PENGARUH PERBEDAAN SUHU AIR PERENDAMAN MIKROENKAPSULASI BERBAHAN SEMI REFINED CARRAGEENAN IOTA DAN MALTODEKSTRIN DENGAN COATING KITOSAN TERHADAP VIABILITAS Bifidobacterium bifidum

SKRIPSI

Oleh

LEONITA YOHANA BR TURNIP NIM. 145080301111042



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

PENGARUH PERBEDAAN SUHU AIR PERENDAMAN MIKROENKAPSULASI BERBAHAN SEMI REFINED CARRAGEENAN IOTA DAN MALTODEKSTRIN DENGAN COATING KITOSAN TERHADAP VIABILITAS Bifidobacterium bifidum

SKRIPSI

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

Oleh:

LEONITA YOHANA BR TURNIP NIM.145080301111042



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

HALAMAN PENGESAHAN





BRAWIJAYA

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul :Pengaruh Perbedaan Suhu Air Perendaman

Mikroenkapsulasi Berbahan Semi Refined Carrageenan lota dan Maltodekstrin dengan Coating Kitosan Terhadap

Viabilitas Bifidobacterium bifidum

Nama Mahasiswa : Leonita Yohana Br Turnip

Nim :145080301111042

Program Studi : Tekonologi Hasil Perikanan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Dwi Setijawati, M. Kes

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Bambang Budi S, MS

Dosen Penguji 2 : Abdul Aziz J, S.Pi., M.Sc

Tanggal Ujian : 05 September 2018

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Leonita Yohana Br Turnip

Nim : 145080301111042

Prodi : Teknologi Hasil Perikanan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi yang saya tulis dengan judul "Pengaruh Perbedaan Suhu Air Perendaman Mikroenkapsulasi Berbahan Semi Refined Carrageenan lota dan Maltodekstrin dengan Coating Kitosan Terhadap Viabilitas Bifidobacterium bifidum" benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil plagiasi maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai dengan hukum yang berlaku.

Malang, 20 Agustus 2018 Mahasiswa

Leonita Yohana Br Turnip NIM. 145080301111042

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Tuhan Yesus Kristus atas karunia dan kesehatan yang diberikan selama ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
- Ibu Dr. Ir. Dwi Setijawati, M. Kes selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan semangat yang diberikan.
- Orang tua, adek dan seluruh keluarga besar atas segala doa, dukungan dan bantuan yang selalu diberikan.
- "Francisko Nainggolan" yang selalu sabar dan memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.
- 5. Teman-teman satu tim "Mikroekapsulasi" yaitu Esti, Septien, Fitdhia, Inesa, Rosa, Fahma, Peristianto, Ridhal. yang telah melalui penelitian ini bersama dari awal hingga akhir, dan telah memberikan semangat serta dukungan dalam pengerjaan laporan hingga terselesaikannya skripsi ini.
- Sahabat-sahabat dan adik adik saya yaitu Debora, Christine, Yuni, Estiko, Jesika, Malna, Desy, Novi, Minda yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis.

Malang, 20 Agustus 2018

Penulis

RINGKASAN

LEONITA YOHANA BR TURNIP. Pengaruh Perbedaan Suhu Air Perendaman Mikroenkapsulasi Berbahan *Semi Refined Carrageenan* lota dan Maltodekstrin dengan *Coating* Kitosan Terhadap Viabilitas *Bifidobacterium bifidum* (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Dwi Setijawati M.Kes**).

Mikroenkapsulasi merupakan proses untuk melindungi sel mikroorganisme dengan pelapisan sel menggunakan komponen hidrokoloid Mikrokapsul memiliki ukuran antara 1-5.000 µm, memiliki kelarutan dan stabilitas yang lebih baik. Fungsi dari mikroenkapsulasi bakteri adalah untuk menjaga bakteri agar dapat bertahan hingga masuk ke dalam usus melawati asam lambung. Bahan penyalut yang digunakan untuk menyalut bahan inti adalah iota karagenan, maltodekstrin, dan kitosan.

Dalam penelitian ini menggunakan metode gel partikel untuk menghindari suhu dan tekanan yang ekstrim saat proses *Oven Vakum*. Proses mikroenkapsulasi yang diterapkan pada bakteri diharapkan dapat membantu menjaga viabilitas yang sesuai dengan standar WHO 10⁷ *CFU* (colony forming units)/ gram. Viabilitas bakteri probiotik merupakan hal penting yang harus dipertahankan agar bakteri probiotik dapat memberikan efek baik pada tubuh. Bakteri *Bifodobacterium bifidum* termasuk salah satu bakteri probiotik. Perlu dilakukan adanya penelitian mengenai pengaruh perbedaan suhu perendaman mikroenkapsulasi berbahan *Semi Refined Carrageenan* iota dan maltodekstrin dengan *coating* kitosan terhadap viabilitas *Bifidobacterium bifidum*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu perendaman mikroenkapsulasi berbahan Semi Refined Carrageenan iota dan maltodekstrin dengan coating kitosan terhadap viabilitas Bifidobacterium bifidum. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - Juli 2018 bertempat di Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi dan Pakan, dan Laboratorium Mekatronik Universitas Brawijaya.

Metode penelitian menggunakan metode eksperimen. Prosedur penelitian terdiri dari Penelitian pendahuluan yang meliputi pembuatan SRC iota, pembuatan kitosan, menentukan konsentrasi terbaik bahan penyalut Semi Refinned Carragenan (SRC) iota, serta penelitian utama yang meliputi pembuatan mikroenkapsulasi, perendaman mikroenkapsulasi kedalam air dengan suhu 50°C,60°C,70°C, uji viabilitas Bifidobacterium bifidum dengan penyalut Semi Refinned Carragenan (SRC) iota dan maltodekstrin dengan coating kitosan. Parameter yg diuji pengukuran kadar air, aktivitas air, diameter enkapsulat. Berdasarkan penelitian dengan 6 perlakuan dapat diperoleh hasil bahwa perlakuan suhu perendaman yang berbeda dapat memberikan pengaruh nyata terhadap viabilitas Bifidobacterium bifidum. Pada parameter kadar air, aktivitas air (aw), juga memberikan pengaruh yang nyata. Viabilitas Bifidobacterium bifidum mikroenkapsulasi dengan perlakuan coating kitosan dengan suhu air perendaman 50°C dengan nilai 6,20 log CFU/g. Kadar air dan kadar aw tertinggi terdapat pada mikroenkapsulasi perlakuan coating kitosan dengan nilai 18,64% dan 0,96.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul "Pengaruh Perbedaan Suhu Air Perendaman Mikroenkapsulasi Berbahan *Semi Refined Carrageenan* lota dan Maltodekstrin dengan *Coating* Kitosan Terhadap Viabilitas *Bifidobacterium bifidum* ". Laporan ini disusun dengan pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan serta kesimpulan dan saran.

Penyusunan laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis menyampaikan mohon maaf atas ketidaksempurnaan pada penyusunan laporan ini. Penulis juga mengharapkan adanya kritik dan saran yang dapat membangun khususnya dari dosen pembimbing, dosen penguji, dan pembaca pada umumnya sehingga didapatkan hasil karya penulisan yang baik. Semoga laporan ini dapat bermafaat bagi pembaca baik pada masa sekarang dan masa yang akan datang.

Malang, 20 Agustus 2018

Leonita Yohana Br Turnip

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
IDENTITAS TIM PENGUJI	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
UCAPAN TERIMAKASIH	v i
RINGKASAN	vi i
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR GAMBARDAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	
Nikroenkapsulasi	8
2.1.4 Kitosan	13 14 15
2.4 Viabilitas sel probiotik 2.5 Suhu air Perendaman	
3. METODE PENELITIAN	_
3.1 Alat Penelitian	
3. 2 Bahan Penelitian	
3.3 Metode dan Rancangan Penelitian	
3.3.1 Metode Eksperimen	
3.4 Tahap Penelitian	
3.4.1 Penelitian Pendahuluan	
3.4.2 Panalitian Litama	24

3.4.3 Rancangan Penelitian Utama	24
3.5 Prosedur pembuatan mikrokapsulasi (Mansojlovic et al.,	2010,
termodifikasi)	25
3.5.1 Prosedur pembuatan coating	26
3.5.2 Perendaman mikroenkapsulasi	26
3.6 Analisa Pengujian	
3.6.1 Uji Viabilitas Bifidobacterium bifidum (Chávarri et al., 2010)	27
3.6.2 Pengujian Kadar Air	27
3.6.3 Pengujian Aktivitas a _w (Susanto, 2009)	28
3.6.4 Analisa diameter enkapsulat (Mariyana,2013)	
3.6.5 Difusivitas Termal	29
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	_
4.1 Penelitian Pendahuluan	
4.1.1 Hasil Penelitian Pendahuluan Penentuan Konsentrasi Semi R	
Carragenan (SRC) lota	
4.1.2 Spektra FT-IR SRC Eucheuma spinosum, Maltodekstrin dan Kite	
40 D E	
4.2 Penelitian Utama	35
4.2.1 Viabilitas <i>Bifidobacterium bifidum</i>	35
4.2.3 Aktivitas Air (a _w)	31
4.2.4 Diameter Enkangulan	30
4.2.4. Diameter Enkapsulan4.2.5 Difusivitas Termal	40
5. KESIMPULAN DAN SARAN 5.1 Kesimpulan 5.2 Saran	13
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	4 3
0.2 001011	40
DAFTAR PUSTAKA	44
DAFTAR I AMPIRAN	50

BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Eucheuma spinosum (Anggadireja et al., 2006)	9
Gambar 2. Struktur karaginan (Distantina, Speris et al., 2010)	12
Gambar 3. Struktur Kimia Maltodekstrin (Rowe et al., 2009)	13
Gambar 4 Struktur kitosan (Nair, 2009)	14
Gambar 5. Metode gel partikel (Manojlovic et al., 2010)	15
Gambar 6. Bifidobacterium bifidum (Prescott et al., 2002)	17
Gambar 7. Spektra FT-IR SRC iota	31
Gambar 8. Spektrum FT-IR Kitosan	
Gambar 9. Spektra FT-IR Maltodekstrin	34
Gambar 10. Hasil Uji Viabilitas Bifidobacterium bifidum	35
Gambar 11. Viabilitas Bifidobacterium bifidum	37
Gambar 12. Kadar Air Mikroenkapsulasi	38
Gambar 13. a _w Mikroenkapsulasi	39
Gambar 14. Diameter enkapsulan	40
Gambar 15. Diagam Alir Pembuatan SRC iota	
Gambar 16. Gambar Diagram Alir Pembuatan Kitosan	54
Gambar 17. Diagram Alir Pembuatan Mikrokapsul	58
Gambar 18. Perendaman Mikrokapsul	61
Gambar 19. Diagram Alir Pengujian Viabilitas	63
Gambar 20. Diagram Alir Uji Kadar Air	65
Gambar 21. Diagram alir Uii Diameter Enkapsulat	65

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Rancangan Percobaan	25
Tabel 2. Gugus Fungsional Pita Serapan FTIR SRC lota	32
Tabel 3. Gugus Fungsi Spektrum Infra Merah pada Kitosan	33
Tabel 4. Gugus Fungsi Spektrum Infra Merah pada Maltodekstrin	35





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Pembuatan SRC iota	50
Lampiran 2. Gambar Pembuatan SRC iota	51
Lampiran 3. Pembuatan Kitosan	54
Lampiran 4. Gambar Pembuatan Kitosan	55
Lampiran 5. Pembuatan Mikrokapsul	58
Lampiran 6. Gambar Pembuatan Mikrokapsul	
Lampiran 7. Perendaman mikrokapsul	
Lampiran 8. Gambar Perendaman mikrokapsul	62
Lampiran 9. Pengujian Viabilitas (Chavarii et al., 2010, termodifikasi)	
Lampiran 10. Gambar Pengujian Viabilitas	64
Lampiran 11. Diagram Alir Uji Kadar Air	65
Lampiran 12. Diagram alir Uji Diameter Enkapsulat	65
Lampiran 13 Hasil Penelitan Pendahuluan viabilitas konsentrasi SRC iot	a66
Lampiran 14. Viabilitas Bifidobacterium bifidum	67
Lampiran 15. Kadar Air	
Lampiran 16. Aktivitas Air (a _w)	69
Lampiran 17. Diameter Enkapsulan	71
Lampiran 18. Perhitungan Derajat Deasitilasi Kitosan	73
Lampiran 19. Difusivitas Thermal	74
Lampiran 20 Lampiran Hasil Uii Diameter	77

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikroenkapsulasi merupakan suatu cara penggunaan peyalut yang relatif tipis pada partikel-partikel kecil zat padat dan cair (Noviza *et al.*, 2013). Mikroenkapsulasi didefinisikan sebagai proses untuk melindungi sel mikroorganisme dengan pelapisan sel menggunakan komponen hidrokoloid yang sesuai dengan tujuan melindungi sel dari lingkungan sekitar sehingga sel dapat dilepaskan dalam saluran pencernaan (Permatasari, 2002).

Bahan utama yang digunakan dalam proses enkapsulasi adalah bahan inti dan bahan penyalut. Bahan inti adalah bahan yang akan disalut sedangkan bahan penyalut adalah bahan yang digunakan untuk msenyalut bahan inti. Bahan penyalut tersebut memiliki syarat. Syarat yang harus dimiliki bahan penyalut adalah dapat bercampur dengan bahan inti, inert terhadap bahan inti, dapat membentuk lapisan di sekitar bahan inti, fleksibel, kuat selama proses penyalutan agar tidak terjadi kerusakan dan menghasilkan lapisan salut yang relatif tipis (Augustin dan Sanguansri, 2008).

Karagenan merupakan senyawa polisakarida galaktosa. Senyawa-senyawa polisakarida mudah terhidrolisis dalam larutan yang bersifat asam dan stabil dalam suasana basa. Karaginan juga merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri atas ester kalium, natrium, magnesium dan kalium sulfat dengan galaktosa 3,6 anhidrogalaktosa kopolimer (Fathmawati *et al.*, 2014). Karaginan dapat dipakai sebagai bahan pengenkapsulat bakteri agar dapat mempertahankan viabilitas bakteri tersebut. Karagenan digunakan untuk penstabil, pembentuk gel, pengikat, melindungi koloid serta pengikat suatu bahan dan menghalangi pelepasan air dari bahan (Mindarwati, 2006).

Maltodekstrin sebagai produk modifikasi pati mempunyai rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_nH_2O$ adalah produk degradasi bahan baku pati yang mengandung unit α -D-Glukosa yang saling berikatan dengan ikatan glikosidik. Kelebihan produk ini dampat bercampur dengan air membentuk cairan koloid bila dipanaskan dan memiliki kemampuan sebagai perekat dan tidak bersifat toksik. Maltodekstrin berfungsi sebagai sumber oligosakarida bagi pertumbuhan bakteri probiotik dan menguntungkan perkembangbiakan bakteri probiotik sehingga dapat memperlancar proses degradasi oleh bakteri probiotik yang berlangsung dalam saluran pencernaan (Husniati, 2009).

Kitosan (poly- β- 1,4 – glucosamine) adalah polimer alami dengan struktur molekul meyerupai selulosa(serat pada sayuran dan buah-buahan) , bedanya terletak pada gugus rantai C-2 dimana gugus hidroksi (OH) pada C-2 digantikan oleh amina (NH₂). Kitosan dapat dihasilkan oleh hewan berkulit keras dari hewan laut seperti kulit udang , rajungan, kepiting dan cumi cumi dengan kdar kitosan antara 10-15% (Hardjito,2006). Kitosan merupakan senyawa yang berbentuk padatan amorf berwarna putih kekuningan, bersifat polielektrolit. Umumnya larut dalam asam organik, pH sekitar 4-6,5, tidak larut pada pH yang lebih rendah atau lebih tinggi. Sifat kitosan tidak toksik, memiliki *biological activity, biocompatibility, biodegradability,* dan dapat dimodifikasi secara kimia dan fisika. Kelarutan dipengaruhi oleh bobiot molekul dan derajat deasetilase (Dompeipen *et al.*, 2016).

Mikrokapsul iota Karaginan berbentuk porous, sehingga zat aktif didalamnya dapat mengalami keretakan (*leakage*), untuk mencegah keretakan dari zat aktif dalam mikrokapsul iota Karaginan, mikrokapsul tersebut disalut kembali dengan lapisan luar yang tidak mengandung zat aktif yang disebut dengan *coating*. *Coating* adalah suatu metode pemberian lapisan pada permukaan bahan pangan yang berguna untuk menghambat keluarnya zat aktif, sehingga proses penyimpanan dapat bertahan lebih lama. Penyalutan dengan lapisan luar tersebut

BRAWIJAYA

juga bertujuan untuk meningkatkan stabilitas mekanik dan stabilitas kimia zat aktif di dalamnya, salah satu zat aktif dalam mikrokapsul yaitu bakteri probiotik

Bakteri probiotik merupakan bahan inti yang akan disalut. Bakteri probiotik adalah mikroorganisme non patogen, yang jika dikonsumsi dapat memberikan pengaruh positif terhadap kesehatan. Senyawa-senyawa racun yang dihasilkan dari metabolisme protein dan lemak, serta hasil pemecahan enzim tertentu menjadi semakin berkurang bila bakteri probiotik mulai menjalankan peranannya dalam meningkatkan kesehatan. Efek yang menguntungkan dari bakteri tersebut dapat mencegah dan mengobati kondisi patologik usus bila bakteri tersebut diberikan secara oral (Yulinery, 2006).

Probiotik memiliki beberapa manfaat seperti, dapat mempertahankan mikroflora yang bermanfaat dalam pencernaan, menghambat pertumbuhan bakteri patogen, meningkatkan aktivitas enzim pencernaan, menurunkan aktivitas enzim bakterial dan produksi ammonia, meningkatkan asupan dan pencernaan makanan serta menetralisasi enterotoksin dan menstimulir sistem kekebalan (Manin, 2010).

Bifidobacterium bifidum adalah salah satu probiotik yang termasuk bakteri gram positif berbentuk batang, non spora dan bersifat anaerob. Bifidobacterium bifidum dapat tumbuh pada pH 4,5-8,5. Spesies Bifidobacterium yang bisa digunakan untuk probiotik adalah B. Adolescentis, B.animalis, B.bifidum, B.breve, B.infantis, B.lactis, dan B.longum (Anal an Harjinder, 2007). Bifidobacterium bifidum merupakan salah satu spesies yang banyak ditemukan dalam saluran pencernaan. B.bifidum akan tumbuh pada suhu minimum 22°C, suhu optimum 37°C, dan suhu maksimum 48°C (Heller, 2001). B. bifidum memiliki gugus fruktosa-6- fosfoketolase yang khas. B.bifidum masih dapat tumbuh pada pH 2 selama 48 jam. Kondisi asam ini sesuai dengan kondisi saluran pencernaan manusia (Ozer et al., 2008 dan Wang et al., 2016).

B. bifidum dikategorikan sebagai bakteri an aerob obligat. Bakteri ini peka terhadap kondisi asam dan oksigen. Adanya oksigen dapat menyebabkan kerusakan metabolik dan kematian pada bakteri ini (Huezo et al., 2007).

Viabilitas bakteri probiotik merupakan hal penting yang harus dipertahankan agar bakteri probiotik dapat memberikan efek baik pada tubuh. Probiotik yang dapat bermanfaat pada manusia, harus dapat bertahan hidup saat melewati lambung dan harus dapat berkoloni di usus (Del Piano, 2011). Secara umum nilai minimum yang harus dipenuhi sekitar 10⁻⁶-10⁻⁷ cfu (*colony forming units*)/gram bakteri dalam sediaan probiotik (Firdaus *et al.*, 2014).

Penerapan teknologi mikroenkapsulasi telah banyak di aplikasikan pada berbagai pengolahan produk pangan, salah satunya menggunakan suhu tinggi, yang dapat di terapkan pada air perendaman. Suhu air perendaman didefinisikan sebagai suhu air yang digunakan untuk melarutkan mikroenkapsulasi. Suhu air yang digunakan biasanya berkisar 50°C -70°C sehingga kedepannya dapat di sajikan pada produk seperti bubur probiotik, mie rumput laut, minuman fungsional.

Pada penelitian ini dilakukan proses enkapsulasi bakteri *Bifidobacterium* bifidum menggunakan iota karaginan, maltodekstrin, dan kitosan sebagai coating dengan metode gel partikel. Proses enkapsulasi diharapkan dapat membantu menjaga viabilitas bakteri ketika melewati asam lambung dan mencapai usus.

1.2 Rumusan masalah

Dilihat dari latar belakang, maka permasalahan yang akan diambil dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

Apakah perbedaan suhu air perendaman mikroenkapsulasi berbahan penyalut SRC iota, maltodekstrin, dengan *coating* kitosan dapat memberikan pengaruh terhadap viabilitas *Bifidobacterium bifidum*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu air perendaman mikroenkapsulasi berbahan penyalut SRC iota, maltodekstrin, dengan coating kitosan terhadap viabilitas Bifidobacterium bifidum.

5

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah

H0 = Diduga perbedaan suhu air perendaman mikrokapsul penyalut SRC iota, maltodekstrin, dengan coating kitosan tidak memberikan pengaruh terhadap viabilitasnya.

H1 = Diduga perbedaan suhu air perendaman mikrokapsul penyalut SRC iota, maltodekstrin. dengan coating kitosan memberikan pengaruh terhadap viabilitasnya.

1.5 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh pebedaan suhu air perendaman Mikrokapsul berbahan penyalut SRC iota, maltodekstrin dengan coating kitosan terhadap viabilitas Bifidobacterium bifidum. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat membantu sehingga dapat dilakukan pengembangan penelitian teori mikroenkapsulasi dikemudian hari.

1.6 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian tentana pengaruh perbedaan suhu air perendaman mikroenkapsulasi berbahan penyalut SRC iota, maltodekstrin dengan coating kitosan terhadap viabilitas Bifidobacterium bifidum, dilaksanakan pada bulan Februari-Juli 2018 di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. dan laboratorium Mekatronik Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya

Pengujian viabilitas bakteri *Bifidobacterium bifidum* dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang.







2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroenkapsulasi

Mikroenkapsulasi merupakan suatu proses penyalutan secara tipis partikel padat, tetesan cairan dan dispersi zat cair oleh bahan penyalut. Mikrokapsul mempunyai ukuran antara 1-5.000 µm, memiliki kelarutan dan stabilitas yang lebih baik (Nugraheni, 2015). Mikroenkapsulasi adalah suatu proses dimana partikel-partikel obat baik bahan padat, cair, atau pun gas dijadikan kapsul dengan ukuran partikel mikroskopik, dengan suatu bahan penyalut yang khusus yang membuat partikel- partikel dalam karakteristik fisika dan kimia yang lebih dikehendaki (Wahyuni *et al.*, 2015). Mikrokapsul mempunyai keunggulan seperti mengatur pelepasan zat aktif, menutupi rasa yang kurang enak dari bahan obat, mengurangi penguapan dari bahan yang mudah menguap, melindungi zat aktif terhadap lembab, memisahkan zat aktif yang tidak tersatukan, memperbaiki aliran serbuk serta obat dengan kerja diperpanjang (Deviarny *et al.*,2016).

Proses enkapsulasi dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain metode pengeringan semprot (*spray drying*), *fluid bed coating*, pendinginan semprot (*spray chilling*), *melt injection, melt extrusion*, emulsi, dan metode pengeringan beku (*freeze drying*) atau pengeringan vakum (Zuidam & Shimoni, 2010). Pemilihan metode yang akan digunakan tergantung dari beberapa faktor, antara lain komponen pangan yang akan dienkapsulasi, bahan enkapsulan, serta biaya yang akan dikeluarkan (Astuti, 2008).

Pada Metode mikroenkapsulasi akan melibatkan interaksi antara bahan pengenkapsulat (*cell material*), inti (*Core material*), teknik mikroenkapsulasi yang sesuai yang akan bekerja secara sinergis. Inti adalah bahan yang akan disalut, sedangkan penyalut adalah bahan yang digunakan untuk menyalut inti

BRAWIJAY

(pengenkapsulat). Keberhasilan proses mikroenkapsulasi sangat bergantung kepada pemilihan bahan penyalut dalam prosesnya (Setijawati *et al.*, 2011). Berbagai jenis polisakarida yang umum digunakan untuk mikroenkapsulasi yaitu pati, alginat, gum arab, maltodekstrin, gelatin, karagenan. Pada penelitian ini menggunakan bahan penyalut karagenan dan maltodekstrin (Wahyuni *et al.*, 2015).

2.1.1 Bahan Penyalut Mikroenkapsulasi

A. Eucheuma spinosum

Eucheuma spinosum merupakan rumput laut telah dibudidayakan di Indonesia. Rumput laut dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan tepung agar-agar, keraginan dan alginat (Aslan, 2005). Agar-agar, karaginan dan algin (alginat) banyak dimanfaatkan dalam industri tekstil, kosmetik, dan lain-lain. Fungsi utamanya adalah sebagai bahan pemantap, bahan pengemulsi, bahan pengental, bahan pengisi dan bahan pembuat gel (Farnani et al., 2011).

Menurut Atmaja *et al* (1996), klasifikasi dari *Eucheuma spinosum* adalah sebgai berikut:

Kingdom: Plantae

Devisi : Rhodophyta

Kelas : Rhodophyceae

Sub kelas: Florideae

Ordo : Gigartinales

Famili : Solieriaceae

Genus : Eucheuma

Spesies : Eucheuma spinosum.



Gambar 1. Eucheuma spinosum (Anggadireja et al., 2006)

Eucheuma spinosum dikenal dengan nama ilmiah Eucheuma muricatum dan Eucheuma denticulatum merupakan penghasil utama iota karaginan. Ciri fisik Eucheuma spinosum mempunyai bentuk thallus bulat tegak, dengan ukuran panjang 5-30cm, transparan, warna coklat kekuningan sampai merah kekuningan. Permukaan thallus tertutup oleh tonjolan yang berbentuk seperti duri-duri runcing yang tidak beraturan, duri tersebut ada yang memanjang seolah berbentuk seperti cabang (Anggadireja et al., 2006).

Kandungan utama rumput laut segar adalah air yang mencapai 80% sampai 90%, sedangkan kadar protein dan lemaknya sangat kecil. Rumput laut memiliki kadar lemak sangat rendah, akan tetapi susunan asam lemaknya sangat penting bagi kesehatan. Lemak rumput laut mengandung asam lemak omega-3 dan omega-6 dalam jumlah yang cukup tinggi. Kedua asam lemak ini merupakan asam lemak yang penting bagi tubuh, terutama sebagai pembentuk membran jaringan otak, syaraf, retina mata, plasma darah dan organ reproduksi. Seratus (100) gram rumput laut kering mengandung asam lemak omega-3 berkisar 128 μg –1.629μg dan asam lemak omega-6 berkisar 188 μg –1.704μg (Podungge *et al.*, 2018).

B. Karagenan

Karagenan merupakan suatu jenis galaktan dan berbentuk garam apabila bereaksi dengan sodium, kalsium dan potassium, umum digunakan pada industri makanan, khususnya sebagai emulsifier pada industri minuman (Arisandi *et al.*, 2011). Karagenan adalah kelompok polisakarida galaktosa yang diekstraksi dari

rumput laut. Karagenan mengandung natrium, magnesium, dan kalsium yang dapat terikat pada gugus ester sulfat dari galaktosa dan kopolimer. Karagenan kompleks, bersifat larut dalam air, berantai linier dan sulfat galaktan. Senyawa ini terdiri atas sejumlah unit-unit galaktosa dan 3,6-anhidrogalaktosa yang berikatan dengan gugus sulfat atau tidak dengan ikatan α 1,3-D-galaktosa dan ß 1,4-3,6-anhidrogalaktosa. Berdasarkan subtitiuen sulfatnya pada setiap monomer maka karagenan dapat dibedakan dalam beberapa tipe yaitu kappa, iota, lamda, mu, nu dan xikaragenan (Diharmi *et al.*, 2011).

Karagenan adalah polisakarida yang linier dan merupakan molekul besar yang terdiri atas 1000 lebih residu galaktosa yang terdiri dari ester, kalium, natrium, dan kalium sulfat dengan galaktosa dan 3,6 anhydrogalaktocopolimer. Karagenan dibagi menjadi tiga jenis yaitu kappa, iota, dan lamda, dimana ketiga jenis ini dibedakan berdasarkan perbedaan ikatan sel, sifat gel dan protein reactivity Kappa karagenan menghasilkan sifat gel terkuat, sedangkan lambda karagenan tidak membentuk gel dalam air, tetapi lambda karagenan berinteraksi baik dengan protein sehingga jenis ini cocok untuk produk makanan (Distantina, *et al.*, 2009).

Secara umum, pembuatan karagenan dari rumput laut membutuhkan beberapa tahap. Adapun tahapan yang dilalui yaitu proses perendaman, ekstraksi, pemisahan karagenan dengan pelarutnya, kemudian pengeringan karagenan. Setiap tahap dalam pengolahan ini akan mempengaruhi rendemen dan kualitas karagenan (Distantina *et al.*, 2012).

2.2.1 lota Karagenan

lota karagenan dihasilkan dari rumput laut jenis euchema spinosum. lota 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 (Fathmawati et al., 2014).

Sifat–sifat iota karagenan adalah thiksotropik, larut dalam air panas, dan tidak larut dalam pelarut organik. Iota dalam bentuk natrium bersifat larut dalam air dingin dan panas, dengan adanya ion kalsium gel yang terbentuk tahan lama, bersifat elastic, dan membentuk heliks dengan ion kalsium. Iota karagenan akan mebentuk gel apabila didinginkan pada suhu 40°C (Diharmi, 2016).

lota karagenan dapat bercampur dengan pelarut polar seperti alkohol, propilen glikoan gliserin, tetapi tidak dapat bercampur dengan pelarut organik (non polar). Viskositasnya bergantung pada konsentrasi dan akan menurun dengan meningkatnya suhu. Perubahan tersebut bersifat reversible, dimana penurunan suhu dapat meningkatkan viskositas. Viskositas larutan karagenan tidak dipengaruhi oleh kation monovalen, sedangkan kation divalen cenderung menurunkan viskositas pada konsentrasi rendah. Larutan iota karagenan bersifat reversible, artinya bila larutan dipaskan kembali maka gel akan kembali mencair (Angka dan Suhartono 2000).

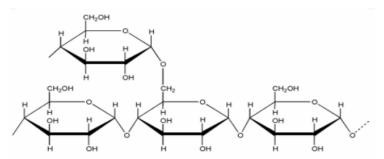
Gambar 2. Struktur karaginan (Distantina, Speris et al., 2010)

2.1.3 Maltodekstrin

Maltodekstrin merupakan produk hidrolisis pati yang mengandung unit α-D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan DE kurang dari 20. Maltodekstrin merupakan campuran dari glukosa, maltosa, oligosakarida dan dekstrin. Maltodekstrin biasanya dideskripsikan oleh DE (Dextrose Equivalent). Maltodekstrin dengan DE yang rendah bersifat non-higroskopis, sedangkan maltodekstrin dengan DE tinggi cenderung menyerap air. Maltodekstrin merupakan larutan terkonsentrasi dari sakarida yang diperoleh dari hidrolisa pati dengan penambahan asam atau enzim (Srihari *et al.*, 2010).

Maltodekstrin mempunyai sifat mudah larut dalam air, dapat membentuk body, mampu membentuk film, mempunyi daya ikat yang kuat dan tidak berasa. Maltodekstrin memiliki kelemahan yaitu lemah dalam pembentukkan emulsi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, maltodekstrin dikombinasikan dengan karagenan (Purnamayati et al., 2016).

Penggunaan maltodekstrin sebagai penyalut karena kemampuannya dalam membentuk emulsi dan viskositasnya rendah. Maltodekstrin dapat bercampur dengan air dan membentuk cairan koloid bila dipanaskan dan mempunyai kemampuan sebagai perekat, tidak memiliki warna, dan bau yang tidak enak serta tidak toksik (Silitonga & Berlian, 2014).



Gambar 3. Struktur Kimia Maltodekstrin (Rowe et al., 2009)

BRAWIJAY

2.1.4 Kitosan

Kitosan merupakan produk deasetilasi kitin melalui proses reaksi kimia menggunakan basa natrium hidroksida atau melalui reaksi enzimatis menggunakan enzim kitin deacetylase. Kitosan merupakan biopolimer yang resisten terhadap tekanan mekanik. Unsur-unsur yang menyusun kitosan hampir sama dengan unsur- unsur yang menyusun kitin yaitu C,H,N,O dan unsur-unsur lainnya. Kitosan adalah turunan kitin yang diisolasi dari kulit kepiting, udang, rajungan, dan eksoskeleton atau kurtikula serangga lainnya. Kitosan merupakan kopolimer alam berbentuk lembaran tipis, tidak berbau, terdiri dari dua jenis polimer, yaitu poli (2-deoksi-2-asetilamin-2-glukosa) dan poli (2-Deoksi-2aminoglukosa) yang berikatan β-D(1-4). Kitosan tidak beracun dan mudah terbiodegradasi. Kitosan tidak larut dalam air, dalam larutan basa kuat, dalam H₂SO₄ dan dalam beberapa pelarut organik seperti alkohol dan aseton. Kitosan sedikit larut dalam HCl dan HNO3, serta larut baik dalam asam lemah, seperti asam fomiat dan asam asetat (Komariah, 2011).

Kitosan diperoleh dengan cara mengkonversi kitin, sedangkan kitin dapat diperoleh dari kulit udang. Produksi kitin biasanya dilakukan dalam tiga tahap, yaitu demineralisasi, deproteinasi, dan depigmentasi. Kitosan diperoleh dengan deasetilasi kitin dengan larutan basa konsentrasi tinggi. Deproteinasi menggunakan basa dengan konsentrasi tinggi dan demineralisasi menggunakan asam (Harjanti, 2014).

$$\begin{bmatrix} CH_2OH & NH_2 \\ OH & OH \\ NH_2 & CH_2OH \end{bmatrix}_n$$

Gambar 4 Struktur kitosan (Nair, 2009)

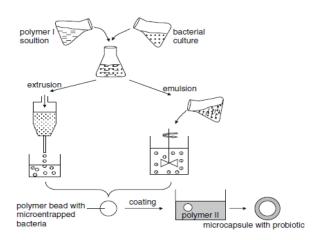
2.2 Metode Gel Partikel Oven Vakum

Metode yang digunakan dalam pembuatan mikroenkapsulasi adalah metode gel partikel. Metode gel partikel merupakan metode gabungan antara metode ektruksi dan metode emulsifikasi. Metode ekstruksi dapat, melindungi bakteri yang dibutuhkan pada kondisi yang merugikan (Tsen et al., 2003). Teknik ekstruksi ini mencampurkan hidrokoloid dengan sel probiotik, campuran antara sel dan hidrokoloid dimasukkan kedalam jarum suntik dengan membentuk tetesan dari tekanan jarum dan dimasukkan kedalam larutan pembentuk gel dan diaduk secara perlahan, sedangkan metode emulsifikasi dilakukan dengan bahan baku tambahan seperti fase minyak dan agen pengemulsi untuk menstabilkan emulsi (Gbassi et al., 2012).

Metode gel partikel menggabungkan sel bakteri dengan bahan penyalut untuk melindungi bakteri pada kondisi lingkungan bakteri dengan suhu antara 40°C-45°C. Sel yang sudah tersalut diambil dan disemprotkan dengan spuit dengan diameter lubang 0,3mm-3mm kedalam larutan Kalsium klorida (Cacl₂) agar membentuk gel yang sudah tersalut dengan bakteri (Manojlovic *et al.*, 2010).

Setelah didapakan hasil ektruksi sel probiotik dengan penyalut dilakukan pengeringan sel dengan oven vakum suhu 40°C selama 24 jam. Oven vakum berfungsi untuk mengeringkan sel bakteri yang sudah tersalut. Cara kerja oven vakum adalah menguapkan kadar air dalam bahan dengan cara menekan uap air yang terdapat pada mikrokapsul (Lachman *et al.*, 1994).

Oven vakum merupakan metode yang digunakan untuk produk yang mengandung senyawa volatil. Prinsip dari oven vakum adalah mengeringkan produk yang mudah terdekomposisi didalam suatu tempat yang dapat menghilangkan udara didalamnya (vakum), dengan demikian proses pengeringan dapat berlangsung pada suhu dan tekanan rendah (Legowo *et al.*, 2007).



Gambar 5. Metode gel partikel (Manojlovic et al., 2010)

2.3 Probiotik

Probiotik merupakan bakteri hidup non patogen yang diasup setiap hari sebagai suplemen makanan sehingga terjaga keseimbangan dalam ekosistem mikrobiota usus dapat menguntungkan kesehatan tubuh, sehingga memperkuat sistem imunitas antara lain meningkatkan jumlah limfo-B dalam pelat peyer, yang merupakan pusat dari sistem ketahanan tubuh di usus halus, menurunkan jumlah bakteri patogen dengan memproduksi komponen anti bakteri serta melakukan kompetisi untuk memperoleh daerah kolonisasi (Yulinery et al., 2012).

Probiotik dapat memproduksi bakteriosin untuk melawan pathogen yang bersifat selektif hanya terhadap beberapa strain patogen. Probiotik juga memproduksi asam laktat, asam asetat, hidrogen peroksida, laktoperoksidase, lipopolisakarida, dan beberapa antimikrobial lainnya. Probiotik juga menghasilkan sejumlah nutrisi penting dalam sistem imun dan metabolisme host, seperti vitamin B (Asam Pantotenat), pyridoksin, niasin, asam folat, kobalamin, dan biotin serta antioksidan penting seperti vitamin K (Magfira *et al.*, 2015).

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 (Setijawati et al., 2011).

2.3.1 Bifidobacterium bifidum

Bifidobacterium bifidum merupakan spesies bakteri asam laktat dari genus Bifidobakteria. Adapun efek positif dari Bifidobacterium bifidum, yaitu mencegah kolonisasi bakteri patogen pada saluran pencernaan, memproduksi asam laktat dan asam asetat, yang akan menurunkan pH saluran pencernaan, peningkatan berat badan bayi, memproduksi vitamin B, dan menciptakan keseimbangan mikroflora intestinal (Senditya, 2014).

Menurut Garrity et al., (2004), bakteri Bifidobacterium bifidum yang termasuk genus bifidobacteria ini merupakan bakteri probiotik yang hidup pada usus besar atau saluran pencernaan manusia. Bakteri ini baik untuk manusia yaitu berfungsi menjaga keseimbangan mikroflora hidup dalam tubuh.



BRAWIJAYA

Bifidobacterium bifidum terdapat pada Gambar 6. dan diklasifikasikan sebagai

berikut:

Domain : Bacteria

Kingdom : Bacteria

Phylum : Actinobacteria

Subclass : Actinobacteridae

Ordo : Bifidobacteriales

Family : Bifidobacteriaceae

Genus : Bifidobacteria

Specific descriptor : bifidum

Scientific name : Bifidobacterium bifidum



Gambar 6. Bifidobacterium bifidum (Prescott et al., 2002)

2.4 Viabilitas sel probiotik

Viabilitas adalah kemampuan atau daya hidup sel untuk tumbuh secara normal pada kondisi optimal. Jumlah mikroba hidup harus cukup untuk memberikan efek positif bagi kesehatan dan mampu berkolonisasi sehingga dapat mencapai jumlah yang diperlukan selama waktu tertentu, dengan demikian pemberian kultur probiotik selalu mengacu pada dosis yang dikonsumsi dan jumlah mikroba hidup. Viabilitas sel bakteri dalam produk probiotik harus berkisar antara 10⁻⁷-10⁻⁹ cfu/g (Sumanti *et al.*, 2016).

Viabilitas sel juga dapat menurun apabila dipengaruhi beberapa faktor lingkungan yang tidak mendukung bagi bakteri untuk bertahan, seperti lama penyimpanan maupun perjalanan di dalam saluran pencernaan yang memiliki pH rendah, serta perlakuan suhu yang tinggi yang dapat mengakibatkan bakteri tidak dapat bertahan hidup (Osmand, 2012).

Untuk memperbaiki ketahanan dan viabilitasnya, maka probiotik perlu dilindungi dengan metode enkapsulasi. Enkapsulasi adalah suatu proses pembungkusan (*coating*) suatu bahan inti, dalam hal ini adalah bakteri probiotik sebagai bahan inti dengan menggunakan bahan enkapsulasi tertentu, yang bermanfaat untuk mempertahankan viabilitasnya dan melindungi probiotik dari kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti asam lambung dan garam empedu (Natalia ,2014).

2.5 Suhu air Perendaman

Suhu adalah ukuran derajat panas atau dingin. Suhu merupakan hal yang sangat penting diperhatikan dalam produk pangan seperti mikrokapsul probiotik, karena suhu dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan probiotik. Sifat bakteri yang tidak tahan panas diduga dapat mempengaruhi viabilitasnya. Bakteri probiotik dengan jenis *Bifidobacterium bifidum* dapat tumbuh pada suhu berkisar 37°C -38°C (Fitriani, 2017).

Menurut (Permatasari *et al.*, 2002), Ketahanan probiotik merupakan salah satu hal yang diperhatikan. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi ketahanan bakteri probiotik adalah suhu. Suhu yang dapat digunakan untuk merendam mikrokapsul berkisar antara 45°C-70°C.

Menurut (Taguchi *et al.,* 2014), Salah satu metode untuk melarutkan mikrokapsul adalah dengan cara perendaman ke dalam air. Mikrokapsul yang direndam dalam air dengan suhu 45°C-65°C dapat mengalami keretakan. Mikrokapsul yang direndam dalam air dengan suhu 85°C dapat mengalami

kerusakan. Pelapis dapat rusak secara mekanik, misalnya akibat dikunyah, meleleh ketika terekspos dengan panas, terlarut dalam solvent (pelarut).



3. METODE PENELITIAN

3.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan SRC iota adalah timbangan digital, waterbath, pisau, talenan, baskom, blender, erlenmeyer, thermometer, stopwatch, beaker glass, gelas ukur. Alat yang digunakan dalam pembuatan kultur Bifidobacterium bifidum adalah cawan petri, bunsen, tabung reaksi, rak tabung reaksi, gelas ukur, inkubator. Alat yang digunakan untuk pembuatan kitosan adalah beaker glass, gelas ukur, labu ukur, thermometer, hot plate, magnetic stirer, spatula, oven, aluminium foil, baskom, timbangan digital, washing botle, kain blancu, kertas saring, pH meter. Alat yang digunakan dalam pembuatan mikrokapsul adalah oven vakum, timbangan digital, hot plate, magnetic stirer, spuit 50ml, thermometer, beaker glass 250ml, 500ml, 1000ml, loyang, gelas ukur, washing botle, spatula, alcohol sprayer, pipet volume, bola hisap, vortex mixer, kertas saring, ayakan 100 mesh. Alat yang digunakan untuk pengujian viabilitas Bifidobacterium adalah tabung reaksi, rak tabung reaksi, beaker glass, gelas ukur, spatula, vortex mixer, cawan petri, pipet volume, colony counter.

3. 2 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan *Semi Refiened Carragenan* (SRC) adalah jenis rumput laut *Euchema spinosum* yang didatangkan dari petani rumput laut Madura, provinsi Jawa Timur.

Bahan bahan yang digunakan dalam SRC iota antara lain akuadest, KOH, Ca(OH)₂, CaCl₂, air, pH paper dan kain blancu. Strain *Bifidobacterium bifidum* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya Malang.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan kitosan antara lain kulit udang, NaOH, aquades, HCl. Bahan yang digunakan untuk pembuatan mikrokapsul antara lain SRC iota, maltodekstin, kitosan, Cacl₂, aquades, probiotik. Bahan yang digunakan untuk pengujian viabilitas *Bifidobacterium bifidum* antara lain BPW 0,1%, aquades, MRSA.

3.3 Metode dan Rancangan Penelitian

3.3.1 Metode Eksperimen

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan tujuan untuk mengetahui adanya pengaruh perbedaan penggunaan suhu perendaman mikroenkapsulasi dengan bahan SRC iota, maltodekstrin dengan coating kitosan terhadap viabilitas *Bifidobacteri bifidum*. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan yang diberikan secara sengaja oleh peneliti (Hadi, 1985) Penelitian eksperimen juga merupakan penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan treatment/perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian guna membangkitkan sesuatu kejadian/keadaan yang akan diteliti bagaimana akibatnya.

Terdapat dua variabel dalam penelitian ini yaitu variabel bebas dan variabel terikat yaitu :

- Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah Pengaruh suhu air perendaman mikroenkapsulasi berbahan penyalut SRC iota, maltodekstrin dengan di *coating* kitosan
- Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah viabilitas Bifidobacterium bifidum.

BRAWIJAYA

3.4 Tahap Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi 2 tahapan penelitian. Yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.4.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilakukan adalah pembuatan SRC iota, pembuatan kitosan, dan menentukan konsentrasi terbaik pada pembuatan mikroenkapsulasi *Bifidobacterium bifidum* yang terenkapsulat lota karagenan, maltodekstrin dengan *coating* kitosan untuk mengetahui hasil terbaik dari viabilitasnya. Hasil penelitian pendahuluan digunakan sebagai dasar dalam penelitian utama sebagai formula mikroenkapsulasi.

A. Pembuatan *Semi Refined Carragenan* (SRC) iota dengan metode PNG (Setijawati, 2017)

Pembuatan SRC iota antara lain rumput laut *E. spinosum* segar dihilangkan kotoran, dicuci bersih, kemudian dijemur sampai kering. Rumput laut yang telah kering ditimbang sebanyak 20 gram, selanjutnya dicuci dengan air mengalir, kemudian di ekstraksi dengan Ca(OH)₂ 6% didalam waterbath dengan suhu 70-74°C selama 2 jam. Rumput laut yang telah diekstraksi tersebut kemudian dicuci dengan Cacl₂ 1,5% lalu ditambahkan aquadest dilakukan sebanyak 2 kali. dilakukan pencucian dengan air mengalir sampai pH netral, setelah itu rumput laut dipotong 2-3 cm, kemudian dikeringkan. Rumput laut yang telah kering dihaluskan dengan *disk mill* beberapa menit dan kemudian dilakukan pengayakan 100 *mesh* hingga didapat serbuk SRC iota.

B. Prosedur pembuatan kitosan (Hanafi et al., 2000 termodifikasi)

Kulit udang halus ditimbang 100gr kemudian ditambahkan HCI (1:10) diaduk diatas hotplate 75°C selama 1 jam, kemudian disaring(residu) dicuci air dan aquades sampai pH nya netral. Ditambah NaOH 6x dari bahan baku (1:6) dipanaskan 75°C selama 1 jam. Filtrat dibuang didapat kitin (disaring). Kitin dicuci

dengan air / aquades hingga ph netral. Ditambah NaOH 50% dari bahan baku kulit udang (1:5) diaduk (stirer) dipanaskan 120°C selama 1-4 jam. Disaring ditambah aquades hingga pH netral. dikeringkan dalam oven selama 6 jam dengan suhu 50°C, didapatkan kitosan.

C. Uji fourier transform infrared spectrometer FT-IR

Pengujian fourier transform infrared spectrometer FT-IR dilakukan di Laboratorium Fakultas Matematikan dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Brawijaya untuk mengetahui gugus fungsional dari SRC iota yang dihasilkan dari ekstraksi *E. spinosum*, dan gugus fungsional dari maltodekstrin dan kitosan. Metode FT-IR yang digunakan adalah metode spektrofotometri spektrum infrared yang dihasilkan dari pentransmisian cahaya yang melewati sampel kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang, atau bilangan gelombang. Prinsip kerja FT-IR adalah Prinsip kerja FT-IR adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap-tiap senyawa berbeda-beda. dibedakan sehingga senyawa-senyawa dapat dan dikuantifikasikan (Sjahfirdi et al., 2015).

Prosedur kerja dari analisis Uji fourier transform infrared spectrometer FT-IR) (Pireira *et al.*, 2009), adalah sebagai berikut:

- Sampel tidak lebih dari 2 mm³ dengan tujuan agar tidak menutupi fokus sinar laser.
- Spektrum FT-IR dari bahan sampel yang terbuat dari modifikasi karagenan dicatat pada IFS 55 Spektrofotometer menggunakan satu refleksi.
- Sampel rata-rata dilakukan dua kali pengukuran dengan 128 discan masing-masing pada resolusi 2cm⁻¹.

- Spektrum FT-IR diirekam pada FT- Spektrofotometer menggunakan laser dengan panjang gelombang eksitasi dari 1064nm.
- Spektrum rata-rata diulang dua kali pengukuran dengan 150 discan pada resulusi 2 cm⁻¹.

3.4.2 Penelitian Utama

Penelitian utama yang dilakukan adalah pembuatan mikrokapsul, coating kitosan, dan perendaman mikrokapsul kedalam air dengan berbagai suhu perlakuan selama 15 menit, untuk mencari pengaruh penggunaan 3 suhu yang berbeda, yaitu 50°C, 60°C, 70°C, terhadap viabilitas Bifidobacterium bifidum. Perlakuan suhu air perendaman yang digunakan adalah variable sub perlakuan A1 (mikrokapsul tanpa coating) sebagai control; A2(mikrokapsul dengan coating) sedangkan variabel bebasnya B (suhu). A1B1(mikrokapsul tanpa coating kitosan dengan suhu air perendaman 50°C); A1B2 (mikrokapsul tanpa coating kitosan dengan suhu air perendaman 60°C); A1B3 (mikrokapsul tanpa coating kitosan dengan suhu air perendaman 70°C) dan A2B1 (mikrokapsul dengan coating kitosan dengan suhu air perendaman 50°C); A2B2 (mikrokapsul dengan coating kitosan dengan suhu air perendaman 60°C); A2B3 (mikrokapsul coating kitosan dengan suhu air perendaman 70°C).

Berdasarkan perlakuan yang digunakan, maka penelitian ini dapat dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali pengulangan.

3.4.3 Rancangan Penelitian Utama

Rancangan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian perlakuan suhu air perendaman yang berbeda pada mikroenkapsul yang terenkapsulasi maltodekstrin iota karagenan, dengan coating kitosan menggunakan metode gel partikel oven vakum terhadap viabilitas Bifidobacterium bifidum.

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rancangan acak lengkap faktorial dengan 3 perlakuan dengan 6 kali pengulangan. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Sebagai berikut:

Tabel 1. Rancangan Percobaan

Pe	erlakuan		Ulangan	
Α	В	1	2	3
A1 (-)	B1	A1B1(1)	A1B1(2)	A1B1(3)
	B2 B3	A1B2(1) A1B3(1)	A1B2(2) A1B3(2)	A1B2(3) A1B3(3)
A2 (+)	B1	A2B1(1)	A2B1(2)	A2B1(3)
	B2 B3	A2B2(1) A2B3(1)	A2B2(2) A2B3(2)	A2B2(3) AAB3(3)

Keterangan:

A1B1: Mikroenkapsulasi *B. bifidum* yang tersalut SRC iota dan maltodekstrin tanpa *coating* kitosan dengan suhu air perendaman 50°C

A1B2: Mikroenkapsulasi *B. bifidum* yang tersalut SRC iota dan maltodekstrin tanpa *coating* kitosan dengan suhu air perendaman 60°C

A1B3: Mikroenkapsulasi *B. bifidum* yang tersalut SRC iota dan maltodekstrin tanpa *coating* kitosan dengan suhu air perendaman 70°C

A2B1: Mikroenkapsulasi *B. bifidum* yang tersalut SRC iota dan maltodekstrin dengan *coating* kitosan dengan suhu air perendaman 50°C

A2B2: Mikroenkapsulasi *B. bifidum* yang tersalut SRC iota dan maltodekstrin dengan *coating* kitosan dengan suhu air perendaman 60°C

A2B3: Mikroenkapsulasi *B. bifidum* yang tersalut SRC iota dan maltodekstrin dengan *coating* kitosan dengan suhu air perendaman 70°C

Berdasarkan perlakuan yang digunakan, maka penelitian ini dapat dirancang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) Faktorial dengan perlakuan perbedaan suhu dilakukan dalam 3 kali ulangan, yang kemudian di analisis ragam sidik ANOVA, menggunakan Aplikasi Microsoft Office Excel 2010, dan apabila ada signifikansi dilanjutkan dengan uji BNT 1%

3.5 Prosedur pembuatan mikrokapsulasi (Manojlovic *et al.,* 2010, termodifikasi).

Prosedur penelitian mikrokapsul dengan menggunakan metode gel partikel oven vakum antara lain ditimbang bahan SRC iota dengan konsentrasi 8,5%,

maltodekstrin dengan konsentrasi 7%, dan kitosan 6% (yang diperoleh dari penelitian septien, 2018). SRC iota dan maltodekstrin kemudian dimasukkan kedalam beaker glass 500 mL dan ditambahkan 30 mL aquades dan dipanaskan diatas hot plate hingga mencapai suhu 72°C, selanjutnya larutan bahan tersebut diangkat dari hotplate stirer dan suhunya diturunkan hingga 40°C sambil terus diaduk agar tidak cepat ngejel. disiapkan sebanyak 30mL kultur bakteri *Bifidobacterium bifidum* dimasukkan kedalam larutan bahan dengan perbandingan 1:1 dan diaduk agar homogen dengan menggunakan magnetic stirer. Campuran homogen tersebut dimasukkan kedalam 75mL larutan Cacl₂ 3,9 M menggunakan spuit 50mL dengan jarum berukuran 1mm. Mikrokapsul yang didapat disaring menggunakan kain saring sehingga diperoleh residu dari mikrokapsul.

3.5.1 Prosedur pembuatan coating

Pembuatan mikrokapsul coating iota karagenan dan kitosan dapat dilakukan dengan 2 tahap. Tahap pertama mikrokapsul di *coating* dengan menggunakan iota karagenan, dan maltodekstrin, kemudian mirokapsul tersebut dipindahakan ke dalam larutan kitosan untuk membentuk membran pada permukaan mikrokapsul iota karagenan (Gåserød & Skjåk,1998). Iota karagenan dan maltodekstrin dimasukkan kedalam larutan kitosan 4% dalam asam asetat 1% sambil diaduk dengan kecepatan 300 rpm dan didiamkan selama 2 jam. Mikrokapsul disaring dan dikeringkan dalam oven vakum 40°C - 41°C selama 48 jam hingga kering dan menjadi serbuk mikrokapsul.

3.5.2 Perendaman mikroenkapsulasi

Serbuk mikrokapsul ditimbang sebanyak 1 gr, kemudian dilarutkan kedalam air yang dipanaskan diatas hotplate dengan berbagai suhu perlakuan, yaitu 50°C, 60°C, dan 70°C selama 15 menit. Mikrokapsul yang telah mengalami perendaman di saring, dan langsung diuji viabilitasnya.

3.6 Analisa Pengujian

3.6.1 Uji Viabilitas Bifidobacterium bifidum (Chávarri et al., 2010)

Mikrokapsul diambil sebanyak 0,1 g, dimasukkan ke dalam 10 mL. Larutan NaFis dihomogenkan menggunakan *vortex mixer* selama 10 menit. dilakukan pengenceran bertingkat dan dilakukan penanaman dengan metode tuang dalam MRS-Agar. diinkubasi dalam kondisi an aerob pada inkubator dengan suhu 37°C selama 48 jam. Dilakukan perhitungan viabilitas bakteri menggunakan metode perhitungan *Total Plate Count* (TPC) dalam satuan log CFU/ml.

Perhitungan Angka Lempeng Total menurut SNI (2006), adalah dengan rumus sebagai berikut.

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times d}$$

Keterangan:

N = jumlah koloni produk, dinyatakan dalam koloni per ml atau koloni per g

 $\sum C = \text{jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung}$

n₁ = jumlah cawan pada pengenceran pertama yang dihitung

n₂ = jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung

d = pengenceran pertama yang dihitung.

Prinsip dari metode hitungan cawan atau *Total Plate Count* (TPC) adalah menumbuhkan sel mikroorganisme yang masih hidup pada media agar, sehingga mikroorganisme akan berkembang biak dan membentuk koloni yang dapat dilihat langsung dan dihitung dengan mata tanpa menggunakan mikroskop.

3.6.2 Pengujian Kadar Air

Kadar air merupakan parameter yang menentukan dapat kualitas mikrokapsul. Kadar air yang rendah dapat mencegah tumbuhnya mikroba yang dapat merusak produk. Tinggi rendahnya kadar air mikrokapsul di pengaruhi bahan penyalut (Khasanah et al., 2015)

Analisis kadar air dengan menggunakan oven. Adapun urutan kerjanya berdasarkan acuan SNI (2006), sebagai berikut:

Prosedur

- a) Kondisikan oven pada suhu yang akan digunakan hingga mencapai kondisi stabil.
- b) Masukkan cawan kosong ke dalam oven minimal 2 jam.
- c) Pindahkan cawan kosong ke dalam *desikator* sekitar 30 menit sampai mencapai suhu ruang dan timbang bobot kosong (Ag).
- d) Timbang contoh yang telah dihaluskan sebanyak ± 2 g ke dalam cawan (Bg).
- e) Masukkan cawan yang telah diisi dengan contoh ke dalam oven vakum pada suhu 95°C-100°C, dengan tekanan udara tidak lebih dari 100 mmHg selama 5 jam atau masukkan ke dalam oven tidak vakum pada suhu 105°C selama 16 jam 24 jam.
- f) Pindahkan cawan dengan menggunakan alat penjepit ke dalam *desikator* selama ± 30menit kemudian ditimbang (g).
- g) Lakukan pengujian minimal duplo (dua kali).

Perhitungan

% kadar air =
$$\frac{B-A}{B-C} x 100\%$$

Keterangan:

A adalah berat cawan kosong dinyatakan dalam g.

B adalah berat cawan + contoh awal, dinyatakan dalam g.

C adalah berat cawan + contoh kering, dinyatakan dalam g.

3.6.3 Pengujian Aktivitas aw (Susanto, 2009)

Uji aktivitas air (a_w) dilakukan untuk mengetahui aktivitas air dalam bahan. Metode pengujian aktivitas air (a_w) menggunakan alat a_w meter. Alat dikalibrasi dengan memasukkan cairan BaCl_{2 2}H₂O dan ditutup dibiarkan selama 3 menit sampai angka pada skala pembacaan menjadi 0.9 a_w meter dibuka dan sampel dimasukkan dan alat ditutup ditunggu hingga 3 menit, dan setelah 3 menit skala aw dibaca dan dicatat, perhatikan skala temperatur dan faktor koreksi. Jika skala temperatur di atas 20°C, maka pembacaan skala a_w ditambahkan sebanyak

kelebihan temperatur dikalikan faktor koreksi sebesar 0.002, begitu pula dengan temperatur di bawah 20°C.

3.6.4 Analisa diameter enkapsulat (Mariyana,2013)

Analisa diameter dilakukan dengan menggunakan *mikroskop electron*. Langkah yang harus dilakukan adalah. Pertama bersihkan *object glass* dan *cover glass* dengan aquadest kemudiaan dikeringkan dengan tisue. Serbuk enkapsulat diletakkan sedikit saja, ratakan dengan sendok bahan lalu tambahkan sedikit aquades. Tujuannya agar sampel dapat terlihat dengan jelas pada mikroskop, kemudian letakkan *cover glass* dengan sudut 45°, agar tidak terjadi gelembung pada preparat. Serbuk mikrokapsul diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400-1000x lalu didapatkan hasil

3.6.5 Difusivitas Termal

Konduktifitas termal merupakan suatu fenomena transport dimana perbedaan temperatur menyebabkan transfer energi termal dari suatu daerah benda panas ke daerah yang sama dengan temperatur yang lebih rendah (F. Johan, 2016). Sifat–sifat panas (*thermal properties*) bahan merupakan parameter penting yang dibutuhkan untuk menduga laju perubahan suhu bahan sehingga dapat ditentukan waktu optimum yang dibutuhkan dalam pengolahan, pengeringan, pendinginan atau penyimpanan, dengan mengetahui waktu optimum tersebut, selain dapat dihindarkan terjadinya kerusakan bahan juga dapat menghemat energi (Manalu, 2012). Nilai konduktivitas bahan dapat diketahui secara langsung dengan melakukan percobaan menggunakan alat *Thermal Conductivity Meter*, dan untuk menentukan nilai difusivitas dari suatu benda dapat diketahui secara tidak langsung dengan berdasarkan nilai konduktifitas yang terukur dari bahan tersebut. Semakin besar nilai difusivitas termal bahan semakin cepat terjadi pembauran panas dalam bahan dan sebaliknya. Sifat difusivitas

Adapun rumus menghitung difusivitas termal bahan yaitu :

 α = 0,060 $\frac{K}{\rho \text{ Cp}}$

α= Difusivitas termal (s/cm/g°C)

ρ = Density (g/cm²) C_p = Panas spesifik (°C) K = Konduktivitas termal (s/cm)



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Pendahuluan

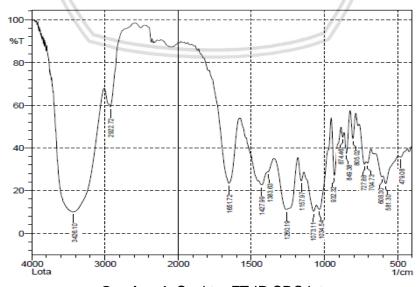
4.1.1 Hasil Penelitian Pendahuluan Penentuan Konsentrasi Semi Refined Carragenan (SRC) lota

Hasil penentuan konsentrasi terbaik bahan penyalut *Semi Refined Carragenan* (SRC) iota dengan penambahan maltodekstrin dan *coating* kitosan dengan indikator nilai viabilitas terbaik, didapatkan dari penelitian sebelumnya (Septien, 2014) dengan konsentrasi iota sebesar 8,5%, maltodekstrin 7%,dan kitosan 6%. Konsentrasi terbaik ini akan digunakan pada penelitian utama.

4.1.2 Spektra FT-IR SRC Eucheuma spinosum, Maltodekstrin dan Kitosan

Analisa spektra FT-IR SRC *Eucheuma spinosum* dilakukan untuk mengetahui gugus fungsional dari kargenan yang dihasilkan dari proses semi murni (*Semi Refined*).

Spektra FT-IR pada SRC iota dari *Eucheuma spinosum* dilakukan untuk mengetahui gugus fungsional dari *Semi Refined Carrageenan* (SRC) iota. Hasil analisa *Spektrofotometer* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 1. Spektra FT-IR SRC iota

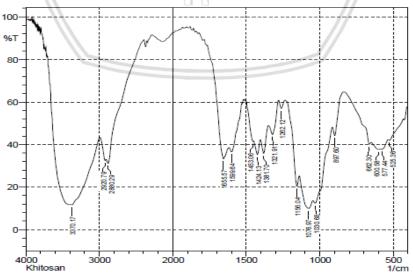
SRC iota memiliki hasil gugus fungsi ester sulfat yang muncul pada bilangan gelombang 1260.19 cm⁻¹. Gugus fungsi 3.6-anhidrogalaktosa muncul pada gelombang 932.32 cm⁻¹. Gugus fungsi D-galaktosa-4- sulfat muncul pada bilangan gelombang 849.38 cm⁻¹. Gugus fungsi 3.6-anhidro-D-galaktosa-2-sulfat muncul pada panjang gelombang 874,46 cm⁻¹. Hasil gugus fungsional pita serapan FT-IR iota dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Gugus Fungsional Pita Serapan FT-IR SRC Iota

Gugus Dugaan	Diharmi et al., 2011 (cm ⁻¹)	Hasil (cm ⁻¹)
Alkohol O-H	3300-3600	3426
Alkil C- H	2853-2962	2922
Eter C-O Ulur	1000-1300	1073-1034
Ester sulfat S=O Ulur	1210-1260	1260
Alkenil C-H Ulur	928-933	932
Aromatik C=C Ulur	680-900	704-874

Menurut Tabel 2. Hasil identifikasi dengan spektrokopi inframerah dan uraian dari bilangan gelombang maka dapat disimpulkan karagenan yang dianalisis adalah tipe iota. Hal ini didapatkan dengan adanya galaktosa 2-sulfat dan 4-sulfat, 3,6-anhidrogalaktosa serta adanya gugus ester sulfat.

Kitosan yang dihasilkan dari cangkang udang dikarakterisasi dengan spektroskopi infra merah. Spektrum FTIR kitosan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 2. Spektrum FT-IR Kitosan

Berdasarkan hasil FT-IR kitosan pada Gambar 8, muncul pada puncak 1321.91 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus C-N amina atau amida. Pada gelombang 1076 cm⁻¹ sampai 1262 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus fungsi C-O. Pada serapan 897.60 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus C-H alkana tetapi dengan intensitas yang rendah atau lemah, ini menunjukkan telah terjadi proses deasetilasi yang menyebabkan hilangnya sebagian besar gugus metil, serta muncul puncak serapan 3370.17 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus O-H alkohol ikatan hidrogen. Pita serapan –CH₃ pada gelombang 1381.70 cm⁻¹ muncul dengan intensitas lemah, hal ini menunjukkan telah terjadi proses deasetilasi yang menyebabkan hilangnya sebagian besar gugus metil. Hasil Gugus Fungsi Spektrum Infra Merah pada Kitosan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Gugus Fungsi Spektrum Infra Merah pada Kitosan

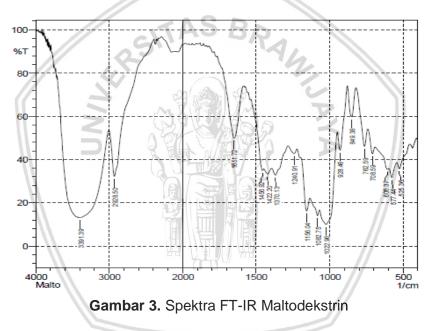
Gugus Fungsi	Hasil (cm ⁻¹)	Setijawati et al., 2017 (cm ⁻¹)
C-O	1076-1262	1050-1300
C-N Amina/amida	1321	1180-1360
O-H Hidrogen	3370	3232-3263
C-H Alkana	897	675-995

Menurut Tabel 3. Dari hasil identifikasi dengan spektrokopi infarmerah dan uraian dari bilangan gelombang maka dapat disimpulkan bahwa yang dianalisis adalah kitosan. Hal ini didapatkannya adanya gugus C-O, C-N amina/amida dan gugus C-H alkana serta gugus O-H alcohol ikatan hidrogen.

Setelah dilakukan pengujian FT-IR, maka selanjutnya dapat dihitung Derajat Deasitilasi (DD) kitosan. Derajat Deasitilasi (DD) merupakan proses penghilangan gugus asetil yang dari proses tersebut dapt diketahui tingkat kemurnian kitosan yang diperoleh. Proses ini dilakukan dengan menggunakan Fourier Transform Infra Red (FTIR). Diharapkan dengan dilakukannya proses ini dapat memutuskan ikatan kovalen yang ada diantara gugus asetil dan nitrogen pada gugus asetamida kitin dan akan berubah menjadi gugus amina (Azhar et al., 2010).

Nilai derajat deasitilasi yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebesar 81,46%. Hal ini menunjukan bahwa derajat deasitilasi sudah memenuhi standart dari SNI yaitu minimal 75%. Faktor yang mempengaruhi nilai DD dari kitosan adalah lama proses pemanasan yang dilakukan, konsentrasi NaOH, serta suhu pemanasan selama terjadinya proses. Jika konsentrasi NaOH yang digunakan tinggi, maka derajat deasitilasi yang dihasilkan oleh kitosan pun semakin tinggi dan akan menghasilkan kitosan yang baik. Hal itu terjadi karena gugus asetil yang hilang semakin banyak, maka gugus amina pada kitosannya semakin banyak.

Spektrum FTIR maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 9.



Berdasarkan hasil FT-IR maltodekstrin pada Gambar 9, menunjukkan gugus O-H pada bilangan gelombang 3391.39 cm⁻¹. Pada bilangan gelombang 2928.5 cm⁻¹ menunjukkan gugus C-H. Pada bilangan gelombang 1651.72 cm⁻¹ menunjukkan gugus C=C.

Tabel 3. Gugus Fungsi Spektrum Infra Merah pada Maltodekstrin

Gugus Fungsi	Hasil cm ⁻¹	Radhiyatullah <i>et al.,</i> 2015
Alkohol O-H	3391	3500-3200

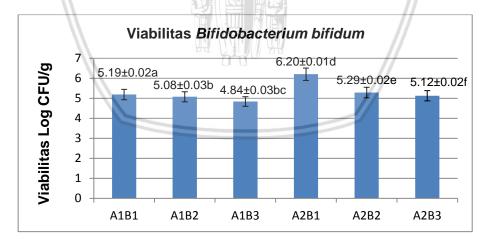
Alifatik C=C	1651	1680-1600
Alkana C-H	2928	3000-2850

Menurut Tabel 4. Dari hasil identifikasi dengan spektrokopi infarmerah dan uraian dari bilangan gelombang maka dapat disimpulkan bahwa yang dianalisis adalah maltodekstrin. Hal ini didapatkannya adanya gugus O-H alkohol, C-H alkana dan gugus C=C alifatik.

4.2 Penelitian Utama

4.2.1 Viabilitas Bifidobacterium bifidum

Data pengamatan dan analisa data viabilitas probiotik mikrokapsul dapat dilihat pada lampiran. Berdasarkan tabel sidik ragam (ANOVA) viabilitas *Bifidobacterium bifidum* dengan perendaman suhu yang berbeda memberikan pengaruh nyata (F hitung > dari F tabel 1%) dari masing-masing perlakuan. Sehingga perlu ke uji lanjut BNT. Nilai viabilitas *Bifidobacterium bifidum* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 4. Hasil Uji Viabilitas Bifidobacterium bifidum

Gambar 10. Menunjukan bahwa hasil nilai viabilitas mikrokapsul tanpa perlakuan *coating* pada suhu perendaman 50°C, bakteri menunjukkan viabilitas tertinggi dengan nilai 5,19 log CFU/g. Populasi bakteri terus menurun seiring dengan semakin tingginya suhu perendaman. Suhu yang terus meningkat dapat

BRAWIJAYA

menyebabkan pertumbuhan bakteri terhenti karena komponen sel menjadi tidak aktif dan kemungkinan akan sel mati (Permatasari, 2002).

Pada mikrokapsul dengan perlakuan pemberian *coating* pada suhu perendaman 50°C menunjukan viabilitas tertinggi dengan nilai 6,20 log CFU/g. Populasi bakteri mengalami penurunan pada suhu 60°C dan 70°C.

Dari grafik menunjukan bahwa nilai viabilitas tertinggi adalah mikrokapsul iota yang diberi perlakuan *coating* kitosan mendapatkan nilai 6,20 log CFU/g. Menurut Sumanti *et al.*, (2016) bahwa semakin tinggi konsentrasi penyalut, efisiensi enkapsulasi semakin meningkat, lapisan kulit *(shell)* semakin baik dan kuat, sehingga dapat melindungi bahan inti dengan baik serta melindungi zat yang mudah menguap ketika proses pengeringan berlangsung, yang berakibat retensi bahan inti akan semakin meningkat.

Menurut Wang et al., (2014) Semakin tingginya gelasi maka akan meningkatkan pemadatan dari struktur mikrokapsul serta dapat mengurangi keretakan sel dan untuk meningkatkan perlindungan terhadap sel didalamnya. Keretakan pada sel dapat diminimalisir dengan penambahan kitosan sebagai coating.

Kitosan termasuk salah satu jenis polisakarida yang dapat digunakan sebagai edible film. Pelapis dari polisakarida merupakan penghalang (barrier) yang baik karena dapat membentuk matriks yang kuat dan kompak. Penggunaan kitosan sebagai lapisan pelindung terus dikembangkan antara lain sebagai pelapis semipermeabel yang bersifat edible atau dapat dimakan sehingga mengurangi ketergantungan produsen terhadap pemakaian bahan plastik sebagai bahan pengemas (Murni, 2013).

Hal ini juga didukung oleh (Zanjani, 2014) yang menyatakan bahwa pelapisan kitosan pada mikrokapsul yang sudah terlapis alginat mampu melindungi sel yang ada di dalam mikrokapsul tersebut. Sel yang terlapisi kitosan akan mampu

bertahan hingga sampai pada saluran pencernaan manusia, begitu juga sebaliknya sel yang tidak terlapisi kitosan tidak akan mampu bertahan hingga saluran pencernaan manusia.

Pemberian pelapis kitosan dapat disimpulkan bahwa kitosan ini mampu melindungi viabilitas sel Bifidobacterium bifidum terlihat dari penelitan.



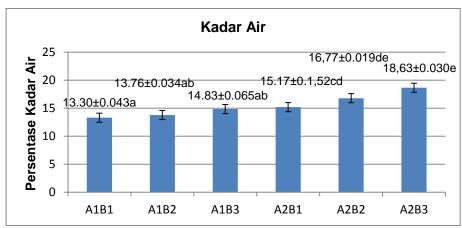
Gambar 5. Viabilitas Bifidobacterium bifidum

4.2.2 Kadar Air

Data pengamatan dan analisa data kadar air mikrokapsul dapat dilihat pada lampiran. Berdasarkan table sidik ragam (ANOVA) kadar air dengan mikrokapsul yang diberi perlakuan sebelum dan sesudah coating yang telah direndam dalam air memberikan pengaruh nyata (F hitung > dari F tabel 1%) dari masing-masing perlakuan sehingga perlu ke uji lanjut BNT.

Kadar air mikrokapsul dengan hasil tertinggi adalah mikrokapsul yang dicoating dengan kitosan dan di beri perendaman pada suhu 70°C sebesar 18,64%. Hasil kadar air mikrokapsul dengan hasil terendah adalah 13,30%.

Hasil uji kadar air mikrokapsul yang diberi perlakuan sebelum dan sesudah coating dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 6. Kadar Air Mikroenkapsulasi

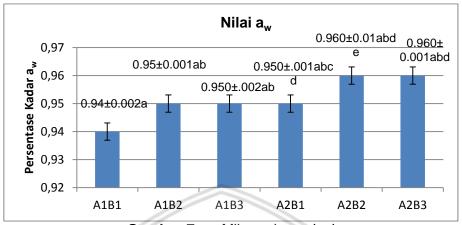
Gambar 12. Menunjukan kadar air mikrokapsul *coating* relatif lebih tinggi di bandingkan dengan mikrokapsul tanpa perlakuan *coating*, dikarenakan adanya perlakuan pemberian *coating* kitosan dan perlakuan perendaman air. Pemberian pelapis kitosan akan terserap oleh bahan sehingga menyebabkan kadar air menjadi naik (Herbowo, 2016) Hal ini dikarenakan sifat kitosan sebagai *edible coating* yang mempunyai kemampuan mencegah penguapan air dalam bahan pangan.

Kadar air yang dihasilkan berbanding lurus dengan aktivitas air (a_w) ditunjukkan dengan kecenderungan bahwa semakin tinggi kadar air maka semakin tinggi pula nilai a_w nya. Kadar air dinyatakan dalam persen (%) pada kisaran skala 0-100, sedangkan nilai a_w dinyatakan dalam angka desimal pada kisaran skala 0-1,0 (Legowo dan Nurmanto, 2004).

4.2.3 Aktivitas Air (a_w)

Data pengamatan dan analisa data kadar air mikrokapsul dapat dilihat pada lampiran . Berdasarkan table sidik ragam (ANOVA) kadar air dengan mikrokapsul yang diberi perlakuan sebelum dan sesudah *coating* yang telah direndam dalam air memberikan pengaruh nyata (F hitung > dari F tabel 1%) dari masing-masing perlakuan sehingga perlu ke uji lanjut BNT.

Aktivitas air dengan hasil tertinggi adalah mikrokapsul yang *dicoating* dengan kitosan didapatkan rata-rata hasil 0,96.



Gambar 7. aw Mikroenkapsulasi

Gambar 13. Menunjukan bahwa nilai kadar aw pada mikrokapsul tanpa coating lebih rendah dibandingkan mikrokapsul dengan coating, akan tetapi secara keseluruhan nilai aw mikrokapsul iota mengalami kenaikan. Naiknya aktivitas air dikarenakan bahwa semakin rendah konsentrasi bahan inti yang terdapat dalam emulsi, maka semakin rendah nilai aktivitas air (aw) yang dihasilkan oleh produk. Begitu pula sebaliknya, semakin tinggi konsentrasi bahan inti yang terdapat dalam emulsi, maka semakin tinggi pula nilai aktivitas airnya (aw). Produk dengan bahan inti tinggi, air yang ada lebih susah diuapkan selama proses pengeringan, sebagai akibatnya kadar air produk dan nilai aw menjadi lebih tinggi (Supriyadi dan Rujita, 2013).

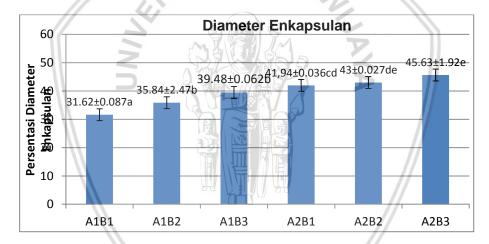
Aktivitas air (a_w) untuk mikrokapsul diperoleh diatas adalah dalam kisaran normal untuk produk mikrokapsul probiotik, karena probiotik mampu bebas bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang mengandung gula dengan kadar air tinggi dan juga nilai a_w diatas 0,9 (Jati, 2015). a_w yang memiliki nilai lebih rendah di bawah level a_w minimal untuk pertumbuhan mikroorganisme, sel yang ada dalam mikrokapsul dapat tetap hidup (*viable*) untuk sementara waktu. Akan tetapi apabila

a_w turun secara drastis, sel mikrobia akan kehilangan viabilitasnya secara umum dengan cepat di awal dan terus-menerus perlahan-lahan (Pradipta, 2017).

4.2.4. Diameter Enkapsulan

Data pengamatan dan analisa data diameter dapat dilihat pada lampiran . Berdasarkan table sidik ragam (ANOVA) diameter enkapsulasi dengan mikrokapsul yang diberi perlakuan sebelum dan sesudah *coating* yang telah direndam dalam air dengan suhu yang berbeda memberikan pengaruh nyata (F hitung > dari F tabel 1%) dari masing-masing perlakuan sehingga perlu ke uji lanjut BNT.

Hasil uji diameter enkapsulan, mikrokapsul yang diberi perlakuan sebelum dan sesudah *coating* dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 8. Diameter enkapsulan

Diameter enkapsulasi iota, maltodekstrin yang *dicoating* dengan kitosan didapatkan rata-rata hasil tertinggi pada perlakuan mikrokapsul setelah *coating* dengan perlakuan suhu air perendaman 70°C yaitu sebesar 45,63 μm, sedangkan hasil rata-rata terendah yaitu pada perlakuan mikrokapsul tanpa *coating* dengan perlakuan suhu perendaman 50°C yaitu sebesar 31,62 μm. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Burgain *et al.*, (2010) enkapsulasi dengan menggunakan teknik emulsi akan menghasilkan ukuran mikrokapsul yang bervariasi, antara 0,1- 5000

µm. Menurut (Zanjani, 2014) Ukuran mikrokapsul dengan *coating* kitosan memiliki diameter lebih tinggi dibandingkan mikrokapsul tanpa perlakuan *coating*.

4.2.5 Difusivitas Termal

Difusivitas termal mengukur kemampuan material untuk mengkinduksi energi panas relatif terhadap kemampuannya untuk menyimpan energi panas. Setiap Bahan penyalut memiliki nilai penghantar panas yang berbeda. Bahan penyalut hidrokoloid dengan suhu perendaman 50°C didapatkan difusivitas termal sebesar 2x 10°6 S/cm/g °C , pada suhu perendaman 60°C didapatkan difusivitas termal sebesar 2x 10°6 S/cm/g °C, dan pada suhu perendaman 70°C 1x 10°6 S/cm/g °C. Pada bahan penyalut starch dengan suhu perendaman 50°c didapatkan difusivitas termal sebesar 1x 10°6 S/cm/g °C, pada suhu perendaman 60°C didapatkan difusivitas termal sebesar 9 x 10°7 S/cm/g °C, dan pada suhu perendaman 70°C 8x 10°7 S/cm/g °C. Pada bahan penyalut kitosan dengan suhu 50°c didapatkan difusivitas termal sebesar 3 x 10°8 S/cm/g °C, pada suhu 60°C didapatkan difusivitas termal sebesar 3 x 10°5 S/cm/g °C dan pada suhu 70°C didapatkan difusivitas termal sebesar 2 x10°7 S/cm/g °C dan pada suhu 70°C didapatkan difusivitas termal sebesar 2 x10°7 S/cm/g °C.

Mikrokapsul dengan bahan penyalut karagenan,maltodekstrin dan kitosan dengan suhu perendaman 50°C dapat menyimpan nilai difusivitas termal sebesar 7 x 10-15 S/cm/g °C, Sedangkan pada suhu perendaman 60°C didapatkan difusivitas termal sebesar 6 x 10⁻¹³ S/cm/g °C, dan pada suhu peendaman 70°C didapatkan nilai difusivitas termal sebesar 5x 10⁻¹³ S/cm/g °C. Hasil perhitungan difusivitas termal bahan dapat dilihat pada Lampiran 13.

Semakin tinggi suhu, maka laju difusivitas panas semakin tinggi pada titik sembarang, tetapi semakin rendah pada titik pusat. Semakin tinggi konsentrasi bahan, menyebabkan laju difusivitas panas semakin rendah, demikian sebaliknya. Konsentrasi yang tinggi membutukan waktu pemanasan yang lebih lama (Karneta et al., 2013). Konsentrasi bahan yang tinggi, dapat mengakibatkan konduktivitas

panas semakin rendah, dan kemampuan perambatan panas menjadi semakin rendah pula (Susianto dan Soewarno, 2005).



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian suhu air perendaman yang berbeda pada mikroenkapsulasi berbahan penyalut SRC iota, maltodekstrin yang di coating dengan kitosan memberikan pengaruh nyata terhadap viabilitas Bifidobacterium bifidum dengan hasil tertinggi terdapat pada suhu air perendaman 50°C dengan nilai 6,20 log CFU/g.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada hasil penelitian yaitu perlunya penelitian lebih lanjut tentang penambahan kitosan sebagai coating mikrokapsul berprobiotik dengan penyalut dan metode yang berbeda, dan untuk penggunaan suhu air perendaman sebaiknya tidak menggunakan suhu yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas viabilitasnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Anggadiredja, T. 2006. Rumput laut. Jakarta: Penerbit Penebar Swadaya.
- Angka, S. L., Suhartono MT. 2000. Bioteknologi Hasil Laut. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian. Bogor
- Arisandi, A., Marsoedi, H. Nursyam., & Aida Sartimbul. 2011. Pengaruh Salinitas yang Berbeda terhadap Morfologi, Ukuran dan Jumlah Sel, Pertumbuhan serta Rendemen Karaginan. 143–150.
- Astuti, S. M. 2008. Teknik Pengeringan Bawang Merah dengan Cara Perlakuan Suhu dan Tekanan Vakum, 13(2): 79–82.
- Badan Standardisasi Nasional. 2006 . Cara Uji Kimia-Bagian 2: Penentuan Kadar Air pada Produk Perikanan : 4.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. Cara Uji Mikrobiologi Bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan. *Sni 01-2332.3-2006*
- Chávarri, M., Marañón, I., Ares, R., Ibáñez, F. C., Marzo, F., & Villarán, M. del C. (2010). Microencapsulation of a Probiotic and Prebiotic In Alginate-Chitosan Capsules Improves Survival In Simulated Gastro-Intestinal Conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 142 (1–2), 185–189.
- Deviarny, C., Firmansyah., & D. Rahmadhani. 2016. Mikroenkapsulasi Bromelain Kasar dari Batang Nenas (Ananas *comosus* (L) Merr) dengan Penyalut Etilselulosa. 6(2):127–132.
- Diharmi, A. 2016. Karakteristik Fisiko Kimia Karagenan Rumput Laut Merah dari Perairan Nusa Penida, Sumenenp dan Takaral. IPB
- Diharmi, A., D. Ferdiaz., N. Andarwulan ., & E. S. Heruwati. 2011. Karakteristik Karagenan Hasil Isolasi *Eucheuma spinosum* (Alga Merah) dari Perairan Semenep Madura. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 16(1):117-124
- Distantina, Sperisa, Fadilah., Rochmadi., M. Fahrurrozi., Wiratni. 2010. Proses Ekstraksi Karagenan dari *Eucheuma cottonii*. Seminar Rekayasa Kimia dan *Proses*. ISSN: 1411-4216
- Distantina, S., Fadilah, YC, D., Wiratni, & Moh, F. 2009. Pengaruh Kondisi Proses Pada Pengolahan *Eucheuma cottonii* terhadap Rendemen dan Sifat Gel Karagenan Sperisa. *Ekuilibrium*, 8(1), 35–40.
- Distantina, S., Rochmadi., Wiratni, & Moh, F. 2012. Mekanisme Proses Tahap Ekstraksi Karagenan dari *Eucheuma cottoni*i menggunakan Pelarut Alkali. *Agritech.* 32(4): 397–402.
- Dompeipen, E. J., M.Kaimudin., & R.P. Dewa. 2016. Isolasi kitin dan Kitosan dari Limbah Kulit Udang. *Majalah BIAM.12*(1): 32–38.

- F . Adib. Johan, MUfarida, A., & A. Efan.N. 2016. Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Pada Inkubator. *Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin.* 1(1): 28–36.
- Farnani, Y. H., N. Cukrowati., N. Farida. Pengaruh Kedalaman Tanam Terhadap Pertumbuhan *Eucheuma spinosum* pada Budidaya dengan Metode Rawa. *Jurnal Kelautan.* 4(2): 176–187.
- Fathmawati, D., M. R. P. Abidin ., & A. Roesyadi. 2014. Studi Kinetika Pembentukan Karaginan dari Rumput Laut. *Jurnal Teknik Pomits*. *3*(1): 1–6.
- Firdaus, M., D. Setijawati., & Kartikaningsih. 2014. The Effect of *Lactobacillus acidophilus* Microcapsule Which Encapsulated by Kappa Caragenan Toward In Vivo Functional Test. *Journal Of Life Science*. 1(1): 27–36.
- Fitriani, I., Ku, D. F. Kusharyati., & P. Maria. Hendrati. 2017. Pengaruh Lama Inkubasi Soyghurt Menggunakan Inokulan dengan Penambahan *Bifidobacterium* sp. terhadap Daya Hambat *Bacillus cereus*. *Biosfera*. 33 (1): 5-12.
- Gåserød, O., Smidsrød, O., dan Skjåk-Bræk, G. 1998. Microcapsules of Alginate-Chitosan I A Quantitative Study of the Interaction Between Alginate and Chitosan. Biomaterials. 19: 1815-1825
- Gbassi, G. K., & T. Vandamme. 2012. Probiotic Encapsulation Technology: From Microencapsulation to Release into the Gut. *Pharmaceutics*. (1): 149–163
- Hanafi, M., S. Aiman, Efrina. D., & B. Suwandi. 2000. Pemanfaatan Kulit Udang untuk Pembuatan Kitosan dan Glukosamin. *Jkti.* 10 : (1–2).
- Harjanti, R. S. 2014. Kitosan dari Limbah Udang sebagai Bahan Pengawet Ayam Goreng. *Jurnal Rekayasa Proses*.8(1): 12–19.
- Heller, K. J. (2001). Probiotic Bacteria In Fermented Foods: Product Characteristics and 73(2): 374–379.
- Herbowo, M. S., P. H.Riyadi, & Romadhon. 2016. Pengaruh Edible Coating Natrium Alginat dalam Menghambat Kemunduran Mutu Daging Rajungan (Portunus Pelagicus) Selama Penyimpanan Suhu Rendah. J. Peng. & Biotek. Hasil Pi. 5(3): 37–44.
- Huezo, M. E. R., R.Durán-Lugo, A.Prado-Barragán, L., F.Cruz-Sosa, C.Lobato-Calleros, J.Alvarez-Ramírez, & E.JVernon-Carter. 2007. Pre-selection of Protective Colloids for Enhanced Viability of *Bifidobacterium bifidum* following Spray-Drying and Storage, and Evaluation of Aguamiel as Thermoprotective Prebiotic. Food Research International.40(10): 1299–1306.
- Husniati. 2009. Studi Karakterisasi Sifat Fungsional Maltodekstrin dari Pati Singkong. 3 (2): 133-138.
- Jati, A.U.P., , B.S.L.Jenie, & Suliantari. 2015. Mikroenkapsulasi Lactobacillus sp.

- dengan Teknik Emulsi dan Aplikasinya pada Dodol Sirsak. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan.* 26(2): 135–143.
- Karneta, Railia., A.Rejo.,G.Priyanto & R. Pambayun. 2013. Difusivitas Panas dan Umur Simpan Pempek Lenjer. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 1(1).
- Khasanah, L. U., B. K. Anandhito., T. Rachmawaty., R. Utami. & G. J. Manuhara. 2015. Pengaruh Rasio Bahan Penyalut Maltodekstrin, Gum Arab, dan Susu Skim Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Mikrokapsul Oleoresin Daun Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*). *Agritech*, 35 (4).
- Legowo, A. M., Nurwantoro dan Sutaryo. 2007. Analisis Pangan. Program Studi Teknologi Hasil Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro Semarang
- Komariah. 2011. Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS. *Jurnal*, (Tabel 1), 1–7.
- Magfirah., R. G. Budji, & Sartini. 2015. Uji Viabilitas Isolat Probiotik Asal Saluran Pencernaan Itik Pedaging Anas domesticus yang Dienkapsulasi dengan Metode Spray Drying. *Jurnal Universitas Hasanuddin*. 1–10.
- Manojlović V., Nedović V.A., Kailasapathy K., Zuidam N.J. 2010 Encapsulation of Probiotics for use in Food Products. In: Zuidam N., Nedovic V. (eds) Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing. Springer, New York, NY
- Manalu, L. ., Amos, L., & Gustri. Yeni. (2012). Studi Penentuan Difusivitas Panas Mangga Arummanis Terproses Minimal. *Jurnal Litbang Industri.* 2(2): 107–113.
- Manin, F. 2010. Potensi *Lactobacillus acidophilus dan Lactobacillus fermentum* dari Saluran Pencernaan Ayam Buras Asal Lahan Gambut sebagai Sumber Probiotik. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, *XIII*(5): 221–228.
- Mindarwati, E. 2006. Kajian Pembuatan Edible Film Komposit dari Karaginan Sebagai Pengemas Bumbu Instan Rebus. (Tesis). Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 69 Hlm
- Murni, S. W., H. Pawignyo., D. Widyawati., & N. Sari. 2013. Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (Zea Mays L.) dan Kitosan. *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*.1–9.
- Nair, R., N. H. Reddy, C.K, A, K., & K. Jayray, K. (2009). Application of Chitosan Microspheres As Drug Carriers: A review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 1(2), 1–12.
- Natalia, Lela. 2014. Kajian Produksi Es Krim Probiotik dengan Penambahan Bakteri Asam Laktat Enkapsulasi.1
- Noviza, D., T, Harliana., & A. A. Rasyad. 2013 . Mikroenkapsulasi Metformin

BRAWIJAY

- Hidroklorida dengan Penyalut Etil Selulosa Menggunakan Metoda Penguapan Pelarut. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*. 18(1): 75–59.
- Nugraheni, A., N. Yunarto., & N. Sulistyaningrum. 2015. Optimasi Formula Mikroenkapsulasi Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*.) dengan Penyalut Berbasis Air. *Jurnal Kefarmasian Indonesia 5*(2):98–105.
- Osmand., L.M, Purwijantiningsih., & F. S. Pranata. 2012. Viabilitas Bakteri dan Kualitas Permen Probiotik dengan Variasi Jenis Enkapsulan.1–15.
- Permatasari, A. K., K. A. Nocianitri, & A. S. Duniaji. 2002. Viabilitas *Lactobacillus rhamnosus* Skg 34 dalam Berbagai Jenis Enkapsulan dan Suhu Penyajian. 1–13.
- Pereira, L, Amado, A.M., Critley, A.T., van de Velde, F., and Ribeiro-Calro, P.J.A., 2009, "Identification of Selected Seaweed Polysaccharides (*phycocolloids*) by Vibrational Spectroscopy (FTIR-ATR and FT-Raman), *Food Hydrocolloids*, 1-7.
- Podungge, A., L. J. Damongilala, & H.W. Mewengkang. 2018. Kandungan Antioksidan pada Rumput Laut *Eucheuma spinosum* yang Diekstrak dengan Pelarut Metanol dan Etanol. *Media Teknologi Hasil Perikanan.6*(1): 197–201.
- Prescott, L.M., 2002, *Prescott-Harley-Klein's:* Microbiology, 5th ed., 553, The McGraw-Hill Companies, New York.
- Pradipta, M. S. I. (2017). Pengaruh Mikroenkapsulasi Probiotik Bakteri Asam Laktat Indigenous Unggas Menggunakan Bahan Penyalut Maltodekstrin terhadap Viabilitas Selama Penyimpanan. *Journal of Livestock Science and Production*. 1(1): 32–36.
- Purnamayati, L., Eko N.D, & Retno A.K. (2016). Karakteristik Fisik Mikrokapsul Fikosianin Spirulina pada Konsentrasi Bahan Penyalut yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*.9(1): 1–8.
- Radhiyatullah, Afiifah, Novita Indriani, M. H. S. G. 2015. Pengaruh Berat Pati Dan Volume Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Film Bioplastik Pati Kentang. Teknik Kimia, 4(3), 35–39.
- Senditya, M., M. S. Hadi., T. Estiasih., & E. Saparianti. 2014. Efek Prebiotik dan Sinbiotik Simplisia Daun Cincau Hitam (Mesona palustris BL) secara in Vivo: Kajian Pustaka In Vivo Prebiotic and Synbiotic Effect of Black Grass Jelly (Mesona palustris BL) Leaf Simplicia: A Review. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3): 141–151.
- Setijawati, Dwi. 2017. Penggunaan *Eucheuma sp* dan *Chitosan* sebagai Bahan Edible Film Terhadap Kualitasnya. *Journal of Fisheries and Marine Science* .1(1).
- Setijawati, D., S. Wijana, Aulani'am, dan I.Santoso. 2011. Viabilitas dan Struktur Mikrokapsul *Lactobacillus acidophilus* dengan Bahan Penyalut Karaginan Semi Murni Jenis *Eucheuma cottonii. Jurnal Teknologi Pangan.* 1(1): 50–61.

- Silalahi, Firman. R.L., dan Armansyah, H. Tambunan. 2005. Pengukuran Difusivitas Termal dan Sifat Dielektrik pada Frekuensi Radio dari Andaliman. *Buletin Agricultural Engineering Bearing*. 1(2).
- Silitonga Partahi, & Berlian Sitorus. 2014. Enkapsulasi Pigmen Antosianin dari Kulit Terong Ungu. ISSN 2303-1077, 3(1).
- Sjahfirdi, L., Aldi, N., Hera, M., & Pudji, A. 2015. Aplikasi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan Pengamatan Pembengkakan Genital pada Spesies Primata, Lutung Jawa (*Trachypithecus auratus*) untuk Mendeteksi Masa Subur. *Jurnal Kedokteran Hewan*, *9*(2).
- Srihari, E., Farid, Sri, L., Rossa, H., & Helen, W. 2010. Pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. *Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses*, 4–5.
- Sumanti, D. M., Indira Lanti, In-In, H., Een, S., & Ailsa, G. 2016. Pengaruh Konsentrasi Susu Skim dan Maltodekstrin Sebagai Penyalut Terhadap Viabilitas dan Karakteristik Mikroenkapsulasi Suspensi Bakteri *Lactobacillus plantarum* Menggunakan Metode *Freeze drying. Jurnal Penelitian Pangan (Indonesian Journal of Food Research)*, 1(1), 7–13.
- Susanto, A. 2009. Uji Korelasi Kadar Air Kadar Abu Water Activity dan Bahan Organik (Correlation Among Water, Ash, Water Activity and Organic Matter of Corn in Farmer, Seller and Wholesalers Level), 826–836.
- Susianto, K. Budhikarjono., dan N. Soewarno. Perpindahn Panas dan Massa Penguapan Falling film Campuran Uap-Gas Metanol-Air Arah berlawanan.
- Taguchi, Y., Ryohei. Yamatoto, Natsukaze. Saito, & Masato. Tanaka. 2014. Preparation of Microcapsules Containing Aqueous Solution of Azur B with Melting Dispersion Cooling Method and Application to DNA Amplification Detector, (March): 15–24.
- Tsen, J. H., Lin, Y. P., & King, V. A. E. 2003. Fermentation of Banana Media by using Carrageenan Immobilized *Lactobacillus acidophilus*. *International Journal of Food Microbiology*, 91(2), 215–220.
- Wahyuni, R., Auzal Halim, & Yustina Susi Irawati. 2015. Mikroenkapsulasi Karbamazepin dengan Polimer Hpmc menggunakan Metoda Emulsifikasi Penguapan Pelarut. *Jurnal Farmasi Higea*, 7(2).
- Yulinery, T., & N Nurhidayat. 2012. Terenkapsulasi dalam Penyalut Dekstrin, 13(1), 109–121.
- Yulinery Titin, E, Y., & N, N. 2006. Physiological Test of *Lactobacillus sp.* Mar 8 Probiotic Which Encapsulated by Using Spray Dryer To Reduce Cholesterol. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity.* 7(2): 118–122.
- Zanjani, M. A., B.G.Tarzi, A.Sharifan, & N.Mohammadi. 2014. Microencapsulation of Probiotics by Calcium Alginate-gelatinized Starch with Chitosan Coating and Evaluation of Survival in Simulated Human Gastro-intestinal Condition.

Zuidam, N. J., & Shimoni, E. 2010. Overview of Microencapsulates for Use in Food Products or Processes and Methods to Make Them. In: Zuidam, N.J., Nedovic, V. (Eds.),. *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing*, 3–30.





