

**PENERAPAN *ACTIVE EDIBLE COATING* BERBASIS KITOSAN PADA  
BAKSO IKAN LELE DENGAN PENAMBAHAN RUMPUT LAUT  
(*Eucheuma cottoni*) DAN KARAGENAN**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**YUSI PRATIWI MANGUNANG**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2019**

## ABSTRAK

### **PENERAPAN *ACTIVE EDIBLE COATING* BERBASIS KITOSAN PADA BAKSO IKAN LELE DENGAN PENAMBAHAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottoni*) DAN KARAGENAN**

Oleh

**YUSI PRATIWI MANGUNANG**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan sifat fisik terbaik bakso ikan lele dengan penambahan konsentrasi rumput laut dan karagenan serta menentukan konsentrasi kitosan terbaik dalam *edible coating* yang mampu meningkatkan masa simpan bakso ikan lele pada suhu ruang. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap. Penelitian tahap pertama menggunakan rancangan acak kelompok lengkap dengan dua faktor dan tiga ulangan; Faktor pertama yaitu konsentrasi rumput laut yang terdiri atas tiga level, yaitu 20%, 25% dan 30%, b/b. Faktor kedua yaitu konsentrasi karagenan yang terdiri atas tiga level, yaitu 0%, 1% dan 2%, b/b. Penelitian tahap kedua menggunakan *Central Composite Design* dari *Respons Surface Methodology* dengan dua variable bebas, yaitu konsentrasi kitosan (1%, 2% dan 3%) (b/v) pada *edible coating* dan masa simpan (1, 2 dan 3 hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan rumput laut 20% dan karagenan 0% menghasilkan bakso ikan lele dengan mutu terbaik dan *edible coating* yang mengandung kitosan 1,5% mampu memparpanjang masa simpan bakso ikan lele yang disimpan pada suhu kamar hingga dua hari.

Kata kunci: Bakso ikan lele, rumput laut, karagenan, kitosan, dan masa simpan

## **ABSTRAK**

### **APPLICATION OF ACTIVE EDIBLE COATING BASED ON CHITOSAN ON CATFISH MEATBALLS WITH ADDITION OF SEAWEED (*Eucheuma cottoni*) AND CARRAGEENAN**

**Oleh**

**YUSI PRATIWI MANGUNANG**

The objectives of this research were to find out the effect of seaweed and carrageenan additions on catfish meatball quality and the effect of carrageenan concentrations in edible coating on shelf life of catfish meatballs stored at room temperature. This research was conducted in two steps. The first research used a completely randomized block design with two factors and three replications. Factor number one was seaweed concentrations (20%, 25% and 30%, w/w) and factor number two was carrageenan concentrations (0%, 1 % and 2%, w/w). The second research used a Central Composite Design of the Surface Response Methodology (RSM) with two independent variables, namely chitosan concentrations (1%, 2% and 3%) and storage period (1, 2, and 3 days). Research results showed that additions of 20% seaweed and 0% carrageenan yielded the best quality of catfish meatballs and using 1.5% chitosan in edible coating was able to prolong the shelf life of catfish meatballs stored at room temperature up to two days.

Key words : Catfish meatballs, seaweed, carrageenan, chitosan, and shelf life.

**PENERAPAN *ACTIVE EDIBLE COATING* BERBASIS KITOSAN PADA  
BAKSO IKAN LELE DENGAN PENAMBAHAN RUMPUT LAUT  
(*Eucheuma cottoni*) DAN KARAGENAN**

Oleh

**Yusi Pratiwi Mangunang**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

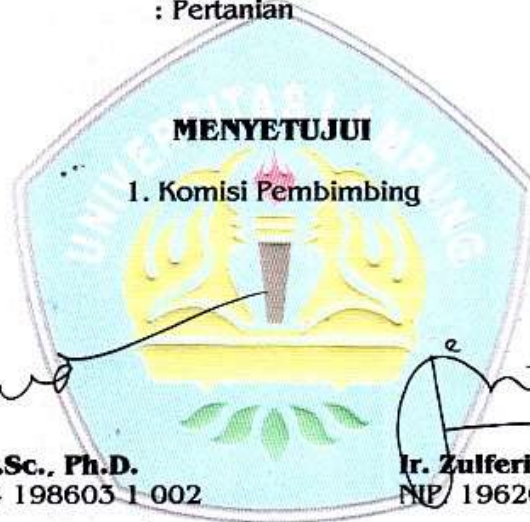
Judul Skripsi : **PENERAPAN *ACTIVE EDIBLE COATING* BERBASIS KITOSAN PADA BAKSO IKAN LELE DENGAN PENAMBAHAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DAN KARAGENAN**

Nama Mahasiswa : **Yusi Pratiwi Mangunang**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1414051103

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian



**Ir. Sutikno, M.Sc., Ph.D.**  
NIP. 19560114 198603 1 002

**Ir. Zulferiyenni, M.T.A.**  
NIP. 19620207 199010 2 001

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

**Ir. Susilawati, M.Si.**  
NIP. 19610806 198702 2 001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

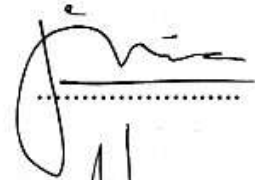
**Ketua**

**: Ir. Sutikno, M.Sc., Ph.D.**



**Sekretaris**

**: Ir. Zulferiyenni, M.T.A.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Novita Herdlana S.Pi, M.Si**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

**NIP. 196110201986031002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 Januari 2019**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Yusi Pratiwi Mangunang NPM 1414051103, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 22 Februari 2019  
Yang membuat pernyataan



**Yusi Pratiwi Mangunang**  
**NPM. 1414051103**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada 25 September 1996, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Sulaiman Ali S. P. dan Ibu Yuniartini. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di Sekolah Dasar Negeri 2 Rajabasa pada tahun 2008, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Kartika II-2 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2011. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Global Madani Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2014. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Mandiri .

Pada bulan Juli sampai dengan Agustus 2017, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Bogasari Baking Center Cabang Bandung, dan menyelesaikan laporan PU yang berjudul “ Mempelajari Proses Pengolahan Roti Di Bogasari Baking Center Cabang Bandung ”. Pada bulan Januari sampai dengan Maret 2018, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Negeri Kelumbayan, Kecamatan Kelumbayan, Kabupaten Tanggamus.

Selama menjadi mahasiswa, penulis menjadi Asisten Dosen Pengemasan dan Pengudangan dan penulis aktif dalam organisasi kampus, sebagai Pengurus Bidang Pengabdian Masyarakat HMJ THP FP Unila periode 2015/2016, Pengurus



Bidang Pengabdian Masyarakat HMJ THP FP Unila periode 2016/2017, dan  
Bendahara Umum HMJ THP FP Unila 2017/2018.

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan berkat dan karunia serta petunjuk- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas bantuan yang diberikan untuk kelancaran proses penyusunan skripsi.
2. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas izin penelitian yang diberikan.
3. Bapak Ir. Sutikno, M.Sc., Ph.D., selaku pembimbing pertama atas bantuan serta pengarahan, saran, masukan dalam proses penelitian, dan penyelesaian skripsi penulis.
4. Ibu Ir. Zulferiyenni, M.T.A., selaku pembimbing kedua, atas bantuan serta pengarahan, saran, masukan dalam proses penelitian, dan penyelesaian skripsi penulis.
5. Ibu Novita Herdiana S.Pi, M.Si., selaku pembahas atas saran, bimbingan dan evaluasinya terhadap karya skripsi penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar, staff administrasi di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas bantuannya selama melakukan penelitian.

7. Kedua orang tua, uncu Anata, om Heidar, dan kakek nenek tercinta yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan yang selalu menyertai penulis dalam doanya untuk melaksanakan dan menyelesaikan skripsi.
8. Sahabat-sahabat yang selalu mendoakan dan mendukung penulis, serta teman teman keluarga besar THP Angkatan 2014 yang telah membantu selama proses penelitian.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas segala amal dan kebaikan semua pihak di atas dan skripsi ini dapat bermanfaat. Aamiin YRA.

Bandar Lampung, Februari 2019  
Penulis,

**Yusi Pratiwi Mangunang**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2 . Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Kerangka Pemikiran .....	4
1.4. Hipotesis .....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Bakso Ikan .....	8
2.1.1. Definisi Bakso .....	8
2.1.2. Bahan Baku .....	9
2.1.3. Bahan Tambahan.....	11
2.1.4. Cara Pembuatan dan Syarat Mutu Bakso Ikan .....	12
2.2. Ikan Lele.....	14
2.3. Rumput Laut.....	16
2.4. Karagenan.....	20
2.5. <i>Edible Coating</i> .....	23
2.6. Kitosan.....	26
<b>III. BAHAN DAN METODE</b>	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	29
3.2. Alat dan Bahan.....	29

3.3. Metode Penelitian .....	30
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	33
3.4.1. Pengaruh Jumlah Rumput Laut dan karagenan terhadap Mutu Bakso Ikan Lele.....	33
3.4.2. Pengaruh Kitosan terhadap Masa Simpan Bakso Ikan Lele menggunakan <i>Response Surface Methodology</i> .....	34
3.4.2.1. Pengaplikasian <i>Edible Coating</i> Kitosan pada Bakso Ikan Lele.....	35
3.5. Pengamatan pada Bakso Ikan .....	36
3.5.1. Sifat Sensori .....	36
3.5.2. Total Mikroba ( <i>Total Plate Count</i> ) .....	36
3.5.3. Uji Proksimat .....	37
3.5.3.1. Analisis Kadar Protein .....	37
3.5.3.2. Analisis Kadar Air.....	38
3.5.3.3. Analisis Kadar Abu .....	39

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Pengaruh Jumlah Rumput Laut terhadap Mutu Bakso Ikan Lele .....	40
4.1.1. Rasa Bakso Ikan Lele.....	40
4.1.2. Aroma Bakso Ikan Lele .....	41
4.1.3. Tekstur Bakso Ikan Lele .....	42
4.1.4. Penerimaan Keseluruhan Bakso Ikan Lele .....	43
4.1.5. Penentuan Perlakuan Terbaik .....	44
4.1.6. Analisis Proksimat Perlakuan Terpilih .....	45
4.2. Pengaruh Kitosan terhadap Masa Simpan Bakso Ikan Lele menggunakan <i>Response Surface Methodology</i> .....	46
4.2.1. Total Mikroba ( <i>Total Plate Count</i> ) .....	47
4.2.2. Tekstur .....	52
4.2.3. Penampakan .....	55
4.2.4. Aroma .....	59
4.2.5. Menentukan Dosis dan Konsentrasi Kitosan Terbaik.....	62

#### **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan.....	64
----------------------	----

5.2. Saran.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>73</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Syarat mutu dan keamanan bakso ikan (SNI 7266:2014).....	14
2. Hasil desain <i>Respon Surface Methodology</i> .....	31
3. Faktor, variabel, dan taraf variabel RSM secara faktorial $2^2$ pada proses peningkatan masa simpan bakso ikan lele .....	32
4. Desain percobaan $2^2$ faktorial dengan 2 variabel bebas.....	32
5. Data hasil pengujian sensori bakso ikan lele oleh 20 panel .....	77
6. Uji kehomogenan ragam rasa bakso ikan lele dengan penambahan karagenan dan rumput laut.....	78
7. Analisis ragam rasa bakso ikan lele dengan penambahan karagenan dan rumput laut .....	78
8. Uji kehomogenan ragam aroma bakso ikan lele dengan penambahan karagenan dan rumput laut.....	79
9. Analisis ragam aroma bakso ikan lele dengan penambahan karagenan dan rumput laut .....	79
10. Uji kehomogenan ragam tekstur bakso ikan lele dengan penambahan karagenan dan rumput laut.....	80
11. Analisis ragam tekstur bakso ikan lele dengan penambahan karagenan dan rumput laut .....	80
12. Uji kehomogenan ragam penerimaan keseluruhan bakso ikan lele dengan penambahan karagenan dan rumput laut .....	81
13. Analisis ragam penerimaan keseluruhan bakso ikan lele dengan penambahan karagenan dan rumput laut.....	81
14. Rekapitulasi rata-rata hasil uji organoleptik bakso ikan dengan penambahan rumput laut 20-30% dan karagenan 0-2% .....	44

15. Rata-rata hasil uji proksimat bakso ikan lele .....	45
16. Hasil respon angka total mikroba, tekstur, aroma, dan penampakan .....	47
17. Hasil analisis sidik ragam total mikroba bakso ikan lele menggunakan <i>Response Surface Methodology</i> .....	48
18. Hasil analisis sidik ragam tekstur bakso ikan lele menggunakan <i>Response Surface Methodology</i> .....	52
19. Hasil analisis sidik ragam penampakan bakso ikan lele menggunakan <i>Response Surface Methodology</i> .....	56
20. Hasil analisis sidik ragam aroma bakso ikan lele menggunakan <i>Response Surface Methodology</i> .....	59
21. Rekapitulasi pengaruh penggunaan kitosan terhadap masa simpan Bakso ikan lele .....	63
22. Lembar kuesioner penelitian tahap ke 1 .....	75
23. Lembar kuesioner penelitian tahap ke 2 .....	76
24. Data hasil pengujian proksimat bakso ikan lele .....	82



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Diagram alir pembuatan bakso .....	13
2. Ikan lele .....	15
3. Rumput laut <i>Eucheuma cottoni</i> .....	18
4. Struktur kimia kappa karagenan.....	21
5. Struktur kimia iota karagenan .....	22
6. Struktur kimia lambda karagenan .....	22
7. Struktur Kimia Kitosan .....	27
8. Diagram alir proses pembuatan bakso ikan lele.....	34
9. Diagram alir <i>edible coating</i> pada bakso ikan lele .....	35
10. Grafik kontur respon jumlah total mikroba bakso ikan lele sebagai fungsi dari masa simpan dan konsentrasi kitosan pada <i>edible coating</i> .....	49
11. Grafik permukaan respon jumlah total mikroba bakso ikan lele sebagai fungsi dari masa simpan dan konsentrasi kitosan pada <i>edible coating</i> .....	50
12. Optimasi respon total mikroba.....	50
13. Grafik kontur respon tekstur bakso ikan lele sebagai fungsi dari masa simpan dan konsentrasi kitosan pada <i>edible coating</i> .....	54
14. Grafik permukaan respon tekstur bakso ikan lele sebagai fungsi dari masa simpan dan konsentrasi kitosan pada <i>edible coating</i> .....	54
15. Grafik kontur respon penampakan bakso ikan lele sebagai fungsi dari masa simpan dan konsentrasi kitosan pada <i>edible coating</i> .....	57
16. Grafik permukaan respon penampakan bakso ikan lele sebagai fungsi dari masa simpan dan konsentrasi kitosan pada <i>edible coating</i> .....	58

17. Grafik kontur respon aroma bakso ikan lele sebagai fungsi dari masa simpan dan konsentrasi kitosan pada <i>edible coating</i> .....	61
18. Grafik permukaan respon aroma bakso ikan lele sebagai fungsi dari masa simpan dan konsentrasi kitosan pada <i>edible coating</i> .....	61
19. Optimasi respon skor aroma .....	82
20. Optimasi respon skor penampakan .....	83
21. Optimasi respon skor tekstur .....	83
22. Bahan pembuatan bakso .....	84
23. Bubur rumput laut .....	84
24. Larutan kitosan.....	84
25. Proses pelarutan kitosan.....	84
26. Proses perendaman bakso pada larutan <i>edible coating</i> .....	84
27. Bakso ikan lele setelah dikeringkan.....	84
28. Penimbangan sampel bakso sebelum dianalisis proksimat.....	85
29. Sampel untuk analisis proksimat .....	85
30. Analisis kadar abu .....	85
31. Hasil analisis kadar abu .....	85
32. Uji sensori bakso ikan lele .....	85
33. Proses persiapan isolasi.....	85
34. <i>Total plate count</i> bakso ikan lele .....	86

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Produksi ikan di Indonesia mengalami kenaikan dari tahun 2014 hingga 2016. Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2018) jumlah produksi perikanan pada tahun 2014 yaitu 20,84 juta ton, meningkat menjadi 22,15 juta ton pada tahun 2015 dan mencapai 23,51 juta ton pada tahun 2016. Pada produksi perikanan terdapat 2 jenis yaitu produksi budidaya perikanan dan perikanan tangkap. Budidaya perikanan memiliki jumlah produksi yang lebih tinggi dibanding perikanan tangkap. Pada tahun 2014-2016 jumlah produksi budidaya perikanan sebesar 14,36 juta ton, 15,63 juta ton, dan 16,68 juta ton. Produksi perikanan tangkap pada tahun 2014-2016 sebesar 6,48 juta ton, 6,52 juta ton, dan 6,83 juta ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2018).

Walaupun produksi ikan tinggi, konsumsi ikan masyarakat Indonesia masih lebih rendah dibandingkan Malaysia dan Singapore. Hal tersebut dapat dilihat dari angka konsumsi ikan di Indonesia pada tahun 2016 yaitu 43,94 kg/kap/tahun (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2018). Pada negara Malaysia konsumsi ikan mampu mencapai 56,2 kg/kap/tahun dan negara Singapore jumlah konsumsi ikan mencapai 48,9 kg/kap/tahun (Pebrianto, 2018). Oleh karena itu, perlu adanya diversifikasi pengolahan terhadap ikan seperti bakso agar konsumsi ikan dapat meningkat.

Bakso merupakan makanan yang sangat populer dan disukai oleh berbagai umur. Hal tersebut dapat dilihat dari banyaknya penjual bakso baik di supermarket, pasar tradisional, dan pedagang keliling. Bakso pada umumnya dibuat dari daging yang dihaluskan dan ditambahkan dengan bumbu-bumbu, filler (tepung), dan bahan pengikat (putih telur). Bakso dibentuk bulat-bulat baik secara manual ataupun dengan menggunakan mesin pembuatan bakso dan dimasak dengan air panas untuk siap saji (Zulkarnain, 2013). Bahan baku yang biasa digunakan dalam pengolahan bakso adalah daging sapi. Daging sapi memiliki harga yang cukup tinggi sekitar Rp 110.000/kg. Bahan baku yang lebih murah dibutuhkan untuk menggantikan daging sapi, seperti ikan lele dengan harga Rp 23.000/kg (Edwardi, 2015).

Ikan lele mengandung nilai gizi yang tinggi dan dapat dijadikan pangan sumber protein. Komposisi gizi ikan lele meliputi kandungan protein (17,7 %), lemak (4,8 %), mineral (1,2 %), dan air (76 %) (Astawan, 2008). Kandungan protein yang tinggi menyebabkan ikan lele dapat digunakan sebagai bahan baku pada bakso. Fungsi protein aktin dan myosin dalam bakso adalah sebagai bahan pengikat hancuran daging dan sebagai emulsifier (Winarno dan Rahayu, 1994).

Bakso ikan lele memiliki kekurangan seperti tekstur yang lunak, kadar serat dan masa simpan yang rendah. Hasil penelitian Romana (2017), penambahan tapioka 30% menghasilkan bakso ikan yang sudah memenuhi standar mutu SNI 7266:2014, akan tetapi belum memiliki tekstur yang kurang kenyal dan berserat. Bahan tambahan diperlukan untuk memperbaiki tekstur dan serat pada bakso ikan lele. Bahan tambahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu rumput laut dan karagenan.

Penambahan rumput laut bertujuan untuk membentuk tekstur yang berserat pada bakso. Menurut Ika dan Sukeji (2015), pengolahan nugget ikan dengan penambahan rumput laut sebanyak 20% menghasilkan nilai tekstur yang paling tinggi dibandingkan dengan penambahan rumput laut dengan konsentrasi 25% pada nugget ikan. Kandungan serat rumput laut dapat mencapai 30-40% berat kering dengan persentase lebih besar pada serat larut air. Kandungan serat larut air rumput laut jauh lebih tinggi dibanding dengan tumbuhan daratan yang hanya mencapai sekitar 15% berat kering (Burtin, 2003).

Penambahan karagenan bertujuan untuk memperbaiki kekenyalan pada bakso. Semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan maka tingkat kekenyalan bakso ikan tongkol semakin tinggi (Ardianti *et al.*, 2014). Karagenan dapat meningkatkan daya mengikat air, memperbaiki daya iris produk akhir, meningkatkan *juiciness* serta melindungi produk dari efek pembekuan dan *thawing* (Keeton, 2001). Penambahan rumput laut dan karagenan menghasilkan bakso dengan tekstur yang berserat, padat, kompak dan kenyal serta memenuhi standar mutu SNI 7266:2014.

Kelemahan lain dari bakso ikan adalah masa simpan yang rendah. Menurut Wulandari (2009), bakso yang dikemas dalam plastik dan disimpan di suhu ruang menunjukkan kerusakan seperti timbulnya lendir dan bau busuk pada masa simpan 18 jam. Isu yang berkembang akhir-akhir ini mengenai penggunaan bahan pengawet STPP (Sodium Tripolyphosphate) yang membahayakan kesehatan manusia seperti demam, mual, muntah hingga gagal ginjal akut (Widyaningsih dan Murtini, 2006). Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif pengganti bahan pengawet sintetik dengan bahan pengawet alami seperti kitosan.

Kitosan dapat meningkatkan masa simpan pada bakso. Hasil penelitian Angga (2007), menunjukkan Metode *coating* pada bakso daging sapi dengan konsentrasi larutan kitosan 2% dan 5% dan lama waktu perendaman 1 menit mampu memperpanjang umur simpan bakso hingga 2 hari. Kitosan melalui *coating* dapat mencegah penguapan air dan terlepasnya kandungan gizi, serta mencegah masuk dan tumbuhnya mikroorganisme di dalam produk. Mekanisme yang berlaku bahwa kitosan mempunyai sifat antimikroba karena kitosan berbentuk membran berpori yang dapat menyerap air pada makanan, sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba di dalam makanan tersebut (Sarwono, 2010). Permasalahannya adalah belum diketahui dosis rumput laut, karagenan dan kitosan yang mampu memperbaiki tekstur dan masa simpan pada bakso ikan lele.

## **1.2. Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan sifat fisik terbaik dari bakso ikan lele dengan penambahan konsentrasi rumput laut dan karagenan.
2. Menentukan konsentrasi kitosan terbaik yang mampu meningkatkan masa simpan bakso ikan lele pada suhu ruang.

## **1.3. Kerangka Pemikiran**

Bakso ikan lele memiliki kelemahan tekstur yang lebih lunak dibandingkan dengan bakso daging sapi dan mengandung serat pangan yang rendah. Hasil penelitian Romana (2017), bakso ikan lele terbaik dengan

penambahan tapioka 30% menghasilkan bakso ikan dengan tekstur yang kurang kenyal dan berserat. Penambahan tepung tapioka pada bakso ikan lele belum mampu meningkatkan kekuatan gel yang menyebabkan kekenyalan pada bakso. Perlu ditambahkan bahan tambahan yang mampu memperbaiki kekurangan dari bakso ikan lele yang dihasilkan. Penambahan rumput laut dan karagenan pada penelitian ini memiliki fungsi yang berbeda-beda.

Penambahan rumput laut bertujuan untuk memperbaiki tekstur bakso sehingga menjadi berserat dan sebagai sumber nutrisi pada bakso. Menurut Ika dan Sukei (2015), pengolahan nugget ikan dengan penambahan rumput laut sebanyak 20% dari 20 gram berat total nugget menghasilkan nilai tekstur yang paling tinggi dibandingkan dengan penambahan rumput laut dengan konsentrasi 25% pada nugget ikan. Rumput laut yang digunakan pada penelitian ini adalah *Echeuma cottoni*. Rumput laut *Echeuma cottoni* digunakan karena produksinya yang melimpah, mudah didapatkan serta harganya yang relatif lebih murah.

Karagenan adalah bahan tambahan kedua yang ditambahkan dengan tujuan memperbaiki kekenyalan pada bakso ikan lele yang dihasilkan. Karagenan yang digunakan adalah kappa karagenan karena memiliki sifat larut dalam suhu panas sehingga saat proses pemasakan bakso terjadi gelasi yang membuat bakso lebih kenyal. Menurut Basmal (2008), kappa karagenan jika berikatan dengan kation akan menghasilkan gel yang kuat dan tekstur yang kenyal selain itu, karagenan mampu membentuk jala tiga dimensi yang dapat memerangkap air dan menyebabkan kekenyalan. Penambahan karagenan 2% (b/b) pada bakso ikan tongkol dapat meningkatkan daya ikat air dan kekenyalan dibandingkan dengan kontrol (Ardianti *et al.*, 2014).

Bakso ikan memiliki daya simpan yang rendah. Kandungan nutrisi dan air yang tinggi menyebabkan bakso menjadi mudah rusak karena sebagai media yang baik untuk pertumbuhan mikroba. Menurut Damiyati (2007), bakso mudah mengalami kerusakan karena memiliki kandungan protein dan kadar air yang tinggi serta memiliki pH yang netral. Bahan pengawet alami dibutuhkan untuk memperpanjang masa simpan dari bakso ikan. Salah satu bahan pengawet alami dan mengandung senyawa antimikroba adalah kitosan (Wulandari *et al.*, 2015).

Kitosan dapat meningkatkan masa simpan pada bakso ikan. Mekanisme kitosan sebagai anti mikroba yaitu gugus amina yang mampu berikatan dengan membran sel glutamat dan fosfatidil kolin (PC). Permeabilitas inner membran (IM) meningkat yang mempermudah keluarnya cairan sel bakteri yang nantinya menyebabkan kematian sel (Sitorus *et al.*, 2014). Menurut hasil penelitian Wulandari *et al.* (2015), pengujian TPC bakteri bakso ikan tuna tanpa *coating* kitosan hanya bertahan 1 hari dengan total bakteri log 5,267 cfu/gr, sedangkan bakso ikan tuna *coating* kitosan mampu bertahan sampai 2 hari memiliki total bakteri log 5,0837 cfu/gr.

Penelitian ini dilakukan untuk mencari perlakuan terbaik pada penambahan rumput laut, karagenan, dan kitosan. Penelitian tahap pertama yaitu pembuatan bakso ikan lele dengan penambahan rumput laut yang terdiri atas 3 taraf yaitu 20%, 25% dan 30% (b/b) dan karagenan yang terdiri atas 3 taraf yaitu 0%, 1% dan 2% (b/b). Pada tahap ini bertujuan untuk menghasilkan bakso ikan lele bermutu yang layak konsumsi sesuai dengan SNI 7266:2014. Penelitian tahap kedua yaitu pengaruh kitosan dengan konsentrasi 1%, 2%, dan 3% terhadap masa simpan bakso ikan lele. Penelitian pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui



konsentrasi kitosan pada *edible coating* yang terbaik dalam meningkatkan masa simpan bakso ikan lele.

#### **1.4. Hipotesis**

1. Penambahan rumput laut 20% dan karagenan 0% pada bakso ikan lele memenuhi syarat SNI 7266:2014.
2. Terdapat konsentrasi kitosan terbaik yang dapat meningkatkan masa simpan bakso ikan lele.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Bakso Ikan**

#### **2.1.1. Definisi Bakso Ikan**

Bakso merupakan daging yang dihaluskan dan ditambahkan dengan bumbu-bumbu, filler (tepung), dan bahan pengikat (putih telur). Bakso ikan dapat didefinisikan sebagai produk makanan berbentuk bulatan atau lain, yang diperoleh dari campuran daging ikan dengan kadar daging ikan tidak kurang dari 50% dan pati atau sereal dengan atau tanpa penambahan bahan makanan yang diizinkan (Badan Standarisasi Nasional, 1995). Bakso dibentuk bulat-bulat baik secara manual ataupun dengan menggunakan mesin pembuatan bakso dan dimasak dengan air panas untuk siap saji (Zulkarnain, 2013). Biasanya jenis bakso di masyarakat pada umumnya diikuti dengan nama jenis bahan seperti bakso ayam, bakso ikan dan bakso sapi atau bakso daging.

Komponen daging yang berperan dalam produk bakso adalah protein. Fungsi protein dalam bakso adalah sebagai bahan pengikat hancuran daging dan sebagai emulsifier (Winarno dan Rahayu, 1994). Protein yang bersifat larut dalam garam berperan dalam tekstur bakso, terutama aktin dan myosin. Fraksi myosin merupakan komponen yang paling penting dalam pembentukan gel.

Kekuatan gel yang dihasilkan akan meningkat dengan peningkatan komponen myosin pada gel (Cheng *et al.*, 1979).

Tahap pertama pembentukan gel adalah perubahan protein miofilamen dalam daging menjadi sol aktomiosin dengan garam. Sol aktomiosin akan mulai terbentuk pada saat pengadukan daging dengan garam, jika dibiarkan pada suhu ruang akan terbentuk gel suwari. Suwari dapat terbentuk pada suhu 20-50°C saat pemanasan. Saat dilakukan pemanasan terjadi pelunakan gel akibat rusaknya struktur gel pada suhu 60°C. Pelunakan terjadi sampai suhu 70°C dan dinamakan madori yaitu gel baru yang terbentuk diatas suhu 70°C dimana serat-serat filamen membentuk struktur jala yang kuat (Cheng *et al.*, 1979).

### **2.1.2. Bahan Baku Bakso Ikan**

Persyaratan bahan baku utama dalam pembuatan bakso ikan yaitu kesegarannya. Semakin segar ikan yang digunakan, semakin baik pula mutu bakso yang dihasilkan. Tingkat kesegaran adalah tolak ukur untuk membedakan ikan yang bermutu baik dan buruk. Ikan dikatakan masih segar jika perubahan-perubahan biokimia, mikrobiologi dan fisik yang terjadi belum menyebabkan perubahan-perubahan sifat ikan pada waktu masih hidup.

Urutan proses perubahan yang terjadi pada ikan setelah mati meliputi *pre rigor mortis*, *rigor mortis*, dan *post rigor mortis*. Pada fase *pre rigor* daya ikat air masih relatif tinggi akan tetapi secara bertahap menurun seiring dengan menurunnya nilai pH dan jumlah ATP jaringan otot (kondisi *pre rigor mortis*), setelah itu daya ikat air akan meningkat kembali karena adanya aktivitas enzim cathepsin dalam daging ikan yang aktif saat pH turun atau rendah (asam)

(Muchtadi dan Sugiyono, 1992). Menurut Eskin (1990) daging yang didapatkan dari ikan yang baru saja dimatikan simpanan ATP dari hasil glikolisis tersebut menjadi pembatas protein miofibril (aktin dan miosin), masih tersisanya ATP membuat jarak aktin dan miosin saling berjauhan sehingga kontraksi otot jarang terjadi. Hal ini menjadikan tekstur daging menjadi lunak dan masih kenyal dan juga pada tahap ini kapasitas pengikatan air oleh protein daging masih tinggi sehingga tidak banyak air yang keluar dari jaringan dan tingkat kekenyalan daging masih tinggi.

Pada *post rigor* kekuatan gel terus mengalami penurunan, hal ini diduga saat *post rigor mortis* daging sudah mengalami kemunduran mutu dan daging ikan melunak. Fase ini ditandai dengan meleemasnya otot ikan kembali setelah menegang pada fase *rigor mortis*. Pada fase *post rigor mortis*, mulai terjadi aktivitas bakteri yang meningkat serta aktivitas enzim yang semakin banyak (Huss, 1995). Aktivitas enzim akan menyebabkan pelunakan jaringan pada ikan serta aktivitas bakteri menyebabkan ikan menjadi semakin mengarah kepada kondisi busuk (Delbarre *et al.*, 2006).

Jenis ikan yang digunakan menentukan tekstur dan rendemen bakso yang diperoleh. Berbagai jenis ikan yang digunakan untuk membuat bakso, terutama ikan yang berdaging tebal dan mempunyai daya elastisitas, seperti tenggiri, kakap, cucut, bloso, ekor kuning dan lain-lain (Romana, 2017). Daging yang baik untuk bakso ikan yaitu daging putih sedangkan jenis ikan berdaging merah tidak bagus untuk dijadikan bakso ikan, kecuali ikan tersebut juga memiliki daging putih dan mudah dipisahkan dengan daging merah. Jenis ikan yang gemuk dan sedikit berduri menghasilkan rendemen yang tinggi (Ariffianto, 2010).

### **2.1.3. Bahan Tambahan Bakso Ikan**

Bumbu-bumbu yang biasa digunakan dalam pembuatan bakso adalah garam dapur, bawang putih, gula sehingga dapat memberikan rasa yang sesuai pada produk bakso. Bahan-bahan yang juga ditambahkan pada pembuatan bakso adalah sebagai berikut :

#### **a. Tepung Tapioka**

Tepung tapioka merupakan salah satu bahan penunjang dalam pembuatan bakso. Penambahan tapioka bertujuan meningkatkan kekenyalan pada produk olahan daging. Tepung tapioka pada pembuatan bakso berfungsi sebagai bahan pengikat dan pengisi, untuk menambah volume (substitusi daging), sehingga meningkatkan daya ikat air dan memperkecil penyusutan (Romana, 2017).

#### **b. Garam**

Penambahan garam bertujuan untuk memperbaiki rasa dengan jumlah 2,5% dari berat daging. Garam berfungsi sebagai pemberi rasa, pelarut protein dan pengawet. Selain berfungsi untuk memberikan flavor, garam juga berfungsi terutama untuk melarutkan protein myosin yang berperan sebagai emulsifier utama dan meningkatkan daya ikat air (Wibowo, 1999).

#### **c. Telur**

Telur membuat adonan bakso menjadi lebih halus dan rasanya lebih gurih. Sifat fungsional telur yang penting antara lain adalah kemampuan membentuk buih pada saat dikocok serta terjadinya penggumpalan protein pada saat dipanaskan dan sifat emulsi pada produk yang diolah, sehingga dapat mempengaruhi tekstur dan rasa (Winarno, 1993).

#### **d. Bawang Putih**

Bawang putih (*Allium sativum L.*) berfungsi sebagai penambah aromaserta untuk meningkatkan cita rasa produk. Bawang putih merupakan bahan alami yang ditambahkan ke dalam bahan makanan guna meningkatkan selera makan serta untuk meningkatkan daya awet. Bahan makanan bersifat fungistatik dan fungisidal. Bau yang khas dari bawang putih berasal dari minyak volatil yang mengandung sulfur (Ahmad, 2008).

#### **e. Air Es**

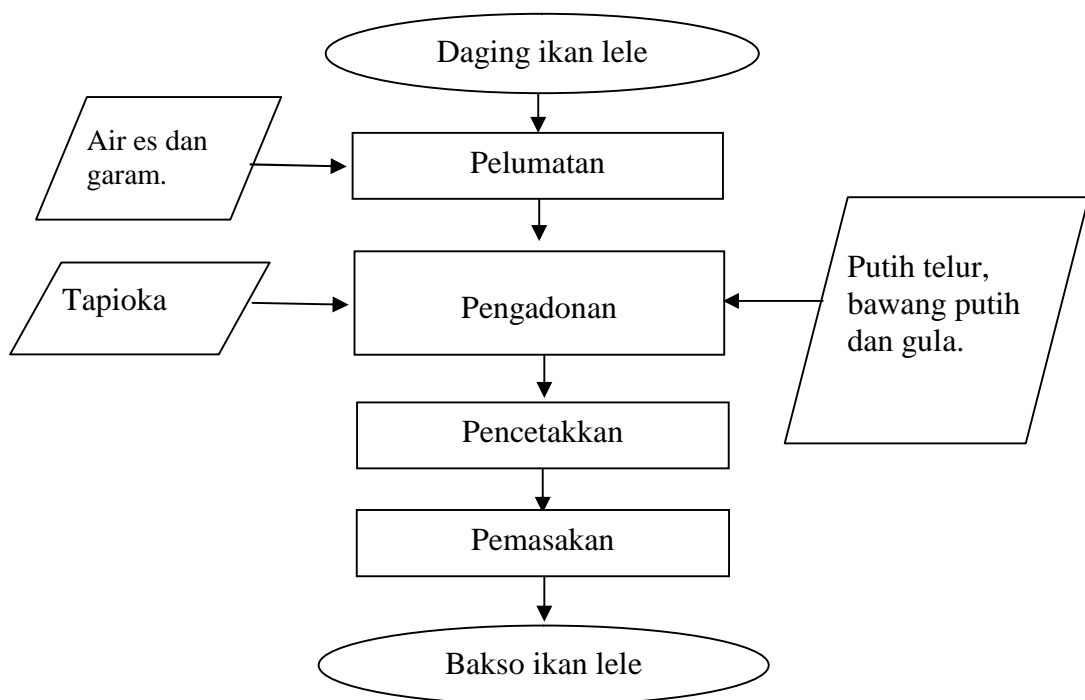
Penambahan air es penting dalam pembentukan tekstur. Air es berfungsi untuk mempertahankan suhu daging agar tetap rendah sehingga protein daging tidak mengalami kerusakan akibat gerakan mesin pada saat proses penghalusan atau penggilingan. Penggunaan air es juga berfungsi untuk menambahkan air ke adonan sehingga adonan tidak kering dan dapat meningkatkan rendemennya (Musdalifah dan Wendy, 2016). Es batu ditambahkan sebanyak 10-15% dari berat daging atau bahkan dapat digunakan 30% dari berat daging. Hal ini dimaksudkan agar selama penggilingan, daya elastisitas daging tetap terjaga, sehingga bakso yang dihasilkan akan bertekstur kenyal (Wibowo, 2004).

### **2.1.4. Cara Pembuatan dan Syarat Mutu Bakso Ikan**

Proses pembuatan bakso ikan meliputi langkah-langkah sebagai berikut (Suwarni, 2014) :

1. Ikan filet yang telah bersih dilumatkan menggunakan alat penggiling daging dengan penambahan air es sehingga diperoleh daging lumat. Jika masih mengandung serat dan duri, dipisahkan terlebih dahulu.

2. Daging lumat kemudian digiling dengan garam dan bumbu hingga rata. Selanjutnya ditambahkan tepung tapioka sedikit demi sedikit sambil diaduk, sampai diperoleh adonan yang homogen.
3. Adonan yang sudah homogen dicetak menjadi bola-bola menggunakan tangan kemudian bakso siap untuk direbus. Ukuran dapat dibuat super, sangat besar, besar, sedang, dan kecil.
4. Bola-bola bakso direbus dengan air mendidih hingga matang. Bila bakso sudah mengapung dipermukaan air ( $\pm$  15 menit), berarti bakso sudah matang dan siap diangkat, ditiriskan, kemudian didinginkan.
5. Bakso yang telah dingin dikemas dengan kantong plastik dan ditutup rapat.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan bakso  
Sumber : Syah (2016).

Standar Nasional Indonesia (SNI) merupakan satu-satunya standar yang berlaku secara nasional di Indonesia. Salah satu produk pangan yang diatur oleh

SNI adalah bakso ikan. Bakso ikan yang sesuai dengan syarat mutu memiliki bentuk bulat halus dengan ukuran yang seragam, berwarna putih merata, rasa yang lezat enak dengan rasa ikan dominan, aroma khas ikan segar rebus dan bau bumbu yang cukup tajam serta tekstur yang kompak, elastis tidak lembek dan tidak mudah rapuh. Syarat mutu bakso ikan berdasarkan SNI 7266:2014 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu dan Keamanan Bakso Ikan (SNI 7266:2014)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
a.	Sensori		Min 7
b.	Kimia :		
	Kadar Air	% b/b	Maks. 65
	Kadar Abu	% b/b	Maks. 2,0
	Kadar Protein	% b/b	Min. 7,0
	Histamin*	mg/kg	100
c.	Cemaran mikroba :		
	Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. $1,0 \times 10^5$
	<i>Escherichia coli</i>	APM/g	<3
	<i>Salmonella</i>	Per 25g	Negative
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/g	Maks. $1,0 \times 10^2$
	<i>Vibrio cholera</i> **	per 25g	negatif
	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> **	per 25g	negative
d.	Cemaran logam :		
	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,1
	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,5
	Timbale (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3
	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 1,0
	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0
e.	Cemaran Fisik		
	Filth*		0

CATATAN :

\* Untuk bahan yang berasal dari jenis scombroidae

\*\* Bila diperlukan

## 2.2. Ikan Lele

Ikan lele (*Clarias sp.*) menurut Hasanuddin (1984) adalah ikan yang memiliki tubuh licin dan tidak bersisik, dengan sirip dan sirip anus yang panjang



yang terkadang menyatu dengan sirip ekor, menjadikannya nampak seperti sidat yang pendek. Kepalanya keras menulang di bagian atas, dengan mata yang kecil dan mulut yang lebar yang terletak di ujung moncong, dilengkapi dengan empat pasang sungut peraba yang amat berguna untuk bergerak di air yang gelap, lele memiliki alat pernafasan berupa insang. Lele memiliki sepasang patil, yakni duri tulang yang tajam, pada sirip-sirip dadanya. Lele berkembang biak dengan telur, pembuahan terjadi di luar tubuh induknya atau di dalam air (pembuahan eksternal). Pada sisi tubuh terdapat gurat sisi yang memanjang dari belakang tutup insang sampai ekor. Gurat sisi berfungsi untuk mengetahui tekanan air.

Klasifikasi ikan lele (*Clarias sp.*) menurut Direktorat Jenderal Perikanan Budaya (2016) adalah sebagai berikut :

*Kingdom : Animalia*

*Filum : Chordata*

*Kelas : Actinopterygii*

*Ordo : Siluriformes*

*Famili : Clariidae*

*Genus : Clarias*

*Spesies : Clarias batrachus*



Gambar 2. Ikan lele  
Sumber : Qifie (2012).

Kandungan gizi pada ikan lele yaitu protein, fosfor, dan lemak. Protein ikan lele mengandung semua asam amino esensial lisin, metionin dan leusin dengan kadar protein yang lebih tinggi bila dibanding dengan protein pada susu dan daging. Kandungan fosfor pada ikan lele mencapai 167mg/100g terbukti lebih tinggi dari pada yang terkandung di telur yang hanya 100 mg (Qifie, 2012). Lemak yang terdapat pada ikan lele merupakan lemak dengan sifat yang sederhana, yaitu trigliserida yang netral. Lemak yang rendah ini banyak terdapat di bagian perut, terutama pada tubuh ikan bagian sebelah bawah serta yang terdapat di dalam hati ikan oleh karena itu, ikan lele baik untuk mencegah kolesterol (Qifie, 2012).

Ikan lele paling banyak diproduksi kedua setelah ikan nila secara nasional yaitu 20% untuk lele (Syahrul, 2016). Produksi lele secara nasional berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KPP) dalam kurun waktu lima tahun terakhir atau pada 2011 sampai 2015 mengalami peningkatan 21,31%/tahun dari 337.577 ton pada tahun 2011, menjadi 722.623 ton pada 2015. Ikan lele merupakan komoditas unggulan perikanan budidaya Indonesia. Peningkatan produksi lele per tahun yang mencapai 21,31% ini merupakan kenaikan terbesar di bandingkan dengan komoditas air tawar lainnya seperti nila, mas, patin dan gurame (Kusuma, 2016).

### **2.3. Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*)**

Rumput laut dikenal dengan nama alga dan berdasarkan ukurannya dibedakan dua golongan yaitu mikroalga dan makroalga. Kedua kelompok alga tersebut sebagian besar hidup di laut. Alga atau ganggang terdiri dari 4 kelas yaitu

*Rhodophyceae* (ganggang merah), *Phaeophyceae* (ganggang coklat), *Chlorophyceae* (ganggang hijau), dan *Cyanophyceae* (ganggang hijau biru). Pembagian kelas pada ganggang ini berdasarkan pigmen yang dikandungnya. *Chlorophyceae* dan *Cyanophyceae* terdapat di air laut, air tawar, dan tanah, sedangkan *Phaeophyceae* dan *Rhodophyceae* pada umumnya terdapat dilaut. Bila dilihat dari ukurannya, ganggang bias dikelompokkan menjadi ganggang mikroskopik dan ganggang makroskopik. Ganggang makroskopik inilah yang selanjutnya kita kenal sebagai rumput laut (Dewi *et al.*, 2012). Klasifikasi rumput laut jenis *Eucheuma cottoni* menurut Anggadireja *et al.* (2010) adalah sebagai berikut :

*Kingdom : Plantae*

*Divisio : Rhodophyta*

*Kelas : Rhodophyceae*

*Ordo : Gigartinales*

*Famili : Solieriaceae*

*Genus : Eucheuma*

*Spesies : Eucheuma cottonii (Kappaphycus alvarezii)*

Morfologi *Eucheuma cottoni* adalah permukaan licin, *Cartilogeneus*, *Thalli* (kerangka tubuh tumbuhan) bulat silindris atau gepeng, warnanya merah, abu-abu, hijau kuning dan hijau, bercabang berselang tidak teratur, *Dichotomous* atau *trikhoymous*, memiliki benjolan-benjolan dan duri-duri atau *spines*, dan substansi thalli 'gelatinus' dan "kartilagenus" (lunak seperti tulang rawan). Keadaan warna tidak selalu tetap, kadang-kadang bewarna hijau, hijau kuning, abu-abu atau merah. Perubahan warna sering terjadi hanya karena faktor

lingkungan. Kejadian ini merupakan suatu proses adaptasi kromatik yaitu penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan (Aslan, 1998)

Penampakan *thallus* bervariasi mulai dari bentuk seerhana sampai kompleks. Duri-duri pada *thallus* runcing memanjang, agak jarang-jarang dan tidak bersusun melingkari *thallus*. Percabangan ke berbagai arah dengan batang-batang utama keluar saling berdekatan ke daerah basal (pangkal). Tumbuh melekat ke substrat dengan alat perekat berupa cakram. Cabang-cabang pertama dan kedua tumbuh dengan membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari (Atmadja, 1996). Rumput laut *Eucheuma cottoni* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rumput laut *Eucheuma cottoni*  
Sumber : Lukas (2012)

Kandungan polisakarida pada rumput laut yang cukup besar merupakan bahan yang potensial sebagai sumber serat pangan. Pada *Eucheuma cottoni* mengandung 6,8 (% BK) serat tidak larut, serat larut air 18,3 (% BK) dan serat total 25,1 (% BK) (Matanjun *et al.*, 2009). Serat tumbuhan darat biasanya lebih banyak mengandung serat tidak larut air, sedangkan beberapa jenis rumput laut

memiliki kandungan serat larut air lebih tinggi dibandingkan serat tidak larut airnya, seperti pada *E. cottonii* dan *S. polycystum*. Serat pangan larut air diketahui berperan penting dalam menurunkan kadar kolesterol plasma.

Tingginya kandungan serat rumput laut tidak terlepas dari komponen karbohidratnya yang mencapai 33–50% BK (Rupérez dan Saura-Calixto, 2001). Jenis dan kandungan serat rumput laut berbeda antara satu kelompok dengan kelompok lainnya, begitu juga dengan kondisi lingkungan tempat rumput laut tumbuh. Secara umum, rumput laut dikelompokkan menjadi 3 berdasarkan kandungan polisakaridanya, yaitu rumput laut penghasil agar-agar (agarofit), karaginan (karaginofit), dan alginat (alginofit). Kandungan utama agar-agar adalah  $\beta$ -D-galaktopiranosil dan  $\alpha$ -L-galaktopiranosil, sedangkan untuk karaginan adalah campuran galatosa dan sulfat (galaktan-sulfat) atau silan yang bersifat larut air. Galaktan-sulfat terdiri atas  $\beta$ -D-galaktopiranosil dan  $\alpha$ -D-galaktopiranosil atau 3,6-anhidro-galaktosa yang membentuk disakarida berulang. Komposisi galaktansulfat inilah yang turut menentukan mutu agar-agar dan karaginan, yang dibedakan berdasarkan posisi dan jumlah gugus fungsi sulfat. Karaginan komersial biasanya mengandung 22–38% sulfat. Dari penelitian Matanjun *et al.* (2009) disebutkan bahwa kandungan serat larut air *E. cottonii* jauh lebih tinggi (18,3%) dibandingkan serat tidak larutnya (6,8%).

#### **2.4. Karagenan**

Karagenan merupakan senyawa yang termasuk kelompok polisakarida galaktosa hasil ekstraksi dari rumput laut. Karagenan adalah polisakarida linier yang tersusun atas unit-unit galaktosa dan 3,6-anhidrogalaktosa dengan ikatan

glikosidik alfa-1,3 dan beta 1,4 secara bergantian (Angka dan Suhartono, 2000). Karagenan dihasilkan oleh karagenofit yaitu rumput laut atau alga yang mengandung karagenan dari kelompok *Rhodophyceae*. Kelompok alga yang tergolong sebagai karagenofit antara lain *Chondrus*, *Gigartina*, dan *Euchema*. Karagenofit yang tumbuh dominan di perairan Indonesia adalah rumput laut jenis *Euchema* (Akbar *et al.*, 2001).

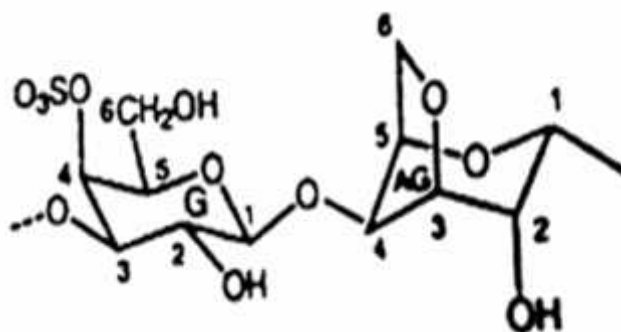
Sifat fisik karagenan yang dianalisis adalah kekuatan gel dan viskositas. Kekuatan gel merupakan sifat fisik yang utama, karena kekuatan gel menunjukkan kemampuan karagenan dalam pembentukan gel. Hasil pengukuran kekuatan gel karagenan menunjukkan nilai kekuatannya tidak terlalu tinggi. Karagenan jenis *E. spinosum* tidak memiliki kekuatan gel yang tinggi dibandingkan dengan kekuatan gel dari *Kappaphycus alvarezii*. Viskositas pada karagenan berpengaruh terhadap pembentukan gel dan titik leleh, viskositas yang tinggi menghasilkan laju pelelehan dan pembentukan gel yang lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas rendah (Diharmi, 2011)

Karagenan secara garis besar dibagi dalam tiga kelompok besar yaitu kappa karagenan, iota karagenan, dan lambda karagenan. Masing-masing jenis karagenan tersebut berasal dari spesies karagenofit yang berbeda dan memiliki sifat berbeda yang secara terperinci diuraikan dibawah ini.

#### **a. Kappa karagenan**

Kappa karagenan dihasilkan oleh *E.cottoni*, *E.edule*, *E (Kappaphycus) alvarezii* (Surono, 2009). Kappa karagenan terdiri dari ikatan (1,3) D-galaktosa-4-sulfat dan ikatan (1,4) 3,6-anhydro-Dgalaktosa (Williams, 2005). Kappa karagenan akan membesar dan membentuk sebaran kasar saat dimasukkan dalam

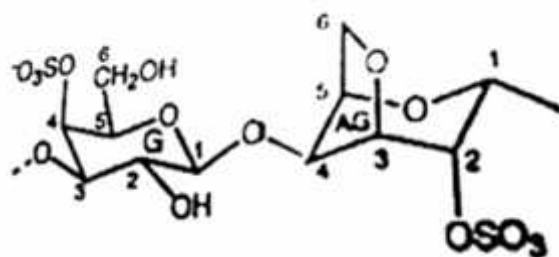
air dingin. Kappa karagenan akan larut pada suhu 70°C. Gel yang dihasilkan oleh kappa karagenan bersifat mudah pecah yang ditandai dengan tingginya sineresis dan berwarna agak gelap (Fardiaz, 1989). Selain itu, gel yang dihasilkan oleh kappa karagenan memiliki tekstur yang *solid* dan *reversible* (BeMillerr dan Whistler, 1996). Struktur kimia kappa karagenan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur kimia kappa karagenan  
Sumber : Tojo dan Prado (2003)

#### b. Iota karagenan

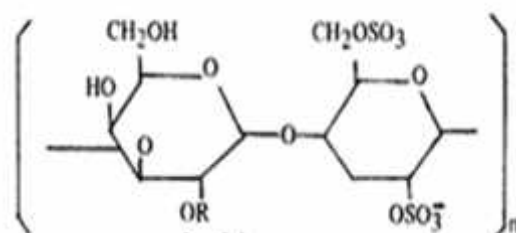
Iota karagenan dihasilkan oleh *E.spinosum* dan *E.muricatum*. Iota karagenan terdiri dari Dgalaktosa-4-sulfat dan 3,6-anhydro-D-galaktosa-2-sulfat (Surono, 2009). Iota karagenan mempunyai sifat larut dalam air dingin dan larutan garam natrium. Dalam larutan kation lain seperti  $K^+$  dan  $Ca^{2+}$ , iota tidak larut dan hanya menunjukkan pengembangan (Angka dan Suhartono, 2000). Gel yang dihasilkan iota bersifat *reversible*, lembut dan elastis sehingga memiliki stabilitas pembekuan dan *thawing* yang baik. Selain itu gel yang dihasilkan tidak mudah mengalami sineresis pada saat dibekukan kemungkinan disebabkan oleh sifat iota yang lebih hidrofilik dan membentuk percabangan yang lebih sedikit dibandingkan kappa karagenan (BeMiller dan Whistler, 1996). Struktur kimia iota karagenan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur kimia iota karagenan  
Sumber : Tojo dan Prado (2003)

### c. Lambda Karagenan

Lambda karagenan dihasilkan oleh *Chondorus crispus*. Lambda terdiri dari D-galaktosa-2-sulfat dan D-galaktosa-2,6-disulfat (Suroño, 2009). Lambda karagenan dapat larut dalam air dingin karena tidak mengandung 3,6-anhidrogalaktosa dan mengandung ester sulfat dalam jumlah tinggi (Towle, 1973). Lambda karagenan tidak mampu membentuk gel karena tidak mengandung 3,6-anhidrogalaktosa (Glicksman, 1983). Struktur kimia lambda karagenan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur kimia lambda karagenan  
Sumber : BeMiller dan Whistler (1996)

Penggunaan karagenan dimaksudkan untuk memperbaiki tekstur dan kekenyalan gel produk. Karagenan dapat meningkatkan daya mengikat air, memperbaiki daya iris produk akhir, meningkatkan *juiceness* serta melindungi produk dari efek pembekuan dan *thawing*. Karagenan dapat dicampurkan



bersama daging, larutan garam, tepung dan bahan tambahan pangan lainnya dalam *mixer*, *blender*. Umumnya karagenan digunakan pada konsentrasi kurang dari 1 % dan dilarutkan dengan cara pemanasan (Keeton, 2001).

## **2.5. Edible Coating**

*Edible coating* merupakan kategori bahan kemasan yang unik yang berbeda dari bahan-bahan kemasan konvensional yang dapat dimakan. *Coating* didefinisikan sebagai bahan lapisan tipis yang diaplikasikan pada suatu produk makanan (Arief *et al.*, 2012). *Edible coating* termasuk kemasan *biodegradable* yang merupakan teknologi baru yang diperkenalkan dalam pengolahan pangan yang berperan untuk memperoleh produk dengan masa simpan lebih lama (Kenawi *et al.*, 2011).

*Edible coating* dapat membentuk suatu pelindung pada bahan pangan karena berperan sebagai *barrier* yang menjaga kelembaban, bersifat *permeabel* terhadap gas-gas tertentu, dan dapat mengontrol migrasi komponen-komponen larut air yang dapat menyebabkan perubahan komposisi nutrisi. *Edible coating* digunakan pada buah-buahan dan sayuran untuk mengurangi terjadinya kehilangan kelembaban, memperbaiki penampilan, sebagai *barrier* untuk pertukaran gas dari produk ke lingkungan atau sebaliknya, serta sebagai antifungal dan antimikroba (Krochta *et al.*, 1994).

Fungsi dari *edible coating* sendiri adalah untuk membantu mempertahankan integritas struktural dan mencegah hilangnya senyawa-senyawa volatil penyebab aroma khas pada bahan pangan tertentu. *Edible coating* berbahan dasar polisakarida biasa diaplikasikan pada buah dan sayuran, dikarenakan *edible*

*coating* mampu bertindak sebagai membran permeabel selektif pada pertukaran gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Kemampuan tersebut dapat memperpanjang masa simpan dari produk, dikarenakan respirasi buah dan sayuran dapat berkurang (Krochta *et al.*, 1994). Menurut Ghasemzadeh *et al.*, (2008), penggunaan *edible coating* memberikan 4 keuntungan, yaitu :

1. Tepat digunakan pada bahan atau produk pangan
2. Mengurangi pencemaran lingkungan
3. Berpengaruh besar terhadap komponen rasa
4. Nilai gizi bertambah

Komponen utama penyusun *edible coating* dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu hidrokoloid, lipid, dan komposit (campuran). Hidrokoloid yang dapat digunakan untuk membuat *edible coating* adalah protein (gelatin, kasein, protein kedelai, protein jagung, dan gluten gandum) dan polisakarida (pati, alginat, pektin, gum arab, dan modifikasi karbohidrat lainnya). Lipida yang dapat digunakan adalah lilin, bees wax, gliserol, dan asam lemak (Krochta *et al.*, 1994). Bahan baku yang dapat ditambahkan dalam pembuatan *coating* adalah antimikroba, antioksidan, *flavor*, pewarna, dan *plasticizer* (Krochta *et al.*, 1994).

Menurut Krochta *et al.*, (1994) ada beberapa teknik aplikasi *edible coating* pada produk yaitu :

**a. Pencelupan (*Dipping*)**

Biasanya teknik ini digunakan pada produk yang memiliki permukaan kurang rata. Setelah pencelupan, kelebihan bahan *coating* dibiarkan terbuang. Produk kemudian dibiarkan dingin hingga *edible coating* menempel. Teknik ini telah diaplikasikan pada daging, ikan, produk ternak, buah dan sayuran.

**b. Penyemprotan (*Spraying*)**

Teknik ini menghasilkan produk dengan lapisan yang lebih tipis atau seragam daripada teknik pencelupan. Teknik ini digunakan untuk produk yang mempunyai dua sisi permukaan.

**c. Pembungkusan (*Casting*)**

Teknik ini digunakan untuk membuat *film* yang berdiri sendiri, terpisah dari produk. Teknik ini diadopsi dari teknik yang dikembangkan untuk *nonedibel coating*.

**d. Pengolesan (*Brushing*)**

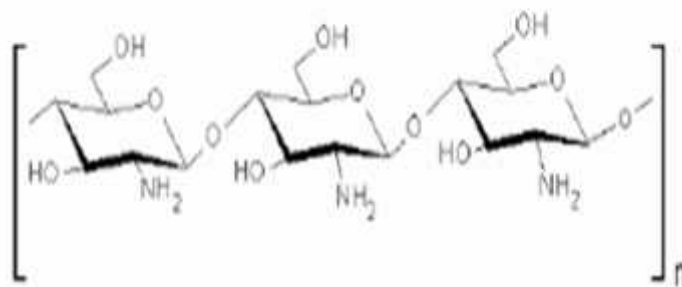
Teknik ini dilakukan dengan cara mengoles *edible coating* pada produk. Pengolesan dilakukan dengan bantuan kuas. *Edible coating* yang dibuat dari hidrokoloid memiliki beberapa kelebihan diantaranya baik untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida, lipida, serta memiliki sifat mekanis yang diinginkan dan meningkatkan kesatuan struktural produk. Kekurangannya adalah *coating* dari polisakarida kurang baik digunakan untuk mengatur migrasi uap air, sedangkan *coating* dari protein biasanya sangat dipengaruhi oleh perubahan pH. *Edible coating* yang dibuat dari lipid memiliki beberapa kelebihan, diantaranya baik digunakan untuk melindungi produk dari penguapan air atau sebagai bahan pelapis untuk mengoles produk konfeksionari. Kekurangannya adalah kegunaan dalam bentuk murni sebagai *coating* terbatas, karena cukup banyak kekurangan integritas dan ketahanannya (Krochta *et al.*, 1994).

## 2.6. Kitosan

Kitosan adalah polimer rantai panjang glukosamin (2-amino-2-deoksiglokosa). Kitosan mempunyai gugus fungsional yaitu gugus amina, sehingga membuat kitosan memiliki derajat reaksi kimia yang tinggi. Menurut Muzzarelli (1985), kitosan akan bermuatan positif dalam larutan karena adanya gugus amina, tidak seperti polisakarida lainnya yang pada umumnya bermuatan negatif atau netral. Kitosan merupakan senyawa kimia yang berasal dari bahan hayati kitin, suatu senyawa organik yang melimpah di alam ini setelah selulosa.

Kitin ini umumnya diperoleh dari kerangka hewan atau limbah invertebrata dari kelompok *Arthropoda sp*, *Molusca sp*, *Coelenterata sp*, *Annelida sp*, *Nematoda sp*, dan beberapa dari kelompok jamur. Kitosan juga banyak ditemukan pada bagian insang ikan, trachea, dinding usus dan pada kulit cumi-cumi. Sumber utama kitosan ialah cangkang hewan subfillum *Crustaceae sp*, seperti udang, lobster, kepiting, dan hewan yang bercangkang lainnya, terutama asal laut (Leceta dan Guerrero, 2012). Kitin dari jenis *Crustaceae* ini banyak tersedia dalam jumlah besar sebagai limbah industri pangan (Kaban, 2009).

Kitosan merupakan padatan amorf putih yang tidak larut dalam alkali dan asam mineral kecuali pada keadaan tertentu. Kitosan merupakan molekul polimer yang mempunyai berat molekul tinggi. Kitosan dengan berat molekul tinggi didapati mempunyai viskositas yang baik dalam suasana asam (Onsoyen and Skaugrud, 1990). Sifat fisik yang khas dari kitosan yaitu mudah dibentuk menjadi spons, larutan, gel, pasta, membran dan serat yang sangat berperan dalam aplikasinya (Kaban, 2009).



Gambar 7. Struktur Kimia Kitosan  
Sumber : Krisbergsson (2003)

Kitosan telah banyak digunakan sebagai bahan pembuat *biodegradable film* dan pengawet pangan yang tahan terhadap mikroba. Sifat antibakteri kitosan berasal dari struktur polimer yang mempunyai gugus amin bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif (Angka dan Suhartono, 2000). Gugus amin kitosan dapat berinteraksi dengan muatan negatif suatu molekul seperti protein dari mikroba. Kitosan memiliki sifat antimikroba dengan spektrum yang luas, baik terhadap bakteri, jamur maupun kapang. Mekanisme kitosan dalam menghambat mikroba dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu interaksi dengan menghambat membran sel, inaktivasi enzim-enzim dan merusakkan bahan-bahan genetik mikroba. Aktivitas antimikroba kitosan bergantung pada derajat deasetilasi, berat molekul, pH media, suhu, dan komponen lain (Vasconez *et al.*, 2009).

Menurut Zheng dan Zhu (2003) perbedaan kitosan dalam menghambat mikroba terhadap bakteri gram positif dan negatif. Aktivitas antimikroba pada bakteri gram positif (*S. aureus*) meningkat dengan bertambahnya berat molekul (BM) kitosan. Pada bakteri gram negatif (*E. coli*), peningkatan aktivitas antimikroba justru terjadi pada berat molekul rendah. Hal tersebut disebabkan adanya perbedaan mekanisme aktivitas antimikroba. Pada *S. aureus*, kitosan pada

permukaan sel dapat membentuk membran polimer, sedangkan pada *E. coli*, kitosan dengan berat molekul rendah akan memasuki sel melalui pervasi. Chung dan Chen (2008) menyatakan bahwa mekanisme inaktivasi *E. coli* oleh kitosan berlangsung melalui dua tahap, yaitu terjadinya pemisahan dinding sel dari membran sel, kemudian diikuti perusakan membran sel.

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2018 sampai dengan September 2018.

#### **3.2. Alat dan Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan lele berukuran sedang ( $\pm 300$  g/ekor) yang diperoleh dari bapak Sumarno, rumput laut diperoleh dari Pasar Gintung, karagenan yang diperoleh dari toko Indoplan, air es, tapioka Cap Pak Tani Gunung, putih telur, bawang putih, gula putih, garam, asam asetat, kitosan, aquades, larutan NaCl 0,85%, media PCA dan alkohol 70% yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Alat-alat yang digunakan antara lain *blender*, kompor, panci, pisau, baskom, saringan, *hairdryer*, timbangan digital KERN EG 4200-2NM, oven Memmert un 55, desikator diameter 30 cm, gelas ukur, beaker *glass*, erlenmeyer,

analog *hot plate* stirrer *B-ONE model AHS-16*, thermometer, autoklaf *all American Benchtop model 50X*, cawan petri, pipet tetes, spatula, incubator Heraeus Brutschrank B5042, bunsen, aluminium foil, mikropipet, pipet tip, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *colony counter* dan cawan porselin.

### 3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap. Penelitian pada tahap pertama ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor dan tiga kali pengulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi rumput laut (R), yang terdiri dari 3 taraf, yaitu R1 (20%), R2 (25%), R3 (35%). Faktor kedua yaitu konsentrasi karagenan (K), yang terdiri dari 3 taraf yaitu K1 (0%), K2 (1%), K3 (2%) (b/v). Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan bakso ikan lele bermutu yang layak konsumsi sesuai dengan SNI 7266:2014. Bakso ikan lele diuji organoleptik (rasa, aroma, tekstur dan penerimaan keseluruhan). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan apabila terdapat perbedaan nyata diantara sampel, diuji dengan uji Tuckey. Bakso ikan lele terpilih hasil pengujian organoleptik selanjutnya diuji proksimat (kadar air, kadar abu, dan kadar protein) untuk memastikan kelayakan mutu bakso ikan lele sesuai dengan SNI.

Penelitian tahap kedua yaitu pengaruh kitosan terhadap masa simpan bakso ikan lele. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi kitosan pada *edible coating* yang terbaik dalam meningkatkan masa simpan bakso ikan lele. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode permukaan respon (*Response Surface Methodology*) dengan rancangan *Central Composite Design*. Percobaan



ini menggunakan 2 variabel independen atau variabel bebas sehingga nilai rotabilitasnya  $(\alpha) = (32)^{1/4} = 1,41421 \approx 1,414$ . Oleh karena itu, nilai  $\pm 1,414$  termasuk nilai yang digunakan untuk pengkodean pada saat proses analisis data. Selanjutnya, *Central Composite Design* dengan 2 variabel bebas menghasilkan *response surface*. *Response surface* menunjukkan jumlah rancangan percobaan 2 faktorial, 5 *center point*, dan 4 *axial point* (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Desain *Respon Surface Methodology*

<b>Central Composite Design</b>	<b>Total</b>		<b>Total</b>
Factors	2	Replicates	1
Base runs	13	Total runs	13
Base blocks	1	Total blocks	1
<b>Two-level factorial Full factorial</b>			
Cube points	4		
Center points in cube	5		
Axial points	4		
Center points in axial	0		
<b>: 1,41421</b>			

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu penambahan kitosan pada *edible coating* (1%, 2% dan 3%) (b/v) dan masa simpan (1, 2 dan 3 hari) (Tabel 4). Selanjutnya diperoleh rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan desain percobaan  $2^2$  yang ditunjukkan pada Tabel 4. Variabel dependen atau variabel respon (parameter) tahap kedua ini yaitu skor sensori (aroma, tekstur, penampakan) dan total mikroba. Hasil variabel respon selanjutnya dianalisis sidik ragamnya menggunakan program Minitab 18 (Iriawan dan Astuti, 2006). Hasil analisis ragam digunakan untuk menguji kecocokan dan kecukupan model.

Tabel 3. Faktor, variabel, dan taraf variabel RSM secara faktorial  $2^2$  pada proses peningkatan masa simpan bakso ikan lele

No	Faktor	Variabel	Taraf Variabel				
			- -1,41	Rendah -1	Tengah 0	Tinggi +1	+ +1,41
1.	Konsentrasi kitosan (%) (b/v)	K	0,585	1	2	3	3,414
2.	Masa simpan (hari)	H	0,585	1	2	3	3,414

Keterangan :

$$= \sqrt[4]{(2^k)}$$

k = jumlah faktor atau variabel bebas

$$\text{Jadi, } = \sqrt[4]{(2^2)} = 1,414$$

Rumus mencari :

$$\pm 1,41 = (X - \text{nilai tengah}) / \text{selisih taraf}$$

Tabel 4. Desain percobaan  $2^2$  faktorial dengan 2 variabel bebas (Iriawan dan Astuti, 2006).

Run	Taraf Variabel		Nama Variabel		
	C	H	Konsentrasi kitosan (%)	Masa simpan (hari)	Kode sampel
1	-1	-1	1	1	C2H1
2	1	-1	3	1	C2H2
3	-1	1	1	3	C4H2
4	1	1	3	3	C4H2
5	-1,414	0	0,585	2	C2H1
6	1,414	0	3,414	2	C2H4
7	0	-1,414	2	0,585	C4H4
8	0	1,414	2	3,414	C2H3
9	0	0	2	2	C3H3
10	0	0	2	2	C1H3
11	0	0	2	2	C5H3
12	0	0	2	2	C3H1
13	0	0	2	2	C3H5

Keterangan :

C = konsentrasi *edible coating* kitosan

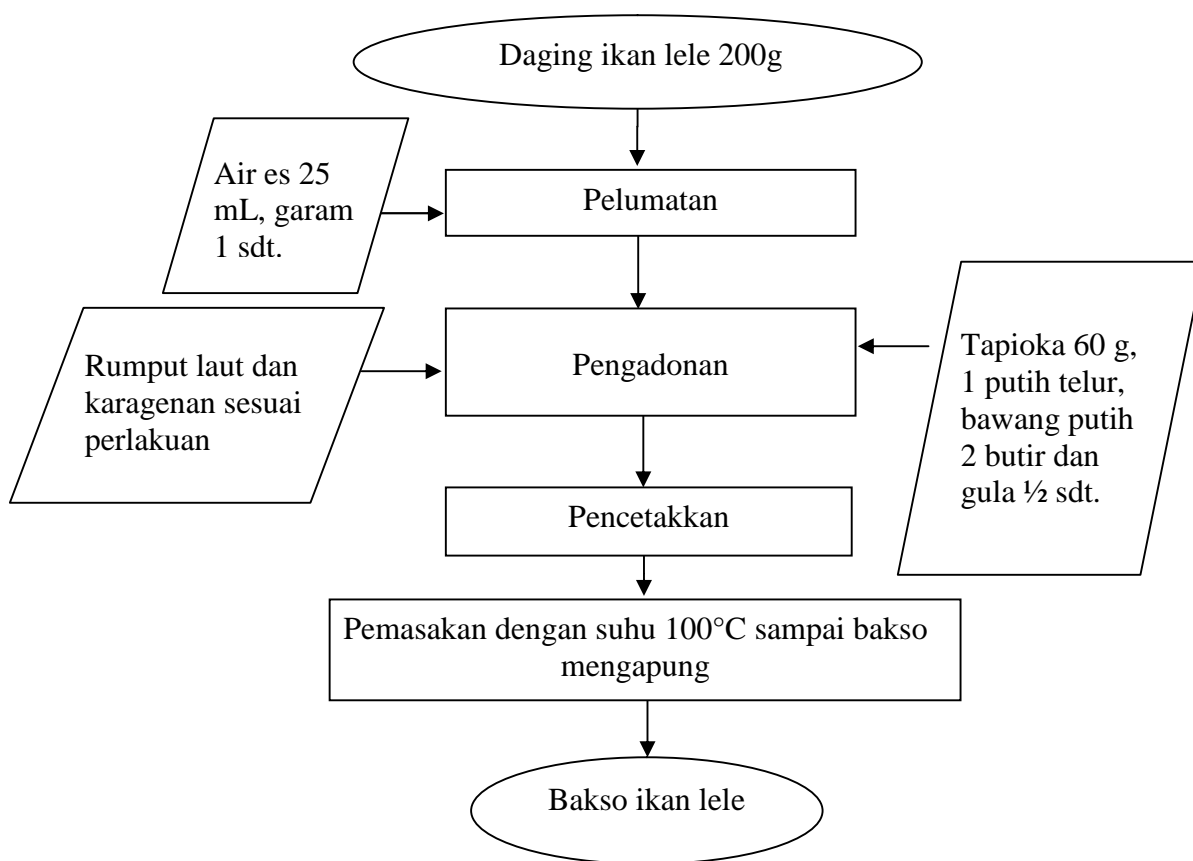
H = masa simpan

### **3.4. Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.4.1. Pengaruh Jumlah Rumput Laut dan karagenan terhadap Mutu Bakso Ikan Lele**

Pembuatan bakso ikan lele dilakukan menurut Metode Syah (2016) yang telah dimodifikasi. Pembuatan bakso diawali dengan proses pembuatan daging lumat. Pertama ikan lele segar disiangi dan difillet, dipisahkan daging dari tulang dan kulitnya secara manual. Proses selanjutnya daging ikan lele dipotong dan dihaluskan. Proses penghalusan daging ikan lele menggunakan alat bantu *blender* dengan penambahan garam dan air es sesuai dengan takaran sehingga diperoleh daging lumat.

Proses pembuatan bakso ikan adalah sebagai berikut: dilumatkan daging ikan lele ditambahkan tepung tapioka sebanyak 60 gram, putih telur, bumbu-bumbu seperti bawang putih yang sudah dihaluskan, gula pasir, karagenan sesuai perlakuan (0%, 1%, 2%) dan rumput laut sesuai perlakuan (20%, 25%, 30%) (b/b) ke dalam adonan kemudian adonan diaduk dengan tangan hingga kalis. Adonan dicetak menggunakan tangan sehingga membentuk bulatan atau bola-bola dengan diameter 2 cm dan direbus dalam panci yang berisi air mendidih hingga bakso mengapung. Bakso yang mengapung menandakan bakso telah masak, lalu bakso ditiriskan hingga dingin. Bakso ikan lele selanjutnya siap untuk diuji organoleptik. Diagram alir proses pembuatan bakso ikan lele ditunjukkan pada Gambar 8.



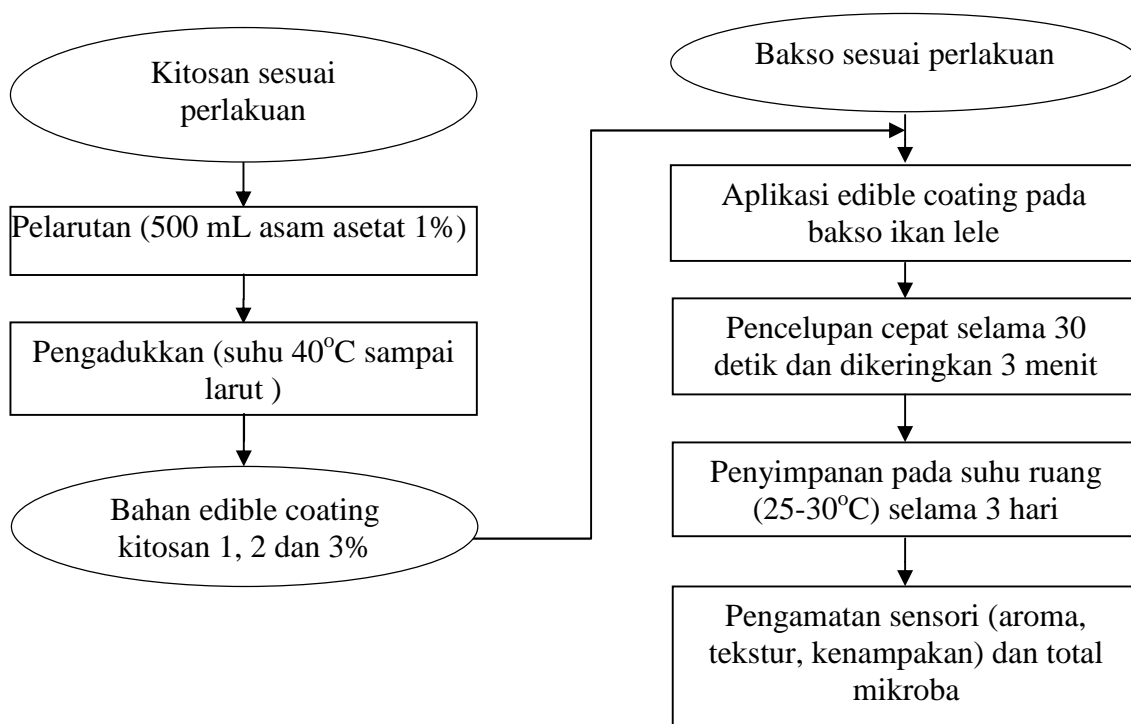
Gambar 8. Diagram alir proses pembuatan bakso ikan lele (Syah, 2016) yang dimodifikasi.

### 3.4.2. Pengaruh Kitosan terhadap Masa Simpan Bakso Ikan Lele menggunakan *Response Surface Methodology*

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa faktor, yaitu *edible coating* kitosan pada bakso ikan yang dihasilkan dan pengaruh masa simpan. Parameter yang diamati adalah sifat sensori (tekstur, aroma, penampakan) dan total mikroba untuk mengetahui pengaruh kitosan terhadap masa simpan bakso ikan lele dan menemukan perlakuan terbaik. Data yang diperoleh diolah menggunakan perangkat lunak Minitab versi 18 untuk mendapatkan analisis keragaman, bentuk kontur dan permukaan respon serta respon optimum dari respon penelitian.

### 3.4.2.1. Pengaplikasian *Edible Coating* Kitosan pada Bakso Ikan Lele

Aplikasi *edible coating* pada bakso ikan lele dilakukan menurut Metode Waryani *et al.* (2014) yang dimodifikasi. Konsentrasi larutan *edible coating* kitosan terdiri atas 3 taraf yaitu 1%, 2% dan 3% (b/v). Larutan *coating* 1% (b/v) dibuat dengan cara melarutkan 5 g kitosan dalam total volume 500 mL asam asetat 1%, diaduk pada suhu 40°C sampai larut. Perlakuan ini dilakukan juga pada pembuatan konsentrasi kitosan 2% dan 3%. Bakso ikan lele dicelupkan ke dalam larutan *edible coating* kitosan selama 30 detik kemudian ditiriskan dan dikeringkan selama 3 menit dengan menggunakan *hairdryer*. Setelah itu disimpan dalam plastik *cliplock* yang telah diberi lubang pada suhu ruang (25°-30°C) dan dilakukan pengamatan pada hari ke 0, 1, 2, dan 3 (Gambar 9).



Gambar 9. Diagram alir *edible coating* pada bakso ikan lele (Waryani *et al.*, 2014) yang dimodifikasi

### **3.5. Pengamatan pada Bakso Ikan**

#### **3.5.1. Sifat Sensori**

Uji sensori dilakukan terhadap sampel bakso ikan lele penelitian tahap pertama dan kedua. Sampel penelitian tahap pertama yang disajikan kepada panelis adalah bakso ikan lele dengan berbagai penambahan rumput laut dan karagenan. Dilakukan uji sensori diantaranya rasa, aroma, tekstur dan penerimaan keseluruhan. Sampel penelitian tahap kedua yang disajikan kepada panelis adalah bakso ikan lele yang telah ditambahkan dan dilapisi atau *edible coating* kitosan sesuai perlakuan serta telah mengalami proses penyimpanan, dilakukan uji sensori aroma, tekstur, dan penampakan. Pertama sampel diletakkan didalam wadah dan diberi kode sampel. Sampel disajikan kepada panelis dan diberi kuisisioner uji skoring. Sampel diuji oleh panelis dan dinilai sesuai dengan skor. Uji sensori ini dilakukan oleh 20 panel semi terlatih dengan skor penilaian 1-9 (SNI2346:2011). Kuesioner uji *skoring* penelitian tahap 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 13 dan 14.

#### **3.5.2. Total Mikroba (*Total Plate Count*)**

Analisis total mikroba dilakukan dengan merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2332.3-2006). Sampel secara aseptik ditimbang 5 g dalam Erlenmeyer steril, kemudian ditambahkan 45 mL larutan NaCl sebagai pengencer sampel, dihomogenkan sehingga diperoleh suspensi pengenceran  $10^{-1}$ , kemudian dibuat pengenceran  $10^{-2}$ , pengenceran  $10^{-3}$ , sampai pengenceran yang diperlukan. Untuk uji Angka Lempeng Total Bakteri, diambil 1 mL dari tabung reaksi pengenceran kemudian dituangkan kedalam cawan petri serta dibuat duplo.

Setelah itu setiap cawan petri dituangkan 12-15 mL atau setengah volume cawan petri media PCA yang masih cair dengan suhu  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ . Media PCA dan sampel diputar ke belakang, ke depan, ke kanan dan ke kiri agar tercampur merata dan memadat. Setelah media memadat cawan petri dibalik dan diinkubasi pada suhu  $35^\circ\text{C}$  selama  $48 \pm 2$  jam. Pertumbuhan koloni pada setiap cawan petri yang mengandung 25-250 koloni dicatat setelah 48 jam. Setelah masa inkubasi, jumlah koloni yang tumbuh pada cawan dihitung dengan rumus :

$$\text{Jumlah koloni} = \text{jumlah koloni pada cawan} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

### **3.5.3. Uji Proksimat**

#### **3.5.3.1. Analisis Kadar Protein**

Analisis Protein dilakukan dengan merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2354.4-2006). Homogenat sampel ditimbang sebanyak 2 g kemudian ditambahkan beberapa butir batu didih. Selain itu ditambahkan juga 15 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan 3 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  secara perlahan-lahan dan didiamkan selama 10 menit dalam ruang asam. Dekstruksi dilakukan pada suhu  $410^\circ\text{C}$  selama  $\pm 2$  jam atau sampai larutan jernih, didiamkan sampai mencapai suhu kamar dan ditambahkan 60 mL aquades. Erlenmeyer berisi 25 mL larutan  $\text{H}_3\text{BO}_3$  0,04 N yang mengandung indikator sebagai penampung destilat dan memasang labu yang berisi hasil dekstruksi pada rangkaian alat destilasi uap. Larutan natrium hidroksida-thiosulfat sebanyak 50 mL ditambahkan kemudian dilakukan destilasi, destilat ditampung dalam erlenmeyer yang telah disiapkan hingga volume mencapai minimal 150 mL (hasil destilat akan berubah jadi kuning). Dilakukan

titrasi hasil destilat dengan HCl 0,2 N yang sudah sampai warna berubah dari hijau menjadi abu-abu netral. Perlakuan blanko dilakukan seperti tahapan sampel.

Perhitungan kadar protein adalah sebagai berikut :

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \frac{(\text{VA} - \text{VB}) \text{ HCl} \times \text{N HCl} \times 14,007 \times 6,25 \times 100\%}{\text{W} \times 1000}$$

Keterangan :

VA : mL HCl untuk titrasi sampel

VB : mL HCl untuk titrasi blanko

N : Normalitas HCl standar yang digunakan

14,007 : Berat atom nitrogen

6,25 : Faktor konversi protein untuk ikan

W : Berat sampel (g)

Kadar protein dinyatakan dalam satuan g/100 g sampel (%).

### 3.5.3.2. Analisis Kadar Air

Penentuan Kadar Air dilakukan dengan merujuk pada Standar Nasional Indonesia berdasarkan SNI 01-2354.2-2006. Cawan porselin yang bersih dipanaskan dalam oven bersuhu 102°C hingga 105°C selama kurang lebih 11 jam hingga berat konstan. Cawan porselin didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Dimasukkan sampel yang telah dicacah kecil-kecil dan homogen sebanyak 2 gr kedalam cawan porselin di atas, selanjutnya dikeringkan dalam oven 102°C. Dikeringkan dalam oven, dilakukan sampai tercapai berat konstan. Perhitungan kadar air adalah sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air} = \frac{c - (a - b)}{c} \times 100\%$$

Keterangan :

a : berat cawan dan sampel akhir (g)

b : berat cawan (g)

c : berat sampel awal (g)



### 3.5.3.3. Analisis Kadar Abu

Penentuan kadar abu dilakukan dengan merujuk pada Standar Nasional Indonesia berdasarkan SNI 01-2354.1-2010. Dipijarkan cawan porselin sampai merah dalam tungku pengabuan bersuhu 650°C selama 1 jam (kenaikan suhu tungku pengabuan harus bertahap). Turunkan suhu, setelah suhu tungku pengabuan turun sekitar suhu kamar, cawan porselin didinginkan dalam desikator selama 30 menit, dan berat cawan abu porselin kosong ditimbang. Dimasukkan 2 g sampel yang telah dicacah kecil-kecil dan dihomogenkan dalam cawan, kemudian dimasukkan kedalam oven sampai hampir kering. Cawan yang berisi sampel diabukan dalam tungku pengabuan sampai kira-kira 650°C dan dibiarkan pada suhu ini selama 1 jam (cawan abu menjadi merah), lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga beratnya konstan. Perhitungan kadar abu adalah sebagai berikut :

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{berat abu (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Perlakuan penambahan rumput laut dan karagenan terpilih ialah rumput laut 20% (b/b) dan karagenan 0% (b/b) dari berat daging. Penambahan rumput laut sebesar 30% (b/b) mampu menghasilkan nilai sensori (rasa, aroma, dan tekstur) dan kadar proksimat (kadar air, kadar protein dan kadar abu) sesuai dengan SNI 7266:2014.
2. Perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu penggunaan konsentrasi kitosan 1,5% (b/v) pada *edible coating* mampu meningkatkan masa simpan bakso ikan lele yang disimpan di suhu ruang hingga 200% (2 hari) berdasarkan pengamatan sensori (aroma, tekstur, penampakan) dan total mikroba.

### 5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dari hasil penelitian ini yaitu penelitian studi kelayakan ekonomi pemanfaatan *edible coating* dengan konsentrasi 1,5% kitosan untuk memperpanjang masa simpan bakso ikan lele.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S., Kurnia, B., dan Istiqomah. 2001. Kandungan dan kegunaan rumput laut di dalam Teknologi Budidaya Rumput Laut (*Kappaphicus alvarezii*). Balai Budidaya Laut. Lampung.
- Angga, D. W. 2007. Pengaruh Metode Aplikasi Kitosan, Tanin, Natrium Metabisulfit dan Mix Pengawet Terhadap Umur Simpan Bakso Daging Sapi Pada Suhu Ruang. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anggadiredja, T., Zalnika, A., Purwoto, H., dan Istini, S. 2010. *Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta. 73 hlm.
- Angka, S. L. dan Suhartono, T. S. 2000. Bioteknologi Hasil Laut. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. hlm. 49–56.
- Ardianti, Y., Widyastuti, S., dan Handito, D. 2014. Pengaruh Penambahan Karagenan Terhadap Sifat Fisik Dan Organoleptik Bakso Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*). Universitas Mataram. Mataram. *Agroteksos*. 24(3): 159-166
- Arief, H. S., Pramono, Y. B., dan Bintoro, V. P. 2012. Pengaruh *edible coating* dengan konsentrasi berbeda terhadap kadar protein, daya ikat air, dan aktivitas air bakso sapi selama masa penyimpanan. *Animal Agriculture Journal*. 1(2):100-108.
- Ariffianto, T. 2010. Karakteristik Bakso Ikan Nila Dengan Penambahan Karaginan Semi Murni. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aslan, L. 1998. *Budidaya Rumput Laut Edisi Revisi*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 97 hlm.
- Astawan, M. 2008. Lele Bantu Pertumbuhan Janin. [http://wilystra2007.multiply.com/journal/item/62/Lele\\_Bantu\\_Pertumbuhan\\_Janin](http://wilystra2007.multiply.com/journal/item/62/Lele_Bantu_Pertumbuhan_Janin). Diakses pada 13 April 2018

- Atmadja, W. S. 1996. Pengenalan Jenis Algae Coklat (*Phayophyta*) Dalam Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-2332.3-2006. Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-2354.2-2006. Penentuan Kadar Air
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-2354.4-2006. Penentuan Kadar Protein dengan Metode Total Nitrogen pada Produk Perikanan. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2010. SNI 01-2354.1-2010. Penentuan Kadar Abu dan Abu Tak Larut dalam Asam pada Produk Perikanan.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 2346:2011. Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori pada Produk Perikanan.
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. Syarat Mutu dan Keamanan Bakso Ikan (SNI7266:2014).<http://sisni.bsn.go.id/index.php/snimain/sni/detail.sni>. Diakses pada 12 April 2018.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. Bakso Daging SNI 01-3818-1995. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Basmal. 2008. Peluang dan Tantangan Pemanfaatan Mikroalga Sebagai Biofuel. *Squalen*. 3(1):34-39.
- BeMiller, J. N. dan Whistler, R. L. 1996. *Carbohydrates dalam Food Chemistry*. Marcel Dekker Inc. New York. 526 hlm.
- Burtin, P. 2003. Nutritional Value of Seaweeds. *Electron. J Environ. Agric Food Chem*. 2(4): 498-503.
- Cheng, C. S., Hamann, D. D., Webb, N. B., and Sidwell, V. 1979. Effect Of Spesies And Storage Time In Minced Fish Gel Texture. *J. Food Sci*. 44:1080
- Chung, Y. C. and Chen, C. Y. 2008. Antibacterial characteristic and activity of acid-soluble chitosan. *Bioresource Technol*. 99(8): 2806–2814.
- Damayanti, W., Rochima, E., Hasan, Z. 2016. Aplikasi Kitosan sebagai Antibakteri Pada Filet Patin selama Penyimpanan Suhu Rendah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3): 321-328.

- Damiyati, N. 2007. Ada Pengenyal Bakso Selain Boraks. <http://www.pikiranrakyat.com>. Diakses tanggal 8 Mei 2018.
- Delbarre L. C., Chéret R., Taylor, Bagnis, V. 2006. Trends in postmortem aging in fish: Understanding of proteolysis and disorganization of the myofibrillar structure. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 46(5):409-421
- Dewi, R., Sanjayasari, D. dan Wijayanto. 2012. Adaptasi Morfologi (*Thallus dan Holdfast*) Rumpun Laut Dengan Variasi Substrat Di Perairan Teluk Awur Kabupaten Jepara. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknik Unsoed Purwokerto. Purwokerto.
- Diharmi, A. 2011. Karakteristik Karagenan Hasil Isolasi *Euclima Spinosum* (Alga merah) dari Perairan Semenep Madura. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 16(1): 117-124.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budaya. 2016. Lele (*Clarias sp.*). <http://www.djpb.kkp.go.id/>. Diakses pada 11 Mei 2018.
- Eskin. 1990. *Biochemistry of Foods*. Academic Press, Inc, San Diego. California. 584 hlm.
- Fardiaz, D. 1989. Hidrokoloid. Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 308 hlm.
- Ghasemzadeh, R., Karbassi, A., and Ghoddousi, H. B. 2008. Application of Edible Coating for Improvement of Quality and Shelf-life of Raisins. *World Applied Sciences Journal*. 3 (1) : 82-87.
- Glicksman, M. 1979. Gelling Hydrocolloids in Food Product Application di dalam Polysaccharides in Food. Blanshard JMV dan Mitchell JR (eds). Butterworths. London.
- Hadiwiyoto, S. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Penerbit Liberty. Yogyakarta. 275 hlm.
- Hasanuddin. 1984. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan I*. Binacipta. Jakarta. 508 hlm.
- Holipah, S. N., Wijayanti, E., dan Saputra, V. 2010. Aplikasi Kitosan Sebagai Pengawet Alami Dalam Meningkatkan Mutu Simpan Produk Pasca Panen. PKM Gagasan Tertulis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Huss, R. H. 1995. *Fisheries Technical Paper: Quality and quality changes in fresh fish*. FAO. Roma. 195 hlm.
- Ika M. H., dan Sukesu. 2015. Pengaruh Penambahan Rumput Laut terhadap Kekerasan Nugget Ikan. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. 4 (1).
- Iriawan, N. dan Astuti, S. P. 2006. *Mengolah data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Penerbit Andi. Yogyakarta. 447 hlm.
- Kaban, J. 2009. Modifikasi Kimia dari Kitosan dan Aplikasi Produk yang Dihasilkan. Pidato Pengukuhan Guru Besar. Kimia FMIPA USU Medan.
- Keeton, J. T. 2001. *Formed and Emulsion Product. Didalam: A.R.Sham(Ed) Poultry Meat Processing*. CRC Press. Botta Raton.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2018. Produktivitas Perikanan Indonesia. Direktorat Jendral Perikanan Tangkap. Jakarta.
- Kenawi, M.A., Zaghulul, and Abdel-Salam. 2011. Effect of two natural antioxidants in combination with edible packaging on stability of low fat beef product stored under frozen condition. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 27 (3): 345-356.
- Keshani, S., Daud, W. R. W., Nourouzi, M. M., Namvar, F., and Ghasemi, M., 2015. Spray drying: An overview on wall deposition, process and modeling. *Journal of Food Engineering*. 146: 152-162.
- Krisbergsson, K. 2003. Recen Development In Deacetylation Of Chitin And Possible Applications In Food Formulations. Publikasi Presentasi Power Point Online. Diakses pada 22 Desember 2018.
- Krochta, J. M., Baldwin, E.A., dan Carriedo, M. N. 1994. Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster, Basel.
- Kusuma, H. 2016. KKP: Teknologi Bioflok Dorong Peningkatan Produksi Ikan Lele. <http://economy.okezone.com/read/2016/08/27/320/1474582/kkpteknologi-bioflok-dorong-peningkatan-produksi-ikan-lele>. Diakses pada tanggal 8 April 2018.
- Leceta, I. dan Guerrero, K. 2012. Functional Properties of Chitosan-Based Films. *Journal Carbohydrate Polymers*. 93(3): 339–346.
- Lukas. 2013. Rumput Laut. <https://indoexportportal.wordpress.com/2013/12/04/rumput-laut/>. Diakses pada 12 Mei 2018.

- Manurung, H. 2009. Pengaruh Substitusi Ikan Dengan Rumput Laut Dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Bakso Ikan. *Jurnal VISI*. 17(3) :217 – 228.
- Matanjun, P., Mohamed, S., Mustapha, N.M., and Muhammad, K. 2009. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa Dwiyitno lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *J. Appl. Phycol.* 21: 75–80.
- Meisyaroh, R.P. 2013. Pengaruh Penambahan Kitosan terhadap Jumlah Kuman pada Bakso Daging Sapi. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. 85 hlm.
- Montolalu, S., Lontaan, N., Sakul, S., dan Mirah. 2013. Sifat Fisiko-Kimia dan Mutu Organoleptik Bakso Broiler dengan Menggunakan Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L*). *Journal Zootek.* 32(5): 7-8.
- Muchtadi, T. R. dan Sugiyono. 1992. Petunjuk Laboratorium Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Musdalifah dan Wendy, A. T. 2016. Tingkat Penerimaan Konsumen terhadap Bakso Ikan Lele dengan Konsentrasi Daging yang Berbeda. *Journal Fishing, Marine and Aquatic Science.* 1(1): 5.
- Muzzarelli, R. A. A. 1985. *Chitin in the Polysaccharides*. Vol. 3, Aspinall (ed). Academic press Inc.Orlando, San Diego. 147 hlm.
- Oktavia, U. A. 2011. Studi Eksperimen Pembuatan Bakso Ikan Gabus Dengan Penambahan Tepung Tapioka Berbeda. (Skripsi). Universitas Negeri Semarang. Semarang. 88-89 hlm.
- Onsoyen, F., and Skaugrud, O. 1990. Metal Recovery Using Chitosan. *Journal Chem. Tech. Biotech.* 49: 395-404.
- Pebrianto, F. 2018. Konsumsi Ikan Ditargetkan 50,8 Kg per Kapita pada 2018. <https://bisnis.tempo.co/read/1094997/kkp-konsumsi-ikan-ditargetkan-508-kg-per-kapita-pada-2018>. Diakses pada 22 Januari 2019.
- Pietrasik, Z., Jarmolouk, A. 2003. Effect of Sodium Caseinate And K- Carrageenan on Binding and Textural Properties of Pork Muscle Gels Enhanced By Microbial Transglutaminase Addition. *Journal of Food Engineering.* 6 (3): 285-294.
- Qifie, B. 2012. Manfaat Ikan Lele Bagi Balita. <http://qundifie.wordpress.com/2012/04/18/manfaat-ikan-lele-bagi-balita/>. Diakses pada 8 April 2018.

- Ririsanti, N. N., Evi, L., Yudi, N. I., dan Rusky, I. P. 2017. Penambahan Karagenan Terhadap Tingkat Kesukaan Pempek Lele. Universitas Padjajaran. Bandung. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 8(1): 165-173.
- Romana, A. 2017. Kajian Penambahan Tapioka dan Kitosan Dalam Memproduksi Bakso Ikan Lele Bermutu SNI. (Skripsi). Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung.
- Ruperez, P. dan Saura-Calixto, F. 2001. Dietary Fibre and Physicochemical Properties of Edible Spanish Seaweeds. *Eur. Food Res. Technol.* 212: 349–354
- Sarwono, R. 2010. Pemanfaatan Kitin / Kitosan Sebagai Bahan Antimikroba. Pusat Penelitian Kimia. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Senoaji, F. B., Agustuni, T. W., Purnamayati, L. 2017. Aplikasi Minyak Atsiri Rimpang Lengkuas Pada *Edible Coating* Karagenan Sebagai Anti Bakteri Pada Bakso Ikan Nila. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 380-391.
- Simanjorang, R. A. 2017. Pengaruh Konsentrasi CMC dan Lama Pencelupan Pada Aplikasi Lidah Buaya (*Aloe vera L.*) Sebagai *Edible Coating* Pada Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) (skripsi). Universitas Lampung. Lampung.
- Siregar, R. Y., Ilza, M., dan Sari, N. Ira. 2015. Pengaruh Penggunaan Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) Sebagai Bahan Substitusi Tepung Tapioka Terhadap Mutu Nugget Ikan Gabus (*Channa sriatta*). Universitas Riau. Riau.
- Sitorus, R.F., Karo-Karo, T., dan Lubis, Z. 2014. Pengaruh Konsentrasi Kitosan sebagai *Edible Coating* dan Lama Penyimpanan terhadap Mutu Buah Jambu Biji Merah. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 2(1): 37-46.
- Suprpti, L. M. 2003. *Membuat Bakso Daging dan Bakso Ikan*. Kanisius. Yogyakarta. 69 hlm.
- Suruno, A. 2009. Profil Rumput Laut Indonesia. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Suwarni. 2014. Pembuatan Bakso Ikan. <http://arnisuwarni.blogspot.co.id /2014/01/a.html>. Diakses pada 8 Mei 2018.
- Syah, I. 2016. Kajian Daging Sapi Substitusi dan Xanthan Gum Berbeda pada Pembuatan Bakso. (Skripsi). Fakultas Peternakan Universitas Nusantara Persatuan Guru Republik Indonesia. Kediri. 163 hlm.



- Syahrul. 2016. Nila dan Lele, Paling Banyak Dibudidaya di Indonesia. <http://databoks.katadata.co.id/datapublish/2016/09/19/nila-dan-lelekomoditas-utama-perikanan-budidaya-indonesia>. Diakses pada tanggal 12 April 2018.
- Tiara, A. 2017. Formulasi Dan Optimasi Gingival Patch Mukoadhesif Ekstrak Etil Asetat Daun Gambir (*Uncaria gambir Roxb.*) Dengan Kombinasi Polimer Kitosan-PVA Menggunakan Desain Faktorial. (Skripsi). Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Tojo, E. dan Prado, J. 2003. Chemical Composition of Carrageenan Belnds Determined by IR Spectroscopy Combined With a PLS Multivariate Calibration Method. *Carbohydrate Research*. 388 : 1309-1312
- Towle, G. A. 1973. *Carrageenan dalam Industrial Gums*. Whisler RL (Ed). Academic Press. New York. 642 hlm.
- Vásconez, M. B., Flores, S. K., Campos, C. A., Alvarado, J., and Gerschenson, L. N. 2009. Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. *Food Res. Intl.* 42: 762–769.
- Warkoyo, R. B., Marseno, D. W., Karyadi, J. N. W. 2015. Kinetika Pertumbuhan Mikrobial Dan Kemunduran Mutu Bakso Daging Terlapisi Pati Umbi Kimpul (*Xanthosomasa gittifolium*) Yang Diinkorporasi Kalium Sorbat. *Jurnal Agritech*. 35(1): 61-68.
- Waryani, S. W., Rika, S., dan Farida, H. 2014. Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Bekicot (*Achatinafulica*) sebagai Pengawet Ikan Kembung (*Rastrelliger sp.*) dan Ikan Lele (*Clariasbatrachus*). Universitas Sumatera Utara. Medan. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 3(4): 51-57.
- Wibowo, S.,. 2004. *Pembuatan Bakso Ikan dan Bakso Daging*. Cetakan III. PT. Penebar Swadaya. Jakarta. 67 hlm.
- Wibowo, S. 1990. *Budidaya Bawang Merah, Bawang Putih, dan Bawang Bombay*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Widyaningsih, T. D. dan Murtini, E. S. 2006. *Alternatif Pengganti Formalin Pada Produk Pangan*. Trubus Agrisarana. Surabaya. 212 hlm.
- Williams, A. P. 2005. An Overview Of The Structure Function And Relationship Of Hydrocolloids dalam Gums and Stabilizer in Food Industry. Williams AP dan Philips GO (Eds). RSC publishing. Cambridge.
- Winarno, F. G. 1993. *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen Cetakan I*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 253 hlm.

- Winarno, F. G. dan Rahayu, T. S. 1994. *Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 343 hlm.
- Wulandari, A. T. 2009. Kualitas fisik dan organoleptik bakso daging sapi yang diawetkan dengan substrat antimikroba *Lactobacillus spp.* 1A5 pada penyimpanan suhu ruang. (skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wulandari, Rieny, S. dan Lukman, M. 2015. Kitosan Kulit Udang Vaname sebagai *Edible Coating* Pada Bakso Ikan Tuna. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 3: 118–121.
- Yakhin, L. A., Santoso, J. dan Tirtajaya, I. 2008. Pengaruh Penambahan Kappa-Karagenan terhadap Karakteristik Bakso Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*) dan Bakso Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 1(6).
- Zheng, L. Y. and Zhu, J. Z. 2003. Study on anti-microbial activity of chitosan with different molecular weight. *Carbohydrate Polymer*. 54: 527–530.
- Zulkarnain, J. 2013. Pengaruh Perbedaan Komposisi Tepung Tapioka Terhadap Kualitas Bakso Lele. (Skripsi). Fakultas Teknik Program Studi Pendidikan Kesejahteraan Keluarga Universitas Negeri Padang. Padang.