Pembuatan mi instan lele ubi jalar ungu berdasarkan metode Irmawan (2014) sebagai berikut, pertama-tama dicampurkan 40 g tepung terigu, 5 g tepung ubi jalar ungu, 5 g tepung lele dumbo, 21 mL telur, 18 mL air dan diaduk sampai semua bahan tercampur merata , dilanjutkan dengan pelempengan mi menggunakan mesin *roll press*, setelah itu pencetakan mie menjadi pilinan, pemasakan awal dengan cara dikukus selama 3 menit, lalu digoreng mi instan selama 100 detik dengan suhu 120⁰C. Didapatkan mi instan lele ubi jalar ungu.

3.5.4 Pembuatan mi instan lele ubi jalar ungu yang difortifikasi dengan *L. acidophilus* dan *B. bifidum*

Prinsip pembuatannya yaitu mi instan lele ubi jalar ungu yang telah difortifikasi *L. acidophilus* dan *B.bifidum* digoreng dengan cara *deepfried* . Pembuatan mi instan lele ubi jalar ungu yang difortifikasi *L. acidophilus* dan *B.bifidum* sebagai berikut, pertama tepung terigu dan pensubstitusi dicampur menjadi satu dan diaduk sampai rata. Adonan dibentuk menjadi lembaran, setelah menjadi lembaran, ditaburkan mikrokapsul *L. acidophilus* dan *B. bifidum*

dan digiling kembali. Adonan yang telah menambahkan *L. acidophilus* dan *B.bifidum* membentuk menjadi untaian mi. Untaian mi tersebut lalu dikukus selama 3 menit, kemudian digoreng dengan suhu 120°C selama 100 detik. Mi yang telah digoreng kemudian didinginkan. Didapatkan mi instan lele ubi jalar ungu dengan probiotik.

3.5.5 Pengujian viabilitas *L. acidophilus* dan *B. bifidum*

Pengujian viabilitas sel pada setiap tahapan proses (baik kering beku maupun kering semprot) dilakukan pada media MRS agar dengan metode *surface planting* dengan beberapa seri pengenceran (Harmayani *et al.* 2001). Pengujian viabilitas *L. acidophilus* menurut Srianta *et al.* (2007) sebagai berikut, *L. acidophilus* dituangkan ke dalam MRS agar, kemudian diinkubasi dengan suhu 37°C selama 48 jam. Setelah diinkubasi, dilanjutkan dengan perhitungan jumlah total bakteri.

Cara perhitungan TPC (Fardiaz, 1993) adalah sebagai berikut:

$$\text{TPC (koloni/mL)} = \text{Jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}}$$

3.6 Prosedur Kerja Penelitian Utama

3.6.1 Uji viabilitas mi instan lele ubi jalar ungu dengan penambahan mikrokapsul *L. acidophilus* dengan penyalut kappa dan iota SRC pada kondisi pH saluran pencernaan secara *in vitro*.

Metode pengujian viabilitas *L. acidophilus* pada simulasi kondisi pencernaan menggunakan metode Chávvari *et.al.*, (2010) sebagai berikut, simulasi jus isi lambung (Simulated Gastric Juice / SGJ) dibuat dari 9 g/L NaCl yang mengandung 3 g/L pepsin dengan asam klorida (HCl) yang memiliki pH 2. Sebanyak 2 gmi instan dengan campuran *L.acidophilus* terkapsul dimasukkan

kedalam 10 mL SGJ lalu di inkubasi pada suhu 37°C selama 120 menit dengan pengadukan konstan 50 rpm.

Sedangkan simulasi jus isi usus (Simulated Intestinal Juice / SIJ) dibuat dengan melarutkan *bile salt* pada larutan intestinal (6,5 g/L NaCl, 0,835 g/L KCl, 0,22 g/L CaCl₂ dan 1,386 g/L NaHCO₃) yang memiliki pH 7,5. Selanjutnya sebanyak 2 g sampel mi instan dengan campuran *L. acidophilus terkapsul* dimasukkan dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 120 menit. Jumlah bakteri yang mampu bertahan hidup dihitung dengan menggunakan metode MRS agar secara aerobik dan di inkubasi pada 37°C selama 2 hari.

3.7 Analisa Pengujian

3.7.1 Kadar air

Prinsip dari analisis kadar air adalah bahwa air yang terkandung dalam suatu bahan akan menguap bila bahan tersebut dipanaskan pada suhu 105°C selama waktu tertentu. Perbedaan antara berat sebelum dan sesudah dipanaskan adalah kadar air. Penentuan kadar air menurut Sudarmadji (2003) sebagai berikut, sampel seberat 3 g dimasukkan kedalam cawan alumunium. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 4-6 jam. Setelah itu sampel yang kering ditimbang dan dihitung berat konstannya dan didapatkan hasil kadar air.

Rumus perhitungan kadar air adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Bobot sampel awal (g)} - \text{Bobot sampel akhir (g)}}{\text{Bobot sampel (g)}} \times 100\%$$

3.7.2 *Cooking loss*

Cooking loss atau kehilangan padatan akibat pemasakan merupakan banyaknya padatan yang terkandung dalam mi kering yang keluar serta terlarutke dalam air selama pemasakan. Penentuan *cooking loss* dilakukan dengan cara merebus 5 g mi dalam 150 mL air. Setelah mencapai waktu optimum perebusan, mi ditiriskan dan disiram air. Kemudian ditiriskan kembali selama 5 menit. Mi kemudian ditimbang dan dikeringkan pada suhu 105°C sampai berat konstan. Kemudian ditimbang kembali (Ulfa, 2009)

Rumus perhitungan *cooking loss* adalah sebagai berikut:

$$\text{Cooking loss} = \frac{\text{Berat setelah dikeringkan (g)}}{[\text{berat awal (1-kadar air)}]} \times 100\%$$

3.7.3 *Elongasi*

Menurut Ulfa (2009), elongasi atau pemanjangan mie diukur dengan menggunakan alat *Tensile Strength Tester*. Sampel mie yang telah direhidrasi dengan panjang 18 cm disiapkan kemudian ujungnya dipasang pada bagian penjepit (klem) atas dari alat dan dikeraskan (dikunci). Ujung mi lainnya dipasang pada klem bawah dan dikeraskan. Selanjutnya pengunci bagian klem atas dikendorkan sehingga klem atas dapat bergerak bebas untuk mendapatkan penempatan contoh uji yang benar (vertikal dan tidak terpuntir). Pengukuran elongasi mi siap dilakukan. Untuk memulai pengukuran, tuas yang ada disebelah kanan ditekan kebawah sehingga alat akan menarik klem bawah dan sampel mi mendapat bebantarik tertentu. Bersamaan dengan itu jarum penunjuk bergerak ke atas menunjuk angka tertentu sesuai dengan beban tarik yang bekerja pada sampel mi. Pada saat tertentu sampel mie akan putus dan jarum penunjuk

berhenti bergerak. Nilai yang ditunjuk oleh jarum pada skala piringan di bagian atas kanan alat menunjukkan nilai pemanjangan.

Rumus perhitungan *elongasi* adalah sebagai berikut:

$$\text{Pemanjangan(\%)} = \frac{\text{Perpanjangan contoh uji (cm)}}{\text{Panjang uji awal (cm)}} \times 100\%$$

3.7.4 Viabilitas probiotik

Pengujian viabilitas sel pada setiap tahapan proses (baik kering beku maupun kering semprot) dilakukan pada media MRS agar dengan metode *surface planting* dengan beberapa seri pengenceran (Harmayani *et al.* 2001).

Pengujian viabilitas *L. acidophilus* menurut Srianta *et al.* (2007) sebagai berikut, *L. acidophilus* dituangkan ke dalam MRS agar, kemudian diinkubasi dengan suhu 37°C selama 48 jam. Setelah diinkubasi, dilanjutkan dengan perhitungan jumlah total bakteri.

Cara perhitungan TPC (Fardiaz, 1993) adalah sebagai berikut:

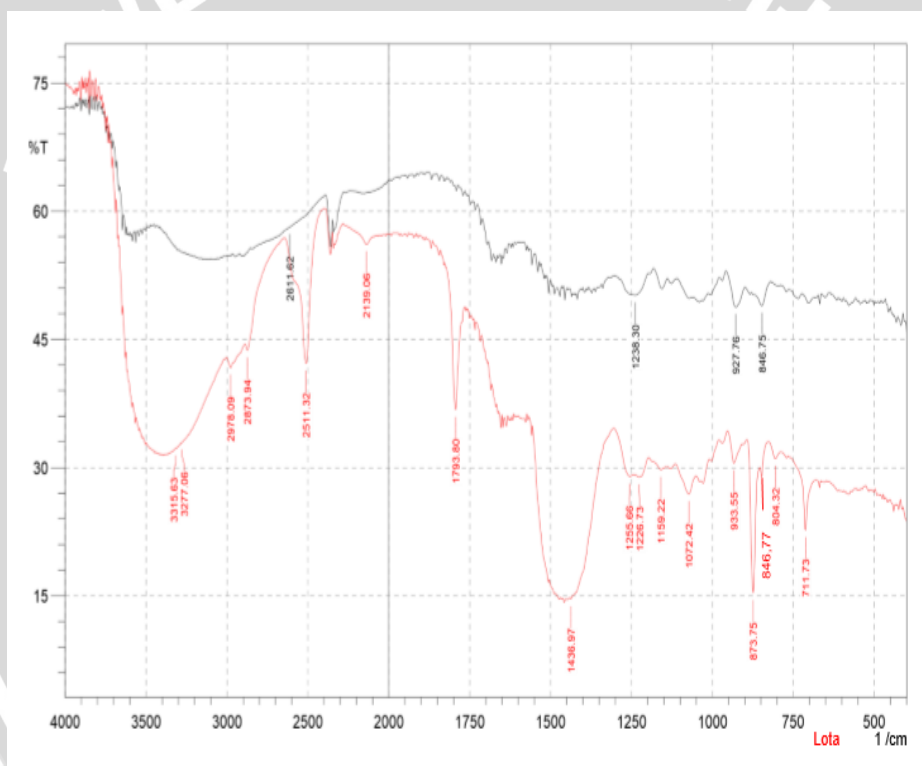
$$\text{TPC (koloni/mL)} = \text{Jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian pendahuluan

4.1.1 Spektra FTIR SRC *E. cottoni* dan *E. spinosum*

Tujuan analisa karaginan dari *E. cottoni* dan *E. spinosum* menggunakan spektrofotometer FT-IR adalah untuk mengetahui gugus fungsional dari karaginan yang dihasilkan dengan proses semi murni (*semi refined*). Hasil analisa spektrofotometer FT-IR *E. cottoni* dan *E. spinosum* dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Spektra FT-IR *E. cottoni* dan *E. spinosum*

■ : *E. spinosum* (iota)
 ■ : *E. cottoni* (kappa)

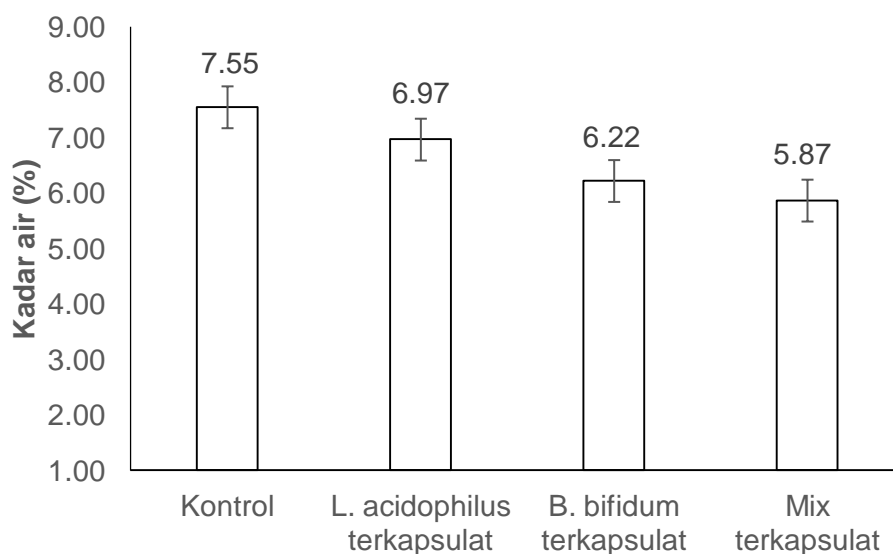
Gugus fungsi ester sulfat SRC dari *E. cottoni* muncul pada panjang gelombang 1238,3 cm⁻¹. Gugus fungsi 3,6-anhidrogalaktosa muncul pada

panjang gelombang 927,76 cm^{-1} . Gugus fungsi galaktosa-4-sulfat muncul pada panjang gelombang 846,75 cm^{-1} . Menurut FAO (2001), kappa karaginan ditandai dengan adanya gugus D-galaktosa-4-sulfat dan 3,6-anhidro-D-galaktosa. Analisa menggunakan spektrofotometer FT-IR, gugus fungsi D-galaktosa-4-sulfat akan muncul pada panjang gelombang 840-850 cm^{-1} , gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa akan muncul pada panjang gelombang 928-933 cm^{-1} .

Pada SRC yang diekstrak dari *E. spinosum* gugus fungsi ester sulfat muncul pada panjang gelombang 1226,73 cm^{-1} , gugus fungsi 3,6-anhidrogalaktosa muncul pada panjang gelombang 933,55 cm^{-1} . Gugus fungsi 3,6 anhidrogalaktosa-2 sulfat muncul pada panjang gelombang 804,32. Diharmi (2011), melaporkan hasil dari analisis dengan spektroskopi menunjukkan terdapatnya 2 gugus 3,6-anhidrogalaktosa-4 sulfat dan 3,6-anhidrogalaktosa-4-sulfat (2 sulfat), gugus ester sulfat, OH, ikatan glikosidik, 3,6-anhidrogalaktosa dan galaktosa. Spektra dari infra merah pada panjang 806.25 cm^{-1} menunjukkan adanya ester sulfat pada posisi 2 dari anhidrogalaktosa merupakan karakteristik dari iota-karagenan. Menurut FAO (2001), iota karaginan gugus ester sulfat akan muncul pada panjang gelombang 1220 – 1260 cm^{-1} , gugus fungsi 3,6-anhidrogalaktosa pada panjang gelombang 928-933 cm^{-1} . Sehingga dapat disimpulkan bahwa karaginan yang dihasilkan dari *E. spinosum* merupakan iota karaginan.

4.1.2 Kadar air pada mi instan

Dari hasil ANOVA (**Lampiran 12**) menunjukkan bahwa nilai F hitung < F tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberian probiotik yang berbeda pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air mi instan. Pengaruh penambahan probiotik yang berbeda terhadap kadar air mi instan lele ubi jalar ungu dapat dilihat pada **Gambar 8**.



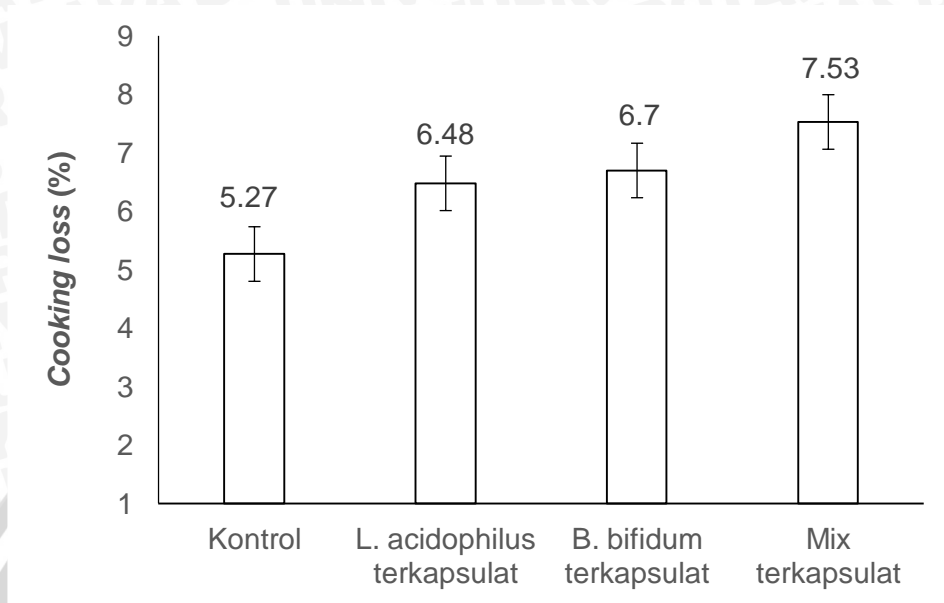
Gambar 8. Kadar air mi instan dengan penambahan probiotik yang berbeda

Pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*) dengan penambahan probiotik yang berbeda diperoleh hasil kadar air yang tidak memberikan pengaruh nyata antara perlakuan satu dengan perlakuan lainnya. Irmawan (2014), melaporkan bahwa kadar air mi instan lele ubi jalar ungu sebesar 8,35%, dengan proporsi tepung terigu 40 g dan tepung ubi 5 g. Hal ini dikarenakan pemberian probiotik yang berbeda tidak mempengaruhi kadar air pada mi instan lele ubi jalar ungu. Berdasarkan SNI (1992), mi instan yang dikeringkan dengan cara digoreng memiliki standar kadar air maksimal sebesar 10% . Dengan demikian diperoleh kesimpulan bahwa mi instan lele ubi jalar sesuai dengan standar SNI.

4.1.3 Cooking loss

Dari hasil ANOVA (**Lampiran 13**) menunjukkan bahwa nilai F hitung < F tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberian probiotik yang berbeda pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai *cooking loss* mi instan.. Pengaruh penambahan probiotik yang

berbeda terhadap *cooking loss* mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*) dapat dilihat pada **Gambar 9**



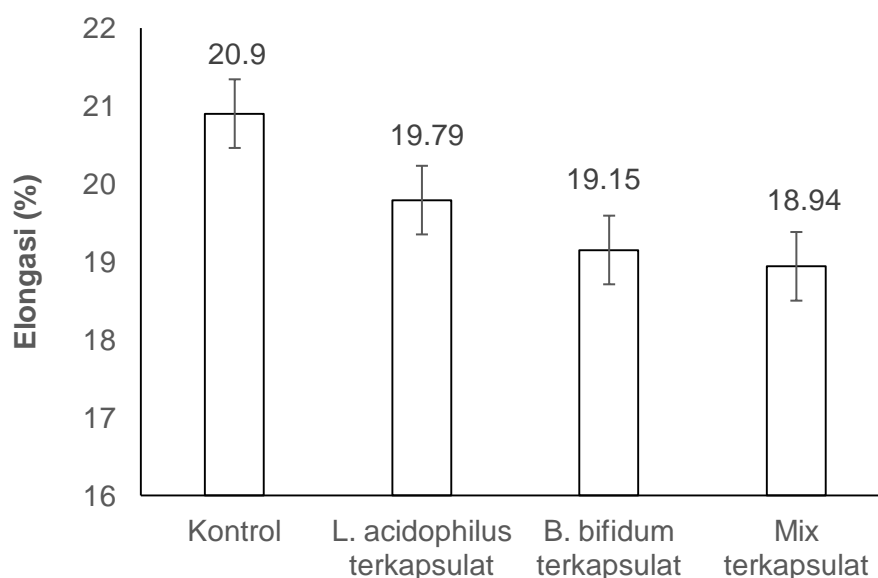
Gambar 9. *Cooking loss* mi instan dengan penambahan probiotik yang berbeda

Pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*) dengan penambahan probiotik yang berbeda diperoleh hasil *cooking loss* yang tidak memberikan pengaruh nyata antara perlakuan satu dengan perlakuan lainnya. Irmawan (2014), melaporkan hasil *cooking loss* pada mi instan lele ubi jalar ungu terbaik sebesar 5,06%, dengan proporsi tepung terigu 40 g dan tepung ubi 5 g. Hal ini diduga karena formulasi pembuatan mi instan tidak berbeda antara perlakuan satu dengan lainnya. Rendahnya nilai *cooking loss* tergantung pada gelatinisasi permukaan mi. Gelatinisasi semakin sempurna maka amilosa semakin banyak yang lepas dari granula pati. Ikatan hidrogen yang membentuk ikatan antar polimer amilosa sehingga menyebabkan struktur mi menjadi semakin kokoh. Menurut Widiatmoko (2015), *cooking loss* juga disebabkan lemahnya daya ikat komponen adonan sehingga ada komponen yang larut pada saat perebusan. Pada perlakuan mi instan ditambahkan mikrokapsul probiotik, lemahnya daya

ikat komponen disebabkan karena adonan mi tidak tercampur sempurna dengan mikrokapsul. *Cooking loss* menunjukkan banyaknya padatan dalam mi yang keluar ke dalam air selama proses pemasakan. Salah satu parameter mutu yang penting karena berkaitan dengan kualitas mi setelah dimasak. Nilai *cooking loss* yang diinginkan adalah yang relatif kecil. Semakin rendah nilai *cooking loss* menunjukkan bahwa mi tersebut memiliki tekstur yang baik dan homogen (Subarna *et al.*, 2012).

4.1.4 Elongasi

Hasil ANOVA pengaruh penambahan mikrokapsul pada mi instan terhadap elongasi mie menunjukkan bahwa elongasi tidak berbeda nyata pada taraf 5% ($F_{hitung} < F_{tabel}$). Selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 14**. Pengaruh penambahan probiotik yang berbeda terhadap *elongasi* mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*) dapat dilihat pada **Gambar 10**.



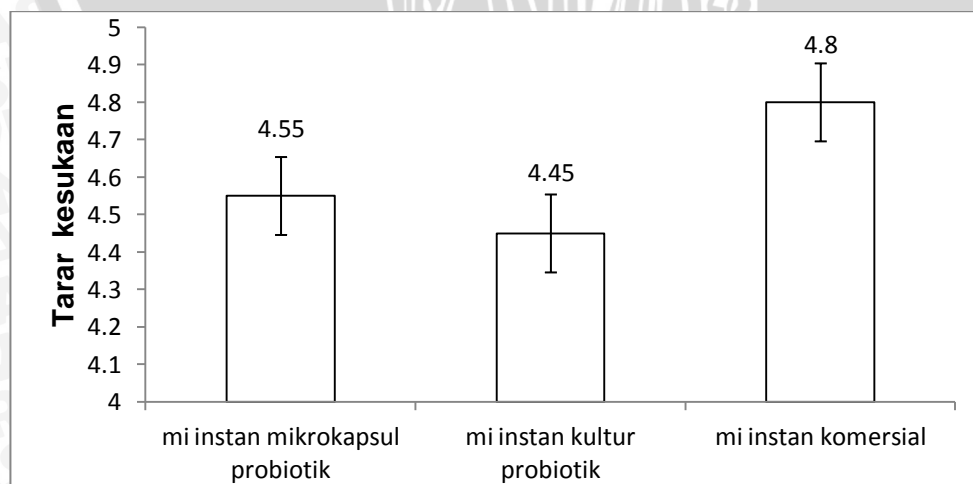
Gambar 10. *Elongasi* mi instan dengan penambahan probiotik yang berbeda.

Pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*) dengan penambahan probiotik yang berbeda diperoleh hasil *elongasi* yang tidak memberikan pengaruh

nyata antara perlakuan satu dengan perlakuan lainnya. Irmawan (2014) melaporkan bahwa nilai elongasi terpanjang sebesar 25%, proporsi tepung yang digunakan adalah 40 g tepung terigu dan 5 g tepung ubi jalar ungu. Hal ini disebabkan karena perbandingan bahan serta formulasi pembuatan mi yang tidak berbeda antara perlakuan satu dengan yang lain. Selain itu bahan pembuatan mi umumnya menggunakan telur, jadi protein ini akan lebih tinggi sehingga akan membentuk gel yang elastis dan menyebabkan elongasi mi lebih panjang. Persen *elongasi* menunjukkan pertambahan panjang maksimum mi yang mengalami tarikan sebelum putus. *Elongasi* dinyatakan dalam satuan (%). Mi dengan persen *elongasi tinggi* menunjukkan karakteristik mi yang tidak mudah putus. Sifat ini penting karena konsumen tidak menginginkan mi yang hancur saat dimasak atau putus ketika ditarik saat dikonsumsi (Subarna *et al.*, 2012)

4.1.5 Hasil uji pembeda mi instan

Hasil ANOVA pengaruh penambahan mikrokapsul pada mi instan terhadap skoring mi menunjukkan tidak berbeda nyata (**Lampiran 15**). Pengaruh penambahan probiotik yang berbeda pada mi instan lele ubi jalar ungu dengan uji skoring dapat dilihat pada **Gambar 11**

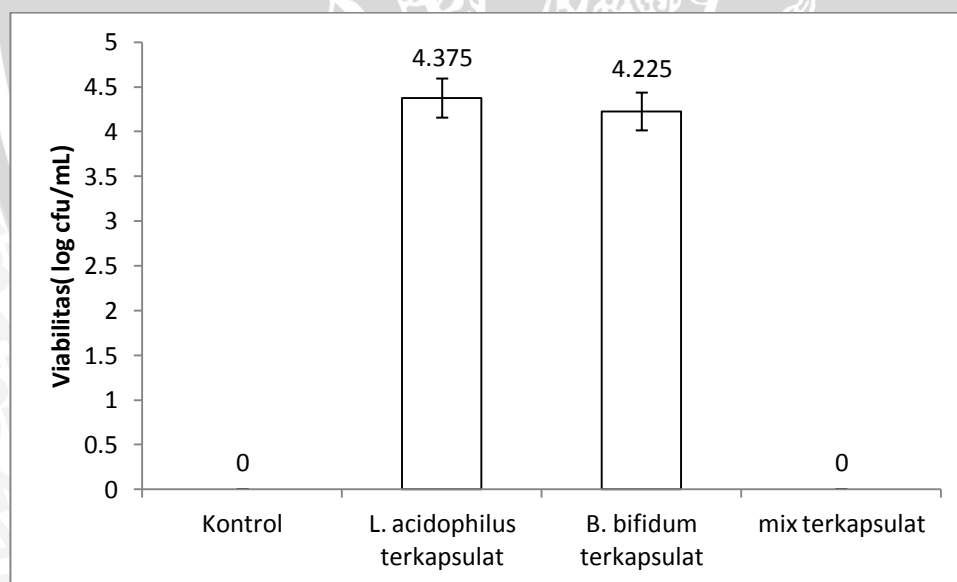


Gambar 11 . Uji pembeda mi instan dengan penambahan probiotik yang berbeda

Pada Gambar 11 diperoleh nilai uji pembeda tidak memberikan pengaruh nyata antara perlakuan satu dengan perlakuan lainnya. Irmawan (2014), melaporkan bahwa hasil uji organoleptik terbaik mi instan lele ubi jalar ungu dengan proporsi 40 g tepung terigu dan 5 g tepung ubi jalar ungu. Hal ini diduga dikarenakan *L. acidophilus* mati pada saat proses pengukusan dan penggorengan sehingga tidak mempengaruhi rasa mi instan lele ubi jalar ungu. Menurut Antara (2014), *L. acidophilus* memiliki suhu optimal 35-45°C sehingga suhu pengukusan dan penggorengan dapat membawa sel pada kematian.

4.1.6 Viabilitas probiotik yang ditambahkan pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*)

Hasil analisa data pengaruh penambahan probiotik yang berbeda pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*) terhadap viabilitas probiotik dapat dilihat pada (Lampiran 16). Viabilitas probiotik yang ditambahkan pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*) dapat dilihat pada **Gambar 12**



Gambar 12. Viabilitas probiotik yang berbeda dalam mi instan

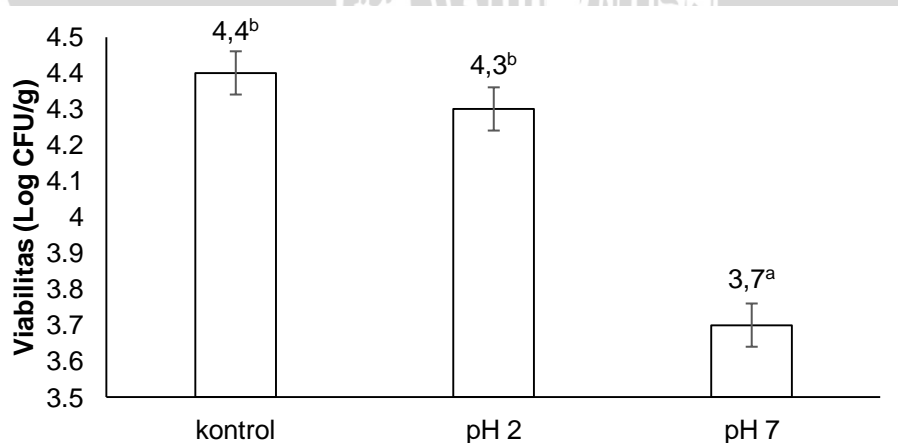
Gambar 15 menunjukkan bahwa viabilitas pada perlakuan mi ditambahkan mikrokapsul *L. acidophilus* lebih tinggi dibandingkan dengan

perlakuan mi instan dengan penambahan mikrokapsul *B. bifidum* Menurut penelitian Irmawan (2014), *viabilitas L. acidophilus* terkapsul yang ditambahkan pada mi instan lele ubi jalar ungu dengan suhu penggorengan 120°C sebesar $6,15 \log \text{CFU/g}$. Perbedaan *viabilitas L. acidophilus* dan *B. bifidum* ini dikarenakan adanya perbedaan yield mikroenkapsulasi antara dua probiotik ini. Berdasarkan laporan Arif (2014), yield mikroenkapsulasi *L. acidophilus* sebesar 92,96% dan yield mikroenkapsulasi *B. bifidum* sebesar 84,37%. *L. acidophilus* juga memiliki ketahanan suhu lebih baik dibandingkan *B. bifidum*. Hal inilah yang menyebabkan adanya perbedaan *viabilitas L. acidophilus* dan *B. bifidum* dalam mi instan.

4.2 Penelitian utama

4.2.1 Viabilitas *L. acidophilus* dalam simulasi saluran pencernaan

Hasil ANOVA pengaruh penambahan probiotik pada mi instan lele ubi jalar ungu (*I. batatas*) terhadap *viabilitas probiotik* dalam simulasi saluran pencernaan disajikan pada (Lampiran 17.). *Viabilitas probiotik* dalam simulasi saluran pencernaan dapat dilihat pada **Gambar 13**



Gambar 13. Viabilitas *L. acidophilus* dalam simulasi saluran pencernaan

Gambar 13 menunjukkan viabilitas probiotik pada pengujian pH 2 lebih tinggi dibandingkan pH 7. Arif (2014), melaporkan bahwa viabilitas probiotik mengalami penurunan rata-rata sebesar 2 siklus log setelah pengujian dalam simulasi saluran usus pada larutan pH 7 dari kepadatan kontrol 5,4 log CFU/mL 2,9 log CFU/mL . Setijawati *et al.* (2011) melaporkan bahwa probiotik yang terkapsulasi dalam kappa karaginan mengalami penurunan sampai dengan 4 siklus log dari kepadatan awal 6,3027 log CFU/mL menjadi 2,1915 log CFU/mL setelah dilakukan pengujian dalam larutan pH 7. Hal ini disebabkan oleh sifat kappa dan iota karaginan sebagai bahan pengkapsulat. Kappa dan iota mengalami degradasi pada suhu tinggi diatas 60°C. Suhu tinggi juga menyebabkan karaginan terhidrolisis dan kehilangan sifat fisiknya (Kelco, 2014). Proses pembuatan mi instan yang menggunakan suhu tinggi menyebabkan kerusakan pada lapisan mikrokapsul sehingga tidak dapat melindungi *L. acidophilus*. Pada saat *L. acidophilus* yang pengkapsulatnya telah mengalami kerusakan dipaparkan kedalam pH 7 akan mengalami kematian dikarenakan *L. acidophilus* merupakan bakteri *indegenuous* dalam lambung manusia dengan jumlah normal sebanyak 10³ CFU/ g. Hal inilah yang menyebabkan menurunnya viabilitas *L. acidophilus* (Firmansyah, 2001).

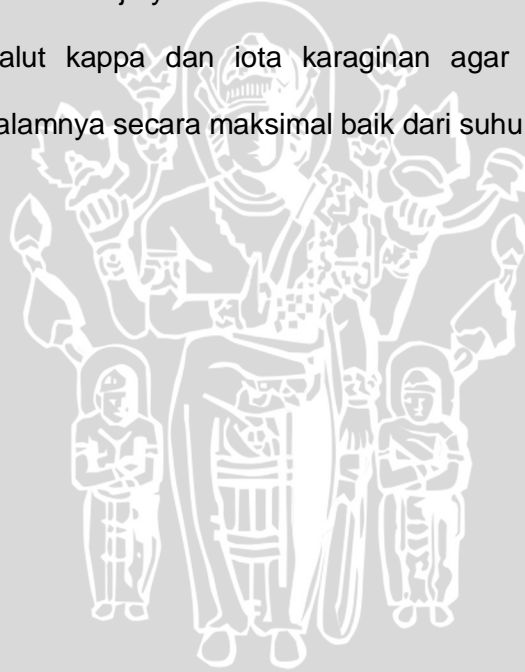
5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian didapatkan viabilitas pada mi instan lele ubi jalar ungu dengan penambahan *L. acidophilus* terkapsulat dalam pengujian *gastric tract* pada pH 2 sebesar 4,4 log CFU/g dan pada pengujian *intestinal tract* sebesar 3,7 log CFU/g.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutya disarankan untuk lebih memperhatikan proporsi bahan penyalut kappa dan iota karaginan agar dapat melindungi probiotik yang ada didalamnya secara maksimal baik dari suhu maupun pH.



DAFTAR PUSTAKA

- American Association for Gastrointestinal Endoscopy [ASGE]. 2014. **Quick anatomy lesson : human digestive system.** <http://www.asge.org/ASGEHuman Digestive System. htm>. Diakses pada 25 Januari 2015.
- Antara, N.S. 2014. **Pemilihan dan Penanganan Starter Yoghurt di Tingkat Industri.** Faculty of Agricultural Technology. Udayana University. Bali
- Arif, M. 2014. **Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Probiotik pada Simulasi Saluran Pencernaan Manusia terhadap Viabilitas Probiotik.** Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Astawan, M. 2004. **Pembuatan Mi dan Bihun.** Penebar Swadaya: Jakarta
- Campo, V.L., Daniel F K., Dilson, B da Silva Jr., Ivone C. 2009. **Carageenans : Biological Properties, Chemical Modifications and Structural Analysis –A Review.** Carbohydrate Polymers.77:167 –180.
- Chávvari, M, Izaskum, M., Raquel A., Francisco C Ibáñez., Florencio M., Maria del C V. 2010. **Microencapsulation of a Probiotic Bacteria in Alginate-Chitosan Capsules Improves Survival In Simulated Gastro Intestinal Conditions.** International Journal of Food Microbiology.142:185 –189.
- Cook, M T, G. Tzortzis , D. Charalampopoulos , V. Khutoryanskiy. 2012. **Microencapsulation of Probiotics for Gastrointestinal Delivery.** Journal of Controlled Release 162 . Hal 56–67.
- CP Kelco. 2014. **Carageenaan Book.** <http://www.cpkelco.com/carageenaan-description.pdf>. Diakses pada 10 September 2014.
- Distantina, S, Fadilah, Rochmadi, M. Fahrurrozi dan Wiratni. 2010. **Proses Ekstraksi Karagenan dari *Eucheuma cottonii*.** Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses vol. 54: 738-752.
- Diharmi, A., D. Fardiaz, N. Andarwulan, dan E. S. Heruwati. 2011. **Karakteristik Karagenan Hasil Isolasi *Eucheuma spinosum* (Alga merah) dari Perairan Sumenep Madura. Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.** Hal 2-8.
- FAO. 2001. **Carageenaan.** Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/carageenan.pdf>. Diakses pada 20 September 2014.
- Fardiaz, S. 1993. **Analisis Mikrobiologi Pangan.** Raja Grafindo Pustaka: Jakarta.
- Firmansyah, A. 2001. **Terapi Probiotik dan Prebiotik pada Penyakit Saluran Cerna Anak.** *Sari Pediatri.* 2(4):210 – 214.

- Fu, B.X. 2007. **Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing**. Food Research International 41 :888–902.
- Garrity, G. M., Bell, J. A., Lilburn, T. G., Garrity, G. M., Lansing, E., Bell, J. A. 2004. **Taxonomic Outline of The Prokaryotes. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. 2nd Edition**. Springer : New York..1-399.
- Gibson, G. R., M.B Roberfroid. 1994. **Dietary Modulation of the Human Colonie Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics**. Critical Review.The Journal of Nutrition. American Institute of Nutrition.
- Harmayani, E, Ngatirah, E.S. Rahayudan T. Utami. 2001. **Ketahanan dan Viabilitas Probiotik Bakteri Asam Laktat Selama Proses Pembuatan Kultur Kering dengan Metode Freeze dan Spray Drying**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan vol. 12. Hal 126-132
- Hernández-Carmona G. 2013. **Conventional and Alternative Technologies for The Extraction of Alga Polysaccharides**. Woodhead Publishing Limited.
- Irmawan, A.B. 2014. **Pengaruh Suhu dan Lama Penggorengan yang Berbeda pada Mi Instan Lele Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas*) yang Difortifikasi dengan *Lactobacillus acidophillus* Terhadap Viabilitas *Lactobacillus acidophillus***. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ishibashi, N., Yaeshima T and Hayasawa H. 1997. **Bifidobacteria: their significance in human intestinal health**. Mal J Nutr 3: 149-159, 1997.
- Istini, S dan A Zalnika. 2007. **Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Semi-Refined Carrageenan (SRC) sebagai Stabilisator Terhadap Kualitas Es Krim**. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol. 9 No. 1. Hal.27-33.
- Jayasena, V., Leung P and Abbas S M N. 2008. **Development and Quality Evaluation of Lupin-Fortified Instant Noodles**. Food Science and Technology, School of Public Health, Curtin University of Technology, Perth, Australia.
- Kailasapathy, K. 2002. **Microencapsulation of Probiotic Bacteria : Technology and Potential Application**. Intest Microbial 3 : 39 – 48.
- Kartikasari, Veni. 2014. **Pengaruh Konsentrasi Busa Putih Telur dan Lama Pengeringan dengan Metode *Foam-Mat* Drying Terhadap Viabilitas dan *Shelf-Life L. acidophilus* yang Terenkapsulasi RC Campuran Kappa dan Iota**. Universitas Brawijaya: Malang.
- Koswara, S. **Teknologi Pengolahan Mi**. Seri Teknologi Pangan Populer. Ebook pangan.com.
- Manojlović V., Viktor A N., KasipathyKy., Nicolaas J N. 2010. **Encapsulation of Probiotics for use in Food Products Chapter 10**. Springer Science+Business Media, LLC 2010.

- Ooi L. G. dan Min-Tze L. 2010. **Cholesterol-Lowering Effects of Probiotics and Prebiotics: A Review of *in Vivo* and *in Vitro* Findings**. Int. J. Mol. Sci.
- Pearce, E. 1995. **Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis**. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Prescott, L., Harley, J. and Klein, D.A. 2002. **Microbiology 5 th edition**. McGraw-Hill. 820-950.
- Purwandhani, Suladra M dan Endang. 2007. **Stabilitas Thermal Agensia Probiotik *L. acidophilus* SNP 2 Terenkapsulasi Metode Ekstrusi dan Emulsi**. Seminar Nasional Teknologi: 1-6
- Rachna, K., Shilpa P S., Sanjay C J., Sultana N., Bhat S. 2012. **Probiotics: stepping stone towards a healthy life**. Journal of Oral Sign. Volume : 4 (39-45).
- Rathore ,S ., Mahendrakumar P D, Liew C V, Chan L W, Heng P W S. 2013. **Microencapsulation of Microbial Cells**. Journal of Food Engineering 116. Hal 369–381.
- Rokka, S and Rantamäki P. 2010. **Protecting Probiotic Bacteria by Microencapsulation: Challenges for Industrial Applications**. Eur Food Res Technol 231:1–12.
- Rustandi, D. 2011. **Produksi Mi**. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri: Solo. Hal. 124.
- Sanz Y. 2007. **Ecological and Fungsional Implications of The Acid Adaptation Ability of Bifidobacterium: a way of selecting improved probiotic strains**. International Dairy Journal. 17:1284-1289.
- Setijawati D., S Wijana., Aulaniam., I Santoso. 2011. **Viabilitas dan Struktur Mikrokapsul *Lactobacillus acidophilus* dengan Bahan Penyalut Karaginan Semi Murni Jenis *Eucheuma cottoni***. Jurnal Teknologi Pangan. 2(1):50-67.
- Shah ,N.P. 2007. **Functional Cultures and Health Benefits**. *Internatioal Dairy Journal*. 17:1262-1277.
- SNI 01 - 2974 – 1992 .**Mi Kering**. Badan Standarisasi Nasional.
- Srianta., N Kusumawati., dan W Effendi. 2007. **Pengaruh Perbedaan Jumlah Santan dan Lama Penyimpanan Beku Terhadap Viabilitas *Lactobacillus acidophilus* dalam Es Krim Nabati Probiotik**. Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi vol. 6: 9-14.
- Subarna, T. Muhandri., B. Nurtama., A.S Fierliyanti. 2012. **Peningkatan Mutu Mi Kering Jagung dengan Penerapan Kondisi Optimum Proses dan Penambahan Monogliserida**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol. XXIII no.2. Hal 1-7.
- Sudarmadji, S. 2003. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty: Yogyakarta.

Ulfa, M. 2009. **Pemanfaatan Iota Karaginan (*Eucheuma spinosum*) dan Kappa Karaginan (*Kappaphycus alvarezii*) Sebagai Sumber Serat Untuk Meningkatkan Kekenyalan Mi Kering**. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Wahyudi, E.S dan M Askary. 2007. **Indutri Mi Instan**. Deputi Bidang Tata Lingkungan Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia: Jakarta.

Widiatmoko, R.B dan T. Estiasih. 2015. **Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Mi Kering Berbasis Tepung Ubi Jalar Ungu pada Berbagai Tingkat Penambahan Gluten**. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 3 No 4 p.1386-1392.

Yusmarini, U. Pato, S. Anirwan, dan H. Siregar. 2013. **Mi Instan Berbasis Pati Sagu dan Ikan Patin Serta Pendugaan Umur Simpan dengan Metode Akselerasi**. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia Vol. (5) No.2. Hal 1-9.



Lampiran 1. Pembuatan *Semi Refined Carageenan* (SRC) dengan metode PNG (Phillip dan William, 2001)

Penimbangan dan pencucian rumput laut (*E. Spinosum*/*E. Cottonii*)

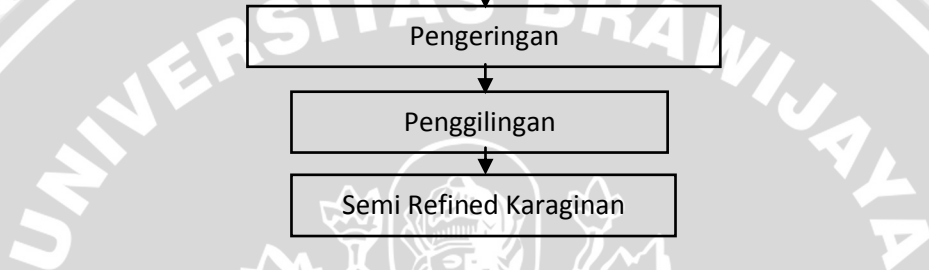
Pengekstraksian dalam larutan alkali dengan konsentrasi 6% pada suhu 70-74°C selama 2 jam

Pencucian dengan air bersih hingga bau larutan alkali hilang (penetralan)

Pengeringan

Penggilingan

Semi Refined Karaginan



Lampiran 2 . Pembuatan karaginan



1. Penimbangan *E. cottonii* / *E. spinosum* 100 g 4. Pengeringan

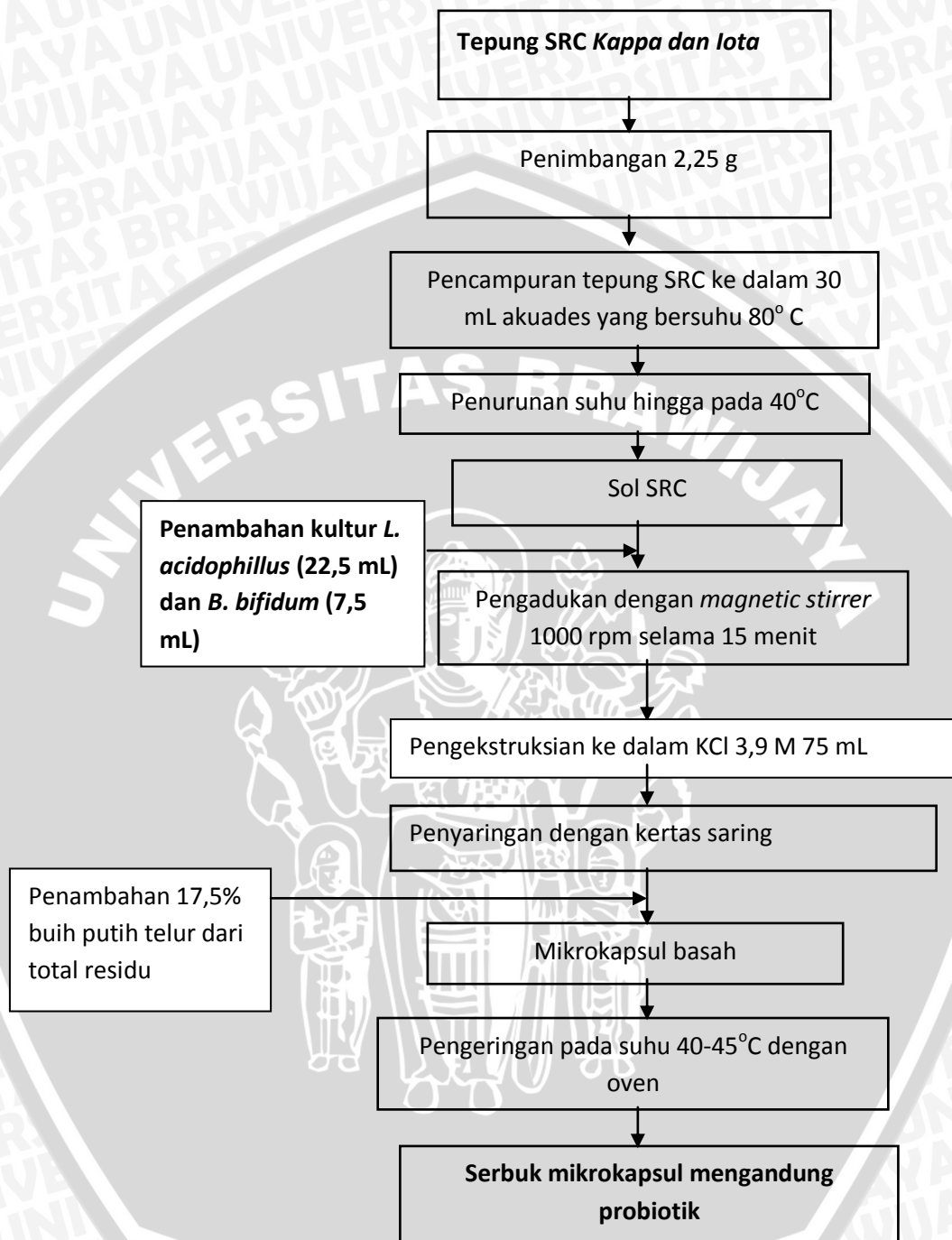


2. . Pengekstraksian dengan alkali 6% 5. Penggilingan



3. Pencucian dengan air bersih hingga bau larutan alkali hilang (penetralan)

Lampiran 3. Pembuatan Mikrokapsul (Arif, 2014)



Lampiran 4. Pembuatan mikrokapsul metode gel partikel *foam mat drying*



1. Tepung SRC kappa dan iota



4. Penurunan suhu hingga pada suhu 40°C



2. Penimbangan 2,25 gr campuran kappa dan iota dengan perbandingan 1:1



5. Sol SRC



3. Pencampuran tepung SRC ke dalam 30 mL akuades bersuhu yang 80°C



6. Penambahan kultur *L. acidophilus* (22,5 mL) dan *B.bifidum* (7,5 mL)



7. Pengadukan dengan *magnetic stirrer* 1000 rpm selama 15 menit



11. Mikrokapsul basah



8. Pengekstruksian ke dalam



12. Pengeringan dengan oven pada suhu 40°C



9. Penyaringan dengan kertas saring

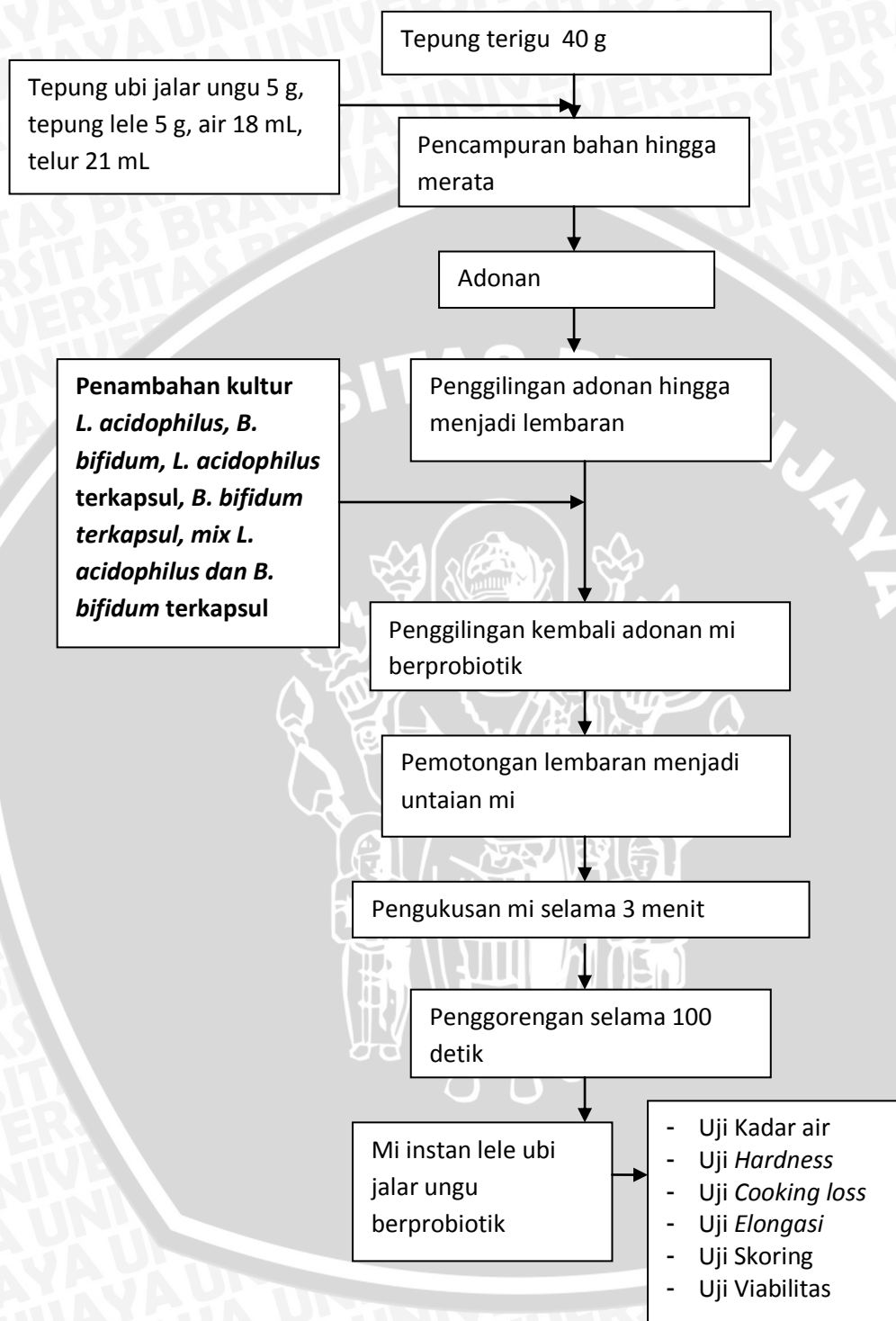


13. Mikrokapsul kering



10. Penambahan 17,5% busa putih telur dari total residu

Lampiran 5. Pembuatan Mi Instan Lele Ubi Jalar Ungu (Irmawan, 2014)



Lampiran 6. Pembuatan mi instan lele ubi jalar ungu (*Ipomea batatas*)



1. Tepung terigu 40 g



4. Adonan



2. Tepung ubi jalar ungu 5 g,
tepung lele 5 g, telur 21 mL,
air 18 mL



5. Penggilingan adonan hingga
menjadi lembaran



3. Pencampuran semua bahan
hingga merata



6. Penambahan probiotik



7. Penggilingan kembali adonan mi berprobiotik



10. Penggorengan selama 100 detik



8. Pembentukan lembaran menjadi untaian mi



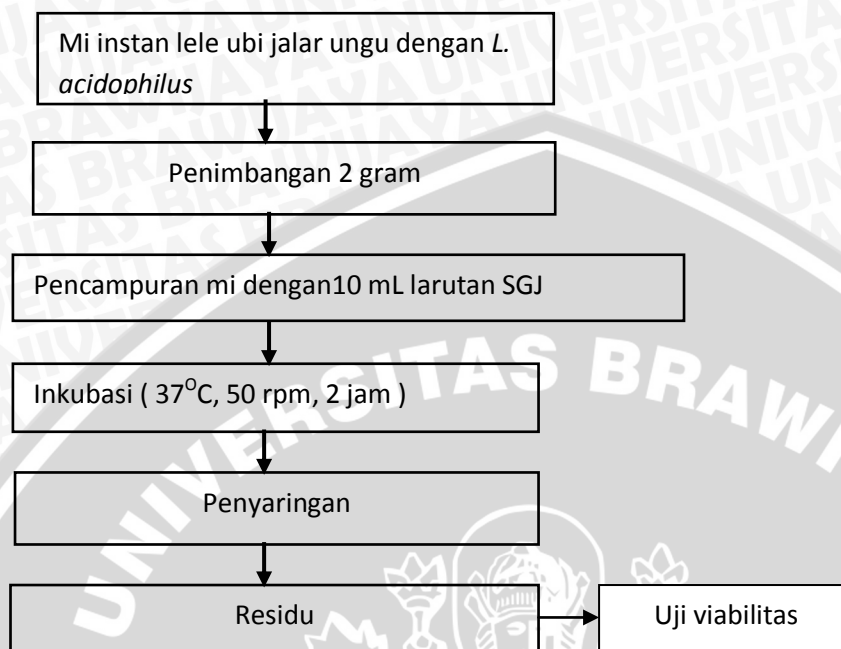
11. Mi instan lele ubi jalar ungu berprobiotik



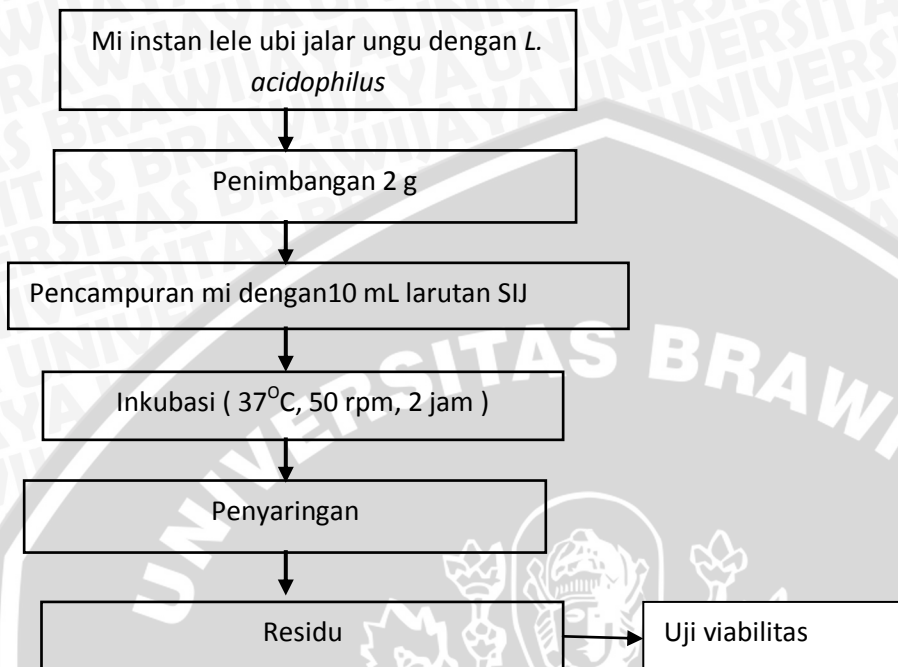
9. Pengukusan mi selama 3 menit.



Lampiran 7. Pengujian mi instan lele ubi jalar probiotik dalam kondisi *gastric tract* (Chavvari *et al.*, 2010 termodifikasi)



Lampiran 8. Pengujian dalam kondisi *intestinal tract* (Chavvari *et al.*, 2010 termodifikasi)



Lampiran 9. Pengujian dalam kondisi saluran pencernaan



1. Mi instan lele ubi jalar ungu dengan *L. acidophilus*



4. Inkubasi dalam *shaker incubator* pada suhu 37°C selama 2 jam



2. Penimbangan sebanyak 2 g



5. Penyaringan sampel



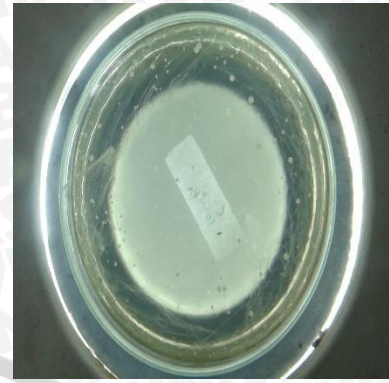
3. Pencampuran mi dengan 10 ml SIJ atau SGJ



6. Residu



7. Pengenceran



10. Pengamatan koloni
L. acidophilus



8. Inokulasi bakteri



9. Inkubasi pada suhu 37°C
selama 48 jam



Lampiran 10. Hasil analisa spektrofotometer FT – IR SRC *E. cottoni*

Spektra FT-IR kappa SRC *E. cottoni*

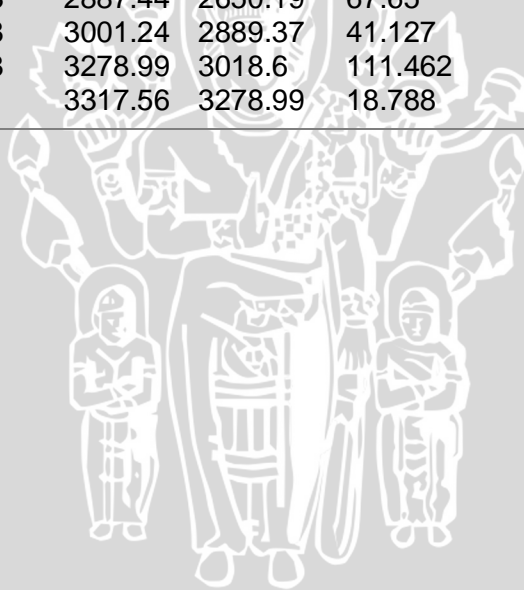
No	Peak	Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	846.75	48.942	867.97	821.68	13.9	0.361
2	927.76	48.787	958.62	900.76	17.25	0.81
3	123.3	50.171	1246.02	1197.79	14.08	0.189
4	2611.62	58.143	2613.55	2393.66	48.995	0.216



Lampiran 11. Hasil analisa spektrofotometer FT – IR SRC *E. spinosum*

Spektra FT-IR iota SRC *E. spinosum*

NO	Peak	Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	711.73	22.693	758.02	680.87	42.505	1.931
2	804.32	31.056	825.53	790.81	17.291	0.277
3	846,77	30,057	875,54	802,31	18,934	0.35
3	873.75	15.325	893.04	854.47	23.644	4.285
4	933.55	30.516	952.84	908.47	21.956	0.87
5	1072.42	26.891	1114.86	1051.2	34.795	1.212
6	1159.22	29.754	1195.87	1145.72	26.011	0.209
7	1226.73	28.878	1236.37	1197.79	20.392	0.313
8	1255.66	28.971	1303.88	1246.02	29.328	0.486
9	1436.97	14.628	1440.83	1305.81	85.049	1.351
10	1793.8	36.765	1826.59	1776.44	17.27	2.252
11	2139.06	56.143	2247.07	2094.69	37.081	0.548
12	2511.32	42.165	2640.55	2401.38	66.815	11.256
13	2873.94	43.693	2887.44	2650.19	67.65	0.309
14	2978.09	41.698	3001.24	2889.37	41.127	0.864
15	3277.06	32.948	3278.99	3018.6	111.462	0.725
16	3315.63	32.241	3317.56	3278.99	18.788	0.021



Lampiran 12. Analisa Ragam (ANOVA) Kadar Air Mie Instan Lele Ubi Jalar Ungu pada Penelitian Pendahuluan

Data kadar air mi instan lele ubi jalar ungu berprobiotik

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
K	8,15	6,28	8,23
A	6,12	7,21	7,58
B	7,32	5,25	6,10
C	5,34	6,04	6,23

Statistik deskriptif

Terendah	Tertinggi	Rerata	Simpangan baku
6,28	8,23	7,5533	1,10346
6,12	7,58	6,9700	,75901
5,25	7,32	6,2233	1,04050
5,34	6,23	5,8700	,46872

Sidik ragam (ANOVA)

ANOVA

K.Air

	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F Hitung	Signifikasi
Perlakuan	5,126	3	1,709	2,208	,165
Galat	6,192	8	,774		
Total	11,318	11			

Nilai F hitung sebesar 2,20

Nilai Ftabel (0,05) sebesar 4,07

Sehingga Fhitung < Ftabel, kadar air pada semua perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Lampiran 13. Analisa Ragam (ANOVA) Cooking loss Mie Instan Lele Ubi Jalar Ungu pada Penelitian Pendahuluan

Data *cooking loss* mi instan lele ubi jalar ungu berprobiotik

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
K	4,23	5,62	5,97
A	6,10	7,82	5,52
B	6,32	7,62	6,15
C	7,21	8,10	7,28

Statistik deskriptif

Terendah	Tertinggi	Rerata	Simpangan baku
4,23	5,97	5,2733	,92034
5,52	7,82	6,4800	1,19616
6,15	7,62	6,6967	,80414
7,21	8,10	7,5300	,49487

Uji normalitas Kolmogorov-Smirnov Z

Uji Kolmogorov-Smirnov

	Kontrol	A	B	C	
N	3	3	3	3	
Normal Parameters ^{a,b}	Rerata	5,2733	6,4800	6,6967	7,5300
	Simpangan baku	,92034	1,19616	,80414	,49487
Perbedaan sangat nyata Mutlak		,313	,291	,347	,360
	Positif	,225	,291	,347	,360
	Negatif	-,313	-,211	-,248	-,259
Kolmogorov-Smirnov Z		,543	,505	,601	,623
Asymp. Sig. (2-tailed)		,930	,961	,863	,832

- a. Penyebaran data normal
- b. Perhitungan data

Sidik ragam (ANOVA)

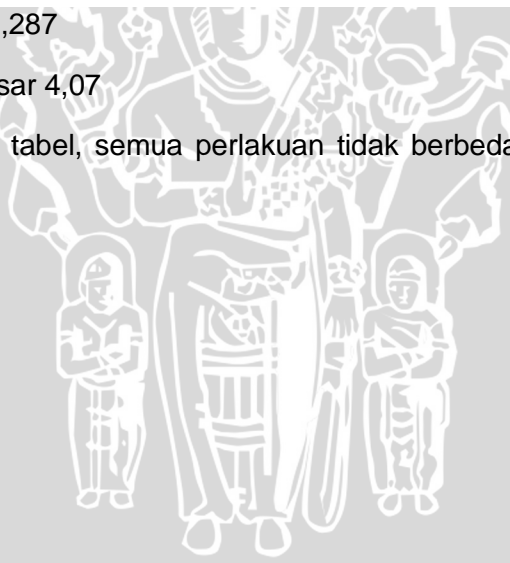
ANOVA

	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F Hitung	Signifikansi
Perlakuan	7,814	3	2,605	3,287	,079
Galat	6,339	8	,792		
Total	14,153	11			

Nilai F hitung sebesar 3,287

Nilai Ftabel (0,05) sebesar 4,07

Sehingga $F \text{ hitung} < F \text{ tabel}$, semua perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf 5%.



Lampiran 14. Analisa Ragam (ANOVA) *Elongasi* Mie Instan Lele Ubi Jalar Ungu pada Penelitian Pendahuluan

Data *elongasi* mi instan lele ubi jalar ungu

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
K	20,41	21,50	20,79
A	21,13	18,07	20,17
B	19,27	18,15	20,03
C	20,05	18,54	18,23

Statistik deskriptif

Terendah	Tertinggi	Rerata	Simpangan baku
20,41	21,50	20,9000	0,55326
18,07	21,13	19,7900	1,56499
18,15	20,03	19,1500	0,94573
18,23	20,05	18,9400	0,97370

Uji Kolmogorov-Smirnov Z

	K	A	B	C
N	3	3	3	3
Parameter Normal ^{a,b}				
Rerata	20,9000	19,7900	19,1500	18,9400
Simpangan baku	,55326	1,56499	,94573	,97370
Perbedaan sangat nyata				
Mutlak	,245	,263	,217	,326
Positif	,245	,197	,188	,326
Negatif	-,194	-,263	-,217	-,233
Kolmogorov-Smirnov Z	,425	,455	,376	,565
Asymp. Sig. (2-tailed)	,994	,986	,999	,907

a. Penyebaran data normal

b. Perhitungan data

ANOVA

Elongasi	Derajat		Kuadrat tengah	F Hitung	Signifikasi
	Jumlah kuadrat	bebas			
Perlakuan	6,984	3	2,328	2,025	,189
Galat	9,196	8	1,149		
Total	16,180	11			

Nilai F hitung sebesar 2,025

Nilai F tabel sebesar 4,066

Sehingga $F \text{ hitung} < F \text{ tabel}$, semua perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf 5%



Lampiran 15. Analisa Ragam (ANOVA) Uji Pembeda Mie Instan Lele Ubi Jalar Ungu pada Penelitian Pendahuluan

Hasil uji pembeda mi instan pada penambahan probiotik yang berbeda

Panelis	A	B	C
1	5	4	5
2	4	4	4
3	5	3	5
4	4	5	5
5	5	5	4
6	4	5	5
7	4	5	5
8	4	4	4
9	5	4	5
10	5	4	5
11	5	5	5
12	4	5	5
13	4	4	4
14	4	4	5
15	5	5	5
16	5	4	5
17	5	5	5
18	4	4	5
19	5	5	5
20	5	5	5

A = Mi instan dengan penambahan mikro kapsul probiotik

B = Mi instan dengan penambahan kultur probiotik

C = Mi instan komersial

Statistik deskriptif

Descriptive Statistics

	N	Terendah	Tertinggi	Rerata	Simpangan baku
A	20	3.00	5.00	4.5500	.51299
B	20	4.00	5.00	4.4500	.60698
C	20	4.00	5.00	4.8000	.41039
Valid N (listwise)	20				

ANOVA

	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F Hitung	Signifikasi
Perlakuan	.833	2	.417	1.508	.230
Galat	15.750	57	.276		
Total	16.583	59			

Nilai F hitung sebesar 1,508

Nilai F tabel sebesar 2.000995

Sehingga $F_{hitung} < F_{tabel}$, semua perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Lampiran 16. Hasil Perhitungan *Total Plate Count* pada Mi Instan Lele Ubi Jalar Ungu dengan Penambahan Probiotik

Perhitungan koloni probiotik pada mi instan lele ubi jalar ungu

Perlakuan	Pencernan	Ulangan							
		I		II		III		IV	
		A	B	A	B	A	B	A	B
A	10 ⁻²	286	273	225	236	212	215	273	236
	10 ⁻³	135	129	110	124	155	161	129	124
	10 ⁻⁴	59	66	62	47	109	100	66	47
B	10 ⁻²	213	186	152	149	126	141	225	212
	10 ⁻³	115	108	127	139	98	108	110	155
	10 ⁻⁴	48	37	74	58	43	56	62	109
C	10 ⁻²	0	0	0	0	0	0	0	0
	10 ⁻³	0	0	0	0	0	0	0	0
	10 ⁻⁴	0	0	0	0	0	0	0	0

Perhitungan TPC probiotik pada mi instan (CFU/g)

Perlakuan	Ulangan			
	I	II	III	IV
A	2,8x10 ⁴	2,3x10 ⁴	2,1x10 ⁴	2,5x10 ⁴
B	2,0x10 ⁴	1,5x10 ⁴	1,3x10 ⁴	2,1x10 ⁴
C	0	0	0	0

Perhitungan TPC probiotik pada mi instan (Log CFU/g)

Perlakuan	Ulangan				Rerata	Simpangan baku
	I	II	III	IV		
A	4,4	4,4	4,3	4,4	4,4	0,05
B	4,3	4,2	4,1	4,3	4,2	0,08
C	0	0	0	0	0	0

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kontrol	Lacto	Bifido	Mix
N		4	4	4	4
Parameter Normal ^a	Rerata	.0000	4.3750	4.2250	.0000
	Simpangan baku	.00000 ^c	.05000	.09574	.00000 ^c
Sangat beda nyata	Mutlak		.441	.283	
	Positif		.309	.217	
	Negatif		-.441	-.283	
Kolmogorov-Smirnov Z			.883	.567	
Asymp. Sig. (2-tailed)			.417	.905	



One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kontrol	Lacto	Bifido	Mix
N		4	4	4	4
Parameter Normal ^a	Rerata	.0000	4.3750	4.2250	.0000
	Simpangan baku	.00000 ^c	.05000	.09574	.00000 ^c
Sangat beda nyata	Mutlak		.441	.283	
	Positif		.309	.217	
	Negatif		-.441	-.283	
Kolmogorov-Smirnov Z			.883	.567	
Asymp. Sig. (2-tailed)			.417	.905	

- a. Penyebaran data normal
- b. Penyebaran tidak ada variansi pada variable ini.

ANOVA

ANOVA

	Derajat		Kuadrat total	F	Sig.
	Jumlah kuadrat	bebas			
Perlakuan	74.005	3	24.668	8.4583	.000
Galat	.035	12	.003		
Total	74.040	15			

Nilai F hitung sebesar 8.4583

Nilai F tabel 0,05 sebesar 4,26

Nilai F tabel 0,01 sebesar 8,02

Jadi dapat disimpulkan bahwa H₀ ditolak pada taraf 5% dan 1% sehingga diketahui bahwa penggunaan probiotik yang berbeda memberikan viabilitas probiotik yang berbeda dalam mi instan.

Uji BNT dan pemberian notasi

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 5\% &= t_{(\alpha,0,05)} \frac{\sqrt{2(KTG)}}{n} \\
 &= 1,83 \frac{\sqrt{2(.003)}}{4} \\
 &= 0,09
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Rerata	4,2	4,4	Notasi
B	4,2	-	-	a
A	4,4	0,2	-	b
C	-	-	-	-

Lampiran 17. Hasil Perhitungan *Total Plate Count* pada Mi Instan Lele Ubi Jalar Ungu dengan Penambahan *L. acidophilus* dalam Larutan Simulasi Saluran Pencernaan (*GI tract*)

Perhitungan koloni *L. acidophilus* setelah pengujian dalam simulasi saluran pencernaan

Perlakuan	Pengenceran	Ulangan							
		I		II		III		IV	
		A	B	A	B	A	B	A	B
Kontrol	10 ⁻²	286	273	225	236	212	215	273	236
	10 ⁻³	135	129	110	124	155	161	129	124
	10 ⁻⁴	59	66	62	47	109	100	66	47
A pH 2	10 ⁻²	243	205	267	217	194	208	243	205
	10 ⁻³	102	101	121	132	110	108	102	101
A pH 7	10 ⁻²	82	30	72	10	76	101	29	30
	10 ⁻³	32	27	13	4	64	82	15	27

Perhitungan Total Plate Count (CFU/g)

Perlakuan	Ulangan			
	I	II	III	IV
Kontrol	2,8x10 ⁴	2,3x10 ⁴	2,1x10 ⁴	2,5x10 ⁴
pH 2	2,2x10 ⁴	2,4x10 ⁴	2,0x10 ⁴	2,2x10 ⁴
pH 7	5,6x10 ³	4,1x10 ³	8,9x10 ³	3,0x10 ³
pH 2-7	0	0	0	0

Perhitungan Total Plate Count (log CFU/g)

Perlakuan	Ulangan				Rerata	Simpangan baku
	I	II	III	IV		
Kontrol	4,4	4,4	4,3	4,4	4,4	0,06
pH 2	4,3	4,4	4,3	4,3	4,3	0,05
pH 7	3,7	3,6	3,9	3,5	3,7	0,17
pH 2-7	0	0	0	0	0	0

Analisa statistik deskriptif

	N	Terendah	Tertinggi	Rerata	Simpangan baku
pH 2	4	4,30	4,40	4,3250	0,05000
pH 7	4	3,50	3,90	3,6750	0,17078
pH 2-7	4	0	0	0	0
Kontrol	4	4,30	4,40	4,3500	0,05774

Uji normalitas data

		pH 2	pH 7	pH 2-7	Kontrol
N		4	4	4	4
Parameter Normal ^{a,b}	Rerata	4,3250	3,6750	,0000	4,3500
	Simpangan baku	,05000	,17078	,00000 ^c	,05774
Perbedaan sangat nyata	Mutlak	,441	,192		,307
	Positif	,441	,192		,307
	Negatif	-,309	-,156		-,307
Kolmogorov-Smirnov Z		,883	,384		,614
Asymp. Sig. (2-tailed)		,417	,999		,846

a. Penyebaran data normal

b. Perhitungan data

c. Penyebaran tidak ada variansi pada variable ini.

ANOVA

Viabilitas

	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F Hitung	Sig.
Perlakuan	52,267	3	17,422	2039,683	0,000
Galat	0,103	12	0,009		
Total	52,369	15			

Uji BNT dan pemberian notasi

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{(\alpha,0,05)} \times \frac{\sqrt{2(KTG)}}{n} \\
 &= 2,17 \times \frac{\sqrt{2(0,009)}}{3} \\
 &= 0,17 \times 0,07 \\
 &= 0,012
 \end{aligned}$$

	Rerata	3,7	4,3	4,4	Notasi
pH 7	3,7	-	-	-	a
pH 2	4,3	0,6	-	-	b
Kontrol	4,4	0,7	0,1	-	b

Jika selisih rerata > BNT, maka perlakuan beda nyata (0,6 > 0,2)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

