

**PENGARUH pH BERBEDA TERHADAP PELEPASAN PENYALUT KITOSAN  
DAN MALTODEKSTRIN PADA ENKAPSULASI EKSTRAK TEH ALGA  
COKLAT *Sargassum cristaefolium***

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

**Oleh:  
EKO DANI KURNIAWAN  
NIM. 115080301111071**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2016**

**PENGARUH pH BERBEDA TERHADAP PELEPASAN PENYALUT KITOSAN  
DAN MALTODEKSTRIN PADA ENKAPSULASI EKSTRAK TEH ALGA  
COKLAT *Sargassum cristaefolium***

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

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

**Oleh:  
EKO DANI KURNIAWAN  
NIM. 115080301111071**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2016**

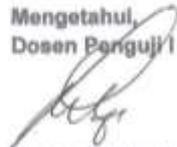
SKRIPSI

PENGARUH pH BERBEDA TERHADAP PELEPASAN PENYALUT KITOSAN  
DAN MALTODEKSTRIN PADA ENKAPSULASI EKSTRAK TEH ALGA  
COKLAT *Sargassum cristaefolium*

Oleh :  
EKO DANI KURNIAWAN  
NIM. 115080301111071

telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 05 Agustus 2016  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,  
Dosen Penguji I



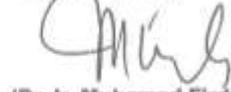
(Dr. Ir. Yahya, MP)  
NIP. 196307061990031005  
Tanggal: 18 AUG 2016

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I



(Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS)  
NIP. 19640726 198903 2 004  
Tanggal: 18 AUG 2016

Menyetujui,  
Dosen Penguji II



(Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP)  
NIP. 19680919 200501 1 001  
Tanggal: 18 AUG 2016

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing II



(Dr. Ir. Kartini Zaelanie, MS)  
NIP. 19650503 198503 2 001  
Tanggal: 18 AUG 2016



Mengetahui  
Ketua Jurusan



(Dr. Ir. Arnind Wilujeng Ekawati, MS)  
NIP. 19620805 198503 2 001  
Tanggal: 18 AUG 2016

## PERNYATAAN ORISINILITAS

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

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

Malang, Agustus 2016

Mahasiswa



Eko Dani Kumiawan

NIM. 15080301111071

## PERNYATAAN ORISINILITAS

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

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

Malang, Agustus 2016

Mahasiswa



Eko Dani Kumiawan

NIM. 15080301111071

## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini penulis banyak menghadapi kesulitan karena terbatasnya kemampuan serta pengetahuan yang dimiliki, namun berkat bimbingan, arahan, koreksi dan saran dari berbagai pihak, akhirnya penulis skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS sebagai pembimbing I, atas bimbingan dan arahnya dalam penelitian ini sehingga dapat terselesaikannya laporan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ir. Kartini Zaelanie, MS selaku dosen pembimbing II, atas bimbingan dan arahnya dalam penelitian ini sehingga dapat terselesaikannya laporan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS sebagai Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu.
4. Teman – teman satu tim Erni Nursiamah, Ovilia Maya P. B. dan M. Halim Afifi, Ardi Dwi Hartono, dan Nurul huda M. dan temen temen enkapsulasi yang lain yang selalu kompak dalam bekerja sama.
5. Sahabat-sahabat saya Aliyah, Abdi, Dinies, Gangga, Amin, Mas Bayu, Mas Irfan, Mas Regi, Indra, zaki, nasir, vikri, rohmard, danang dan Wahyu yang selalu mensupport saya dan memberi semangat buat saya dalam menyelesaikan sekripsi ini.
6. Terima Kasih kepada Bapak, Ibu, dan adik penulis yang telah memberikan do'a serta semangat selama kuliah, dan memberikan motivasi dalam penyelesaian penelitian dan laporan skripsi ini.
7. Keluarga besar THP 2011 yang selalu solid.

8. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan penyusunan laporan ini.

Penulis juga berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak untuk pengembangan wawasan dimasa yang akan datang. Amin ya Robb



## RINGKASAN

**EKO DANI KURNIAWAN.** Skripsi tentang Pengaruh Perlakuan pH Berbeda Terhadap Pelepasan Penyalut Kitosan dan Maltodekstrin pada Encapsulasi Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* di bawah bimbingan **Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS** dan **Dr. Ir. Kartini Zaelanie, M.S.**

---

*Sargassum cristaefolium* merupakan salah satu alga coklat yang mengandung flavonoid. Flavonoid merupakan senyawa bioaktif yang tidak tahan panas dan oksidasi. Senyawa tersebut sangat bermanfaat bagi dunia kesehatan, misalnya antikanker dan antioksidan. Salah satu cara untuk melindungi flavonoid tersebut yaitu dengan encapsulasi.

Encapsulasi merupakan proses penyalutan bahan inti bentuk cair maupun padat yang membuat partikel partikel inti mempunyai sifat fisikokimia yang diinginkan. Salah satu bahan penyalut yang digunakan untuk encapsulasi yaitu kitosan dan maltodekstrin. Pemilihan bahan penyalut sangat berpengaruh pada pelepasan bahan inti. Salah satu yang dapat dilakukan untuk mengetahui pelepasan bahan penyalut dapat dilakukan dengan melakukan simulasi perlakuan pH.

pH adalah tingkatan asam basa suatu larutan yang diukur dengan skala 0–14. Pelepasan bahan penyalut dikendalikan dengan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan untuk encapsulasi. Mekanisme pelepasan bahan penyalut bisa terjadi secara difusi, degradasi polimer, dan kombinasi difusi dan degradasi polimer.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan pH berbeda terhadap pelepasan penyalut kitosan (3%) dan maltodekstrin (7%) pada encapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2015 - September 2015 di Laboratorium Kimia, Fakultas Saintek Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang serta Laboratorium LSIH, Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan (KHP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan FPIK, Laboratorium Sains Terpadu Universitas Negeri Malang.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan lima perlakuan dan tiga kali ulangan. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah perlakuan penyalut dengan konsentrasi pH yaitu pH 2 dengan larutan buffer, pH 4 dengan larutan buffer, pH 7 dengan larutan buffer, pH 9 dengan larutan NaOH, pH 12 dengan larutan NaOH. Variabel terikat pada penelitian ini adalah analisis efisiensi kandungan flavonoid, analisis organoleptik, analisis rendemen, dan SEM.

Perlakuan terbaik yang diperoleh menurut hasil analisis dari keseluruhan parameter, yaitu pada pH 4 dengan nilai efisiensi encapsulasi flavonoid sebesar 77.30 %, kandungan flavonoid sebesar 3.59 mg/g, ukuran diameter sebesar 15.55  $\mu\text{m}$ , organoleptik uji skoring dan hedonik warna sebesar 5.00 dan 2.96, organoleptik skoring dan hedonik aroma didapatkan nilai 3.16 dan 3.18, dan nilai rendemen sebesar 73 %.

## KATA PENGANTAR

Segala puji kehadiran Allah SWT atas petunjuk rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing umatnya menuju jalan yang diridhoi Allah SWT.

Suatu kenikmatan yang tidak dapat dipungkiri, yang telah Allah SWT berikan kepada hamba-Nya, sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “pengaruh pH berbeda terhadap pelepasan penyalut kitosan dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan tepatnya. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

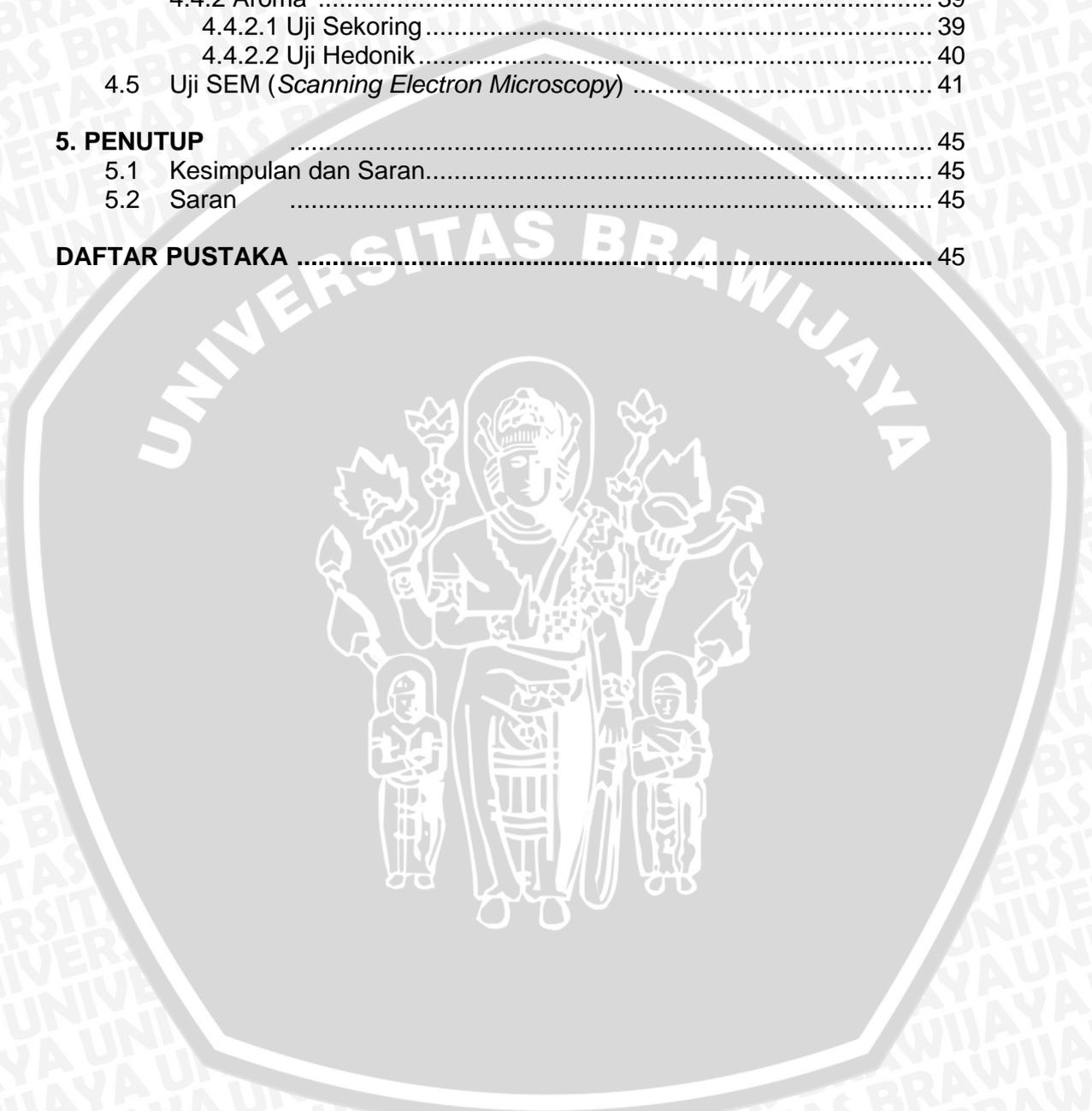
Malang, Agustus 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

Daftar Isi	Halaman
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>i</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>ii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>x</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis .....	4
1.5 Kegunaan Penelitian.....	4
1.6 Waktu dan Tempat .....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Alga Coklat( <i>Sargassum cristaefolium</i> ) .....	5
2.2 Teh Alga Coklat .....	6
2.3 Flavonoid .....	8
2.4 Pembentukan Enkapsulasi.....	10
2.4.1 Pembentukan Enkapsulat pada <i>Freeze Drying</i> .....	10
2.4.2 Mekanisme Pembentukan Kapsul oleh Maltodekstrin dan Kitosan .....	11
2.5 Kitosan .....	12
2.6 Maltodekstrin .....	14
2.7 Pelepasan Penyalut pH Yang Berbeda ..	16
2.8 SEM ( <i>Scanning Electron Microscopy</i> ) .....	18
<b>3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>21</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.2 Materi Penelitian .....	21
3.2.1 Bahan Penelitian .....	21
3.2.2 Alat Penelitian .....	22
3.3 Metode Penelitian .....	22
3.4 Rancangan percobaan .....	23
3.5 Preparasi Bahan .....	24
3.6 Uji Perlakuan pH Terhadap Enkapsulasi .....	25
3.7 Parameter Uji .....	27
3.7.1 Analisa Uji Organoleptik (Aroma dan Warna) .....	27
3.7.2 Analisa Diameter Enkapsulat .....	28
3.7.3 Uji Kandungan Flavonoid UV- vis.....	28
3.7.4 Analisis total Flavonoid dan efisiensi Enkapsulasi.....	28
3.8 Uji SEM ( <i>Scanning Electron Microscopy</i> ) .....	29
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>31</b>
4.1 Analisa Rendemen.....	31
4.2 Analisa Diameter Enkapsulat .....	32

4.3	Analisa Total Flavonoid .....	34
4.4	Efisiensi Enkapsulasi Flavonoid Enkapsulat .....	36
4.5	Analisa Organoleptik .....	38
	4.4.1 Warna .....	38
	4.4.1.1 Ujisekoring .....	38
	4.4.1.2 Uji Hedonik .....	39
	4.4.2 Aroma .....	39
	4.4.2.1 Uji Sekoring .....	39
	4.4.2.2 Uji Hedonik .....	40
4.5	Uji SEM ( <i>Scanning Electron Microscopy</i> ) .....	41
<b>5.</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>45</b>
5.1	Kesimpulan dan Saran.....	45
5.2	Saran .....	45
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>45</b>



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Flavonoid pada Beberapa Sayuran dan Buah.....	8
2. Kualitas Standar Khitosan.....	3
3. Spesifikasi Maltodekstrin.....	16
4. Percobaan Konsentrasi pH Berbeda Terhadap Kandungan Flavonoid Enkapsulasi Ekstrak Daun <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	23
5. Hasil Parameter Uji.....	31
6. Nilai rata – rata rendemen Setelah pH enkapsulasi ekstrak teh alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	33
7. Nilai rata – rata Diameter Setelah pH enkapsulasi ekstrak teh alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	34
8. Nilai rata – rata Total Flavonoid Setelah pH enkapsulasi ekstrak teh Alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	36
9. Nilai rata – rata Total Flavonoid Setelah pH enkapsulasi ekstrak teh alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	36
10. Rata – Rata Hasil Perhitungan Organoleptik dengan ANOVA.....	38



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	6
2. Kerangka C6 – C3 – C6 Flavonoid.....	9
3. Struktur Flavonoid dan turunannya .....	9
4. Proses Pembentukan Serbuk Enkapsulasi Pada Proses Pengeringan Beku .....	11
5. Penangkapan Bahan Inti Oleh Bahan Penyalut .....	12
6. Struktur Kitosan .....	14
7. Struktur Maltodekstrin .....	15
8. Proses Pelepasan Bahan Penyalut.....	17
9. Proses Pelepasan Bahan Penyalut.....	18
10. SEM (Scanning Electronic Microscopy ) .....	19
11. Diagram Alir Perlakuan pH terhadap Enkapsulasi Ekstrak Teh Alga Coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	26
12. SEM enkapsulasi sebelum perlakuan pH.....	41
13. SEM penyalut kitosan (a dan maltodekstrin (b) .....	41
14. SEM enkapsulasi setelah diberi perlakuan pH .....	42



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Proses Pembuatan Serbuk Alga Coklat <i>Sargasum cristafolium</i> .....	53
2. Proses Ekstraksi Alga Coklat <i>Sargasum cristafolium</i> .....	54
3. Proses Enkapsulasi Ekstraksi Alga Coklat <i>Sargasum cristafolium</i> .....	55
4. Perlakuan pH .....	56
5. Prosedur Pembuatan pH Buffer .....	57
6. Pengujian pH .....	64
7. Pengujian Total Flavonoid .....	65
8. Prosedur Analisis Diameter Enkapsulat .....	66
9. Data Hasil Nilai Absorbansi Quersetin .....	67
10. Hasil Nilai Total senyawa Flavonoid Enkapsulasi Teh Alga Coklat 63 <i>Sargassum Cristaefolium</i> .....	68
11. Hasil Perhitungan Senyawa Flavonoid .....	69
12. Perhitungan Keragaman Analisis Total Flavonoid .....	70
13. Perhitungan dan Analisa Data Efisiensi Enkapsulasi Flavonoid Enkapsulasi Ekstrak Daun Alga Coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	72
14. Questioner Uji Organoleptik Skoring .....	72
15. Questioner Uji Organoleptik Hedonik .....	73
16. Perhitung Ananalisa Hedonik Aroma .....	74
17. Perhitung Ananalisa Hedonik Warna .....	76
18. Perhitung Ananalisa Skoring Aroma .....	77
19. Perhitung Ananalisa Skoring Warna .....	79
20. Perhitung Analisa Diameter Flavonoid Setelah Perlakuan pH berbeda ....	81
21. Perhitungan dan Analisa Data Rendemen Enkapsulasi Ekstrak Daun Alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	82



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Alga coklat (*Sargassum* sp.) merupakan salah satu genus dalam kelas *Phaeopyceae* yang memiliki potensi tinggi terhadap kandungan bioaktifnya (Kadi, 2005). *Sargassum cristaefolium* merupakan alga multiseluler yang menghasilkan senyawa-senyawa sekunder hasil metabolisme berupa alkaloid dan *flavonoid* (Fahri *et al.*, 2010). Pada teh daun *Sargassum cristaefolium* mengandung kadar flavanol *epigallocatechin gallate* (EGCG) sebesar 0,039 µg/ml (Permatasari, 2014). Sedangkan kadar kuarsetin pada batang sebesar sebesar 0,353 µg/ml (Gyanini, 2014). Sampai saat ini pemanfaatan *Sargassum cristaefolium* masih kurang, bahkan di beberapa daerah tidak dimanfaatkan sama sekali (Tambunan *et al.*, 2013).

Penganeekaragaman produk serbuk ekstrak rumput laut dapat diolah dalam berbagai bentuk untuk memudahkan konsumen mengkonsumsinya serta meningkatkan nilai jualnya, salah satu diantaranya dalam penelitian ini adalah dalam bentuk serbuk alga coklat enkapsulasi. Enkapsulasi merupakan penyalutan terhadap matriks dalam kapsul dan merupakan proses imobilisasi matriks (Usmiati dan Rahayu, 2011).

Enkapsulasi merupakan proses penyalutan bahan inti bentuk cair maupun padat yang membuat partikel-partikel inti mempunyai sifat fisikokimia yang diinginkan (Ali *et al.*, 2012). Banyak jenis penyalut yang digunakan untuk enkapsulasi, diantaranya ada *gum arab*, maltodekstrin, kitosan, karagenan dan dekstrin. Maltodekstrin dan kitosan pada beberapa penelitian telah digunakan sebagai penyalut untuk bahan-bahan zat aktif. Pemilihan bahan penyalut sangat berpengaruh pada pelepasan bahan inti. Pada penelitian sebelumnya oleh saudari Erni (2015), yang berjudul pengaruh perbandingan konsentrasi penyalut

kitosan dan maltodekstrin terhadap kualitas enkapsulat ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan metode *freeze drying* menghasilkan perlakuan terbaik dengan konsentrasi kitosan (3%) dan maltodekstrin (7%). Kitosan dan maltodekstrin telah digunakan untuk proses enkapsulasi berbagai jenis senyawa bioaktif. Kitosan memberikan perlindungan yang baik terhadap inti dan dapat mengikat senyawa aktif seperti fenol, sementara maltodekstrin baik untuk melindungi flavor dari oksidasi (Saloko *et al.*, 2012).

Kitosan merupakan makromolekul biologi yang diperoleh dari proses diasetilasi dari kitin pada cangkang kepiting, kulit udang dan cangkang serangga. Kitosan memiliki gugus asam amino dan gugus hidroksil yang memiliki reaktifitas tinggi sehingga menyebabkan sifat polielektrolit kation dan berperan sebagai penukar ion. Kitosan bersifat mudah larut dalam asam (Nugroho *et al.*, 2011). Menurut Nadarajah (2005), kitosan tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut asam organik pH dibawah 6 antara lain asam laktat, asam asetat, dan asam formiat. Kelarutan kitosan dalam pelarut asam organik sangat terbatas antara lain sedikit larut dalam larutan HCL 1 % tetapi tidak larut dalam asam sulfat dan asam phosphat. Kitosan tidak larut dalam air tetapi larut pada pelarut asam organik dibawah pH 6 antara lain asam formiat, asam asetat dan asam laktat (Nadarajah, 2005).

Maltodekstrin adalah produk hasil hidrolisa parsial pati singkong dengan menggunakan enzim maupun asam. Maltodekstrin memiliki kelarutan yang lebih tinggi, mampu membentuk film, memiliki higroskopisitas rendah, mampu sebagai pembantu pendispersi, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat kuat (Pentury *et al.*, 2013). Maltodekstrin tidak berasa dan dikenal sebagai bahan tambahan makanan yang aman. Maltodekstrin lebih mudah larut daripada pati, maltodekstrin juga mempunyai rasa yang enak dan lembut maltodekstrin memiliki pH 4,5-6,5 (Sadeghi *et al.*, 2008). Salah satu yang dapat dilakukan untuk

mengetahui pelepasan bahan penyalut dapat dilakukan dengan melakukan simulasi perlakuan pH.

Derajat asam atau pH adalah derajat keasaman (acidity) atau kebasaan (alkalinity) suatu larutan. Nilai pH terendah adalah 1,0 (sangat asam) dan yang tertinggi adalah 14,0 (sangat basa). Dengan demikian nilai pH 7,0 dianggap netral. pH bisa digunakan sebagai simulasi pelepasan bahan penyalut enkapsulasi. Pelepasan bahan penyalut dikendalikan dengan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan untuk enkapsulasi. Mekanisme pelepasan bahan penyalut bisa terjadi secara difusi dan degradasi polimer, dan kombinasi difusi dan degradasi polimer (Anisa, 2011).

Berdasarkan Uraian diatas belum ada penelitian yang membahas tentang pengaruh perlakuan pH berbeda terhadap pelepasan penyalut kitosan dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*. pH yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mulai dari pH paling asam sampai pH paling basa (2, 4, 7, 9, 12) dimana untuk mempermudah penelitian dan mengetahui pada pH berapa penyalut dapat bertahan dan terpecah.

## 1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh perlakuan pH berbeda terhadap pelepasan penyalut kitosan (3%) dan maltodekstrin (7%) pada enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan pH berbeda terhadap pelepasan penyalut kitosan (3%) dan maltodekstrin (7%) pada enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*

#### 1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah:

H0 : Diduga perlakuan pH tidak berpengaruh terhadap sifat dan karakteristik fisik enkapsulasi teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*

H1 : Diduga perlakuan pH berpengaruh terhadap sifat dan karakteristik fisik enkapsulasi teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*

#### 1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah untuk memberi informasi kepada masyarakat, lembaga dan institusi lain mengenai pengaruh perlakuan pH berbeda terhadap pelepasan penyalut kitosan (3%) dan maltodekstrin (7%) pada enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* bagi masyarakat.

#### 1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2015 – September 2015 di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan dan Laboratorium Perekayasa Hasil Perikanan FPIK, Laboratorium Kimia, Fakultas Saintek Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, Laboratorium Sains Ilmu Hayati (LSIH) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, dan Laboratorium Sains Terpadu Universitas Negeri Malang.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Alga Coklat (*Sargassum cristaefolium*)

Alga coklat (*Sargassum cristaefolium*) merupakan salah satu marga *Sargassum* yang termasuk dalam kelas *Phaeophyceae*. *Sargassum* hidup di perairan dengan kedalaman 0,5 – 10 meter dan tumbuh di daerah perairan jernih yang mempunyai substrat dasar batu karang, karang mati, batuan vulkanik atau benda-benda yang bersifat *massive* (Yulianto, 2010). *Sargassum sp.* dikenal sebagai sampah laut karena jumlahnya yang banyak hanyut di permukaan laut pada musim tertentu dan terdampar di pantai karena patah akibat ombak yang besar atau perubahan musim sehingga mengganggu pelayaran kapal nelayan (Septiana dan Asnani, 2012).

Komponen utama dari alga adalah karbohidrat sedangkan komponen lainnya yaitu protein, lemak, abu (sodium dan potassium) dan air 80-90 % (Manurung, 2011). Kelompok alga coklat memiliki bentuk yang bervariasi dan sebagian besar jenis-jenisnya berwarna coklat atau pirang. Alga coklat biasanya dicirikan oleh 3 sifat, yaitu (1) adanya pigmen coklat yaitu fukosantin yang menutupi warna hijau dari pigmen klorofil a dan c, (2) hasil fotosintesis terhimpun dalam bentuk laminaran dan (3) adanya flagel. *Sargassum* memiliki bentuk *thallus silindris* atau gepeng, banyak percabangan yang menyerupai pepohonan darat, bentuk daun melebar, lonjong atau seperti pedang, mempunyai gelembung udara (*bladder*) yang umumnya soliter, panjangnya mencapai 7 meter (di Indonesia terdapat spesies yang panjangnya 3 meter) dan warna *thallus* umumnya coklat (Aryanti, 2011). Gambar *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. *Sargassum cristaefolium***

Klasifikasi *Sargassum cristaefolium* menurut Algaebase (2014) antara

lain:

Kingdom	: Chromista
Subkingdom	: Chromobiota
Infrakingdom	: Heterokonta
Phylum	: Ochrophyta
Subphylum	: Phaeista
Class	: Phaeophyceae
Order	: Fucales - Kylin
Family	: Sargassaceae
Genus	: <i>Sargassum</i>
Specific descriptor	: <i>cristaefolium</i> - C. Agardh
Scientific name	: <i>Sargassum cristaefolium</i> C. Agardh

Menurut Yunizal (2004), Rumput laut coklat atau *Sargassum* sp.

Memiliki komposisi kimia yang meliputi kandungan karbohidrat sebesar 19,06 %, protein sebesar 5,53 %, lemak sebesar 0,74 %, air sebesar 11,71 %, abu sebesar 34,57 %, dan serat kasar sebesar 28,39 %.

## 2.2 Teh Alga Coklat

Teh merupakan bahan minuman yang dibuat dari pucuk muda yang telah mengalami proses pengolahan tertentu. Daun teh mengandung khasiat yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia, salah satunya adalah sebagai antioksidan. Khasiat yang dimiliki oleh minuman teh berasal dari kandungan bahan kimia yang terdapat dalam daun teh. Teh merupakan salah satu komoditas ekspor nonmigas yang telah dikenal sejak lama dan menjadi

penghasil devisa bagi Indonesia ( Ayu *et al.*, 2010). Tanaman teh pada umumnya dapat dipetik secara terus menerus pada umur 5 tahun dan dapat memberi hasil daun teh cukup besar selama 40 tahun, kemudian diadakan kegiatan peremajaan tanaman teh (Spilane, 1992).

Dasar yang digunakan untuk menentukan kualitas teh hijau adalah sifat luar dan sifat dalam dari teh hijau. Karakteristik sifat luar yaitu warna teh kering hijau muda dan hijau kehitaman, ukuran homogen dan tidak tercampur remukan, bentuk tergulung dan terpilin, aroma wangi sampai kurang wangi, dan tidak apek. Sedangkan karakteristik sifat dalam yaitu air seduhan jernih, sedikit berwarna hijau atau kekuning – kuning. Warna tersebut tetap walaupun seduhannya sudah menjadi dingin. Rasa khas teh hijau sedikit pahit dan lebih sepat dibanding teh hitam. Ampas seduhan berwarna hijau (Nazaruddin dan Paimin, 1993).

Teh juga mengandung alkaloid kafein yang bersama-sama polifenol akan membentuk rasa menyegarkan. Beberapa vitamin yang terkandung dalam teh adalah vitamin E, vitamin C, vitamin B, dan vitamin A. Ada juga beberapa mineral dalam teh, salah satunya adalah Flouride (Kustamiyati, 2000). Menurut Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI tahun 1981, dalam 7 100 gram daun teh terhadap kandungan bahan-bahan sebagai berikut: kalori 132, lemak 0,79; kalsium 717 mg; besi 11,8 mg; vitamin B 0,01 mg; air 7,6 gr; protein 19,59; karbohidrat 67,89; fosfor 265 mg; vitamin A 2095 SI, Vitamin C 300 mg (Anonim, 1993).

Menurut Firdhayani *et al.*, (2010), rumput laut *Sargassum sp.* dapat diolah menjadi produk teh rumput laut herbal efisien dan bernilai ekonomis. Hal ini dikarenakan dengan adanya kandungan bahan Alginate, iodine dan guluronate yang dapat membuang zat-zat sisa dalam tubuh, seperti lemak dan sel-sel mati akibat radikal bebas.

### 2.3 Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa polar karena memiliki sejumlah gugus hidroksil yang tidak tersubstitusi. Pelarut polar seperti etanol, metanol, etilasetat, atau campuran dari pelarut tersebut dapat digunakan untuk mengekstrak flavonoid dari jaringan tumbuhan (Rijke, 2005). Berbagai jenis senyawa, kandungan dan aktivitas antioksidatif flavonoid sebagai salah satu kelompok antioksidan alami yang terdapat pada sereal, sayur - sayuran dan buah, telah banyak dipublikasikan. Flavonoid berperan sebagai antioksidan dengan cara mendonasikan atom hidrogennya atau melalui kemampuannya mengkelat logam, berada dalam bentuk glukosida (mengandung rantai samping glukosa) atau dalam bentuk bebas yang disebut aglikon (Cuppert *et al.*, 1954). Kandungan flavonoid pada beberapa sayuran dan buah pada Tabel 1.

**Tabel 1. Kandungan Flavonoid pada Beberapa Sayuran dan Buah**

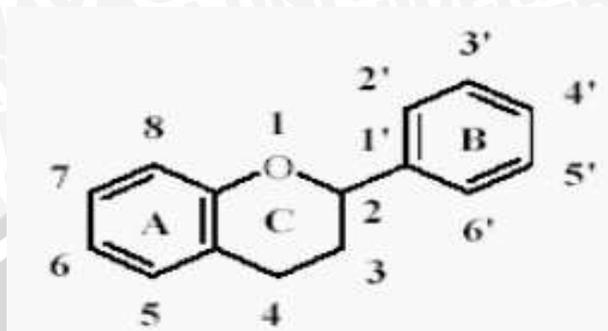
Produk	Senyawa Flavonoid	Kandungan (mg/kg berat segar)
Lettuce ( <i>Lactuca sativa</i> L)	Quercetin	9
Leek ( <i>Allium porrum</i> L)	Kaempferol	31
	Quercetin	2
Onion ( <i>Allium cepa</i> L)	Kaempferol	544
	Quercetin	< 2,5
Cranberry ( <i>Vaccinium macrocarpon</i> Ait)	Kaempferol	172
	Myricetin	77
	Kaempferol	18
Endive ( <i>Chicorium endivia</i> L)	Apigenin	108
Seledri ( <i>Apium graveolens</i> L)	Luteolin	22

Sumber: Hertog *et al.*, (1992)

Pada penelitian lanjutan Menurut Hertog *et al.*, (1993), diketahui pula adanya senyawa-senyawa flavonoid seperti *quercetin*, *kaempferol*, *myricetin*, *apigenin* dan *luteolin* pada 12 jenis teh, 6 jenis minuman anggur dan 7 macam jus buah yang biasa dijumpai pada pusat-pusat perbelanjaan di Belanda. Flavonoid dapat diklasifikasikan menjadi flavon, flavonol, flavonon, flavononon, isoflavon, calkon, dihidrokalkon, auron, antosianidin, katekin, dan flavan-3,4-diol (Sirait, 2007). Flavonoid berupa senyawa fenol sehingga warnanya berubah bila

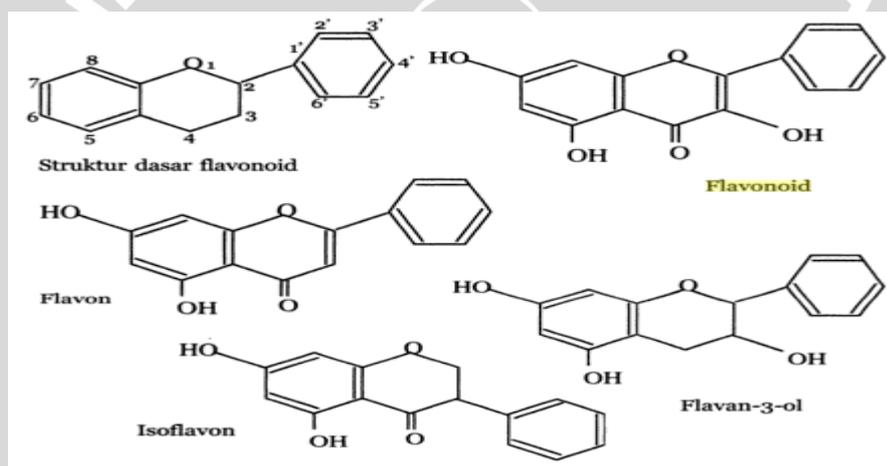
ditambah basa atau amoniak (Harborne, 1987). Komponen aktif pada rumput laut coklat yang berperan sebagai inhibitor tirosinase adalah flavonoid (Chang, 2009).

Struktur flavonoid dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



**Gambar 2. Struktur flavonoid**

Sumber : Markham, (1988)



**Gambar 3. Struktur flavonoid dan turunannya**

Sumber : Silahi, (2006)

Sebuah analisis antioksidan pada penelitian yang dilakukan oleh Wong dan Lin (2014), pada ekstrak *S. cristaefolium* dan hasil analisis menunjukkan bahwa ekstrak *S. cristaefolium* memiliki kandungan polisakarida sebesar  $18,2 \pm 0,05\%$ , kandungan flavonoid sebesar  $11,2 \pm 1,5$  mg/ml (mg flavonoid/ml), kandungan klorofil sebesar  $25,8 \pm 0,4$  mg/g dan kandungan karotenoid sebesar  $6,1 \pm 3,0$  mg/g.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Putri (2011), menyatakan bahwa kedua ekstrak *Sargassum sp.* dari hasil pengeringan matahari maupun oven

60°C menunjukkan hasil yang positif terhadap adanya senyawa flavonoid. Hasil pengukuran kadar flavonoid total pada perlakuan dengan panas matahari didapatkan kadar flavonoid sebesar  $2,118 \pm 0,07$  mg/gr dan pada perlakuan dengan menggunakan oven 60°C didapatkan hasil kadar flavonoid sebesar  $1,991 \pm 0,03$  mg/gr.

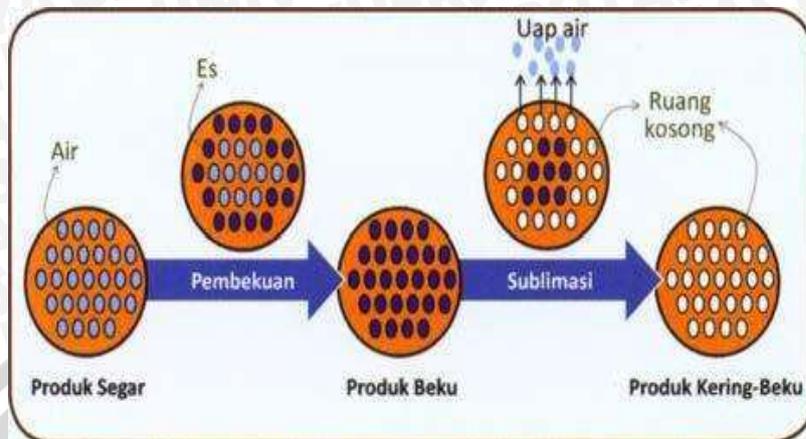
## 2.4 Pembentukan Enkapsulat

### 2.4.1 Pembentukan Enkapsulat pada *Freeze Drying*

Enkapsulasi merupakan teknik penyalutan suatu bahan aktif baik berupa padatan, cairan, atau gas yang di lapiasi oleh bahan penyalut. Lapisan ini bertujuan untuk melindungi bahan aktif dari kondisi kebusukan, penguapan komponen aktif, kestabilan dari bahan yang mudah menguap, sensitifitas terhadap cahaya, serta dapat menutupi rasa atau aroma yang tidak di inginkan dari bahan aktif (Silitonga dan berlian, 2014).

Enkapsulasi dikatakan berhasil jika bahan yang dienkapsulasi memiliki viabilitas sel yang relatif tinggi dan sifat-sifat fisiologis yang relatif sama dengan sebelum dienkapsulasi (Triana *et al.*, 2006). Melalui enkapsulasi, inti yang berada di dalam kapsul akan terhindar dari pengaruh lingkungan sehingga akan terjaga dalam keadaan baik dan inti tersebut akan dilepaskan hanya pada kondisi yang sudah ditargetkan. Menurut Hariyadi (2013), Proses pembentukan enkapsulasi diawali dengan proses gelatinisasi yang terjadi karena penangkapan cairan oleh pati atau bahan penyalut yang disebabkan oleh bertambahnya energi kinetik cairan karena terjadi proses pemanasan pada saat homogenisasi bahan. Proses tersalutnya bahan inti terjadi karena bahan enkapsulan memiliki sifat yang dapat menangkap bahan inti. Dalam proses enkapsulasi, hal yang perlu diperhatikan adalah jenis penyalut yang digunakan. Salah satu proses pembentukan enkapsulasi yaitu dengan metode *freeze drying* atau pengering beku yang terjadi

melalui mekanisme sublimasi secara ilustratif. Proses *freeze drying* dapat dilihat pada Gambar 4.

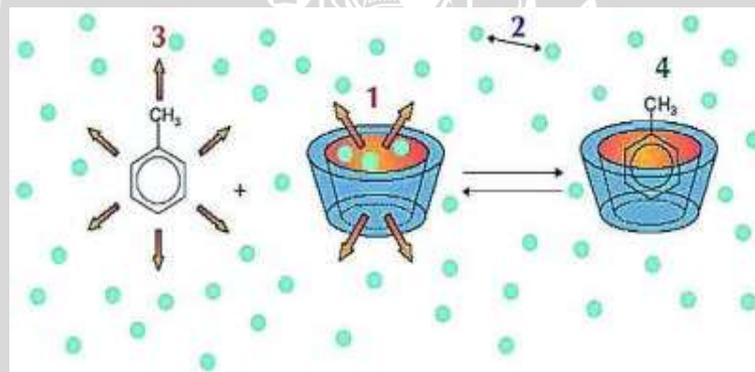


**Gambar 4. Proses pembentukan serbuk encapsulasi pada *freeze drying***  
Sumber : Hariyadi ( 2013).

#### 2.4.2 Mekanisme Pembentukan kapsul oleh Maltodekstrin dan Kitosan

Proses pembentukan lapisan kapsul oleh maltodekstrin dan kitosan diawali dengan proses bercampurnya bahan kapsul dengan bahan yang akan dienkapsulasi yang berbentuk cair. Bahan berbentuk cair tersebut kemudian dihomogenkan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer*. Pada proses pencampuran ini terjadi ikatan hidrogen oleh bahan kapsul dan bahan inti kapsul sehingga kapsul dan bahan inti kapsul dapat menjadi satu. Menurut Martinez *et al.* (2007) Molekul maltodekstrin yang tersusun dari glukosa mengandung banyak gugus hidroksil ( $-OH$ ) dapat membentuk ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen bukan ikatan kovalen tetapi merupakan gaya tarik elektrostatik antara hidrogen yang positif dan sepasang elektron yang tidak terikat. Sedangkan Kitosan memiliki gugus amino ( $-NH^2+$ ) merupakan sisi aktif yang bisa menangkap  $H^+$  sehingga gugus aminonya terprotonasi menjadi  $-NH_3^+$ . Hal inilah yang akan membuat terbentuknya kapsul dari maltodekstrin dan kitosan.

Proses penangkapan bahan inti oleh bahan penyalut merupakan proses yang penting dalam pembentukan produk enkapsulasi. Bahan penyalut seperti dekstrin dan turunannya menghasilkan permukaan dalam rongga yang hidrofobik sedangkan permukaan luar rongga adalah hidrofilik. Susunan inilah yang memungkinkan pati bertindak sebagai host atau tuan rumah untuk menjebak bahan kimia lain apakah secara penuh atau sebagian saja tetapi tidak melibatkan pembentukan ikatan-ikatan kovalen. Pembentukan enkapsulasi dapat dilihat dari kemampuan mereka untuk mengemas molekul hidrofobik dengan ukuran yang cocok dalam rongga mereka untuk membentuk inklusi kompleks (Priambodo, 2015). Penangkapan bahan inti oleh tuan rumah atau bahan penyalut ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5. Penangkapan bahan inti oleh tuan rumah atau bahan penyalut**  
Sumber : Marquez dan Helena (2010).

## 2.5 Kitosan

Kitosan adalah serat makanan yang terdapat pada tempurung udang dan kepiting, terutama terdiri dari kitin yang sangat bermanfaat bagi tubuh manusia, antara lain dapat menurunkan kolesterol, memperkuat fungsi liver, dan pencegah penyakit jantung (Fachary dan Sartika, 2012). Kualitas standart kitosan dapat dilihat pada Tabel 2.

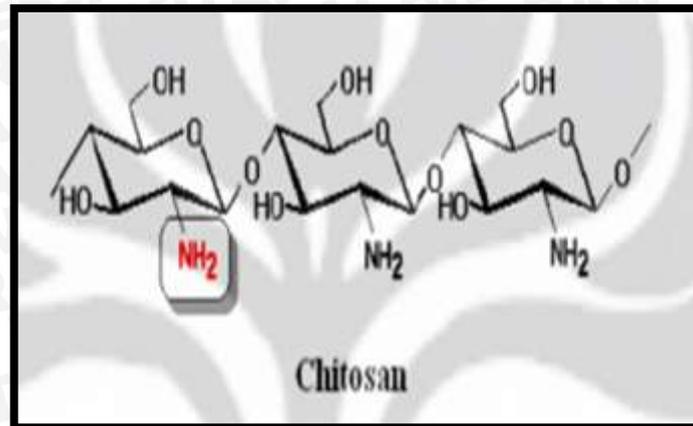
Tabel 2. Spesifikasi KITOSAN

Spesifikasi	Deskripsi
Warna	Putih Kecoklatan
Bau	Tidak Berbau
Bentuk	Serbuk
Kadar Air	2,06 ± 0,82 %
Kadar Abu	26,11% ± 0,45 %
Derajat Deasetilasi	74,9 % ± 0,45%
Berat Molekul	2 Kilodalton
Derajat Polimerasi	12
pH	6,2 - 7

Sumber : Rakhmawati, 2007

KITOSAN memiliki gugus amino ( $-NH_2^+$ ) merupakan sisi aktif yang dalam kondisi asam berair, akan menangkap  $H^+$  dari lingkungannya sehingga gugus aminonya terprotonasi menjadi  $-NH_3^+$ . Muatan positif  $-NH_3^+$  ini dapat dimanfaatkan untuk mengadsorpsi zat warna anionik. Sementara adsorpsi zat warna kationik dan kation logam memanfaatkan keberadaan pasangan elektron bebas pada gugus OH dan  $NH_3^+$  yang bertindak sebagai ligan dan dapat berinteraksi dengan zat warna kationik atau kation logam melalui mekanisme pembentukan ikatan kovalen koordinasi (kompleks) (Sugita *et al.*, 2009).

KITOSAN (2-asetamida-deoksi-D-glukosa) memiliki gugus amina bebas yang membuat polimer ini bersifat polikationik, sehingga polimer ini potensial untuk diaplikasikan dalam pengolahan limbah, obat-obatan, pengolahan makanan dan bioteknologi. KITOSAN memiliki gugus molekul  $(C_8H_{13}NO_5)_n$  (Savant *et al.*, 2000). KITOSAN mudah larut pada larutan di bawah pH 6 dan stabil pada pH 7 (Onar and Sarisik, 2002). Ketika kitosan dilarutkan kedalam asam, amina primer pada molekul kitosan menjadi terprotonasi dan memperoleh muatan positif, karena itu molekul kitosan yang telarut adalah polikationik. KITOSAN tidak larut dalam pelarut alkali karena adanya gugus amina (Kim *et al.*, 2000). Struktur kitosan dapat dilihat pada Gambar 6.

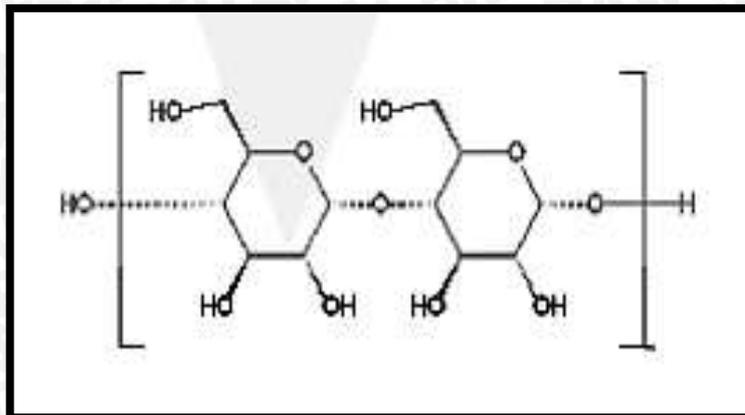


**Gambar 6. Struktur Kitosan**  
Sumber : Shajii *et al.*, (2010)

## 2.6 Maltodekstrin

Maltodekstrin didefinisikan sebagai produk hidrolisis pati yang mengandung unit  $\alpha$ -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan DE Dextrose Equivalent) kurang dari 20. Rumus umum maltodekstrin adalah  $[(C_6H_{10}O_5)_nH_2O]$  (Kearsley dan Diedzic, 2012). Maltodekstrin merupakan oligosakarida yang dihasilkan dari hidrolisis pati yang diatur oleh enzim-enzim tertentu atau hidrolisis oleh asam, berwarna putih sampai bening (Kuntz, 1996).

Maltodekstrin merupakan bahan yang sering digunakan sebagai penyalut yang baik dalam membentuk emulsi dan viskositasnya yang rendah. Selain itu maltodekstrin sering digunakan karena mudah ditemukan, mudah dalam penanganan proses dispersi yang cepat, memiliki kelarutan yang tinggi, kemungkinan terjadi pencoklatan rendah, mampu membentuk metrik, menghambat kristalisasi, daya ikat kuat, stabil pada emulsi minyak dalam air dan mempunyai kemampuan yang baik dalam menghambat reaksi oksidasi sehingga mikrokapsul yang dihasilkan mempunyai umur simpan yang baik (Supriyadi dan rujita, 2013). Struktur kimia maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7. Struktur Maltodekstrin**

Sumber : Carreto *et al.*, (2009)

Kelebihan maltodekstrin adalah mudah larut dalam air dingin. Sifat-sifat yang dimiliki maltodekstrin antara lain mengalami dispersi cepat, memiliki sifat daya larut yang tinggi maupun membentuk film, membentuk sifat higroskopis yang rendah, mampu membentuk *body*, sifat *browning* yang rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat (Tama *et al.*, 2012). Menurut Phentury *et al.*, (2013), maltodekstrin memiliki kelarutan yang lebih tinggi, mampu membentuk film, memiliki higroskopisitas rendah, mampu sebagai pembantu pendispersi, mampu menghambat kristalisasi, memiliki daya ikat kuat dan maltodekstrin memiliki pH 4,5-6,5.

Sifat-sifat yang dimiliki maltodekstrin antara lain mengalami dispersi cepat, memiliki sifat daya larut yang tinggi maupun membentuk film, memiliki sifat higroskopis yang rendah, mampu membentuk *body*, sifat *browning* yang rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat (Srihari *et al.*, 2010). Secara umum maltodekstrin dapat larut dalam air (termasuk dalam air dingin) dan memiliki *bulk density* yang rendah. Maltodekstrin tidak berasa manis dan cenderung mempunyai rasa hambar. Karena sifat ini, maltodekstrin memiliki aplikasi yang cukup besar dalam industri makanan, khususnya dalam makanan olahan (Dumitru, 2004)

Maltodekstrin sebagai komponen bahan dalam industry pangan telah banyak dipakai karena aman dan terdaftar pada GRAS (*Generally Recognized As Safe*), nomor 21 CFR (*Code of Federal Regulation*) 184.1444. Maltodekstrin tidak berasa dan dikenal sebagai bahan tambahan makanan yang aman. Maltodekstrin lebih mudah larut daripada pati, maltodekstrin juga mempunyai rasa yang enak dan lembut. Maltodekstrin memiliki penggunaan yang lebih banyak dalam industri pangan, bahkan farmasi. Maltodekstrin telah banyak digunakan pada industri makanan, seperti pada minuman susu bubuk, minuman berenergi dan minuman Prebiotik. Struktur maltodekstrin tergantung dari sumber botaninya, karena masing-masing mempunyai sifat fisika dan kimia yang berbeda (Pentudy *et al.*, 2013). Tabel spesifikasi maltodekstrin dapat dilaha pada Tabel 3.

**Tabel 3. Spesifikasi Maltodekstrin**

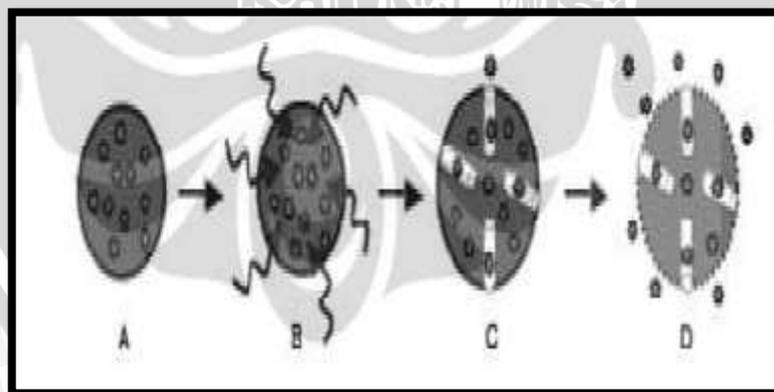
Kriteria	Spesifikasi
Bubuk	Kenampakan putih agak kekuningan
Bau	Bau seperti malt- dekstrin
Rasa	Kurang manis, hambar
Kadar air	6%
DE (Dextrose Equivalent)	≤ 20
pH	4,5-6,5
Sulfated ash	0,6% (maksimum)
Total Plate Count (TPC)	1500/g

Sumber: Blancard dan Katz, 1995

## 2.7 Pelepasan penyalut pH yang berbeda

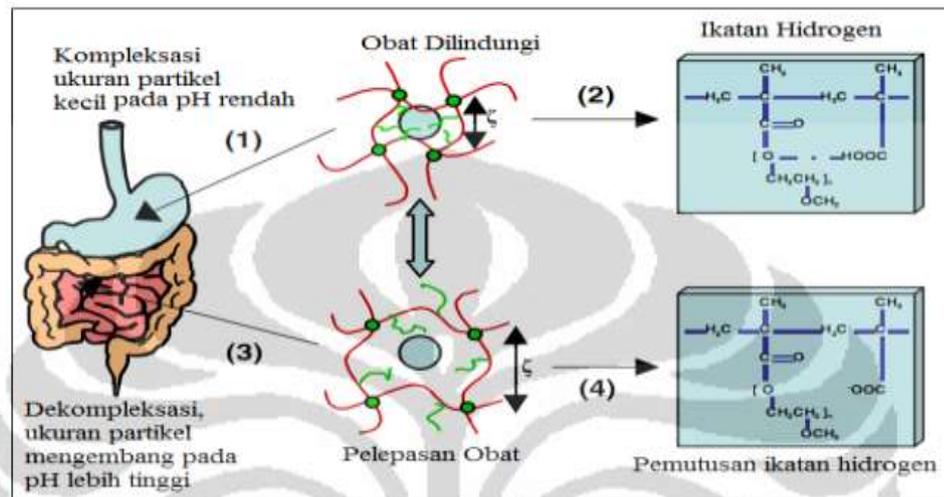
pH adalah tingkatan asam basa suatu larutan yang diukur dengan skala 0–14. Nilai pH terendah adalah 1,0 (sangat asam) dan yang tertinggi adalah 14,0 (sangat basa). Dengan demikian nilai pH 7,0 dianggap netral. pH bisa digunakan sebagai simulasi pelepasan bahan penyalut enkapsulasi. Pelepasan bahan penyalut dikendalikan dengan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan untuk enkapsulasi.

Mekanisme pelepasan bahan penyalut bisa terjadi secara difusi dan degradasi polimer, dan kombinasi difusi dan degradasi polimer. Difusi terjadi ketika zat aktif mengalir melalui pori-pori yang terdapat pada matriks polimer. Degradasi polier biasanya untuk bahan penyalut berupa polimer *biodegradable* yang ditandai rusaknya mikrokapsul. Gabungan dari difusi dan degradasi polimer dapat terjadi dimana penyalut oleh mikrokapsul akan berinteraksi dengan cairan asam maupun basa sehingga cairan akan masuk kedalam matriks polimer dan menyebabkan terjadinya pengembangan yang kemudian menyebabkan zat aktif bisa berdifusi dari dinding polimer kelingkungan luar. Polimer mulai terdegradasi sehingga zat aktif yang dilepaskan semakin banyak (Anisa, 2011). Abror dan Sari (2007), menyatakan bahwa mekanisme difusi ketoprofen tersalut kitosan-gom guar diawali dengan proses pembengkakan saat membran bersentuhan dengan cairan. Selanjutnya pembentukan dan pembukaan pori membran melepaskan obat dari matriks. Semakin tebal lapisan gel yang harus dilewati ketoprofen, semakin besar penghalang bagi ketoprofen untuk berdifusi keluar. Proses pelepasan bahan penyalut dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



**Gambar 8. Proses pelepasan bahan penyalut**

Sumber : Anisa, (2011)



Keterangan : (1) Perlindungan polimer terhadap obat (2) Kompleksasi polimer karena ikatan hydrogen diantara ikatan polimer (3) Pelepasan obat pada duodenum (4) Dekompleksasi dan pertambahan ukuran partikel yang terjadi karena pemutusan ikatan hydrogen pada pH lebih tinggi

**Gambar 9. Proses pelepasan bahan penyalut**

Sumber : Kearsley dan Diedzic, 2012

Faktor yang mempengaruhi pelepasan bahan aktif dari suatu matriks adalah bahan penyalut, kelembaban relatif, dan temperatur. Sedangkan mekanisme pelepasan kapsul dipengaruhi oleh pelarut, meliputi: titik didih pelarut, sifat difusi pelarut, dan degradasi pelarut (Okky, 2015).

## 2.9 SEM (*Scanning Electronic Microscopy*)

Mikroskop SEM (*Scanning Electron Microscope*) adalah suatu mikroskop yang menggambarkan objek dengan bantuan sumber elektron yang ditembakkan dengan menyapu daerah seluruh permukaan sampel yang mempunyai konduktivitas tinggi membentuk gambar tiga dimensi yang berasal dari katoda filamen dan mempunyai resolusi tinggi. SEM mempunyai perbesaran hingga jutaan kali dibandingkan mikroskop optik dan merupakan alat multifungsi tidak hanya menghasilkan data kualitatif tetapi juga data kuantitatif seperti mengetahui komposisi unsur unsur material dengan adanya pancaran elektron berupa sinar X dan banyaknya jumlah unsur unsur tersebut ada di material dengan

menggunakan *Energy Dispersive Spectrometer* (EDS) yang dapat mendeteksi unsur-unsur boron hingga uranium (Priyotomo, 2005).

SEM terdiri dari sebuah senapan elektron yang memproduksi berkas elektron pada tegangan dipercepat sebesar 2 – 30 kv. Berkas elektron tersebut dilewatkan pada beberapa lensa elektromagnetik untuk menghasilkan image berukuran 10nm pada sampel yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi atau ke dalam tabung layar. (Tucker, 1988). SEM (*Scanning Electronic Microscopy*) dapat dilihat pada Gambar 10.

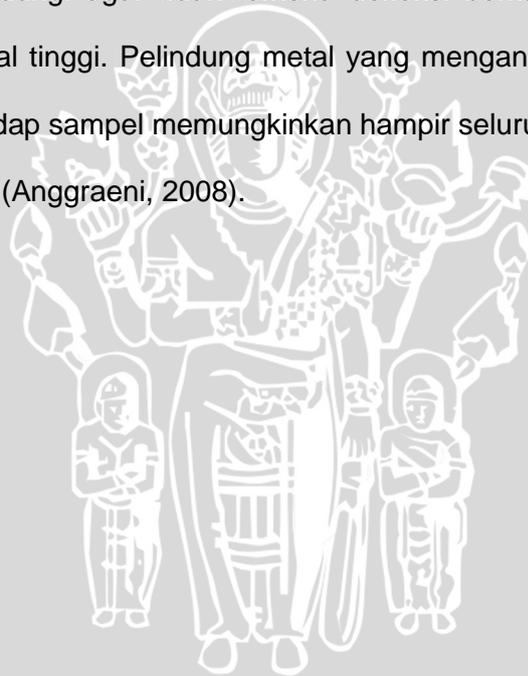


**Gambar 10. SEM (*Scanning Electronic Microscopy*)**

Sumber : Hafner, (2007)

SEM sangat cocok digunakan untuk pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran berkisar antara 20 kali sampai 500.000 kali. Sebelum melalui lensa elektromagnetik terakhir scanning raster mendeflesikan berkas elektron untuk men-scan permukaan sampel. Hasil scan ini tersinkronisasi dengan tabung sinar katoda dan gambar sampel akan tampak pada area yang di-scan. Tingkat kontras yang tampak pada tabung sinar katoda timbul karena hasil refleksi yang berbeda-beda dari sampel. Sewaktu berkas elektron menumbuk permukaan sampel sejumlah elektron direfleksikan sebagai *backscattered electron* (BSE) dan yang lain membebaskan energi rendah *secondary electron* (SE). Emisi radiasi elektromagnetik dari sampel timbul pada panjang gelombang yang bervariasi tapi pada dasarnya panjang gelombang

yang lebih menarik untuk digunakan adalah daerah panjang gelombang cahaya tampak (*cathodoluminescence*) dan sinar-X. Elektron-elektron BSE dan SE yang direfleksikan dan dipancarkan sampel dikumpulkan oleh sebuah *scintillator* yang memancarkan sebuah pulsa cahaya pada elektron yang datang. Cahaya yang dipancarkan kemudian diubah menjadi sinyal listrik dan diperbesar oleh *photomultiplier*. Setelah melalui proses pembesaran sinyal tersebut dikirim ke bagian grid tabung sinar katoda. *Scintillator* biasanya memiliki potensial positif sebesar 5 – 10 kv untuk mempercepat energi rendah yang dipancarkan elektron agar cukup untuk mengemisikan cahaya tampak ketika menumbuk *scintillator*. *Scintillator* harus dilindungi agar tidak terkena defleksi berkas elektron utama yang memiliki potensial tinggi. Pelindung metal yang mengandung metal *gauze* terbuka yang menghadap sampel memungkinkan hampir seluruh elektron melalui permukaan *scintillator* (Anggraeni, 2008).



### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari 2015 – September 2015. Sampel alga coklat *Sargassum cristaefolium* diambil dari perairan Talango, Desa Palasa, Kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur. Proses ekstraksi dan analisis dilakukan di beberapa laboratorium yaitu: Fakultas Saintek Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang serta Laboratorium LSIH, Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan (KHP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan FPIK, Laboratorium Sains Terpadu Universitas Negeri Malang.

#### 3.2 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian dapat dibagi dengan 2 materi antara lain bahan baku yang digunakan dalam penelitian dan alat-alat yang dibutuhkan untuk proses berlangsungnya penelitian.

##### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan utama, bahan untuk proses perlakuan pH, proses ekstraksi, pengujian flavonoid, pengujian SEM (*Scanning Electronic Microscopy*), dan uji diameter. Bahan utama yang digunakan berupa alga coklat (*Sargassum cristaefolium*) yang sudah di enkapsulasi menggunakan penyalut kitosan 3 % (b/v) dan maltodekstrin 7 % (b/v).

Bahan yang digunakan untuk proses pengujian pH terhadap kualitas enkapsulasi yaitu larutan HCL, larutan akuades, larutan buffer fosphat, larutan NaOH, kertas saring Whatman no. 42, kertas label, pH paper. Bahan untuk

proses pengujian SEM adalah enkapsulat ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* yang telah diberi perlakuan pH.

### 3.2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat yang digunakan untuk proses pembuatan enkapsulasi ekstrak teh alga coklat, proses perlakuan pH, pengujian flavonoid, pengujian SEM. Alat-alat yang digunakan untuk proses perlakuan pH adalah beaker glass 100 ml, gelas ukur 50 ml dan 100 ml, erlenmeyer 250 ml dan 100 ml, spatula, timbangan digital, corong, pH meter, pH paper, tabung reaksi, rak tabung reaksi. Alat-alat yang digunakan untuk proses pengujian flavonoid antara lain, pipet tetes, neraca elektrik (Metter-tolebo), pipet volumetrik, erlenmeyer, cawan, petridis, kertas saring, corong, tabung reaksi *pyrex*, gelas kimia, gelas ukur, spektrofotometry UV-VIS Genesis 10S. Alat yang digunakan untuk uji SEM adalah mikroskop SEM dan alat untuk menguji diameter adalah mikroskop optik.

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode ini bertujuan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap perlakuan yang lain dengan kondisi terkontrol. Menurut Sugiono (2014), bahwa metode eksperimen merupakan metode penelitian yang dapat digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap faktor lain dalam kondisi yang dapat dikendalikan. Metode eksperimen biasanya diterapkan didalam laboratorium dan terdapat perlakuan tertentu.

Metode eksperimen dilakukan untuk mengetahui sebab akibat dua variable atau lebih, dengan mengendalikan pengaruh dari variabel lain. Metode ini dilaksanakan dengan menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan

terikat. Variabel bebas dari penelitian ini adalah perlakuan pH yang berbeda yaitu perndaman enkapsulasi dengan pH 2, pH 4, pH 7, pH9 , pH12. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini, untuk mengetahui kandungan total flavonoid pada enkapsulasi teh alga coklat dan dilanjutkan dengan uji SEM untuk mengetahui sruktur pelapis dan sifra fisik enkapsulat terhadap perlakuan pH.

### 3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan lima perlakuan dan tiga kelompok. Perlakuan A= larutan KCl-HCl pH 2, B= larutan KCl-HCl pH 4, C= larutan buffer fosphat pH 7, D= larutan NaOH pH 9 dan E= larutan NaOH pH 12 serta dikelompokkan menjadi tiga kelompok. Rancangan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Model rancangan percobaan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

**Tabel 4. Percobaan Konsentrasi pH berbeda terhadap kandungan Flavonoid Enkapsulasi ekstrak daun *Sargassum cristafolium*.**

Perlakuan	Kelompok		
	I	II	III
A1	(A1)U1	(A1)U2	(A1)U3
B2	(B2)U1	(B2)U2	(B2)U3
C3	(C3)U1	(C3)U2	(C3)U3
D4	(D4)U1	(D4)U2	(D4)U3
E5	(E4)U1	(E5)U2	(E5)U3

Keterangan :

A1 : Perlakuan pada pH 2

B2 : Perlakuan pada pH 4

C3 : Perlakuan pada pH 7

D4 : Perlakuan pada pH 9

E5 : Perlakuan pada pH 12

Data yang diperoleh akan dilakukan analisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) menggunakan uji F dengan membandingkan antara F hitung dengan F tabel.

- Jika F hitung < F tabel 5%, maka perlakuan tidak beda nyata.

- Jika  $F_{hitung} > F_{tabel 1\%}$ , maka perlakuan menyebabkan hasil sangat berbeda nyata.
- Jika  $F_{tabel 5\%} < F_{hitung} < F_{tabel 1\%}$ , maka perlakuan menyebabkan hasil berbeda nyata.
- Apabila dari hasil perhitungan didapatkan perbedaan yang nyata ( $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$ ), maka dilanjutkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk menentukan yang terbaik.

### 3.5 Preparasi Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah serbuk teh enkapsulasi alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan penyalut kitosan 3 % (b/v) dan malto dekstrin 7 % (b/v). Kemudian dilakukan perlakuan pH dengan kondisi pH sangat asam sampai pH sangat basa (pH 2, pH 4, pH 7, pH 9, pH 12) menggunakan buffer asam dan NaOH pekat.

Pembuatan larutan pH dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Pembuatan larutan buffer pH 2 (Buffer KCl- HCl)

Pembuatan larutan pH 2 dilakukan dengan cara menimbang 14,9 g KCl 0,2 M lalu dilarutkan dalam 1000 mL aquades sehingga didapatkan larutan Kalium Klorida. Selanjutnya diencerkan larutan HCl pekat hingga didapatkan larutan HCl 0,2 M. Setelah itu dicampurkan 50 mL larutan KCl 0,2 M dengan 10,6 mL larutan HCl 0,2 M dan diencerkan hingga 200 mL sehingga didapatkan pH 2.

- Pembuatan larutan buffer pH 4 (Asam sitrat-Natrium sitrat)

Pembuatan larutan pH 4 dilakukan dengan cara menimbang 21,01 g  $C_6H_8O_7$  0,1 M lalu dilarutkan dalam 1000 mL aquades sehingga didapatkan larutan asam sitrat. Selanjutnya ditimbang 29,41 g  $Na_3C_6H_5O_7$  0,1 M dan dilarutkan dalam 1000 mL aquades sehingga

didapatkan larutan natrium sitrat. Setelah itu dicampurkan 33 mL larutan asam sitrat 0,1 M dengan 17 mL larutan natrium sitrat 0,1 M dan diencerkan hingga 100 mL sehingga didapatkan pH 4.

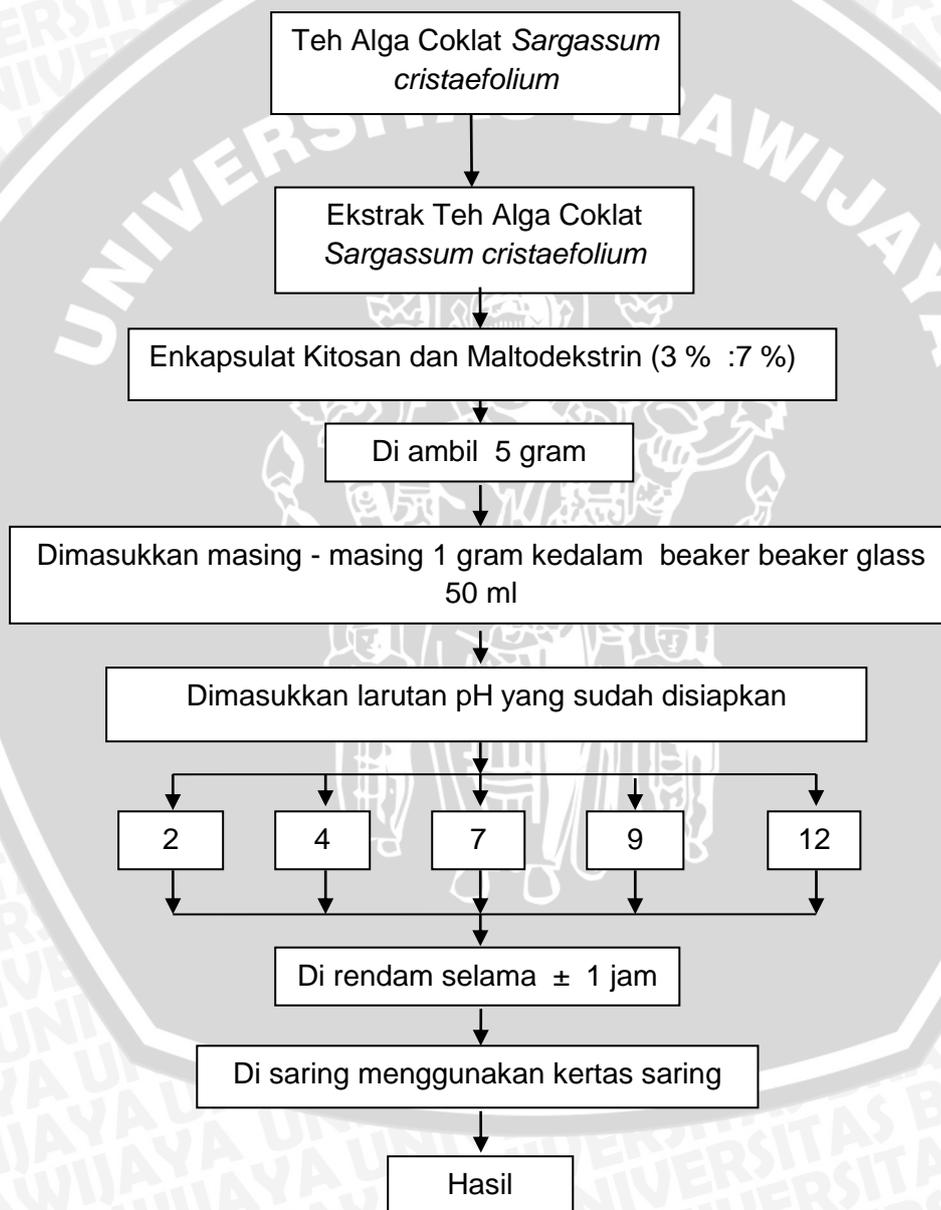
- Larutan pH 7 menggunakan buffer fosfat
- Pembuatan larutan pH basa 9 dan 12

Pembuatan pH 9 dan pH 12 dilakukan dengan cara membuat larutan pH 14 terlebih dahulu. Langkah awal yang dilakukan yaitu dengan cara ditimbang kristal NaOH sebanyak 0,4 g lalu dimasukkan kedalam beaker glass dan dilarutkan dengan aquades. Setelah itu dimasukkan ke dalam labu ukur sampai tanda batas, dikocok labu ukur sampai larutan homogen dan diuji menggunakan pH meter sehingga didapatkan pH 14. Kemudian dibuat pH 13 dengan cara disiapkan larutan pH 14 yang telah dibuat sebelumnya dan diambil 1 mL larutan pH 14 menggunakan pipet volume lalu dimasukkan kedalam labu ukur bervolume 10 mL. Setelah itu ditambahkan aquades kedalam labu ukur sampai tanda batas, diuji pH larutan menggunakan pH meter dan didapatkan pH 13. Untuk membuat pH 12 dilakukan cara yang sama seperti pH 13 begitu juga untuk pH 9.

### **3.6 Uji Perlakuan pH Terhadap Enkapsulasi Menurut Setijawati,(2011) Yang Termodifikasi**

Langkah pertama yang dilakukan dalam pengujian pH adalah menyiapkan teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* yang telah dilakukan ekstraksi dan didapatkan enkapsulasi terbaik dari penyalut kitosan dan maltodekstrin dengan konsentrasi kitosan 3 % (b/v) dan maltodekstrin 7 % (b/v). Selanjutnya perlakuan pH dilakukan dengan cara pengambilan enkapsulat sebanyak 5 gram dan dimasukkan masing – masing 1 gram ke dalam beaker glass. Kemudian dimasukkan larutan pH yang telah disiapkan yaitu (2, 4 ,7 ,9

,12) dan direndam selama 1 jam. Setelah itu sampel disaring menggunakan kertas saring *whatman* 41 sehingga menghasilkan residu dan filtrat. Setelah itu filtrat diangin-anginkan pada suhu ruang dan dilakukan uji total flavonoid, diameter, organoleptik, dan SEM. Diagram alir perlakuan pH terhadap enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar.11** Diagram alir perlakuan pH terhadap enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*

### 3.7 Parameter Uji

Parameter uji yang digunakan pada penelitian utama efisiensi enkapsulasi teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* adalah organoleptik warna dan aroma, analisa diameter enkapsulat, kadar flavonoid,serta struktur morfologi partikel SEM.

#### 3.7.1 Analisa Organoleptik (Aroma dan Warna)

Penilaian Organoleptik dapat dilakukan dengan uji hedonik dan skoring. Parameter uji hedonik dan skoring meliputi rasa, aroma, warna. Panelis yang digunakan sebanyak 20 orang. Penilaian uji hedonik menggunakan skoring dengan nilai terendah 1 (sangat tidak suka) dan nilai tertinggi 7 (sangat suka). Penilaian uji skoring menggunakan skoring dengan nilai terendah 1 (sangat tidak coklat) dan nilai tertinggi 7 (amat sangat coklat) untuk penilaian warna, untuk penilaian rasa nilai scoring terendah 1 (sangat tidak enak) dan nilai tertinggi 7 (amat sangat enak), untuk penilaian aroma nilai scoring terendah 1 (sangat tidak terasa) dan nilai tertinggi 7 (amat sangat terasa). Uji organoleptik adalah pengujian yang dilakukan secara sensori yaitu pengamatan dengan indera manusia (Winarno, 2004).

Pengujian dengan indera manusia merupakan bagian penting, walaupun peralatan telah berkembang dengan pesat. Hal ini disebabkan beberapa sifat karakteristik seperti rasa, hanya tepat bila dianalisis dengan *biological detector* yaitu indera manusia. Peralatan hanya mampu menganalisis pada satu komponen saja sedangkan indera manusia mampu menilai terhadap semua kesan yang timbul secara terpadu sejak bahan disajikan sampai kesan setelah bahan tersebut ditelan (Effendy *et al.*, 2013).

### 3.7.2 Analisa Diameter Enkapsulat

Analisa diameter dilakukan dengan menggunakan mikroskop electron. Langkah yang harus dilakukan adalah, pertama bersihkan *object glass* dan *cover glass* dengan *aquades* kemudian keringkan dengan tisu. Kemudian letakkan serbuk enkapsulat 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. Lalu diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400 - 1000x. (Mariyananingsih *et al.*, 2013)

### 3.7.3 Uji Kandungan Flavonoid Menggunakan Spektrofotometri UV - Vis Menurut Lumbessya, (2013) yang Termodifikasi.

Prosedur penentuan kandungan total flavonoid sebanyak 0,25 g stok ekstrak daun waru, daun ketepeng, daun rumput mutiara, daun rumput teki dan daun iler masing-masing ditambahkan dengan 1 mL  $AlCl_3$  yang telah dilarutkan dengan etanol 80%, kemudian *divortex* selama 20 detik dan dibaca pada panjang gelombang 415 nm. Penentuan flavonoid dinyatakan sebagai ekuivalen kuersetin dalam mg/kg ekstrak. Kurva kalibrasi dipersiapkan pada cara yang sama menggunakan kuersetin sebagai standar.

### 3.7.4 Analisis Total Flavonoid (Metode Spektrofotometri UV-Vis) (Putranti, 2013) dan Efisiensi Enkapsulasi Flavonoid (Umawiranda dan Cahyaningrum, 2014)

Metode yang digunakan dalam pengujian flavonoid mengacu pada metode Putranti (2013), dengan menggunakan pereaksi  $AlCl_3$ . Sebanyak 0,05 gr enkapsulat *Sargassum cristaefolium* dilarutkan dengan etanol sampai 25 ml, kemudian disari dan diambil filtratnya. Filtrat kemudian diambil 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu ditambahkan 2 ml  $AlCl_3$  10%. Larutan

dihomogenkan dan diinkubasi selama 10-12 menit. Absorbansi larutan diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 415 nm. Pengukuran absorbansi dilakukan 2 kali ulangan. Kuersetin digunakan sebagai standar dengan seri konsentrasi 1-10 ppm. Prosedur pengujian kadar flavonoid enkapsulat menggunakan spektrofotometri UV-Vis dapat dilihat pada Lampiran 7. Kurva kalibrasi kuersetin digunakan untuk menentukan kandungan senyawa total flavonoid yang terkandung dalam sampel melalui persamaan regresi dan dinyatakan dengan rumus perhitungan:

$$C = C_1 \times v/m \times FP$$

Keterangan :

- C = Total flavonoid (mg/g)
- C<sub>1</sub> = Konsentrasi kuersetin (mg/L)
- FP = Faktor pengenceran
- m = Berat ekstrak (g)
- V = Volume ekstrak (L)

Perhitungan efisiensi enkapsulasi flavonoid mengacu pada metode Umawiranda dan Cahyaningrum (2014), dengan rumus perhitungan:

$$\% \text{Efisiensi flavonoid} = \frac{\text{Flavonoid setelah dienkapsulasi}}{\text{Flavonoid sebelum dienkapsulasi}} \times 100 \%$$

Keterangan:

- EE = Efisiensi enkapsulasi (%)

### 3.8 Uji SEM (*Scanning electronic Microscopy*)

Cara kerja dari mikroskop scanning electron adalah sinar dari lampu dipancarkan pada lensa kondensor, sebelum masuk pada lensa kondensor ada pengatur dari pancaran sinar elektron yang ditembakkan. Sinar yang melewati lensa kondensor diteruskan lensa objektif yang dapat diatur maju mundurnya. Sinar yang melewati lensa objektif diteruskan pada spesimen yang diatur miring pada pencekamnya, spesimen ini disinari oleh deteksi x-ray yang menghasilkan sebuah gambar yang diteruskan pada layar monitor (Respati, 2008).

Teknik SEM merupakan pemeriksaan dan analisis permukaan. Data atau tampilan yang diperoleh adalah data dari permukaan atau lapisan yang memiliki ketebalan sekitar 20  $\mu\text{m}$  dari permukaan. Gambar permukaan yang diperoleh merupakan gambar topografi dengan segala tonjolan dan lekukan permukaan. Gambar topografi diperoleh dari penangkapan pengolahan elektron sekunder yang dipancarkan oleh spesimen. Kata kunci dari prinsip kerja SEM adalah *scanning* yang berarti bahwa berkas elektron “menyapu” permukaan spesimen, titik demi titik dengan sapuan membentuk garis demi garis, mirip seperti gerakan mata yang membaca. Sinyal elektron sekunder yang dihasilkan adalah dari titik pada permukaan, yang selanjutnya ditangkap oleh *SE detector* dan kemudian diolah dan ditampilkan pada layar CRT (TV). *Scanning coil* yang mengarahkan berkas elektron bekerja secara sinkron dengan pengarah berkas elektron pada tabung layar TV, sehingga didapatkan gambar permukaan spesimen pada layar TV (Oktaviana, 2009)

Untuk menganalisa pengaruh *treatment* pada struktur permukaan serat dilakukan dengan alat mikroskop *electron SEM*. Struktur permukaan serat di amati dengan menggunakan mikroskop JEOL-T220. Analisis *Scanning Elaktron* dilakukan pada tegangan 5 – 20 KV (Rihayat dan suryani, 2008).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terhadap efisiensi enkapsulat maltodekstrin – kitosan ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* pada pH berbeda meliputi beberapa parameter yaitu flavonoid, uji organoleptik, diameter yang dilakukan dengan pengamatan di mikroskop elektron dan uji SEM dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel.5 Hasil Parameter Uji**

Parameter	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12
<b>Analisis Fisika</b>					
Diameter	14.05± 0.88	15.55±0.92	16.28±0.76	18.04±0.88	18.33±0.51
Rendemen %	73±0,01	72±0,02	59.7±0,06	54±0,09	49.3±0,05
<b>Analisis Kimia</b>					
Uji total Flavonoid (mg/g)	3.42±0.51	3.59±0.01	2.78±0.04	2.59±0.03	2.28±0.02
<b>Organoleptik Hedonik</b>					
Warna	3.07±0.24	2.96±0.04	2.93±0.24	2.87±0.07	2.80±0.27
Aroma	3.02±0.17	3.18±0.04	3.22±.0.04	3.33±0.12	3.40±0.12
<b>Skoring</b>					
Warna	5.20±0.12	5.00±0.07	4.76±0.27	4.73±0.12	4.71±0.15
Aroma	3.09±0.10	3.16±0.04	3.22±0.08	3.31±0.14	3.44±0.19

##### 4.1 Analisa Rendemen

Rendemen merupakan persentase perbandingan antara berat bagian bahan yang dapat dimanfaatkan dengan berat total bahan. Rendemen dihitung dari bahan mentah berupa serbuk enkapsulasi alga coklat yang belum dilakukan perlakuan pH hingga menjadi serbuk enkapsulasi setelah perlakuan pH. Berdasarkan hasil penelitian Lampiran 21, nilai rata-rata rendemen ekstrak alga coklat didapatkan hasil sebesar 49.3 – 73,0 %. Nilai rata – rata rendemen setelah pH enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* Tabel 6.

**Tabel 6. Nilai rata – rata rendemen setelah pH enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium***

Perlakuan	Nilai Rata- Rata Rendemen	Notasi
pH 2	73±0,01	a
pH 4	72±0,02	a
pH 7	59.7±0,06	b
pH 9	54±0,09	c
pH 12	49.3±0,05	c

Perhitungan rendemen dengan ANOVA dan dilanjutkan uji BNT menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai rata –rata perlakuan pH2 = 73%, perlakuan pH 4 = 72 %, perlakuan pH 7 = 59.7%, perlakuan pH9 =54%, dan perlakuan pH 12 = 49.3 %. Rendemen tertinggi dari perlakuan pH 2 dan rendemen terendah didapat dari perlakuan pH 12. Menurut Herawati (2004), menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan dalam proses hidrolisis ampas tebu menyebabkan semakin besar rendemen glukosa yang dihasilkan. Adanya penambahan H<sup>+</sup> dari larutan asam kuat yang digunakan akan menyebabkan kekuatan untuk menghidrolisis semakin meningkat, sehingga prosesnya dengan cepat (Yuliansyah, 2003).

#### 4.2 Analisis Diameter Enkapsulat

Analisis diameter berdasarkan ukuran setelah diberi perlakuan pH berkisar antara 14.05– 18.33  $\mu\text{m}$  (Lampiran 20). Menurut Ali *et al.* (2014), pengukuran partikel dilakukan untuk mengetahui apakah metode dan bahan enkapsulat dapat membuat ukuran nanopartikel ( $10^{-9}$ ). Nilai rata – rata Diameter Setelah pH enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Nilai rata – rata Diameter Setelah pH enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium***

Perlakuan	Nilai Rata- Rata Diameter	Notasi
pH 2	14.05± 0.88	a
pH 4	15.55±0.92	b
pH 7	16.28±0.76	b
pH 9	18.04±0.88	c
pH 12	18.33±0.51	c

Perhitungan diameter dengan ANOVA dan dilanjutkan uji BNT menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai rata – rata ukuran diameter serbuk enkapsulat ekstrak teh alga coklat setelah dilakukan perlakuan pH yaitu pH 2 sebesar 14.05  $\mu\text{m}$ , pH 4 sebesar 15.55  $\mu\text{m}$ , pH 7 sebesar 16.28  $\mu\text{m}$ , pH 9 sebesar 18.04  $\mu\text{m}$ , pH 12 sebesar 18.33  $\mu\text{m}$ . Nilai rata-rata diameter tertinggi yaitu pada pH 12 sebesar 18.33  $\mu\text{m}$  dan nilai terendah pada pH 2 sebesar 14.05  $\mu\text{m}$ . Ini dikarenakan kelarutan maltodekstrin dan kitosan mempunyai pengaruh pada pH asam dan basa sehingga berpengaruh pada besar kecilnya diameter yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan pada pH yang semakin tinggi terjadi pengembangan pada garnula mikrokapsul dan semakin rendah pH akan menurunkan kemampuan mengembang pada mikrokapsul. Winarti *et al.*, (2014), menyatakan bahwa kemampuan gelatinisasi akan meningkat pada kondisi basa sehingga salah satunya menyebabkan proses fragmentasi terjadi dan sebaliknya kemampuan gelatinisasi akan menurun pada kondisi pH asam. Hidolisis asam ini tidak banyak mengubah bentuk granula hanya saja menurunkan kemampuan mengembang dan viskositas pati. Khairunizar (2009), menyatakan bahwa reaksi hidrolisis yang dikatalisis oleh asam dapat memutuskan ikatan -D-(1,4) dan kemungkinan -D-(1,6) glikosida dalam pati yang akan menurunkan berat molekul pati yang ditandai dengan menurunnya viskositas pati bila didispersikan dalam air. Muzzarelli (1998), melalui penelitiannya melaporkan pada pH 5,2 struktur

molekul kitosan tidak stabil. Gugus amino bebas membentuk ikatan hidrogen secara intermolekuler yang berikatan dengan oksigen. Sementara pada pH diatas 6,5 ukuran agregat terpisah dan terjadi pemisahan fase. Sehingga polimer dapat mengalami koagulasi dan dapat diambil sebagai padatan amorf. Padatan amorf ini sulit terdegradasi, sehingga perlu penambahan katalis asam untuk memudahkan hidrolisis kitosan. Kondisi asam merupakan kondisi optimal untuk hidrolisis kitosan.

#### 4.3 Analisis Total Flavonoid

Pengujian flavonoid dilakukan untuk mengetahui kadar flavonoid pada ekstrak teh *Sargassum cristaefolium* setelah di enkapsulasi dan dilakukan perlakuan pH. Flavonoid merupakan senyawa polar karena memiliki sejumlah gugus hidroksil yang tidak tersubstitusi. Pelarut polar seperti etanol, methanol, etilasetat atau campuran dari pelarut tersebut dapat digunakan untuk mengekstrak flavonoid dari jaringan tumbuhan (Gyanini., 2004). Hasil Rerata Nilai Total Flavonoid dapat dilihat pada Tabel.8

**Tabel 8. Nilai rata – rata Total Flavonoid Setelah pH enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium***

Perlakuan	Nilai Rata- Rata Total Flavonoid	Notasi
pH 2	3.42±0.51	d
pH 4	3.59±0.01	e
pH 7	2.78±0.04	c
pH 9	2.59±0.03	b
pH 12	2.28±0.02	a

Kadar total flavonoid diperoleh dengan memplot nilai absorbansi sampel dengan penambahan aluminium klorida 2 % terhadap kurva standard kuersetin dari hasil pengamatan didapat, kadar flavonoid total kontrol sebesar 4.64 mg/g. Perhitungan total kadar flavonoid dengan ANOVA dan dilanjutkan uji BNT Lampiran 12, menunjukkan perbedaan kadar total flavonoid yang signifikan. Nilai

kadar flavonoid total tertinggi yaitu pada perlakuan pH 4 sebesar 3.59 mg/g dan terendah kandungan flavonoidnya dihasilkan pada sampel yang diberi perlakuan pH12 sebesar 2.28. Semakin tinggi pH menyebabkan semakin rendahnya nilai flavonoid. Hal ini dikarenakan penyalut yang memiliki sifat asam sehingga pada pH basa bahan penyalut mengalami kerusakan dan dikarenakan sifat flavonoid yang mudah larut pada suasana basa yang menyebabkan nilai flavonoid semakin rendah. Pada suasana asam flavonoid tertinggi didapat pada perlakuan pH 4 dan pada pH 2 nilai flavonoid menurun. Hal ini dikarenakan sifat dari flavonoid sendiri yang mempunyai kesetabilan pada pH 4. Menurut Luthana (2008), pada penelitiannya tentang ekstrak bawang putih menyatakan bahwa total flavonoid tertinggi didapatkan pada pH 4 hal ini dapat dikarenakan flavonoid merupakan senyawa bioaktif yang stabil pada pH asam dengan demikian pada pH netral yakni 7 sampai pH basah kandungan total flavonoid akan cenderung menurun. Flavonoid memiliki sifat yang asam dan dapat larut dalam basa. Flavonoid bila dibiarkan dalam larutan basa, banyak yang akan terurai dan teroksidasi (Markham, 1988). Menurut Phentury *et al.*, (2013), maltodekstrin memiliki kelarutan yang lebih tinggi, mampu membentuk film, memiliki higroskopisitas rendah, mampu sebagai pembantu pendispersi, mampu menghambat kristalisasi, memiliki daya ikat kuat dan maltodekstrin memiliki pH 4,5-6,5. Kitosan tidak larut dalam air tetapi larut pada pelarut asam organik dibawah pH 6 antara lain asam formiat, asam asetat dan asam laktat (Nadarajah, 2005). Kitosan Merupakan basa lemah dengan nilai pKa 6,2 - 7,0. Kitosan larut dalam air pada pH lebih kecil dari 6,5 dimana hanya sebagian gugus amina yang terionisasi (Tungtung *et al.*, 2012). Pada pH diatas 6,5 ukuran agregat terpisah dan terjadi pemisahan fase. Sehingga polimer dapat mengalami koagulasi dan dapat diambil sebagai padatan amorf. Padatan amorf ini sulit terdegradasi,

sehingga perlu penambahan katalis asam untuk memudahkan hidrolisis kitosan. Kondisi asam merupakan kondisi optimal untuk hidrolisis kitosan (Muzzarelli, 1998).

#### 4.4 Efisiensi Enkapsulasi Flavonoid Enkapsulat Ekstrak Teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*

Efisiensi enkapsulasi adalah proses pengenkapsulasian menggunakan metode mana yang tepat dan akurat untuk menghasilkan enkapsulasi yang bagus. Tujuan efisiensi enkapsulasi itu sendiri adalah untuk mencari ketepatan usaha atau tindakan yang tepat untuk mempertahankan suatu senyawa bioaktif atau zat aktif lainnya agar dapat terlindungi dengan bahan penyalut. (Krasaekoopt *et al.*, 2003). Nilai rata – rata total flavonoid setelah pH enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* tabel 9.

**Tabel 9. Nilai rata – rata Total Flavonoid Setelah pH enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium***

Perlakuan	Nilai % efisiensi	Notasi
pH 2	73.67±0.78	e
pH 4	77.30±0.31	d
pH 7	59.87±0.93	c
pH 9	55.83±0.62	b
pH 12	49.39±0.36	a

Analisis efisiensi enkapsulasi pada pengujian total flavonoid menunjukkan bahwa dengan perlakuan masing-masing pH diperoleh rerata efisiensi enkapsulasi berkisar antara 49.39 – 77.30 %. Hasil rata-rata nilai efisiensi enkapsulasi pada pH 2 sebesar 73.67 %, pada pH 4 sebesar 77.30 %, pada pH 7 sebesar 59.87 %, pada pH 9 sebesar 55.83 %, pada pH 12 sebesar 49.39 %. Efisiensi enkapsulasi flavonoid tertinggi diperoleh dari perlakuan pH 4 sebesar 77.30 % dan efisiensi enkapsulasi flavonoid terendah diperoleh dari perlakuan pH 12 sebesar 49.39 %. Nilai keberhasilan enkapsulasi ditunjukkan dengan seberapa banyak bahan aktif yang dapat dilindungi. Banyaknya bahan aktif yang

terlindungi dikarenakan sifat dari penyalut kitosan memberikan perlindungan yang baik terhadap inti dan dapat mengikat senyawa flavonoid, sementara sifat dari maltodekstrin yang dapat menghambat proses oksidasi dari senyawa aktif yang dienkapsulasi. Kitosan dan maltodekstrin telah digunakan untuk proses enkapsulasi berbagai jenis senyawa bioaktif. Kitosan memberikan perlindungan yang baik terhadap inti dan dapat mengikat senyawa aktif seperti fenol, sementara maltodekstrin baik untuk melindungi flavor dari oksidasi (Saloko *et al.*, 2012). Kitosan mudah larut dalam media asam organik encer maupun pekat dan bersifat polikationik dalam lingkungan asam. Hal ini dikarenakan kitosan memiliki gugus amin yang dapat terprotonasi menjadi amin kationik oleh  $H^+$  dari asam. Kitosan tidak dapat larut dalam air karena disebabkan oleh struktur kristal kitosan yang berasal dari ikatan hidrogen intramolekul dan intermolekul. Kitosan akan terpresipitasi pada pH lebih besar dari 7 (Rowe *et al.*, 2006). Kelarutan maltodekstrin bervariasi tergantung dengan metode hidrolisis. Produk yang dihidrolisa dengan enzim biasanya memiliki konsentrasi yang lebih rendah dengan berat molekul sakarida yang tinggi dan lebih larut dalam air dibandingkan dengan produk yang dihidrolisis menggunakan asam (Kearsley dan Diedzic, 2012). Flavonoid memiliki sifat yang asam dan dapat larut dalam basa. Flavonoid bila dibiarkan dalam larutan basa banyak yang akan terurai dan teroksidasi (Markham, 1988).

#### 4.5 Analisa Organoleptik

Uji organoleptik merupakan pengujian yang didasarkan pada rangsangan sensori pada organ indra manusia sebagai suatu proses fisio-psikologis, yaitu kesadaran atau pengenalan alat indra akan sifat - sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima alat indra yang berasal dari benda tersebut (Ismiwarti, 2005). Uji sensori yang dilakukan pada penelitian ini yaitu uji hedonik dan uji

skoring yang meliputi warna, rasa dan aroma. Uji hedonik bertujuan untuk mengetahui tanggapan dari panelis terhadap produk yang telah dihasilkan dan tingkat kesukaannya. Uji skoring yaitu untuk menentukan urutan sejumlah komoditas atau produk menurut perbedaan intensitasnya. Tabel rata – rata hasil dari perhitungan ANOVA dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10. Rata – Rata Hasil Perhitungan Organoleptik**

Rerata Analisa Organoleptik	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12
<b>Hedonik</b>					
Warna	3.07±0.24	2.96±0.04	2.93±0.24	2.87±0.07	2.80±0.27
Aroma	3.02±0.17	3.18±0.04	3.22±0.04	3.33±0.12	3.40±0.12
<b>Skoring</b>					
Warna	5.20±0.12	5.00±0.07	4.76±0.27	4.73±0.12	4.71±0.15
Aroma	3.09±0.10	3.16±0.04	3.22±0.08	3.31±0.14	3.44±0.19

#### 4.5.1 Warna

##### 4.5.1.1 Uji Sekoring

Berdasarkan ANOVA dan dilanjutkan uji BNT (Lampiran 19), didapatkan hasil Fhitung > F5% yang artinya perlakuan perbedaan pH memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat penilaian warna oleh panelis. Nilai rata-rata yang didapat pada uji sekoring warna 4.71 (agak hijau) - 5.20(hijau).

Analisis uji skoring warna menunjukkan bahwa dengan perlakuan masing-masing perlakuan pH berbeda diperoleh skoring tertinggi dari perlakuan pH 2 yaitu dengan nilai 5.20 dan terendah pada perlakuan pH 12 sebesar 4.71. Pengaruh perlakuan asam dan basa memberikan tingkat warna yang berbeda. Semakin asam warna yang dihasilkan semakin hijau dan semakin basa warna yang dihasilkan lebih coklat. Hal ini dikarenakan adanya reaksi pencoklatan saat perlakuan pH yang semakin tinggi. Reaksi pencoklatan umumnya terjadi pada pH 9 sampai pH 10,5. Pada pH rendah banyak grup amino yang terprotonasi sehingga hanya sedikit asam amino yang tersedia untuk reaksi pencoklatan

(Eriksson,1981). Pencegahan reaksi pencoklatan pada produk pangan dapat dilakukan dengan menurunkan pH pangan (Chandra *et al.*, 2013). Asam akan mendegradasi klorofil dan merusak sistem koloid kotoran-kotoran yang terlarut sehingga larutan akan semakin jernih (Nafi, 2001). Menurut Effendy *et al.*, (2013), warna merupakan salah satu factor penentu pilihan konsumen sebelum faktor lain dipertimbangkan karena warna tampak terlebih dahulu terlihat secara visual dan terkadang sangat menentukan bagi pilihan konsumen.

#### 4.5.1.2 Uji Hedonik

Berdasarkan ANOVA (Lampiran 17), didapatkan hasil Fhitung < F5% yang artinya perlakuan perbedaan pH tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat kesukaan warna oleh panelis. Nilai rata-rata yang didapat pada uji hedonik warna yaitu 2.80 (tidak suka) – 3.07 (agak tidak suka).

Analisis uji hedonik warna menunjukkan bahwa dengan perlakuan masing-masing perlakuan pH berbeda diperoleh nilai tertinggi dari perlakuan pH 2 yaitu dengan nilai 3.07 dan terendah pada perlakuan pH 12 sebesar 2.80. Parameter warna tidak menunjukkan perbedaan signifikan karena warna yang dihasilkan rata - rata hamper sama. Artinya perlakuan yang diberikan tidak dapat mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap warna. Menurut Pramitasari (2010), menyatakan bahwa warna merupakan parameter pertama yang menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk.

#### 4.5.2 Aroma

##### 4.5.2.1 Uji Sekoring

Berdasarkan ANOVA dan dilanjutkan uji BNT (Lampiran 18), didapatkan hasil Fhitung > F5% yang artinya perlakuan perbedaan pH memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat penilaian aroma oleh panelis. Nilai rata-

rata yang didapat pada uji sekoring aroma 3.09 (agak tidak terasa) – 3.44 (agak tidak terasa).

Analisis uji skoring aroma menunjukkan bahwa dengan perlakuan masing-masing perlakuan pH berbeda diperoleh uji skoring tertinggi dari perlakuan pH 12 yaitu dengan nilai 3.44 dan terendah pada perlakuan pH 2 sebesar 3.00. Ini dikarenakan semakin tinggi perlakuan pH penalis semakin tidak suka dengan aroma yang ditimbulkan. Menurut Kustina (2006), yang menyatakan bahwa pada umumnya para panelis mengatakan tidak menyukai aroma yang ditimbulkan oleh produk teh rumput laut dari *Sargassum* karena aromanya tidak sedap (seperti bau amis) pada produk teh rumput laut dari *Sargassum*.

#### 4.5.2.2 Uji Hedonik

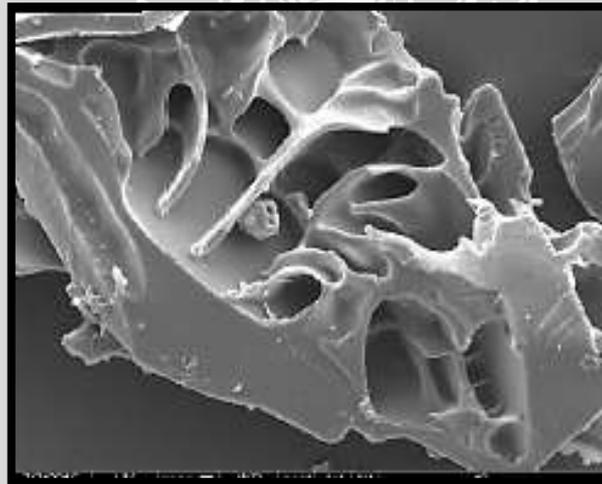
Berdasarkan ANOVA dan dilanjutkan uji BNT (Lampiran 16), didapatkan hasil  $F_{hitung} > F_{5\%}$  yang artinya perlakuan perbedaan pH memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat kesukaan aroma oleh panelis. Nilai rata-rata yang didapat pada uji hedonik aroma 3.02 (agak tidak suka) – 3.40 (agak tidak suka).

Analisis uji hedonik aroma menunjukkan bahwa dengan perlakuan masing-masing perlakuan pH berbeda diperoleh nilai tertinggi dari perlakuan pH 12 yaitu dengan nilai 3.40 dan terendah pada perlakuan pH 2 sebesar 3.02. Ini dikarenakan semakin tinggi pH yang digunakan maka aroma yang muncul semakin kuat. Aroma merupakan sensasi sensori yang dialami oleh indera pembau yang dapat mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap suatu produk makanan. Misalnya sebagai akibat dari pemanasan atau cara penyimpanan yang kurang baik ataupun karena adanya cacat (Puspitasari, 2008). Menurut Kustina (2006), umumnya para panelis mengatakan tidak menyukai aroma yang ditimbulkan oleh produk teh rumput laut dari *Sargassum*

karena aromanya tidak sedap (seperti bau amis) pada produk teh rumput laut dari *S. cristafolium*.

#### 4.6 Analisa SEM( Scanning Electron Microscopy)

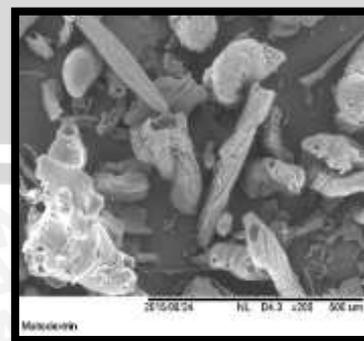
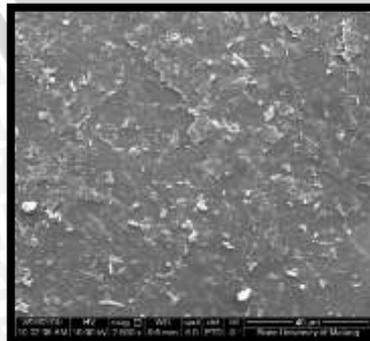
SEM (*Scanning Electron Mikroskopy*) merupakan salah satu indikator untuk membuktikan sifat fisik dan struktur permukaan dari enkapsulasi teh alga coklat dengan penyalut kitosan 3 % dan maltodekstrin 7 %. Perlakuan pH yang dilakukan untuk membuktikan adanya pengaruh nyata atau tidak terhadap penyalut yang digunakan untuk melapisi ekstrak teh alga coklat. Hasil Enkasulasi awal sebelum perlakuan dan sesudah uji pH dapat dilihat pada Gambar 12, 13 dan 14.



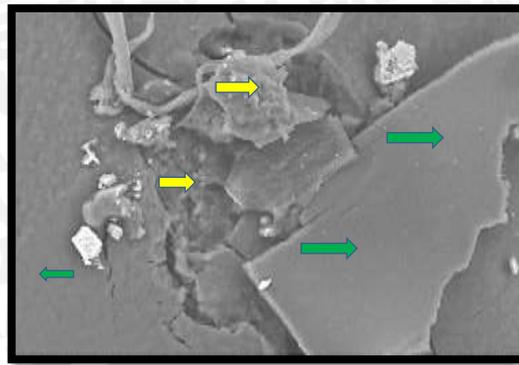
Gambar. 12 SEM enkapsulasi sebelum perlakuan pH

A

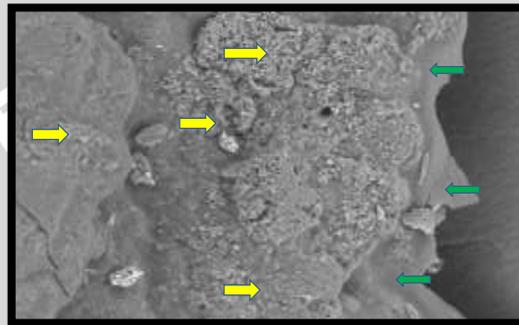
B



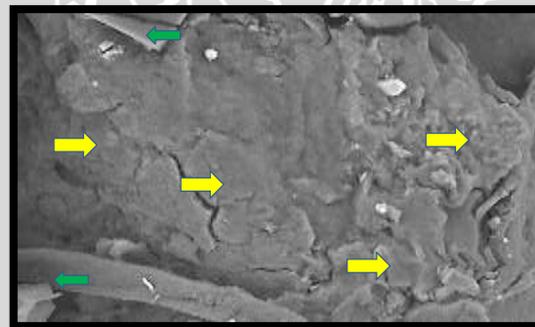
Gambar 13. SEM penyalut kitosan (a) dan maltodekstrin (b)



(A)



(B)



(C)

**Gambar 14. SEM enkapsulasi setelah diberi perlakuan pH (a) perlakuan pH 2, (b) perlakuan pH 7 (c) perlakuan pH 12**

Keterangan :

- A. Perlakuan pH 2 menunjukkan hasil SEM dengan setruktur fisik penyalut belum banyak yang rusak setelah perlakuan pH
- B. Perlakuan pH 7 menunjukkan hasil SEM dengan setruktur fisik penyalut banyak yang rusak setelah perlakuan pH
- C. Perlakuan pH 12 menunjukkan hasil SEM dengan setruktur fisik penyalut banyak yang rusak setelah perlakuan pH

➡ Penyalut belum terjadi kerusakan pada struktur fisiknya

➡ Penyalut terjadi kerusakan pada struktur fisiknya

Pada gambar SEM enkapsulasi sebelum diberi perlakuan pH memiliki fisik seperti serpihan, berlekuk- lekuk, berongga dan bentuk permukaannya halus dan tidak pecah-pecah. Pada teh enkapsulat, inti tidak terenkapsulat dengan sempurna. Setelah diberi perlakuan pH yang berbeda dan diambil perlakuan terpilih yaitu dari yang paling asam pH 2, netral pH 7, dan yang paling basa pH 12. Pada pH 2 memiliki permukaan yang halus, sebagian menggumpal, dan sebagian berbentuk serpihan serta struktur fisiknya belum banyak yang rusak. Pada pH 7 memiliki permukaan kasar dan banyak yang menggumpal, serta tidak beraturan serta struktur fisiknya banyak yang rusak. Pada pH 12 memiliki bentuk tidak beraturan, permukaan kasar, menggumpal, serta struktur fisiknya banyak yang rusak dan retak. Menurut Chranioti dan Constantine (2013), bentuk yang tak beraturan terbentuk akibat proses dehidrasi biasanya molekul yang terjebak dari pencahayaan, panas dan oksigen. Penambahan katalis asam (konsentrasi solven) akan menyebabkan penurunan pH, depolimerasi kitosan juga dipengaruhi oleh pH dari katalis. Pada pH dibawah 4, kebanyakan grup amino kitosan terprotonasi dan menyebabkan pembengkakan pada ikatan polimer sehingga mengakibatkan putusannya ikatan dalam molekul kitosan (Nystrom *et al.*, 1999). Muzzarelli (1998), melalui penelitiannya melaporkan pada pH 5,2 struktur molekul kitosan tidak stabil. Gugus amino bebas membentuk ikatan hydrogen secara intermolekuler yang berikatan dengan oksigen. Sementara pada pH diatas 6,5 ukuran agregat terpisah dan terjadi pemisahan fase. Sehingga polimer dapat mengalami koagulasi dan dapat diambil sebagai padatan amorf. Padatan amorf ini sulit terdegradasi, sehingga perlu penambahan katalis asam untuk memudahkan hidrolisis kitosan. Kondisi asam merupakan kondisi optimal untuk hidrolisis kitosan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang pengaruh perlakuan pH berbeda terhadap pelepasan penyalut kitosan dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi enkapsulasi flavonoid tertinggi diperoleh pada perlakuan pH 4 dengan nilai efisiensi sebesar 77.30 %, kandungan flavonoid sebesar 3.59 mg/g, ukuran diameter sebesar 15.55  $\mu\text{m}$ , organoleptik uji skoring dan hedonik warna sebesar 5.00 dan 2.96, organoleptik skoring dan hedonik aroma didapatkan nilai 3.16 dan 3.18, dan nilai rendemen sebesar 72 %.

### 5.2 Saran

Dari Hasil penelitian ini, dapat disarankan bahwa pengaplikasian serbuk enkapsulat ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dapat digunakan pada produk pangan dan perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh enkapsulasi jika ditambahkan dalam bahan pangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Algaebase. 2014. Klasifikasi *Sargassum cristaefolium*. [http://www.algaebase.org/search/spesies/detail/?species\\_id=4088](http://www.algaebase.org/search/spesies/detail/?species_id=4088). Diakses pada 26 Mei 2014 pukul 21.38 WIB.
- Ali, D. Y., P. Darmadji., Y. Pranoto. 2012. Optimasi Nanoenkapsulasi Asap Cair Tempurung Kelapa dengan Respons Surface Methodology dan Karakteristik Nanokapsul. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 25. (1): 23- 30.
- Athanasia, A. S, D. Sondari dan M. Ghozali. 2013. Pengaruh Teknik Pengeringan Semprot (Spray Drying) dalam Mikroenkapsulasi Asiaticoside dan Ekstrak Jahe. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. LIPI. Tangerang Selatan.
- Anggraeni, D.N. 2008. Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite. *Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri*. Kampus ITENAS – Bandung
- Annisa, H. 2011. Efisiensi Mikroenkapsulasi dan Uji Disolusi Ibu Proven Secara Invitro dengan Penyalut Polipaduan Poli (Asam Laktat) dan Polikaprolakton. *Skripsi. Progam Studi Kimia*. Depok.
- Anonim. 1993. *Pengelolaan dan Pengolahan Teh*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Anwar, E. 2002. Pemanfaatan Maltodekstrin dari Pati Singkong Sebagai Bahan Penyalut Tipis Tablet. *Makara, Sains*, vol 6, pp. 50.
- Aryanti, L. 2011. Pemanfaatan Rumput Laut *Sargassum Sp.* Sebagai Adsorben Limbah Cair Industry Rumah Tangga Perikanan. *Institut Pertanian Bogor*. Bogor.
- Ayu, L., I, Didik., A, Erlina. 2010. Pertumbuhan, Hasil dan Kualitas Pucuk Teh (*Camellia sinensis*) di Berbagai Tinggi Tempat. *Fakultas Pertanian Gajah Mada, Yogyakarta*
- Blancard, P. H. dan F. R. Katz. 1995. *Starch Hydrolisis in Food Polysaccharides and Their Application*. Marcell Dekker, Inc. New York.
- Chandra, A., H.M. Ingrid dan Verawati. 2013. Pengaruh pH dan Jenis Pelarut pada Perolehan dan Karakterisasi Pati dari Biji Alpukat. *Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*. Universitas Katolik Parahyangan.
- Carreto, N.D.D., E.S.M ,Filho., F.K.A, Pesson., and A.J.A, Meirells. 2009. Water Activity of Aqueous Solutions of Ethylene Oxide-Propylene Oxide Block Copolymers and Maltodekstrins. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 24(1). 173-181
- Chang, T.S. 2009. An Update Review of Tyrosinase Inhibitors. *Int J Mol Sci*. 10: 2440-2473.

- Chranioti, C. dan T. Constantina. 2013. Binary Mixtures of Modified Starch, Maltodekstrin and Chitosan as Efficient Encapsulating Agenst of Fennel Oleoresin. *Journal of Food Bioprocess Technol.* 6(6):3288 – 3244
- Cook, N. C. and S. Samman. 1996. Review Flavonoids-Chemistry, Metabolism, Cardioprotective Effect, and Dietary Sources, *J. Nutr. Biochem* (7): 66-76
- Cuppett, S., M. Schrepf and C. Hall III. 1954. Natural Antioxidant – Are They Reality Foreidoon Shahidi: Natural Antioxidants, Chemistry, Health Effect and Applications, AOCs Press, Champaign, Illinois: 12-24
- Dedi, M. 2014. //klinikpengobatanalami.wordpress.com/2014/10/22/pengaruh-asam-basa-dalam-makanan-terhadap-kesehatan/on 9P:41 M
- Dewi, I. D. A. D. Y., K. W. Astuti dan N. K. Warditiani. 2013. Identifikasi Kandungan Kimia Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*). Universitas Udayana. Bali.
- Dumitru, S. 2004. Polysaccharides: Structural Diversity and Functional Versatility, Second Edition. CRC Press. Perancis. 611 hlm.
- Erni, N. 2015. Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Penyalut Kitosan dan Maltodekstrin Terhadap Kualitas Enkapsulat Ekstrak Teh Alga Coklat *S. cristaefolium* dengan Metode *Freeze Drying*. Sekripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang
- Evi. T., Y, Eko., N, Novik. 2006. Uji Viabilitas *Lactobacillus sp.* Mar 8 Terenkapsulasi. Biodiversitas. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Bogor
- Effendy, M. S., Wisnu C. dan Vita H. P. 2013. Kajian Jenis Teh serta Konsentrasi Ekstrak Jahe Merah dan Temulawak terhadap Karakteristik Minuman Jahe Enkapsulasi. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan.* 2(1): 1-25
- Fachry, A.R dan A. Sartika. 2012. Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Dan Limbah Kulit Ari Singkong Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable. Jurusan Teknik Kimia Fakultas. Teknik Universitas Sriwijaya. Palembang. *Jurnal Teknik Kimia* No. 3, Vol. 18.
- Fahri, M. 2010. Kajian Kandungan Metabolit Sekunder dari Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*. Tesis. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Firdhayani, I. N., W, Dita., D.P, Suci., J, Rhandie. dan Y.P, Satya. 2010. Kedai Kotesar (Kedai Kopi dan Teh *Sargassum Sp.*) Solusi Sehat Bagi Penderita Kanker dan Diabetes. Program Kreativitas Mahasiswa. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Gyanini, T.B. 2014. Studi Kadar Kuersetin pada “Teh” Batang Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.

- Hafner, B. 2007. Scanning Electron Microscopy Primer. Characterization Facility, University of Minnesota. Twin Cities
- Hargono, A dan I, Sumantri. 2008. Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang dan Aplikasinya dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing. Reaktor. Vol. 12 No. 1, 15-57
- Hariyadi, P. 2013. Freeze Drying Technology: for Better Quality & Flavor of Dried Products. Foodreview Indonesia. 2 (3)
- Harborne, J.B. 1987. Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan. Ed ke-2. ITB. Bandung.
- Herawati. 2004. Pengaruh Konsentrasi NaOH (proses delignifikasi) dan Konsentrasi HCl (proses hidrolisis) Terhadap Kadar Glukosa dari Ampas Tebu. [Skripsi]. Bengkulu: Universitas Bengkulu. FKIP.
- Hertog., G.L, Michael., C.H. H, Peter., and F.D.P, Betty. 1993. Content of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids of Tea Infusions, Wines, and Fruit Juices. J. Agric. Food Chem (41): 1242-1246
- Hertog., G.L , Michael., C.H. H, Peter., and F.D.P, Betty. 1992. Optimization of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids in Vegetables and Fruits. J. Agric. Food Chem (40): 1591-1598
- Kadi, A. 2005. Beberapa Catatan Kehadiran Marga *Sargassum* di Perairan Indonesia. Oseana. 30 (4): 19-29.
- Khairunizar, S. 2009. Peranan Pendispersi Asam Stearate Terhadap Kompabilitas Campuran Plastik Polipropilena Bekas dengan Bahan Pengisi Dekstrin. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Karsa, D.R dan Stephenson. 2005. Encapsulation and Controlled Release. Woodhead Publishingm. England
- Kearsley, M.W., dan S.Z. Dziedzic. 1995. Handbook of Starch Hydrolysis Products and their Derivatives. Blackie Academic and Professional. America. 65 hlm.
- Kim, S.Y., S.M. Cho, Y.M. Lee, and S.J. Kim. 2000. Thermo and pH Responsive Behaviours of Graft Copolymer And Blend Based on Chitosan And Nisopropylacrylamide. Journal of Applied Polymers Science 78: 1381-1391
- Koko, P. 2011. Preparasi dan Karakterisasi Kitosan Suksinat Sebagai Bahan Penyalut Pada Tablet Salut Enterik. Skripsi. Fakultas MIPA. Progam studi Farmasi. Universitas Indonesia. Depok
- Kuntz, L. A. 1998. Bulking Agent: Bulking up While Scalling Down. Weeks Publishing Company. www.foodproductdesign.com. 29 Oktober 2012

- Kustamiyati, B. 2000. Prospek Teh Indonesia Sebagai Minuman Fungsional. Prosiding Seminar Sehari Teh Untuk Kesehatan. Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung. Bandung 17 Oktober 2000.
- Kustina, L. 2006. Studi Kasus Fisika Pangan Hasil Pembuatan Teh Rumput Laut Jenis *Sargassum*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lachman, L., L, Herbert., dan J.L, Kanig. 1994. Teori dan Praktek Farmasi Industry edisi 2. Terjemahan dari The Theory and Practice of Industrial Pharmacy. Jakarta : UI Press. 861-889.
- Lee, D.W. (2004). Engineered Chitosans for Drug Detoxification Preparation, Characterization and Drug Uptake Studies. Dissertation. University of Florida.
- Lumbessya, M., A. Jemmy., J.E.P. Jessy. 2013. Uji Total Flavonoid Pada Beberapa Tanaman Obat Tradisional di Desa Waitina Kecamatan Mangoli Timur Kabupaten Kepulauan Sula Provinsi Maluku Utara. Jurusan Kimia, FMIPA, Unsrat, Manado
- Marasabessy, F.A. 2013. Hubungan Volume dan pH Saliva Pada Lansia. Skripsi. Fakultas Kedokteran Gigi. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Marianingsih, P., E. Amalia dan T. Santoso. 2013. Inventarisasi dan Identifikasi Makroalga di Perairan Pulau Untung Jawa. Prosiding Semirata. Universitas Lampung. Lampung.
- Manurung, M. 2011. Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan (SFS) dari Limbah Ekstraksi Alginat Untuk Pembuatan Bioetanol. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Markham, K.R. 1988. Cara Mengidentifikasi Flavonoid. ITB. Bandung
- Marques, C dan M. Helena. 2010. A Review On Cyclodextrin Encapsulation of Essential Oils and Volatiles. Journal of international foods. 5(9): 1-6.
- Miller, A.L. 2001. Antioxidant Flavonoids: Structure, Function and Clinical Usage. Alt. Med. 1(2): 103-111.
- Mohan C. 2003. Buffers. EMD Bioscience Calbiochem. Germany.
- Muhammad, U. S. A., dan E.C. Sari. 2015. Pengaruh Konsentrasi Agen Pengikat Silang Terhadap Karakteristik Pirasinamid Terenkapsulasi. Journal of Chemistry. UNESA. Surabaya.
- Muzzarelli, R. A. A. 1998. Depolymerization Of Chitins and Chitosans With Hemicellulase, Lysozyme, Papain and Lipase. Chitin Hanad Book. Italy : Atec
- Nadarajah, K. 2005. Development And Characterization Of Antimicrobial Edible Film From Crowfish Chitosan. Dessertation In Department Of Food Science. University of Paradeniya.

- Nazaruddin dan Paiman. 1993. Pembudidayaan dan Pengolahan Teh. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Okky, S. P. 2015. Enkapsulasi Minyak Lemon (*Citrus limon*) Menggunakan penyalut  $\beta$ -Siklodekstrin Terasetilasi. Skripsi. Program Studi Kimia. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Oktaviana A.T.D, 2009. Teknologi Penginderaan Mikroskopi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta 2009.
- Onar, N. and M, Sariisik. 2002. Using and Properties Biofibers Based on Chitin and Chitosan on Medical Applications. Textile Engineering Department, Turkey.
- Permatasari, R. 2014. Ekstraksi dan Isolasi Pigmen  $\beta$ -Karoten dari Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Segar dan Teh Rumput Laut. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Universitas Brawijaya Malang.
- Pentury, M.H., H, Nyoman., N, Harahap., dan Soemarno. 2013. Karakterisasi Maltodekstrin dari Pati Hipokotil Mangrove (*Bruguiera gymnorhiza*) Menggunakan Beberapa Metode Hidrolisis Enzim. Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian. Akademi Perikanan. Ambon. Indonesian Green Technology Journal.Vol. 2 No. 1
- Priyotomo, G. 2005. Karakterisasi Awal Kegagalan Material Baja Karbon Rendah Akibat Korosi Atmosfir di Lingkungan Industri. Pusat Penelitian Metalurgi-LIPI Kawasan Puspiptek Serpong. Tangerang. Vol.14 No.1
- Priambodo, O.S. 2015. Enkapsulasi Minyak Lemon (*Citrus limon*) Menggunakan Penyalut  $\beta$ -Siklodekstrin Terasetilasi. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Skripsi 84 hlm.
- Putranti, R.I. 2013. Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut *Sargassum duplicatum* dan *Turbinaria ornata* dari Jepara. Univeristas Diponegoro. Semarang.
- Putri, K.H. 2011. Pemanfaatan Rumput Laut Coklat (*Sargasum Sp.*) Sebagai Serbuk Minuman Pelangsing Tubuh. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Malang. Hal 40-43
- Redha, A. 2012. Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif dan Peranannya dalam Sistem Biologis. Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Pontianak. Jurnal Belian Vol. 9 No. 2
- Rihayat dan Suryani. 2008. Pembuatan Polimer Komposit Ramah Lingkungan Untuk Aplikasi Industri Otomotif dan Elaktronik. Jurusan Teknik Kimia, Poliklinik Negeri Lhoksumawe. Banda Aceh.
- Respati, S. M. B. 2008. Macam-Macam Mikroskop dan Cara Penggunaan. Jurusan Teknik Mesin .Fakultas Teknik. Universitas Wahid Hasyim. Semarang

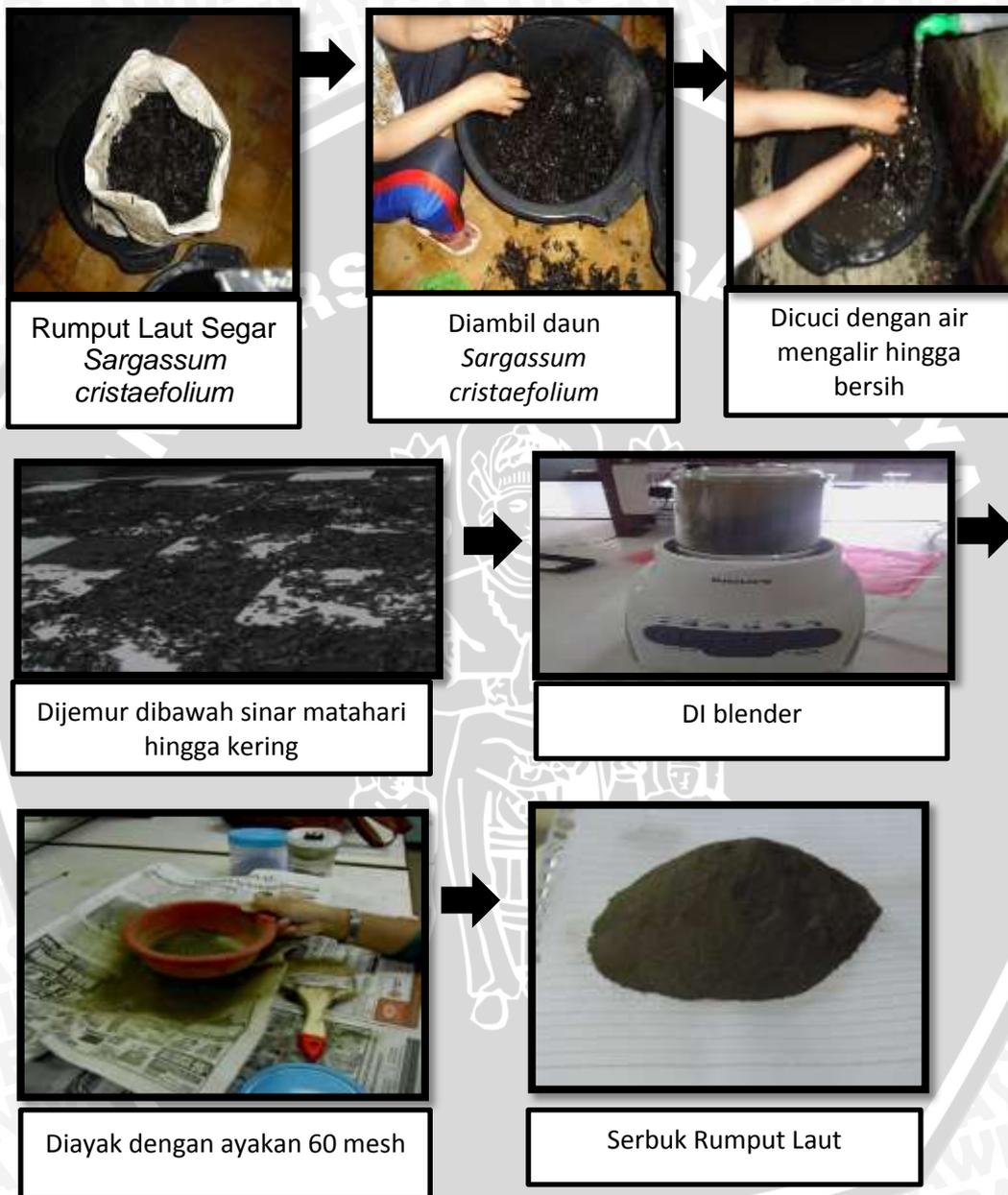
- Rijke, E. 2005. Trace-level Determination of Flavonoids and Their Conjugates Application to Plants of The Leguminosae Family [disetasi]. Amsterdam: Universitas Amsterdam.
- Rini, M. D. P. 2010. Pengaruh Pemberian Teh Hitam (*Camelia sinensis*) terhadap Gambaran Histopatologi Hepar Mencit BALB/C. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Riza, A. H., L, Yani., dan S, Livia. 2015. Uji Aktivitas Anti Oksidasi Serta Penetapan Kadar Flavonoid Total dari Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray. Fakultas MIPA. Universitas Bandung. Bandung.
- Rowe, R.C., P.J, Sheskey., and S.C, Owen. 2006. Handbook of Pharmaceutical Excipients 5<sup>th</sup> edition. London; Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association.
- Sadeghi A, Shahidi F, Mortazavi SA and Mahalati MN. 2008. Evaluation of Different Parameters Effect on Maltodextrin Production by  $\alpha$ -amylase Termamyl 2-x. World Applied Sciences Journal 13 (1):34-39
- Saloko, S., P. Darmadji., B. Setiaji., and Y. Pranoto. 2012. Inovasi Prototipe Produk Nanoenkapsulasi Biopreservatif Asap Cair sebagai Pengawet Pangan Alami. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sanjaya, I G. dan Tyas. 2012. Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong. Karya Tulis Laboratorium Pengolahan Limbah Industri Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS
- Shajii, J., V, Jain., dan S, Lhoda. 2010. Chitosan: A Novel Pharmaceutical Excipient International Journal of Pharmaceutical and Applied Science/1. India
- Savant., D. Vivek, and J.A. Torres. 2000. Chitosanbased Coagulating Agents For Treatment of Cheddar Cheese Whey. Biotechnology Progress 16: 1091-1097.
- Septiana, A. T. dan A. Asnani. 2012. Kajian Sifat Fisikokimia Ekstrak Rumpun Laut Coklat *Sargassum duplicatum* menggunakan Berbagai Pelarut dan Metode Ekstraksi. Agrotek. 6 (1).
- Setijawati D., W. Susinggih., Aulaniam., dan S. Imam. 2011. Viabilitas dan Struktur Mikrokapsul *Lactobacillus acidophilus* Dengan Bahan Penyalut Karaginan Semi Murni Jenis *Eucheuma Cottonii*. Tenaga Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (mahasiswa pasca Sarjana). Jurnal Teknologi Pangan Vol.2 No.1
- Silahi, J. 2006. Makanan Fungsional. Kanisius. Yogyakarta. Hal 54-55
- Sirait, M. 2007. Penuntun Fitokimia dalam Farmasi. Bandung : ITB.

- Sugindro, E. Mardiyati dan J. Djajadisastra. 2008. Pembuatan dan Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Biji Jinten Hitam Pahit (*Nigella sativa* linn.). Majalah Ilmu Kefarmasian. 5(2): 57- 66.
- Silitonga, P., S. Berlian. 2014. Enkapsulasi Pigmen Antosianin dari Kulit Terong Ungu. Fakultas MIPA. Universitas Tanjungpura. Tanjungpura
- Spillane, J. 1992. Komoditi Teh: Perananya dalam Perekonomian Indonesia. Kanisius. Yogyakarta
- Srihari, E., F. S. Lingganingrum., R. Hervita. 2010. Wijaya. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses ISSN 1411-4216. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sugita, P., Wukirsari., A. Sjahriza & D. Wahyono. 2009. Kitosan: Sumber Biomaterial Masa Depan. Bogor: Penerbit IPB Press. Tanasale, M.F.J.
- Supriyadi dan Rujita. 2013. Karakteristik Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Dengan Maltodekstrin Sebagai Enkapsulan. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan
- Tambunan, A.P.M., Rudyansyah., Harlia. 2013. Pengaruh Konsentrasi Na2co3 terhadap Rendemen Natrium Alginat dari *Sargassum cristaefolium* Asal Perairan Lemukutan. JKK. 2 (2): 112- 117.
- Tama, J.B., Sri., F.M. Arie. 2012. Studi Pembuatan Bubuk Pewarna Alami dari Daun Suji (*Pleomele angustifolia*) (Kajian Konsentrasi Maltodekstrin dan MgCO3). Teknologi Industri Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Tanaka R, T. Nakata., Yamaguchi, S. Wada, T. Yamada & H. Tokuda. 2008. Potential Anti-Tumor-Promoting Activity of 3a-Hydroxy-D:A-friedooleanan-2-one from the stem bark of Mal-lotus philippensis. Planta Med, 74(4): 413-416.
- Triana, E., Y. Eko dan N. Novik. 2006. Uji Viabilitas *Lactobacillus* sp. Mar 8 Terenkapsulasi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). ISSN. 7(2): 114-117
- Tucker, M. 1988. Techniques in Sedimentology, Blackwell Scientific Publication. Oxford/London, England.
- Tungtong. S., S. Okonogi., S. Chowwanapoonpohn., W. Phutdhawaong., dan S. Yotsawimonwat. 2012. Solubility, Viscosity and Rheological Properties of water-soluble Chitosan Derivatives. Maejo International. Journal of Science and Thechnology, 315-322.
- Usmiati, S., dan W.P. Rahayu, 2011. Aktivitas Hambat Bubuk Ekstrak Bakteriosin dari *Lactobacillus* sp. Galur Scg 1223. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 388-397.

- Yulianto, K. 2010. Sistem Reproduksi Alginat: Percobaan Produksi Alginat Berbagai Grade pada Skala Semi Pilot dengan Teknologi Meshsize Filtration dan Potensi Bahan Baku *Sargassum duplicatum* C. Agardh serta Usaha Budidayanya. Lembaga Ilmu Pengentahuan Indonesia.
- Yuniarti. A. 2011. Kadar Zat Besi, Serat, Gula Total, dan Daya Terima Permen Jelly Dengan Penambahan Rumput Laut *Gracilaria Sp* dan *Sargassum Sp*. Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran .Universitas Diponegoro. Semarang.
- Yunizal. 2004. Teknologi Pengolahan Alginat. Pusat Riset Pengolahan Produk Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Yuliansyah. 2003. Pengaruh Lama Hidrolisa dan Konsentrasi Inokulum (Starter) Terhadap Produk Alkohol pada Proses Fermentasi Kulit Dan Daging Buah Kopi Arabika. Skripsi. FKIP. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Wahyudi. P. 2008. Enkapsulasi Propagul Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Menggunakan Alginat dan Pati Jagung sebagai Produk Mikoinspektisida. Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia. Pusat Teknologi Bioindustri-BPPT. Jakarta
- Winarno, F. G. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Winarti, C., N. Richana, D. Mangunwidjaja dan T.C Sunarti. 2014. Pengaruh Lama Hidrolisis Asam Terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia Pati Garut. Jurnal Teknologi Industri Pertanian. 24 (3) : 218-225.
- Wong, S.L dan P.Y. Lin. 2014. Use of *Sargassum cristaefolium* Extract. Journal of international foods. 8(13): 1-8.

### LAMPIRAN

Lampiran 1. Alur Proses Pembuatan Serbuk Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*



Lampiran 2. Proses Ekstraksi Sampel Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (modifikasi Marudhupandi *et al.*, 2015)



50 gram serbuk dimasukkan ke dalam 750 mL etanol 96%



Dimaserasi dan dimagnetic stirrer selama ±12 jam



Disaring dengan kertas saring dan dimasukkan ke botol kaca 1000 mL

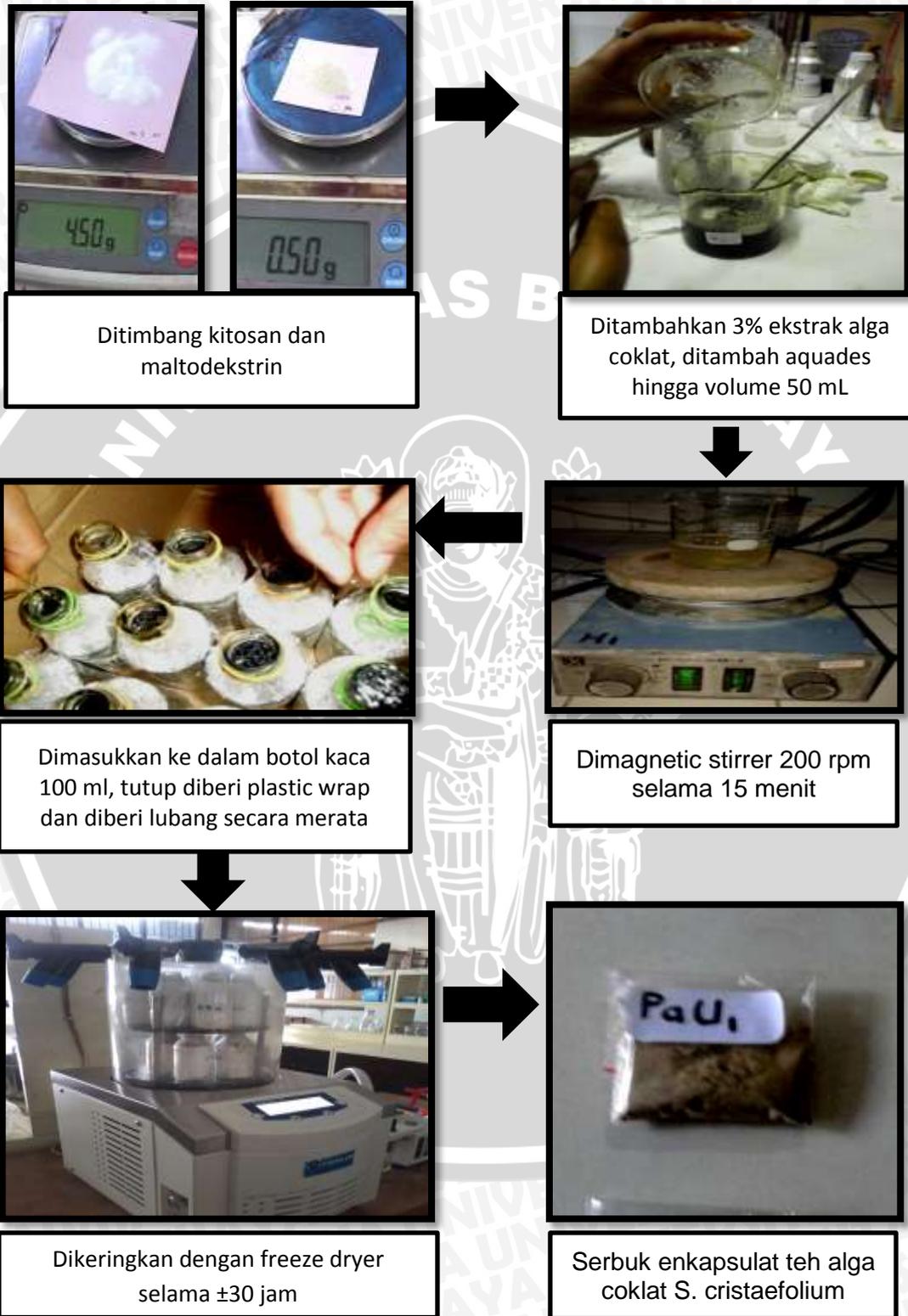


Disentrifuge 2000 rpm selama 15 menit



Dievaporasi dengan suhu 32 °C

Lampiran 3. Proses Enkapsulasi Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (modifikasi Chranioti dan Constatina 2013, Ali et al., 2014 dan Saloko et al., 2013)



### Lampiran 4. Perlakuan pH



Di siapkan larutan pH



di masukkan sampel



Pencampuran



direndam  $\pm$  1 jam



Disaring



dikeringkan suhu ruang



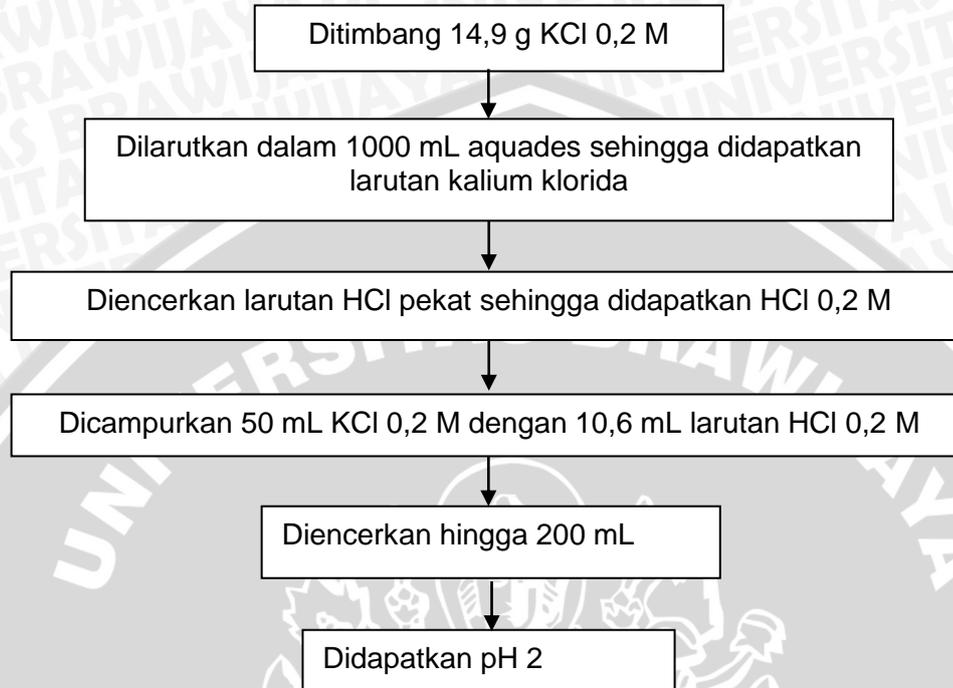
Dipindahkan ke alufo



Hasil

**Lampiran 5. Prosedur Pengenceran pH Asam dan Basa untuk Perlakuan pH Pada Serbuk Enkapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium***

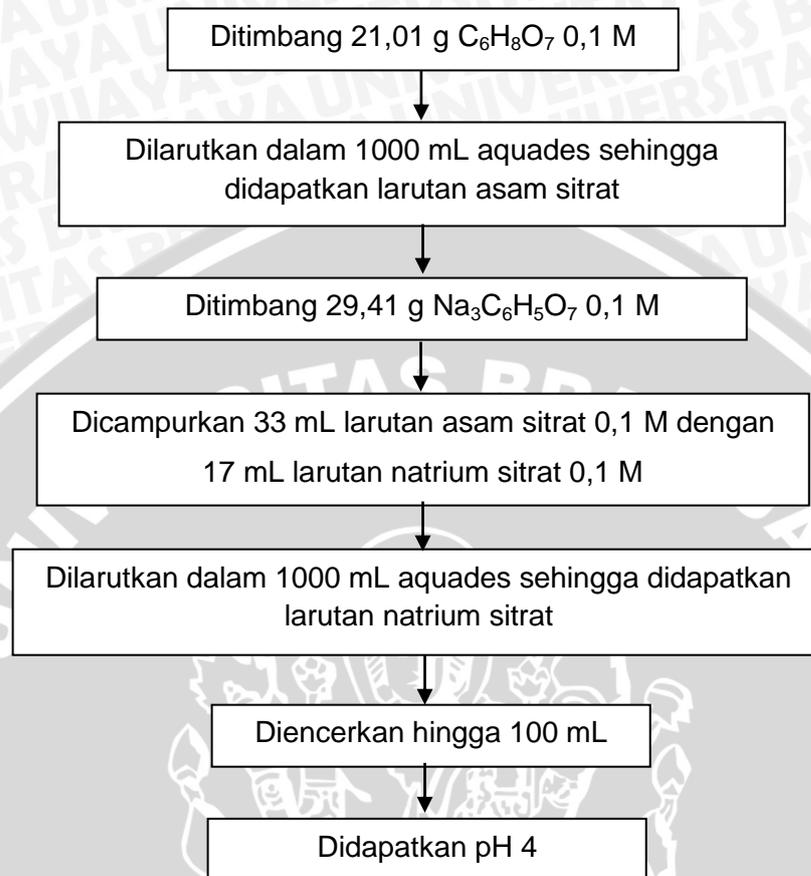
- Pembuatan Larutan Buffer pH 2 (Buffer KCl - HCl)



Secara keseluruhan pembuatan larutan buffer HCl - KCl sebagai berikut :

x	pH	x	pH
97,0	1,0	20,6	1,7
78,0	1,1	16,6	1,8
64,5	1,2	13,2	1,9
51,0	1,3	10,6	2,0
41,5	1,4	8,4	2,1
33,3	1,5	6,7	2,2

- Pembuatan Larutan Buffer pH 4 (Asam sitrat-Natrium sitrat)



Secara keseluruhan pembuatan larutan buffer Asam sitrat-Natrium sitrat sebagai berikut :

<u>x</u>	<u>y</u>	<u>pH</u>	<u>x</u>	<u>y</u>	<u>pH</u>
46,5	3,5	3,0	23,0	27,0	4,8
43,7	6,3	3,2	20,5	29,5	5,0
40,0	10,0	3,4	18,0	32,0	5,2
37,0	13,0	3,6	16,0	34,0	5,4
35,0	15,0	3,8	13,7	36,3	5,6
33,0	17,0	4,0	11,8	38,2	5,8
31,5	18,5	4,2	9,5	41,5	6,0
28,0	22,0	4,4	7,2	42,8	6,2
25,5	24,5	4,6			

Perhitungan pH 2 :

Perhitungan 0,2 M KCl dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{n}{V} \\
 &= \frac{m / M_r}{mL} \\
 &= \frac{14,9 / 74,5}{1 L} \\
 &= 0,2 M
 \end{aligned}$$

Perhitungan HCl 0,2 M

Larutan HCl stok dengan konsentrasi 37 % (v/v). Dapat diartikan bahwa dalam 100 mL larutan, terdapat 37 mL larutan HCl. Diketahui  $\rho$  HCl yaitu 1,19 g/mL, maka massa HCl pekat yaitu ( $M_r = 36,5$  g/mol):

$$\begin{aligned}
 m &= \rho \times V \\
 &= 1,19 \text{ g/mL} \times 37 \text{ ml} \\
 &= 44,03 \text{ g}
 \end{aligned}$$

M HCl pekat:

$$M = \frac{37 \text{ mL HCl}}{100 \text{ mL Larutan}} \times \frac{1,18 \text{ g larutan}}{\text{mL larutan}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{36,5} \times \frac{1000 \text{ mL larutan}}{1 \text{ L larutan}} = 11,96 \text{ M}$$

Persen Berat HCl	Kerapatan Larutan	merubah g ke mol dibagi $M_r$	merubah mL ke L
------------------	-------------------	-------------------------------	-----------------

HCl yang diperlukan 0,2 M dilakukan pengenceran sebagai berikut:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$M_1$  = Konsentrasi HCl pekat (M)

$V_1$  = Volume larutan HCl pekat yang diperlukan (mL)

$M_2$  = Konsentrasi HCl yang diinginkan (M)

$V_2$  = Volume pengenceran larutan HCl (mL)

Untuk mencari HCl 0,2 M maka:

$$11,96 \text{ M} \times V_1 = 0,2 \text{ M} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,2 \text{ M} \times 100 \text{ mL}}{11,96 \text{ M}}$$

$$V1 = \frac{20 \text{ mL}}{11,96 \text{ M}}$$

$$V1 = 1,67 \text{ mL}$$

Dimasukkan aquades 50 mL dalam labu ukur 100 mL, di pipet HCl pekat (37%) sebanyak 1,67 mL menggunakan pipet volume dan dimasukkan dalam labu ukur. Ditambahkan sampai tanda batas dan dikocok sampai larutan tercampur merata sehingga diperoleh larutan HCl 0,2 M dengan perhitungan sebagai berikut:

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$11,96 \times 1,67 \text{ mL} = M2 \times 100 \text{ mL}$$

$$19,97 = M2 \times 100$$

$$M2 = \frac{19,97}{100}$$

$$M2 = 0,19 \text{ M (dibulatkan menjadi 0,2 M)}$$

Perhitungan pH 4 :

Perhitungan 0,1 M  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} M &= \frac{n}{V} \\ &= \frac{m / M_r}{\text{mL}} \\ &= \frac{21,01 / 192}{1 \text{ L}} \\ &= 0,109 \text{ M} \end{aligned}$$

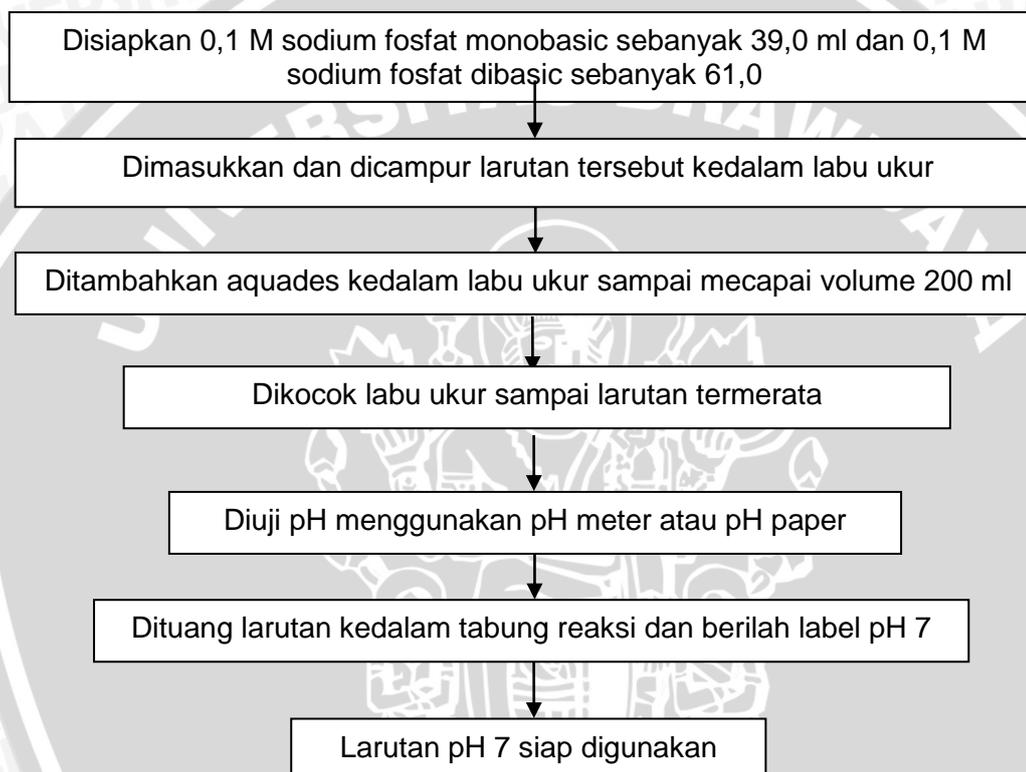
Perhitungan 0,1 M  $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$  dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} &= \frac{m / M_r}{\text{mL}} \\ &= \frac{29,41 / 258}{1 \text{ L}} \\ &= 0,113 \end{aligned}$$

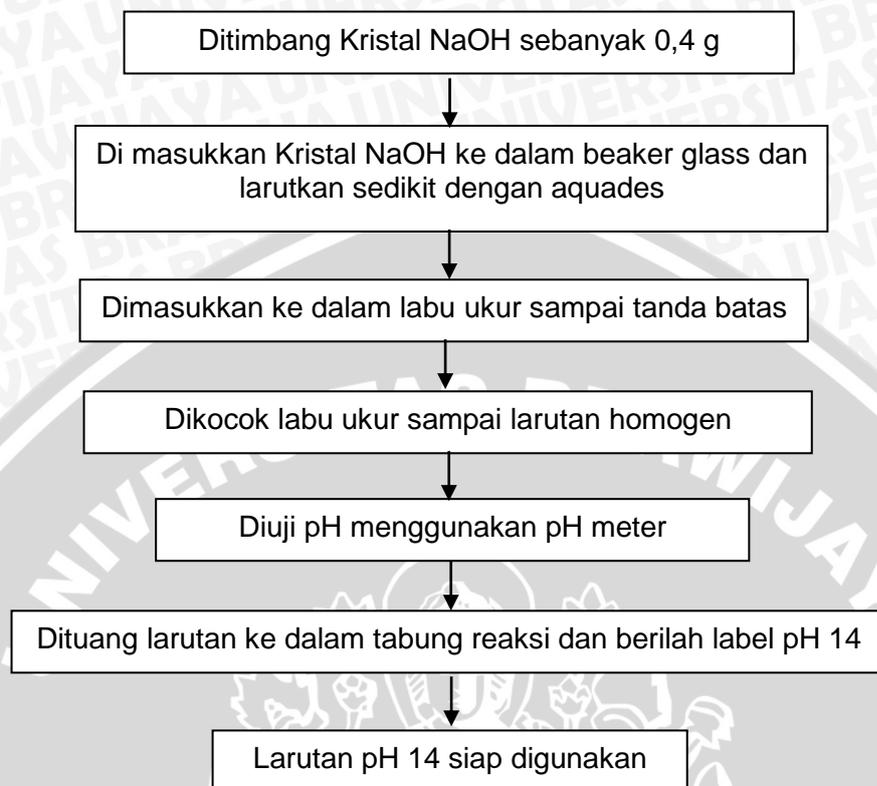
- Untuk Larutan pH 7 menggunakan buffer ( $\text{NaHPO}_4$  dan  $\text{Na}_2\text{PO}_4$ )

ml of Sodium Phosphate, Monobasic	92.0	81.5	73.5	51.0	39.0	28.0	19.0	13.0	8.5	5.3
ml of Sodium Phosphate, Disabic	8.0	18.5	26.5	37.5	61.0	72.0	81.0	87.0	91.5	94.7
pH	5.8	6.2	6.4	6.6	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0

- (1) 0.1 M Sodium phosphate monobasic  
(2) 0.1 M Sodium phosphate dibasic



## ➤ Pembuatan Larutan pH 14



➤ Pembuatan Larutan pH 13

Disiapkan larutan pH 14 yang telah dibuat sebelumnya

Diambil 1 mL larutan pH 14 dengan pipet ukur

Dimasukkan larutan ke dalam labu ukur bervolume 10 mL

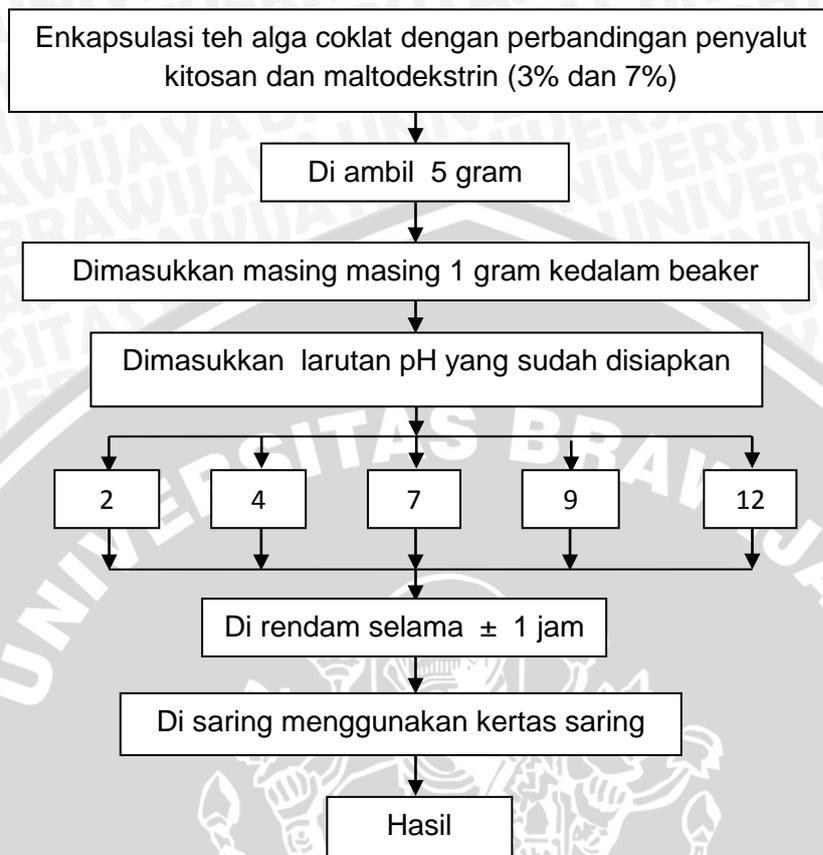
Ditambahkan aquades ke dalam labu ukur sampai tanda batas

Diuji pH larutan menggunakan pH meter

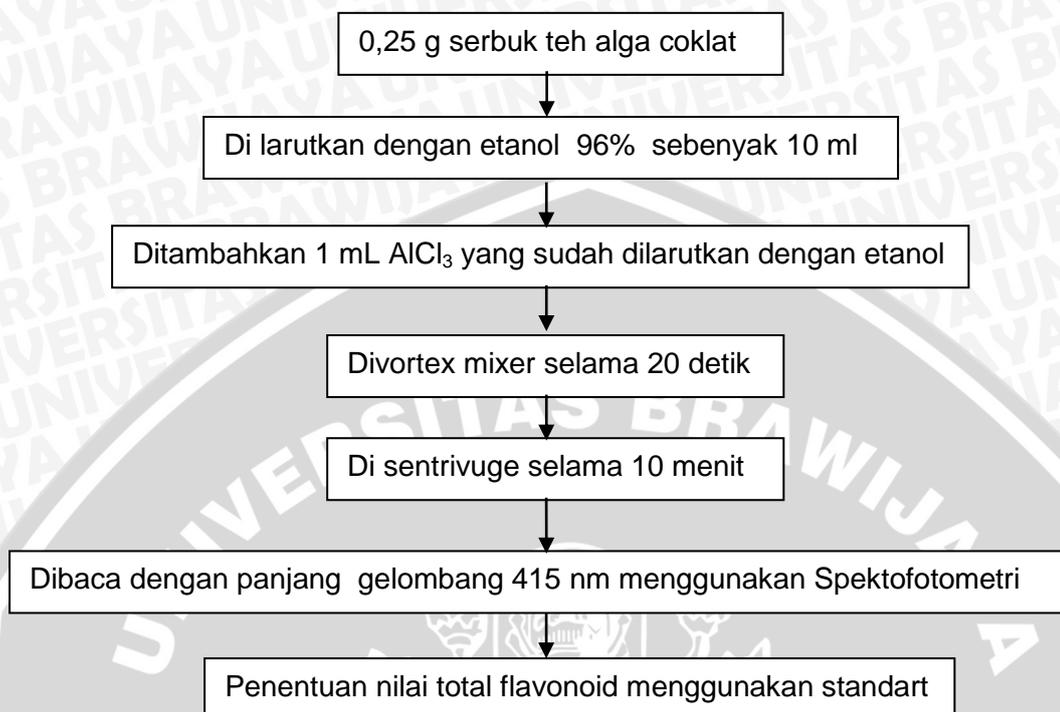
Dituang larutan kedalam tabung reaksi dan berilah label pH 13

Larutan pH 13 siap digunakan

## Lampiran 6. Pengujian pH



Lampiran 7. Pengujian Total Flavonoid menggunakan metode Meda *et.al.*, (2005)



### Lampiran 8. Prosedur Analisis Diameter Enkapsulat (Mariyana, 2012)

Prosedur analisis diameter enkapsulat dilakukan dengan mikroskop cahaya.

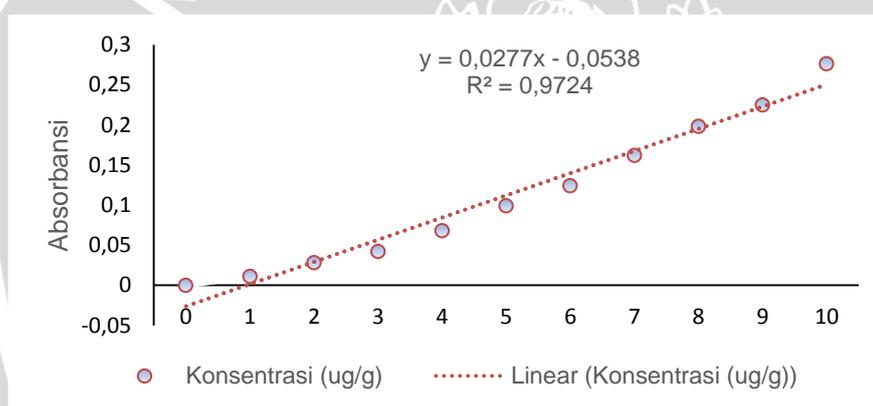
Proses pengamatan adalah sebagai berikut:

1. Letakkan mikroskop pada meja yang sesuai, untuk memudahkan pengamatan melalui tabung
2. Atur pencahayaan dengan mengarahkan bagian cermin pada mikroskop pada datangnya sumber cahaya matahari
3. Gunakan lensa objektif terendah untuk dapat melihat objek preparat
4. Letakkan *objek glass* beserta sediaan yang telah ditutup dengan *cover glass* pada meja objek
5. Jepitkan *object glass* dengan penjepit yang terletak di atas meja objek
6. Sambil melihat dari samping, turunkan lensa objektif secara perlahan dengan menggunakan pengatur kasar (makrometer) hingga jarak lensa objektis dengan preparat yang akan diamati 5 mm. Lakukan hal tersebut hingga preparat terlihat jelas
7. setelah preparat terlihat jelas, gunakanlah pemutar halus (mikrometer) dengan menaik turunkan lensa objektif agar tepat pada fokus lensa sehingga preparat terlihat lebih jelas
8. mendapatkan perbesaran yang lebih kuat, ubahlah lensa objektif dengan mengatur revolver, usahakan agar preparat tidak bergeser

## Lampiran 9. Data Hasil Nilai Absorbansi Quersetin

Konsentrasi (ug/g)	Absorbansi
0	0
1	0,011
2	0,028
3	0,042
4	0,068
5	0,099
6	0,124
7	0,162
8	0,198
9	0,225
10	0,276

## - Grafik Hubungan Antara Absorbansi dengan Konsentrasi Quercetin



Lampiran 10. Hasil Nilai Total senyawa Flavonoid Enkapsulasi Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*

❖ Regresi Standart Kuersetin

$$y = 0,0277x - 0,0538$$

❖ Rumus mencari Kadar Flavonoid

$$C = C_1 \times v/m \times FP$$

➤ Nilai Absorbansi Flavonoid

Perlakuan	Kontrol	Kelompok		
		1	2	3
pH 2		2.34	2.29	2.31
pH 4		2.42	2.44	2.43
pH 7	3.751	1.90	1.84	1.87
pH 9		1.76	1.72	1.74
pH 12		1.54	1.52	1.52

➤ Nilai Hasil Regresi dengan persamaan  $y = 0,0277 x 0,0538$

Perlakuan	Kontrol	Kelompok		
		1	2	3
pH 2		3.46	3.38	3.41
pH 4		3.57	3.60	3.59
pH 7	3.751	2.82	2.73	2.78
pH 9		2.62	2.56	2.59
pH 12		2.30	2.30	2.27

## Lampiran 11. Hasil Perhitungan Senyawa Flavonoid

Treat.	Reps.	Abs. (Y)	b	a	x (C1)	v	m	FP	C
pH 2	1	2.34	0.0277	0.0538	86.42	0.001	0.25	10	3.457
	2	2.29	0.0277	0.0538	84.61	0.001	0.25	10	3.385
	3	2.31	0.0277	0.0538	85.34	0.001	0.25	10	3.413
pH 4	1	2.42	0.0277	0.0538	89.31	0.001	0.25	10	3.572
	2	2.44	0.0277	0.0538	90.03	0.001	0.25	10	3.601
	3	2.43	0.0277	0.0538	89.67	0.001	0.25	10	3.587
pH 7	1	1.90	0.0277	0.0538	70.53	0.001	0.25	10	2.821
	2	1.84	0.0277	0.0538	68.37	0.001	0.25	10	2.735
	3	1.87	0.0277	0.0538	69.45	0.001	0.25	10	2.778
pH 9	1	1.76	0.0277	0.0538	65.48	0.001	0.25	10	2.619
	2	1.72	0.0277	0.0538	64.04	0.001	0.25	10	2.561
	3	1.74	0.0277	0.0538	64.76	0.001	0.25	10	2.590
pH 12	1	1.54	0.0277	0.0538	57.54	0.001	0.25	10	2.302
	2	1.52	0.0277	0.0538	56.82	0.001	0.25	10	2.273
	3	1.52	0.0277	0.0538	56.82	0.001	0.25	10	2.273

## 1. Kontrol (sebelum pH) = 3,751

$$y = 0,0277x - 0,0538$$

$$3.751 = 0,0277x - 0,0538$$

$$3.751 + 0,0538 = 0,0277x$$

$$X = \frac{3.741 + 0,0538}{0,0277}$$

$$X = 151,47$$

$$C = c1 \times v/m \times FP$$

$$C = \frac{136,99 \times 0,0538 \times 10}{0,25}$$

$$C = 4,641 \text{ mg/g}$$

## 2. pH 2 = 2,34

$$y = 0,0277x - 0,0538$$

$$2.34 = 0,0277x - 0,0538$$

$$2.34 + 0,0538 = 0,0277x$$

$$X = \frac{2.34 + 0,0538}{0,0277}$$

$$X = 86.42$$

$$C = c1 \times v/m \times FP$$

$$C = \frac{136,85 \times 0,001 \times 10}{0,25}$$

$$C = 3,457 \text{ mg/g}$$

(\* Perhitungan data selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama)

**Lampiran 12. Perhitungan Keragaman Analisis Total Flavonoid**

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	3.46	3.38	3.41	10.25	3.42	0.51
pH 4	3.57	3.60	3.59	10.76	3.59	0.01
pH 7	2.82	2.73	2.78	8.33	2.78	0.04
pH 9	2.62	2.56	2.59	7.77	2.59	0.03
pH 12	2.30	2.27	2.27	6.85	2.28	0.02
Total	14.77	14.55	14.64	43.966787		

FK = 128.8718906                      JKT = 3.692079918                      JKK = 0.004754395  
 JKP = 3.683043786                      JKG = 0.009036131

**ANOVA**

SK	DB	JK	KT	Fhit	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	3.68	0.92	1018.98	3.48	5.99
Kelompok	2	0.005	0.002	2.63		
Galat	8	0.01	0.001			
Total	14	3.69				

t tabel = 2.23

BNT = 0.05

**NOTASI**

Perlakuan	Rata - rata	2.28	2.59	2.78	3.42	3.59	notasi
pH 12	2.28	-					a
pH 9	2.59	0.31	-				b
pH 7	2.78	0.50	0.19	-			c
pH 2	3.42	1.14	0.83	0.64	-		d
pH 4	3.59	1.30	1.00	0.81	0.17	-	e



**Lampiran 13. Perhitungan dan Analisa Data Efisiensi Enkapsulasi Flavonoid Enkapsulasi Ekstrak Daun Alga Coklat *Sargassum cristaefolium***

**Data Pengamatan**

Ulangan	Perlakuan	Total Flavonoid Sebelum Perlakuan pH (mg/g)	Total Flavonoid Setelah Perlakuan pH (mg/g)	Efisiensi Enkapsulasi Flavonoid (%)
1	A	4.46	3.46	77.51
	B	4.46	3.57	80.10
	C	4.46	2.82	63.26
	D	4.46	2.62	58.73
	E	4.46	2.30	51.60
2	A	4.46	3.38	75.89
	B	4.46	3.60	80.74
	C	4.46	2.73	61.32
	D	4.46	2.56	57.43
	E	4.46	2.27	51.60
3	A	4.46	3.41	76.53
	B	4.46	3.59	80.42
	C	4.46	2.78	62.29
	D	4.46	2.59	58.08
	E	4.46	2.27	50.96

Perhitungan efisiensi enkapsulasi flavonoid :

Rumus :

$$\% \text{ Efisiensi Flavonoid} = (\text{Flavonoid setelah perlakuan pH}) / (\text{Flavonoid sebelum perlakuan pH}) \times 100\%$$

Sampel A (Ulangan 1)

$$\begin{aligned} \% \text{ Efisiensi Flavonoid} &= 3.46 / 4.46 \times 100\% \\ &= 77.51 \% \end{aligned}$$

(\*Perhitungan data selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama)

Analisis Data

%Efisiensi Flavonoid

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	74.50	72.94	73.57	221.01	73.67	0.78
pH 4	76.99	77.61	77.30	231.90	77.30	0.31
pH 7	60.81	58.94	59.87	179.62	59.87	0.93
pH 9	56.45	55.20	55.83	167.48	55.83	0.62
pH 12	49.60	49.60	48.98	148.18	49.39	0.36
<b>Total</b>	<b>318.34</b>	<b>314.30</b>	<b>315.54</b>	<b>948.18</b>		

FK = 59936.66987      JKT = 1697.58      JKK = 1.72  
 JKP = 1693.38      JKG = 4.20

ANOVA

SK	DB	JK	KT	Fhit	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	1693.38	423.35	1008.67	3.48	5.99
Kelompok	2	1.718	0.859	2.05		
Galat	8	4.20	0.420			
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>1697.58</b>				

T tabel = 2.228  
 BNT = 1.179

Perlakuan	Rata - rata	49.39	55.83	59.87	73.67	77.30	notasi
<b>pH 12</b>	49.39	-					a
<b>pH 9</b>	55.83	6.43	-				b
<b>pH 7</b>	59.87	10.48	4.05	-			c
<b>pH 2</b>	73.67	24.27	17.84	13.80	-		d
<b>pH 4</b>	77.30	27.91	21.47	17.43	3.63	-	e



**Lampiran 14. Questioner Uji Organoleptik Skoring**

Nama Panelis : Tanggal Pengujian :

Produk : \_\_\_\_\_

Instruksi :

1. Dihadapan saudara disajikan enam macam sampel produk dengan kode tertentu. Evaluasi keenam sampel tersebut berdasarkan warna, rasa, aroma, dan tekstur
2. Sebelum saudara mencicipi sampel berikutnya, saudara diminta untuk berkumur menggunakan air putih yang telah disediakan dan tunggu sekitar 1-2 menit sebelum melanjutkan mencicipi sampel berikutnya
3. Berikan penilaian untuk masing-masing sampel di hadapan anda dengan memberikan tanda v

Warna	Kode									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Warna										
Rasa										
Aroma										

Keterangan :

a) Warna

- 1 = sangat tidak Hijau
- 2 = tidak hijau
- 3 = agak tidak hijau
- 4 = hijau
- 5 = agak hijau
- 6 = sangat hijau
- 7 = amat sangat hijau

B.)Aroma

- 1 = sangat tidak terasa
- 2 = tidak terasa
- 3 = agak tidak terasa
- 4 = terasa
- 5 = agak terasa
- 6 = sangat terasa
- 7 = amat sangat terasa



### Lampiran 15. Questioner Uji Organoleptik Hedonik

Nama Panelis : Tanggal Pengujian :

Produk :

Instruksi :

1. Dihadapan saudara disajikan enam macam sampel produk dengan kode tertentu. Saudara diminta untuk memberikan penilaian terhadap keenam sampel sesuai dengan kesukaan saudara terhadap sampel tersebut.
2. Sebelum saudara mencicipi sampel berikutnya, saudara diminta untuk berkumur menggunakan air putih yang telah disediakan dan tunggu sekitar 1-2 menit sebelum melanjutkan mencicipi sampel berikutnya
3. Berikan penilaian untuk masing-masing karakteristik dari sampel di hadapan anda berdasarkan skala nilai yang telah disediakan

Karakteristik	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Warna										
Rasa										
Aroma										

Keterangan:

- 1 = sangat tidak suka
- 2 = tidak suka
- 3 = agak tidak Suka
- 4 = agak suka
- 5 = suka
- 6 = sangat suka
- 7 = amat sangat suka

## Lampiran 16. Perhitung Ananalisa Hedonik Aroma

PANEL IS	KELOMPOK														
	Kelompok 1					Kelompok 2					Kelompok 3				
	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12
1	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3
2	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4
3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4
4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3
9	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3
10	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3
11	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4
12	2	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4
13	2	3	3	3	4	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4
14	2	3	3	4	4	3	3	3	4	4	2	3	3	4	4
15	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
<b>TOTAL</b>	43	47	48	49	52	48	48	49	52	49	45	48	48	49	52
<b>RERA TA</b>	2.9	3.1	3.2	3.3	3.5	3.2	3.2	3.3	3.5	3.3	3.0	3.2	3.2	3.3	3.5

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	2.87	3.20	3.00	9.07	3.02	0.17
pH 4	3.13	3.20	3.20	9.53	3.18	0.04
pH 7	3.20	3.27	3.20	9.67	3.22	0.04
pH 9	3.27	3.47	3.27	10.00	3.33	0.12
pH 12	3.47	3.27	3.47	10.20	3.40	0.12
	15.93	16.40	16.13	48.46666667		

FK =	156.601	JKT =	0.372148148	JKK	0.0219259
JKP =	0.25659	JKG =	0.115555556		

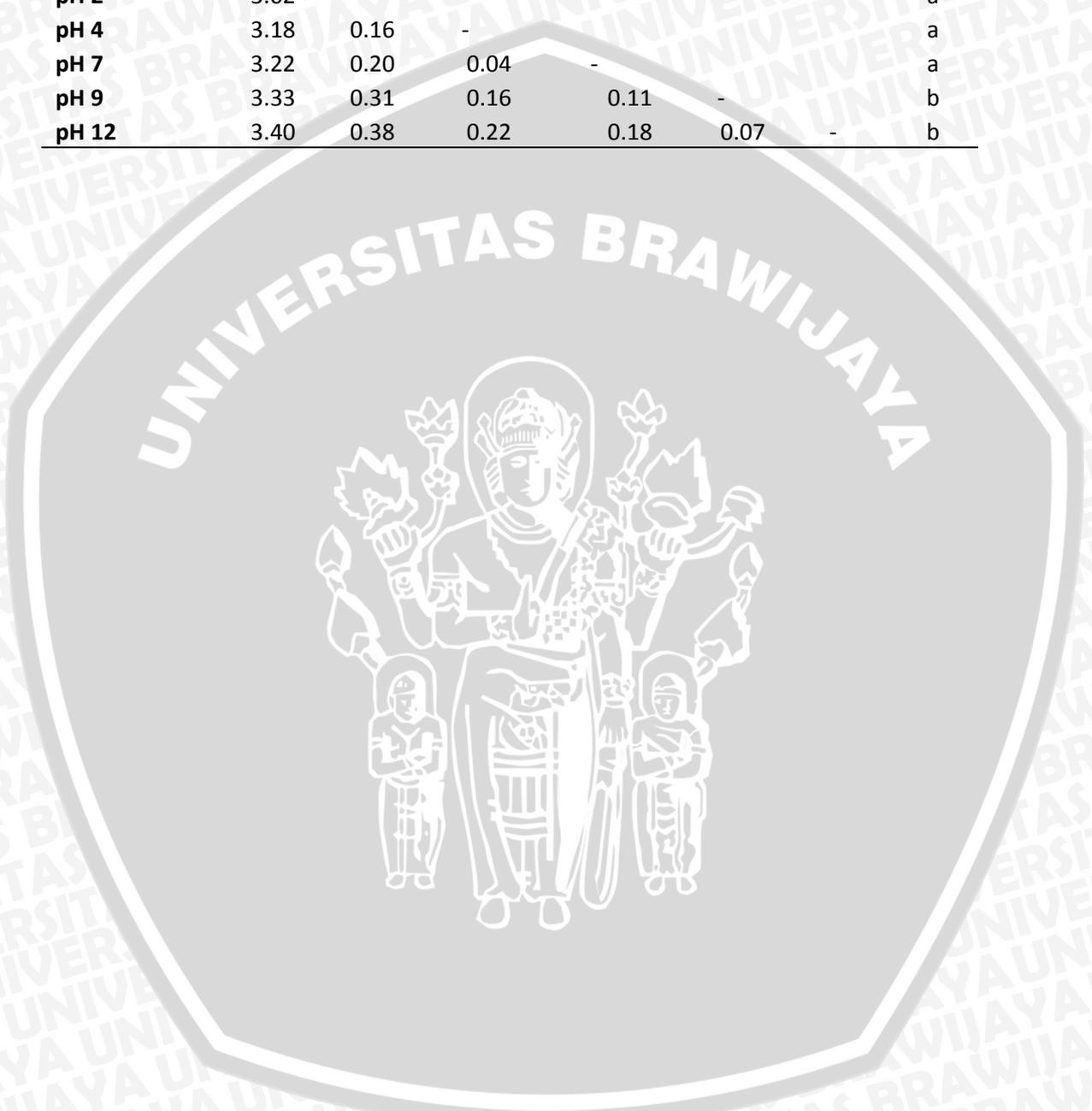
ANOVA							
SK	DB	JK	KT	Fhit	F tabel 5%	F tabel 1%	
Perlakuan	4	0.26	0.06	5.55	3.48	5.99	
Kelompok	2	0.02	0.01	0.95			
Galat	8	0.12	0.01				
Total	14	0.37					
	2.23						

T tabel =

BNT = 0.20

NOTASI

Perlakuan	Rata - rata	3.02	3.18	3.22	3.33	3.40	notasi
pH 2	3.02	-					a
pH 4	3.18	0.16	-				a
pH 7	3.22	0.20	0.04	-			a
pH 9	3.33	0.31	0.16	0.11	-		b
pH 12	3.40	0.38	0.22	0.18	0.07	-	b



## Lampiran 17. Perhitung Ananalisa Hedonik Warna

PAN ELIS	KELOMPOK														
	Kelompok 1					Kelompok 2					Kelompok 3				
	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12
1	4	4	2	4	3	4	2	4	3	2	2	4	2	4	4
2	3	3	4	3	2	4	2	2	3	3	4	3	2	2	3
3	2	2	3	2	3	3	3	4	3	3	3	2	2	3	3
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3
5	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2
6	4	3	3	3	2	4	3	2	3	3	3	4	3	3	3
7	4	3	3	3	2	4	4	2	3	2	3	2	3	2	3
8	3	3	2	3	3	3	2	3	3	4	4	2	2	3	3
9	2	3	3	3	4	3	2	3	2	2	3	3	3	3	4
10	2	3	4	3	3	2	3	3	4	3	2	4	3	4	3
11	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	4	3
12	4	3	3	3	2	2	3	4	2	2	3	4	3	3	3
13	3	3	4	3	3	4	3	2	2	3	3	3	3	2	2
14	2	3	4	3	3	4	4	3	3	2	4	3	2	2	3
15	3	2	3	2	3	4	4	4	4	3	4	2	3	3	4
TOT AL	45	44	47	44	42	49	44	45	42	38	44	45	40	43	46
RER ATA	3.0	2.9	3.1	2.9	2.8	3.2	2.9	3.0	2.8	2.5	2.9	3.0	2.6	2.8	3.0

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	3.00	3.27	2.93	9.20	3.07	0.18
pH 4	2.93	2.93	3.00	8.87	2.96	0.04
pH 7	3.13	3.00	2.67	8.80	2.93	0.24
pH 9	2.93	2.80	2.87	8.60	2.87	0.07
pH 12	2.80	2.53	3.07	8.40	2.80	0.27
	14.80	14.53	14.53	43.87		

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	Fhit	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	0.12	0.03	0.91	3.48	5.99
Kelompok	2	0.01	0.005	0.14		
Galat	8	0.33	0.03			
Total	14	0.45				

## Lampiran 18. Perhitung Analisa Skoring Aroma

PANELIS	KELOMPOK														
	Kelompok 1					Kelompok 2					Kelompok 3				
	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12
1	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4
2	3	4	4	4	4	3	2	4	4	4	3	2	4	4	4
3	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4
4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
5	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4
6	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4
7	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4
8	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL	45	48	47	52	50	46	47	49	50	50	48	47	49	50	55
RERATA	3.0	3.2	3.1	3.5	3.3	3.1	3.1	3.3	3.3	3.3	3.2	3.1	3.3	3.3	3.7

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	3.00	3.07	3.20	9.27	3.09	0.10
pH 4	3.20	3.13	3.13	9.47	3.16	0.04
pH 7	3.13	3.27	3.27	9.67	3.22	0.08
pH 9	3.47	3.33	3.33	10.13	3.38	0.08
pH 12	3.33	3.33	3.67	10.33	3.44	0.19
	16.13	16.13	16.60	48.8667		

FK = 159.19674                      JKT = 0.38993                      JKK = 0.029037  
 JKP = 0.2684444                      JKG = 0.12148

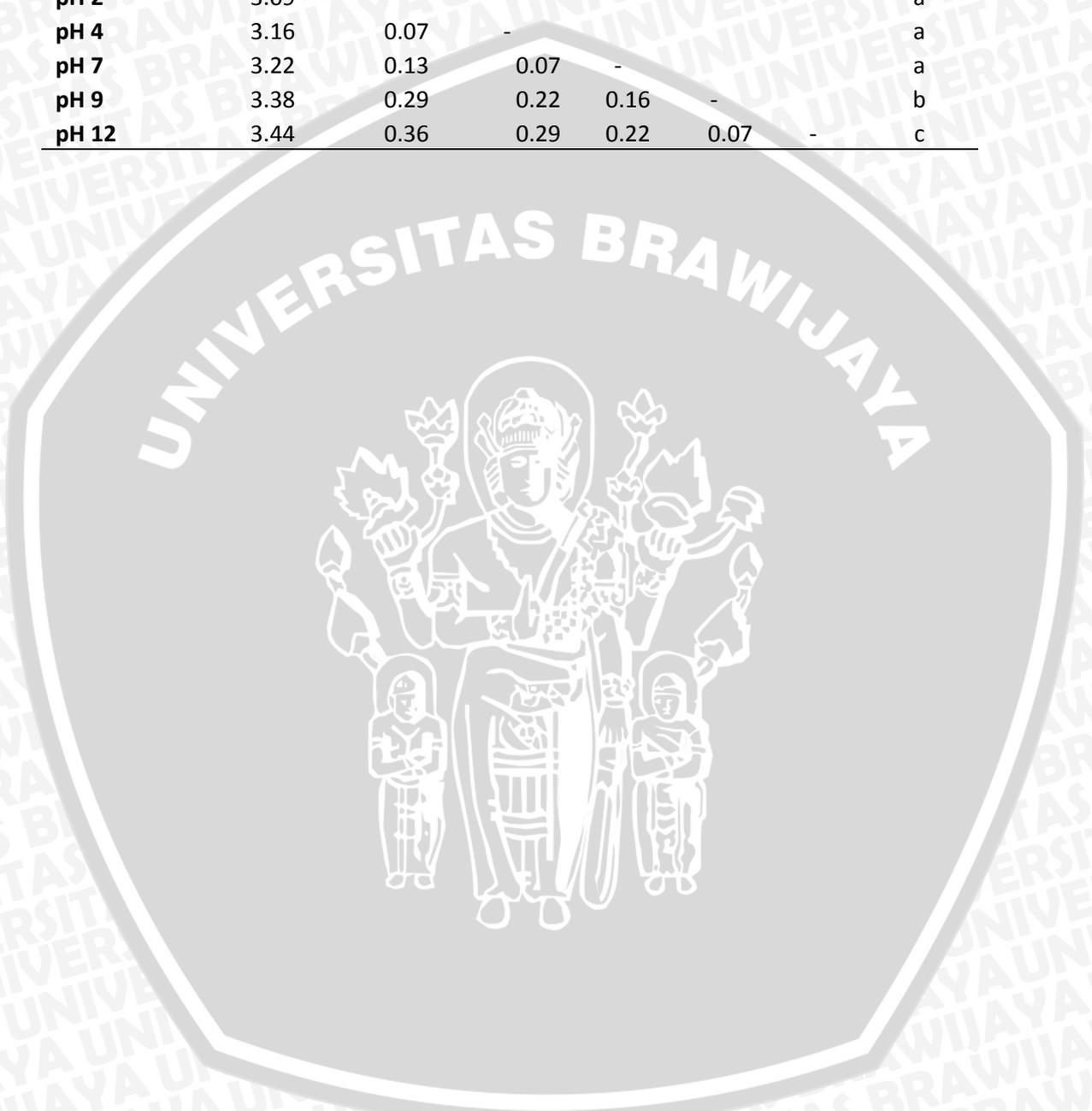
## ANOVA

SK	DB	JK	KT	Fhit	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	0.27	0.07	5.52	3.48	5.99
Kelompok	2	0.03	0.015	1.20		
Galat	8	0.12	0.01			
Total	14	0.39				

T tabel = 2.23  
 BNT = 0.20

NOTASI

Perlakuan	Rata - rata	3.09	3.16	3.22	3.38	3.44	notasi
pH 2	3.09	-					a
pH 4	3.16	0.07	-				a
pH 7	3.22	0.13	0.07	-			a
pH 9	3.38	0.29	0.22	0.16	-		b
pH 12	3.44	0.36	0.29	0.22	0.07	-	c



## Lampiran 29. Perhitung Analisa Skoring Warna

PAN ELIS	KELOMPOK														
	Kelompok 1					Kelompok 2					Kelompok 3				
	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12	pH 2	pH 4	pH 7	pH 9	pH 12
1	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4
2	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	6	5	4	5
3	5	6	5	4	4	6	5	4	4	5	6	5	4	4	4
4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
5	5	5	5	5	5	6	5	4	5	5	6	5	4	5	5
6	5	5	5	5	5	6	5	4	5	4	6	5	4	5	5
7	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5
8	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
11	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5
12	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5
13	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5
14	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5
15	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4
TOTAL	76	74	75	72	72	75	74	67	69	68	75	74	72	72	72
RERATA	5.1	4.9	5.0	4.8	4.8	5.0	4.9	4.5	4.6	4.5	5.0	4.9	4.8	4.8	4.8

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	5.07	5.27	5.27	15.60	5.20	0.12
pH 4	5.07	4.93	5.00	15.00	5.00	0.07
pH 7	5.00	4.47	4.80	14.27	4.76	0.27
pH 9	4.80	4.60	4.80	14.20	4.73	0.12
pH 12	4.80	4.53	4.80	14.13	4.71	0.15
	24.73	23.80	24.67	73.20		

FK = 357.216                      JKT = 0.80177778                      JKK = 0.10844444  
 JKP = 0.54696                      JKG = 0.25481481

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	Fhit	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	0.55	0.14	5.37	3.48	5.99
Kelompok	2	0.11	0.054	2.13		
Galat	8	0.25	0.03			
Total	14	0.80				

T tabel = 2.23  
 BNT = 0.29

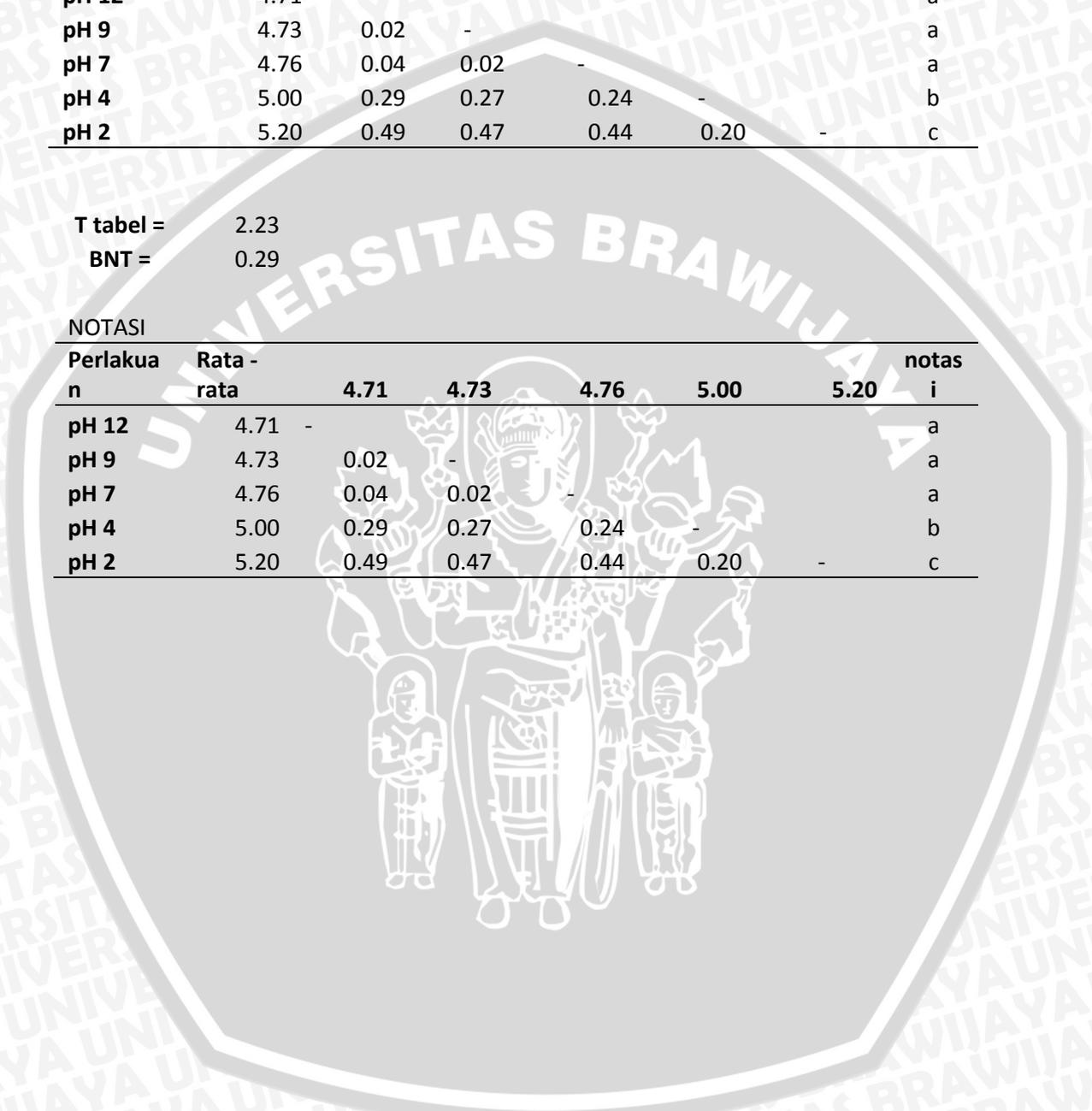
NOTASI

Perlakuan	Rata - rata	4.71	4.73	4.76	5.00	5.20	notasi
pH 12	4.71	-					a
pH 9	4.73	0.02	-				a
pH 7	4.76	0.04	0.02	-			a
pH 4	5.00	0.29	0.27	0.24	-		b
pH 2	5.20	0.49	0.47	0.44	0.20	-	c

T tabel = 2.23  
 BNT = 0.29

NOTASI

Perlakuan	Rata - rata	4.71	4.73	4.76	5.00	5.20	notasi
pH 12	4.71	-					a
pH 9	4.73	0.02	-				a
pH 7	4.76	0.04	0.02	-			a
pH 4	5.00	0.29	0.27	0.24	-		b
pH 2	5.20	0.49	0.47	0.44	0.20	-	c





Lampiran 21. Perhitungan dan Analisa Data Rendemen Enkapsulasi Ekstrak Daun Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*

Data Pengamatan

Ulangan	Perlakuan	Sebelum Perlakuan pH (g)	Setelah Perlakuan pH (g)	% Rendemen
1	A	1	0.74	74%
	B	1	0.73	73%
	C	1	0.53	53%
	D	1	0.63	63%
	E	1	0.52	52%
2	A	1	0.71	71%
	B	1	0.72	72%
	C	1	0.62	62%
	D	1	0.46	46%
	E	1	0.44	44%
3	A	1	0.71	71%
	B	1	0.74	74%
	C	1	0.64	64%
	D	1	0.53	53%
	E	1	0.52	52%

Perhitungan rendemen enkapsulasi ekstrak daun alga coklat *Sargassum cristaefolium*

Rumus :

$$\% \text{ Rendemen} = (\text{Setelah perlakuan pH}) / (\text{Sebelum perlakuan pH}) \times 100\%$$

Sampel A1 (Ulangan 1) :

$$\begin{aligned} \% \text{ Rendemen} &= 0,7/1 \times 100\% \\ &= 70 \% \end{aligned}$$

(\*Perhitungan data selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama)

**Analisis Data**

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	0.7	0.7	0.7	2.2	0.72	0.02
pH 4	0.7	0.7	0.7	2.19	0.73	0.01
pH 7	0.5	0.6	0.6	1.79	0.60	0.06
pH 9	0.6	0.5	0.5	1.62	0.54	0.09
pH 12	0.5	0.4	0.5	1.48	0.49	0.05
<b>Total</b>	<b>3.15</b>	<b>2.95</b>	<b>3.14</b>	<b>9.24</b>		

FK =	5.692	JKT =	0.162	JKK	0.0051
JKP =	0.135	JKG =	0.027		

**ANOVA**

SK	DB	JK	KT	Fhit	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	0.14	0.03	12.72	3.48	5.99
Kelompok	2	0.005	0.003	0.96		
Galat	8	0.03	0.003			
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>0.16</b>				

<b>t tabel =</b>	2.23
<b>BNT =</b>	0.094

**Notasi**

Perlakuan	Rata - rata	0.49	0.54	0.60	0.72	0.73	notasi
<b>pH 12</b>	0.49	0.00					a
<b>pH 9</b>	0.54	0.05	0.00				a
<b>pH 7</b>	0.60	0.10	0.06	0.00			b
<b>pH 4</b>	0.72	0.23	0.18	0.12	0.00		c
<b>pH 2</b>	0.73	0.24	0.19	0.13	0.01	0.00	c

