

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

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

Oleh :  
**NURUL HUDA MUKASYAFAH  
NIM. 115080301111053**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2015**

**PENGARUH pH BERBEDA TERHADAP PELEPASAN PENYALUT GUM  
ARAB DAN MALTODEKSTRIN PADA ENKAPSULASI EKSTRAK 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:  
**NURUL HUDA MUKASYAFAH**  
**NIM. 115080301111053**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2015**

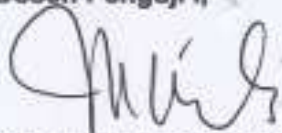
SKRIPSI

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

Oleh :  
**NURUL HUDA MUKASYAFAH**  
NIM. 115080300111008

telah dipertahankan di depan dosen penguji  
pada tanggal 5 Agustus 2016

Dosen Penguji I,



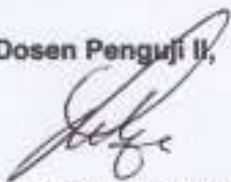
**(Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP)**  
NIP. 19680919 200501 1 001  
Tanggal : 18 AUG 2016

Menyetujui  
Dosen Pembimbing I



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

Dosen Penguji II,



**(Dr. Ir. Yahya, MP)**  
NIP. 19630706 199003 1 003  
Tanggal : 18 AUG 2016

Dosen Pembimbing II



**(Dr. Ir. Kartini Zaelani, MS)**  
NIP. 19550503 198503 2 001  
Tanggal : 18 AUG 2016



Mengetahui,  
Ketua Jurusan

**(Dr. Ir. Aminah Wilujeng Ekawati, MS)**  
NIP. 19602805 198603 3 001  
Tanggal : 18 AUG 2016



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya sendiri dan sepengetahuan saya dan 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

Nurul Huda Mukasyafah

## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur dan keagungan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat ridho dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul Pengaruh pH Berebeda terhadap Pelepasan Penyalut Gum Arab dan Maltodekstrin pada Enkapsulasi Ekstrak Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*. Atas terselesainya penulisan laporan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah S.W.T. yang telah senantiasa memberikan karunia-Nya.
2. Ibu Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS sebagai Dosen Pembimbing I dan ibu Dr. Ir. Kartini Zaelani, MS sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahannya dalam mengerjakan laporan ini.
3. Kedua orang tua saya yaitu ayahanda Nurul Anwar almarhum dan ibunda Mushonifah tercinta yang selalu memberi dukungan sepenuhnya dan memberikan doanya.
4. Saudaraku tercinta mbak titi (Atiti), Afis, Asyifa', Aam dan Ahlum yang selalu memberikan dukungan materi maupun non materi.
5. Keluarga besar atas perhatian dukungan dan doanya
6. Teman – teman satu perjuangan Dani, Zufri, Nasir, Fajar, Halim, Hans, Danang Eko yang telah memberikan banyak waktunya.
7. 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.

## RINGKASAN

**NURUL HUDA MUKASYAFAH.** Skripsi tentang Pengaruh pH Berbeda Terhadap Pelepasan Penyalut Gum Arab dan Maltodekstrin Pada Enkapsulasi Ekstrak Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*. (di bawah bimbingan **Dr.Ir. Hartati Kartikaningsih, MS** dan **Dr. Ir. Kartini Zaelanie, M.S.**)

Enkapsulasi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melindungi bahan aktif pada ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium*. Bahan penyalut yang digunakan dalam enkapsulasi ekstrak alga coklat ini adalah Gum arab dan Maltodekstrin dengan perbandingan 12% dan 8%. Selanjutnya untuk membuat simulasi pelepasan dan ketahanan penyalut dalam melindungi bahan aktif dilakukan penelitian tentang Pengaruh pH Berbeda Terhadap Pelepasan Penyalut Gum Arab Dan Maltodekstrin Pada Enkapsulasi Ekstrak Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*.

Tujuan dari penelitian ini antara lain untuk mengetahui pengaruh pH terhadap efisiensi enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum creistaefolium* tersalut gum arab. 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.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah konsentrasi larutan pH yaitu pH 2, pH 4, pH 7, pH 9, pH 12. sedangkan yang menjadi variabel terikat adalah analisis efisiensi kandungan flavonoid, analisis sem dan analisis organoleptik, serta analisis rendemen.

Perlakuan terbaik yang diperoleh menurut hasil analisis dari keseluruhan parameter, yaitu Nilai efisiensi enkapsulasi flavonoid tertinggi diperoleh pada perlakuan pH 4 dengan nilai efisiensi sebesar 94,45%, kandungan flavonoid sebesar 4,40 mg/g, ukuran diameter sebesar 18,48  $\mu\text{m}$ , Organoleptik Skoring dan Hedonik warna didapatkan nilai 3,67 dan 4,11 pada nilai Organoleptik Skoring dan Hedonik Aroma didapatkan nilai 3,67 dan 4,22 dan nilai rendemen sebesar 66,0%.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur dan keagungan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat ridho dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul Pengaruh pH Berbeda Terhadap Pelepasan Penyalut Gum Arab dan Maltodekstrin pada Enkapsulasi Ekstrak Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*. Tulisan ini menyajikan pokok bahasan yang meliputi proses perlakuan pH, total flavonoid, diameter, rendemen, organoleptik terhadap penyalut Gum Arab dan Maltodeksntrin setelah di pH. Dengan demikian penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak sebagai tambahan pengetahuan dan wawasan. Jika terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi ini penulis mohon maaf.



Malang, Agustus 2016

Penulis

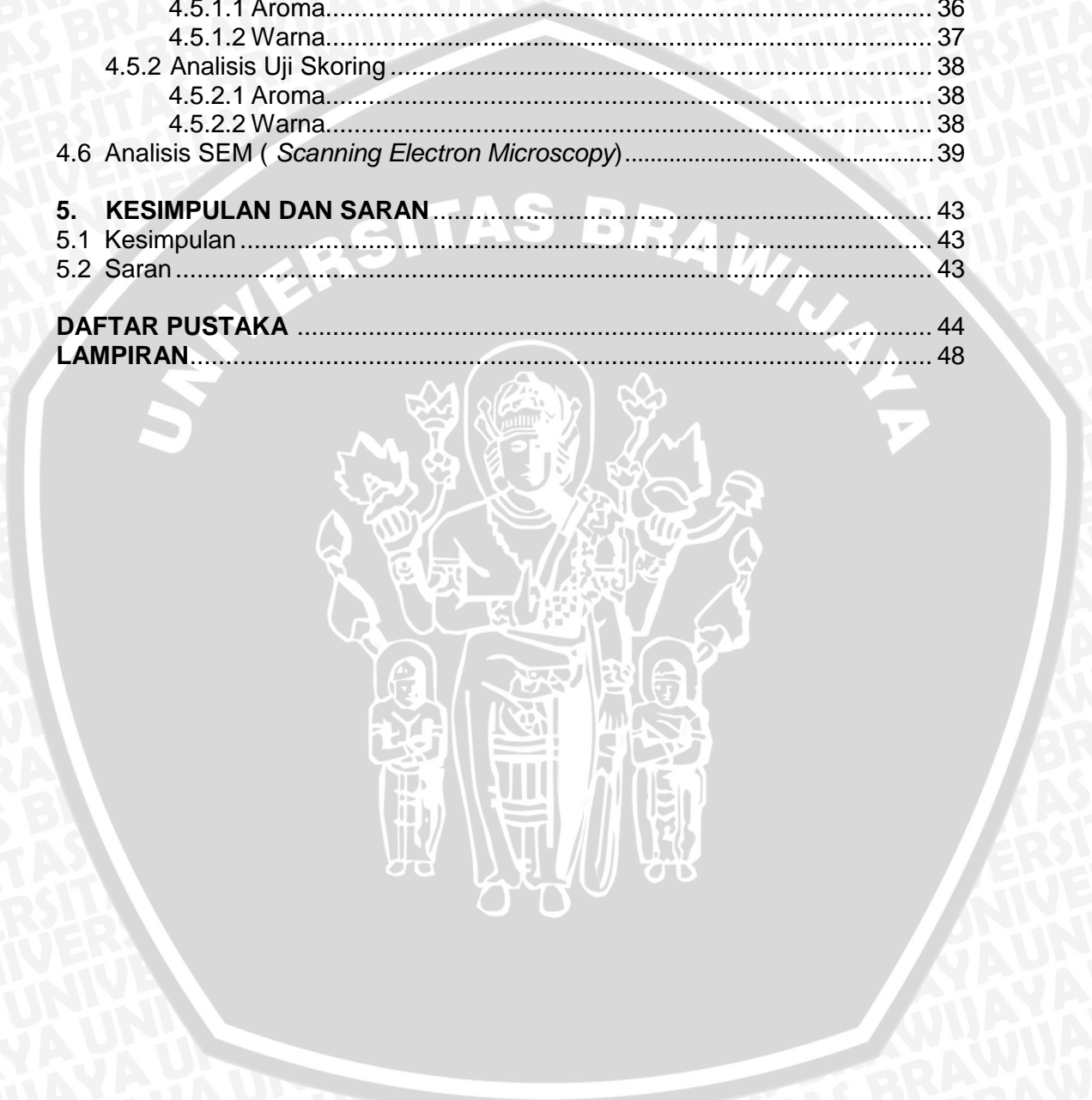
## DAFTAR ISI

### Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	iv
<b>HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Kegunaan.....	4
1.6 Waktu dan Tempat.....	5
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Alga Coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	6
2.2 Teh Alga Coklat.....	7
2.3 Flavonoid.....	8
2.4 Pembentukan Enkapsulat.....	10
2.5 Bahan Penyalut.....	11
2.5.1 Gum Arab.....	13
2.5.2 Maltodekstrin.....	13
2.6 Pelepasan Penyalut oleh pH.....	16
2.7 SEM ( <i>Scanning Electronic Microscopy</i> ).....	18
<b>3. METODE PENELITIAN</b> .....	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.2 Materi Penelitian.....	20
3.2.1 Bahan Penelitian.....	20
3.2.2 Alat Penelitian.....	21
3.3 Metode Penelitian.....	21
3.3.1 Variabel Penelitian.....	22
3.4 Rancangan Percobaan.....	22
3.5 Preparasi Bahan.....	23
3.6 Uji pH enkapsulasi yang Termodifikasi.....	24
3.7 Parameter Uji.....	24
3.7.1 Analisa Organoleptik.....	24
3.7.2 Analisa Diameter Enkapsulat.....	25
3.7.3 Uji Kandungan Flavonoid Menggunakan Spektrofotometri UV – Vis yang Termodifikasi.....	25
3.7.4 Analisis Total Flavonoid (Metode Spektrofotometri UV-Vis).....	28
3.7.5 Uji SEM ( <i>Scanning electronic Microscopy</i> ).....	29



<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Analisis Rendemen .....	30
4.2 Analisis Diameter Enkapsulat.....	31
4.3 Analisis Total Flavonoid .....	32
4.4 Analisis Efisiensi Flavonoid.....	34
4.5 Analisis Organoleptik .....	36
4.5.1 Analisis Uji Hedonik .....	36
4.5.1.1 Aroma.....	36
4.5.1.2 Warna.....	37
4.5.2 Analisis Uji Skoring .....	38
4.5.2.1 Aroma.....	38
4.5.2.2 Warna.....	38
4.6 Analisis SEM ( <i>Scanning Electron Microscopy</i> ).....	39
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	43
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	44
<b>LAMPIRAN</b> .....	48



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia <i>Sargassum</i> spp. ....	7
2. Hasil pengukuran kadar flavonoid total dalam serbuk minuman ekstrak rumput laut coklat ( <i>Sargassum</i> sp.).....	9
3. Spesifikasi Maltodekstrin.....	16
4. Efisiensi enkapsuat maltodekstrin dan gum arab ekstrak alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> pada pH berbeda.....	23
5. Hasil Parameter Uji .....	29
6. Nilai rata – rata rendemen Setelah pH enkapsulasi ekstrak alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	30
7. Nilai rata – rata diameter setelah ph enkapsulasi ekstrak alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	32
8. Nilai rata – rata total flavonoid setelah ph ilai rata – rata total flavonoid setelah pH enkapsulasi ekstrak alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	33
9. Nilai rata – rata Efisiensi Flavonoid Setelah pH enkapsulasi ekstrak alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	35
10 Rata – Rata Hasil Perhitungan Organoleptik dengan ANOVA.....	36



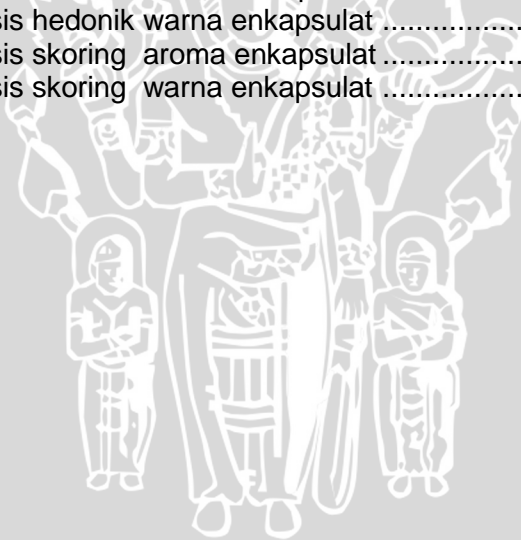
## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	7
2. Struktur flavonoid .....	9
3. Struktur kimia Gum Arab.....	14
4. Struktur Maltodekstrin .....	15
5. SEM ( <i>Scanning Electronic Microscopy</i> ) .....	18
6. SEM enkapsulasi sebelum perlakuan pH .....	39
7. Struktur Penyalut Gum Arab (a) dan Maltodekstrin (b).....	40
8. Mikrostruktur (a) perlakuan pH 2, (b) perlakuan pH 7 (c) perlakuan pH 12 .....	40



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alur Proses Pembuatan Serbuk Alga Coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> . ....	48
2. Proses Enkapsulasi Ekstrak Alga Coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> . ....	49
3. Pengenceran pH .....	50
4. Perlakuan pH .....	50
5. Prosedur pengenceran pH .....	51
6. Pengujian pH menggunakan .....	53
7. Pengujian Total Flavonoid.....	54
8. Prosedur Analisis Diameter.....	55
9. <i>Questioner</i> Uji Organoleptik Skoring. ....	56
10. <i>Questioner</i> Uji Organoleptik Hedonik. ....	57
11. Perhitungan dan Analisa Data Rendemen Enkapsulasi Ekstrak Daun Alga Coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	59
12. Perhitungan analisis diameter enkapsulat .....	61
13. Data Hasil Nilai Absorbansi Quersetin .....	62
14. Hasil Nilai Total senyawa Flavonoid Enkapsulasi Teh Alga Coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	63
15. Hasil Perhitungan Senyawa Flavonoid .....	64
16. Perhitungan Analisa Data Efisiensi Enkapsulasi Flavonoid Ekstrak Coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	72
17. Perhitungan analisis hedonik aroma enkapsulat .....	73
18. Perhitungan analisis hedonik warna enkapsulat .....	74
19. Perhitungan analisis skoring aroma enkapsulat .....	76
20. Perhitungan analisis skoring warna enkapsulat .....	78



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Sargassum cristaefolium* adalah tumbuhan laut yang mempunyai manfaat sebagai penangkal radikal bebas atau antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron (elektron donor) atau reduktan. Senyawa antioksidan alami tumbuhan umumnya adalah senyawa fenolik yang dapat berupa golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, dan asam-asam organik polifungsional (Lailiyah *et al.*, 2014). Dalam tumbuhan flavonoid terikat gula sebagai glikosida dan aglikon flavonoid yang mungkin terdapat dalam satu tumbuhan dalam bentuk kombinasi glikosida. Senyawa seperti flavonoid ini merupakan senyawa yang mempunyai daya simpan dan kestabilan zat aktif yang kurang (Sibuea, 2003). Salah satu proses yang dapat melindungi dan mempertahankan senyawa aktif seperti flavonoid adalah enkapsulasi.

Proses enkapsulasi zat aktif dengan material pembungkus dapat melindungi zat aktif dari faktor eksternal dan meningkatkan stabilitas dari bahan aktif sehingga fungsinya dapat terjaga selama penyimpanan. Selain itu teknik enkapsulasi juga dapat meningkatkan penyerapan zat aktif (*slow release*) pada saat masuk ke dalam tubuh sehingga fungsi zat aktif tersebut dapat maksimal dalam tubuh. Enkapsulasi merupakan teknik penyalutan suatu bahan sehingga bahan yang disalut dapat dilindungi dari pengaruh lingkungan. Bahan penyalut disebut enkapsulan sedangkan yang disalut/dilindungi disebut core (Triana *et al.*, 2006).

Enkapsulasi merupakan teknik pembuatan kapsul terhadap suatu bahan aktif untuk keperluan tertentu. Seperti enzim, sel makhluk hidup, hormon, obat-obatan, dan material bioaktif dapat dienkapsulasi. Enkapsulasi dilakukan dengan berbagai tujuan. Misalnya, dalam bidang farmasi untuk membungkus vitamin

yang dapat rusak karena kontak dengan oksigen, untuk menghambat penguapan zat yang bersifat mudah menguap, atau untuk mengurangi rasa dan bau dari suatu zat. Keberhasilan proses enkapsulasi sangat bergantung pada pemilihan bahan penyalut (Indrawati, 2010). Keberhasilan proses enkapsulasi ini juga berhubungan dengan pemilihan bahan penyalut yang digunakan untuk melindungi bahan inti yang akan dienkapsulasi.

Penelitian terdahulu didapatkan hasil kombinasi terbaik yakni gum arab 12% dan maltodekstrin 8%. Gum arab merupakan pati yang dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki viskositas, tekstur, bentuk serta dapat mempertahankan flavor dari makanan dengan pH 3,9 - 4,9. Hal ini disebabkan karena gum arab dapat membentuk lapisan yang dapat melapisi partikel flavor yang dapat melindungi partikel flavor tersebut dari oksidasi, evaporasi, dan absorpsi air dari udara terutama untuk produk yang higrokopis. Sedangkan maltodekstrin lebih efektif melindungi bahan aktif dibandingkan dengan bahan penyalut lainnya. Sifat - sifat yang dimiliki maltodekstrin antara lain pH 4,5 – 6,5, mengalami dispersi cepat, memiliki sifat daya larut yang tinggi maupun membentuk film, menentukan sifat higroskopis yang rendah, mampu membentuk body, sifat browning yang rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat (Srihari *et al.*, 2010). Salah satu perlakuan yang dapat digunakan untuk mengetahui ketahanan bahan penyalut yakni dengan memberikan perlakuan pH pada serbuk enkapsulasi.

pH adalah tingkatan asam basa suatu larutan yang diukur dengan skala 0–14. Tinggi rendahnya pH air atau makanan sangat dipengaruhi oleh ion hidrogen dan juga kandungan mineral lain yang terdapat didalamnya (Jinson, 2012). pH bisa digunakan sebagai simulasi pelepasan zat aktif pada enkapsulasi. Pelepasan bahan inti yang tersalut dikendalikan dengan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan untuk enkapsulasi. pH juga dapat menyebabkan

terjadinya degradasi polimer dimana zat aktif yang sudah disalut oleh mikrokapsul masuk dalam larutan pH dan akan berinteraksi dengan cairan pH sehingga cairan pH akan masuk kedalam matriks polimer dan menyebabkan terjadinya pengembangan yang kemudian menyebabkan zat aktif bisa berdifusi dari dinding polimer ke lingkungan luar.

Berdasarkan paparan uraian tersebut diketahui belum ada penelitian yang membahas tentang pengaruh pH berbedaterhadap pelepasan penyalut gum arab dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan perlakuan pH 2, pH 4, pH 7, pH 9, pH 12. Penelitian tentang perlakuan pH telah dilakukan oleh Setijawati *et.al.*,(2011) yakni membahas tentang uji viabilitas dan struktur mikrokapsul *lactobacillus acidophilus* dengan bahan penyalut karaginan semi murni jenis *Eucheuma cottoni*. Namun, belum banyak data tentang pengaruh pH berbeda terhadap pelepasan penyalut gum arab dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh pH berbeda terhadap pelepasan penyalut gum arab dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH berbeda terhadap pelepasan penyalut gum arab dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium*

#### 1.4 Hipotesis

- H0 : Diduga pH tidak berpengaruh terhadap pelepasan penyalut gum arab dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium*
- H1 : Diduga pH berpengaruh terhadap pelepasan penyalut gum arab dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium*

#### 1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah untuk memberi informasi kepada masyarakat, lembaga dan institusi lain mengenai pengaruh pH terhadap pelepasan penyalut gum arab dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium*

#### 1.6 Waktu dan Tempat

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



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*

*Sargassum cristaefolium* (*S. Cristaefolium*) merupakan golongan alga coklat dalam kelas Phaeophyceae. Alga ini tumbuh subur diperairan dengan kedalaman 0,5 - 10 m yang berarus maupun berombak pada daerah tropis dengan suhu perairan 27,25 - 29,30 0C dan salinitas 32 - 33,5%. *Sargassum* tumbuh dengan untai cabang-cabang dengan panjang thallus 1 - 3 m dan setiap percabangannya terdapat gelembung udara yang berfungsi untuk menopang cabang-cabang thallus agar terapung dipermukaan air untuk mendapatkan intensitas cahaya matahari (Kadi, 2005). *S. cristaefolium* memiliki senyawa hasil metabolisme sekunder berupa alkaloid dan flavonoid. Senyawa tersebut merupakan senyawa bioaktif yang dapat digunakan dalam pembuatan obat (Fahri et al., 2010).

Secara sitologi, *Sargassum* termasuk dalam tumbuhan eukariotik. Bagian-bagian sel yang dimiliki *Sargassum* cukup lengkap seperti inti sel, kromosom, cairan plasma, khloroplast, badan golgi, mitokondria dan sebagainya. di dalam khloroplast terdapat pigmen berwarna coklat emas disebut fukosantin. Fukosantin hampir menutup pigmen-pigmen lainnya sehingga menyebabkan thallus *Sargassum* berwarna coklat (Yulianto, 1996). Gambar *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. *Sargassum cristaefolium***

Klasifikasi *S. cristaefolium* menurut Algaebase, (2014) antara lain:

Kingdom	: Chromista
Phylum	: Ochrophyta
Class	: Phaeophyceae
Order	: Fucales - Kylin
Family	: Sargassaceae
Genus	: Sargassum
Scientific name	: Sargassum cristaefolium J. Agardh

**Tabel 1. Komposisi Kimia *Sargassum* spp.**

Komposisi Kimia	Presentase (%)
Karbohidrat	19,06
Protein	5,53
Lemak	0,74
Air	11,71
Abu	34,57
Serat Kasar	28,39

Sumber: Yunizal (2004)

## 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).

Teh merupakan bahan alami yang mengandung zat antioksidan flavonoid yang dapat bersifat antikarsinogenik, hipokolesterolemik serta kariostatik (Rini, 2010). 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).

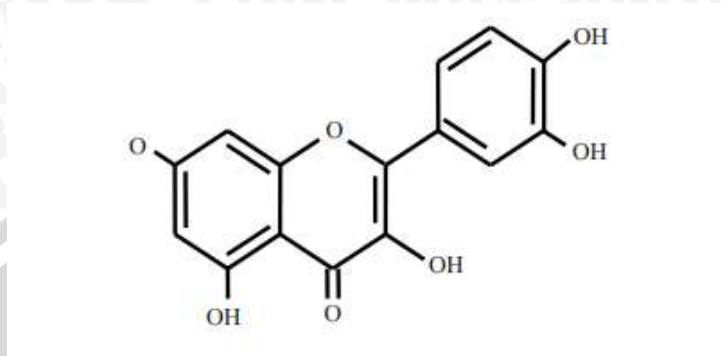
Menurut Firdhayani *et al.*, (2010), rumput laut *Sargassum spp.* dapat diolah menjadi produk teh rumput laut herbal efisien dan bernilai ekonomis. Hal ini dikarenakan dengan adanya kandungan bahan Alginate, iodine dan guluronate yang dapat membuang zat-zat sisa dalam tubuh, seperti lemak dan sel-sel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

### 2.3 Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman hijau,kecuali alga. Flavonoid yang lazim ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi (*Angiospermae*) adalah flavon dan flavonol dengan C- dan O-glikosida, isoflavon C- dan O-glikosida, flavanon CdanO-glikosida, khalkon dengan C- dan O-glikosida, dan dihidrokhalkon, proantosianidin dan antosianin, auron O-glikosida, dan dihidroflavonol O-glikosida. Golongan flavon, flavonol, flavanon,isoflavon, dan khalkon juga sering ditemukan dalam bentuk aglikonnya (Rohyami, 2008).

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, flavanon, 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). Struktur flavonoid dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Struktur flavonoid (Rohyami, 2008)**

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 dalam serbuk minuman ekstrak rumput laut coklat (*Sargassum* sp.) dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Hasil pengukuran kadar flavonoid total dalam serbuk minuman ekstrak rumput laut coklat (*Sargassum* sp.)**

Perlakuan	Kadar flavonoid (mg/gr)	Kadar flavonoid (%)
Matahari	2,118 ± 0,07	0,212
Oven 60 o C	1,991 ± 0,03	0,199

Sumber : Putri (2011).

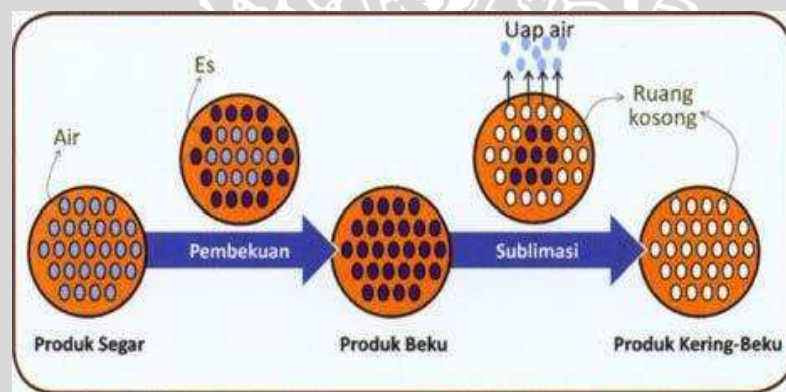
## 2.4 Pembentukan Enkapsulat

### 2.4.1 Pembentukan Enkapsulat pada *Freeze Drying*

Enkapsulasi merupakan teknik penyalutan suatu bahan sehingga bahan yang disalut dapat dilindungi dari pengaruh lingkungan. Bahan penyalut disebut enkapsulan sedangkan yang disalut atau dilindungi disebut core. 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).

Pembentukan enkapsulat merupakan terbentuknya lapisan luar pada bahan inti oleh penyalut sehingga terbentuk hasil bahan inti yang telah terselubungi kapsul. 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 terselubungnya bahan inti atau bahan mentah terjadi karena bahan enkapsulan memiliki sifat yang dapat menangkap bahan inti. Pembentukan enkapsulasi dengan metode pengeringan beku terjadi melalui mekanisme sublimasi, secara ilustratif (Hariyadi, 2013). Proses pengeringan beku ini dapat dilihat pada Gambar 5.



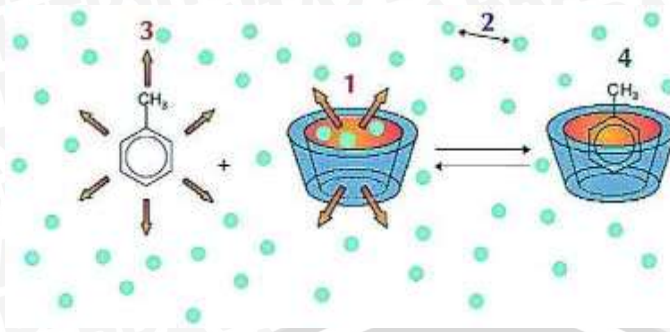
**Gambar 5. Proses pembentukan serbuk enkapsulasi pada *Freeze Drying***  
Sumber :Hariyadi ( 2013).

#### 2.4.2 Mekanisme Pembentukan kapsul oleh Maltodekstrin dan Gum Arab

Pembentukan lapisan kapsul oleh enkapsulan ini diawali dengan proses bercampurnya bahan enkapsulan dengan bahan yang akan dienkapsulasi yang berbentuk cair. Bahan berbentuk cair yang akan dienkapsulasi akan dihomogenkan dengan bahan enkapsulan dengan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer*. Pada proses pencampuran ini terjadi ikatan hidrogen oleh bahan

enkapsulan dan bahan inti enkapsulasi sehingga enkapsulan dan bahan inti enkapsulasi 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 gum arab terdiri dari *arabinogalactan protein* (AGP) dan *glycoprotein* (GP). Protein dalam gum arab ini juga berkontribusi dalam pengikatan ekstrak melalui ikatan nonkovalen antar polipeptida sehingga makin banyak nitrogen yang terikat pada AGP dan GP (Hakim dan Chamidah, 2013). Interaksi antara protein dan polisakarida dalam larutan akan terbentuk melalui ikatan elektrostatik dimana pada pH biologis gugus protein akan bertindak sebagai polikation dan gugus karboksil polisakarida bertindak sebagai polianion. Hal inilah yang akan membuat terbentuknya kapsul dari maltodekstrin dan gum arab.

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 6.



**Gambar 6. Penangkapan bahan inti oleh tuan rumah atau bahan penyalut**

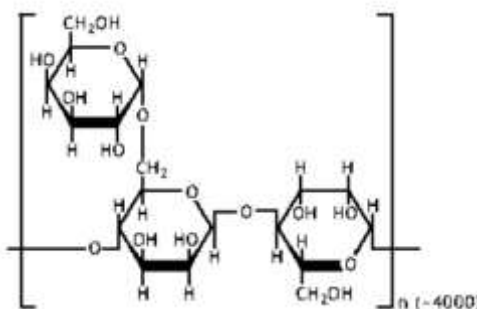
Sumber : Marquez dan Helena (2010).

## 2.5 Bahan Penyalut

### 2.5.1 Gum Arab

Gum arab dihasilkan dari getah *Acacia sp.* yang merupakan serangkaian satuan-satuan D-galaktosa, L-arabinosa, asam D-galakturonat dan L-ramnosa. Gum arab memiliki berat molekul antara 250.000 - 1.000.000 dan lebih mudah larut dalam air dibanding hidrokoloid lainnya. Gum dimurnikan melalui proses pengendapan dengan menggunakan etanol dan diikuti proses elektrodialisis Imeson (1999), gum arab stabil pada larutan asam. Emulsifikasi dari gum arab berhubungan dengan kandungan nitrogennya (protein). Jenis pengental ini juga tahan panas pada proses yang menggunakan panas, akan tetapi lebih baik jika panasnya dikontrol untuk mempersingkat waktu pemanasan. Hal ini dikarenakan gum arab dapat terdegradasi secara perlahan-lahan (Bertolini *et al.*, 2001).

Gum arab dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki viskositas, tekstur, bentuk serta dapat mempertahankan flavor dari makanan. Hal ini disebabkan karena gum arab dapat membentuk lapisan yang dapat melapisi partikel flavor yang dapat melindungi partikel flavor tersebut dari oksidasi, evaporasi, dan absorpsi air dari udara terutama untuk produk yang higrokopis (Fitriana *et al.*, 2014).



**Gambar 3. Struktur kimia gum arab**

Sumber : Google image, 2015

Gum arab stabil dalam larutan asam. pH alami gum dari *Acacia Senegal* ini berkisar 3,9-4,9 yang berasal dari residu asam glukoronik. Emulsifikasi dari gum arab berhubungan dengan kandungan nitrogennya (protein). Karakteristik kimia gum arab berdasar basis kering dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Karakteristik Kimia Gum Arab**

Komponen	Nilai (%)
Galaktosa	36,2 ± 2,3
Arabinosa	30,5 ± 3,5
Rhamnosa	13,0 ± 1,1
Asam glukoronik	19,5 ± 0,2
Protein	2,24 ± 0,15

Sumber : Setyawan (2007).

Gum arab terdiri dari *arabinogalactan protein* (AGP) dan *glycoprotein* (GP). AGP dan GP inilah yang berperan dalam penambahan nitrogen di dalam produk ini baik berupa nitrogen terlarut, nitrogen amino dan total protein. Diduga protein dalam gum arab ini juga berkontribusi dalam pengikatan ekstrak melalui ikatan nonkovalen antar polipeptida sehingga makin banyak nitrogen yang terikat pada AGP dan GP (Hakim dan Chamidah, 2013).

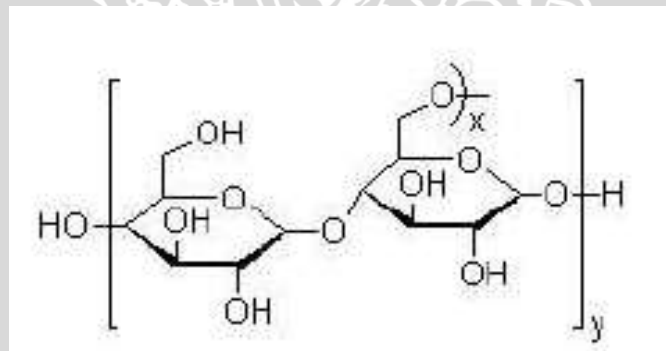
### 2.5.2 Maltodekstrin

Maltodekstrin merupakan oligosakarida yang dihasilkan dari hidrolisis pati yang diatur oleh enzim-enzim tertentu atau hidrolisis oleh asam, berwarna putihh sampai bening. Maltodekstrin memiliki nilai DE (dextrose equivalency) yang



tinggi, sehingga kelarutan maltodekstrin akan sangat baik dan lebih meningkat, DE yang rendah berhubungan dengan meningkatnya viskositas dan kadar air (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, mampu 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). Adapun struktur kimia maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Struktur Maltodekstrin**

Sumber : Fasikhathun (2010)

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).

Maltodekstrin dapat memberi kekerasan dan tekstur dalam produk pangan, maltodekstrin yang mengandung sakarida tinggi 95% dan dextrose

equivalent rendah mempunyai sifat gel yang dapat lumer dan bersifat thermoreversible, sehingga dapat diaplikasikan sebagai pengganti lemak dalam produk pangan. 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 dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Spesifikasi Maltodekstrin**

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

Sumber: Blancard dan Katz(1995)

## 2.7 Pelepasan Penyalut oleh pH

pH adalah tingkatan asam basa suatu larutan yang diukur dengan skala 0–14. Tinggi rendahnya pH air atau makanan sangat dipengaruhi oleh ion hidrogen dan juga kandungan mineral lain yang terdapat didalamnya (Jinson, 2012). pH bisa digunakan sebagai simulasi pelepasan penyalut pada enkapsulasi. Pelepasan bahan inti yang tersalut dikendalikan dengan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan untuk enkapsulasi.

Mekanisme pelepasan bahan inti bisa terjadi secara difusi, degradasi polimer, dan kombinasi difusi serta degradasi polimer. Difusi terjadi ketika zat aktif mengalir melalui pori-pori yang terdapat pada matriks polimer. Degradasi polimer biasanya untuk bahan penyalut berupa polimer *biodegradable* yang ditandai rusaknya mikrokapsul. Gabungan dari difusi dan degradasi polimer dapat terjadi dimana zat aktif yang sudah disalut oleh mikrokapsul masuk dalam larutan pH dan akan berinteraksi dengan cairan pH sehingga cairan pH akan masuk ke dalam matriks polimer dan menyebabkan terjadinya pengembangan yang kemudian menyebabkan zat aktif bisa berdifusi dari dinding polimer ke lingkungan luar. Polimer mulai terdegradasi sehingga zat aktif yang dilepaskan semakin banyak (Anisa, 2011). Muhammad 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.

## 2.6 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 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. Gambar 5. SEM (*Scanning Electronic Microscopy*) dapat diliha pada gambar 5.



**Gambar 5. 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, Kabupaten Sumenep, Madura yang sudah di enkapsulasi. 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 keperluan 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, dan uji diameter. Bahan utama yang digunakan berupa alga coklat (*Sargassum cristaefolium*) yang sudah di enkapsulasi menggunakan penyalut Gum arab 12% dan Maltodekstrin 8% (b/v).

Bahan yang digunakan untuk proses pengujian pH terhadap kualitas enkapsulasi yaitu larutan HCL, larutan akuades, larutan buffer fosphat kertas saring Whatman no. 42, kertas label, pH paper. Bahan untuk proses pengujian SEM (Scanning electronic Microscopy) adalah sampel serbukdaun alga coklat yang sudah di enkapsulasi dan dilakukan perlakuan pH, bahan untuk uji

flavonoid antara lain etanol 96%, HCl pekat, bubuk Mg dan uji total flavonoid antara lain etanol 96% dan  $AlCl_3$ , dan bahan untuk uji diameter adalah sampel serbuk daun alga coklat kering yang sudah di enkapsulasi dan diberi perlakuan pH.

### 3.2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat yang digunakan untuk proses pembuatan enkapsulasi ekstrak daun alga coklat, proses perlakuan pH, pengujian flavonoid, pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopy*). 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, kertas saring, corong, tabung reaksi *pyrex*, gelas ukur, spektrofotometry UV-VIS Genesis 10S. Alat yang digunakan untuk uji SEM adalah mikroskop SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Dan alat untuk menguji diameter adalah miroskop optik.

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen adalah metode sistematis guna membangun hubungan yang mengandung fenomena sebab-akibat. Hal ini dilakukan untuk memperoleh informasi tentang variabel mana yang menyebabkan sesuatu terjadi dan variabel yang memperoleh akibat dari terjadinya perubahan dalam suatu kondisi eksperimen (Azizah, 2013).

Menurut Nursalam (2008), mengatakan bahwa eksperimen atau eksperimental adalah suatu rancangan penelitian yang digunakan untuk mencari

hubungan sebab-akibat dengan adanya keterlibatan penelitian dalam melakukan manipulasi terhadap variabel bebas. Eksperimen merupakan rancangan penelitian yang memberikan pengujian hipotesis yang paling tertata dan cermat, sedangkan pada penelitian kohort atau kasus kontrol hanya sampai pada tingkat dugaan kuat dengan landasan teori atau telaah logis yang dilakukan peneliti.

### 3.3.1 Variabel Penelitian

Variabel adalah segala faktor yang berperan atau berpengaruh terhadap percobaan. Menurut Brink dan Wood (2000), Variabel ialah faktor yang mengandung lebih dari satu nilai dalam metode statistik. Variabel terdiri dari variabel bebas yang artinya variabel penyebab atau variabel yang mempengaruhi dimana variabel dalam kelompok sampel dibedakan. Dalam kata lain, peneliti harus dapat memisahkan sampel dalam kelompok alternatif didasarkan pada variabel. Sedangkan variabel terikat yaitu faktor yang diakibatkan oleh pengaruh tersebut.

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Perlakuan pH yang berbeda. Sedangkan variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah efisiensi enkapsulat maltodekstrin – gum arab terhadap parameter uji.

### 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 fosfat 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. Pengaruh pH berbeda terhadap pelepasan penyalut gum arab dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium***

Perlakuan	Kelompok		
	I	II	III
A			
B			
C			
D			
E			

Keterangan :

- A : Perlakuan pada pH 2 larutan KCl-HCl
- B : Perlakuan pada pH 4 larutan KCl-HCl
- C : Perlakuan pada pH 7 larutan buffer fosfat
- D : Perlakuan pada pH 9 larutan NaOH
- E : Perlakuan pada pH 12 larutan NaOH

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 gum arab 12 % (b/v) dan maltodekstrin 8 % (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:

1. 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.

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.

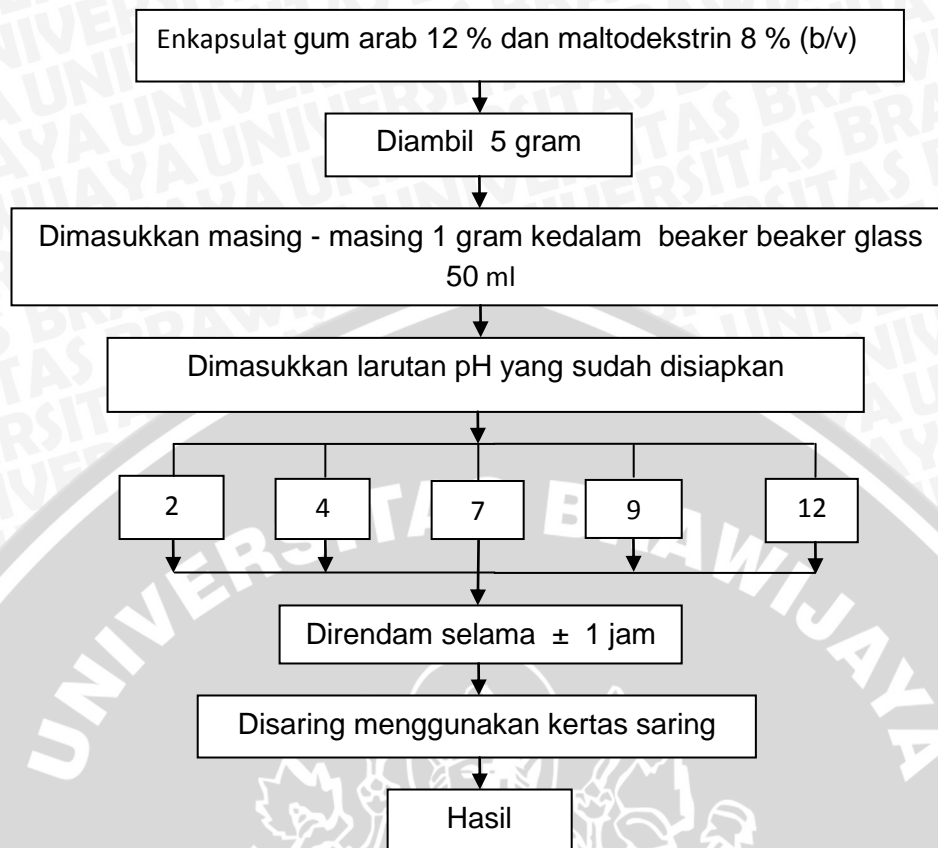
3. Larutan pH 7 menggunakan aquades

4. Pembuatan larutan pH basa 9 dan 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 larutan 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 pH 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 gum arab 12 % dan maltodekstrin 8 % (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. Pengujian perlakuan larutan pH dilakukan dengan cara sebagai berikut:



### 3.7 Parameter Uji

Parameter uji yang digunakan pada penelitian pengaruh pH berbeda terhadap pelepasan penyalut gum arab dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium* adalah organoleptik warna dan aroma, Analisa Diameter Enkapsulat, kadar flavonoid, serta struktur morfologi partikel SEM.

#### 3.7.1 Analisa Organoleptik

Penilaian Organoleptik dapat dilakukan dengan uji hedonik dan skoring. Parameter uji hedonik dan skoring meliputi aroma dan warna. Panelis yang digunakan sebanyak 20 orang. Penilaian uji hedonik menggunakan scoring dengan nilai terendah 1 (sangat tidak suka) dan nilai tertinggi 7 (sangat suka).

Penilaian uji skoring menggunakan scoring dengan nilai terendah 1 (sangat tidak coklat) dan nilai tertinggi 7 (amat sangat coklat) untuk penilaian warna, 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).

### 3.7.2 Analisa Diameter Enkapsulat

Analisa diameter dilakukan dengan menggunakan mikroskop elektron. 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, daunrumpun mutiara, daun rumput teki dan daun iler masing-masing ditambahkan dengan 1 mL  $AlCl_3$  yangtelah 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.

### 3.7.5 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 tebalnya 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 dihasilkannya 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 diamati dengan menggunakan mikroskop JEOL-T220. Analisis *Scanning* Elektron dilakukan pada tegangan 5 – 20 KV (Rihayat dan suryani, 2008).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian tentang pengaruh pH berbeda terhadap pelepasan penyalut gum arab dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium* meliputi beberapa parameter antara lain kadar total flavonoid, Analisis diameter enkapsulat, analisis Organoleptik serta analisis SEM (*Scanning Elektron Microscopy*) 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	17,13 ±0,14	18,48±0,67	19,83±0,38	16,49±0,48	14.49±0,82
Rendemen %	0,50±0,19	0,66±0,07	0,76±0,09	0,42±0,07	0,41±0,09
<b>Analisis Kimia</b>					
Uji total Flavonoid (mg/g)	3,55±0,04	4,40±0,05	3,01±0,03	2,81±0,04	1,72±0,05
<b>Organoleptik Hedonik</b>					
Warna	3,64±0,34	3,67±0,58	3,84±0,53	4,29±0,54	4,42±0,37
Aroma	3,80±0,18	3,67±0,07	3,60±0,23	4,33±0,18	4,53±0,24
<b>Skoring</b>					
Warna	4,27±0,13	4,11±0,28	3,93±0,41	3,42±0,80	3,78±0,50
Aroma	4,00±0,13	4,22±0,10	4,38±0,04	3,98±0,19	2,44±0,04

##### 4.1 Analisis Rendemen

Rendemen adalah presentase perbandingan antara berat akhir produk terhadap berat awal produk. Rendemen juga dapat diartikan persentase rasio antara produk yang diperoleh terhadap bahan baku yang digunakan. Penggunaan bahan tambahan makanan merupakan salah satu alternatif yang dilakukan untuk meningkatkan rendemen yang diperoleh dalam pembuatan produk (Yudihapsari, 2009).

Rendemen enkapsulasi ekstrak alga coklat yang dibuat dengan perlakuan jenis pH yang berbeda dapat dilihat pada lampiran 11. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, nilai rata-rata rendemen ekstrak alga coklat didapatkan hasil sebesar 41,0 – 76,0 %. Hasil ANOVA menyatakan bahwa jenis pH berbeda berpengaruh nyata terhadap rendemen ekstrak alga coklat. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 6.

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

Perlakuan	Nilai Rata- Rata Sesudah pH	Notasi
pH 2	0,50±0,19	c
pH 4	0,66±0,07	d
pH 7	0,76±0,09	b
pH 9	0,42±0,07	a
pH 12	0,41±0,09	a

Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $p>0,05$ ).

Rendemen tertinggi 76,0 % didapat dari perlakuan pH 7. Sedangkan nilai rendemen terendah diperoleh dari perlakuan pH 12. Tingginya nilai rendemen pada pH 7 menunjukkan bahwa pada pH 7 masih terdapat banyak penyalut pada hasil enkapsulasi ekstrak alga coklat setelah perlakuan pH sedangkan pada pH basa yakni pH 12 penyalut telah banyak yang lepas dari bahan inti sehingga rendemen pada pH basa memiliki nilai paling rendah setelah perlakuan pH. Hal ini juga disebabkan karena penyalut lebih tahan pada pH asam dari pada pH basa. Gum arab memiliki kisaran pH sebesar 3,9-4,9 (Immeson, 1999), sedangkan maltodekstrin memiliki pH 4,5-6,5 (Chafid dan Kusumawardhani, 2010). Herawati (2004), menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan dalam proses hidrolisis ampas tebu menyebabkan semakin besar rendemen glukosa yang dihasilkan. Dengan demikian rendemen pada pH basa akan berkurang karena terlarutnya pati kedalam larutan pH. Hasil perhitungan ANOVA dan BNT menunjukkan hasil yang berbeda nyata, artinya



pH asam maupun basa dapat mempengaruhi penyalut gum arab dan maltodekstrin sehingga rendemen pada serbuk enkapsulasi ekstrak alga coklat setelah di pH berkurang.

#### 4.2 Analisis Diameter Enkapsulat

Diameter enkapsulat ini diukur dengan menggunakan mikroskop electron dengan perbesaran 100 - 400x. Ukuran diameter partikel enkapsulat ikut menentukan keberhasilan enkapsulasi. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin baik hasil enkapsulasinya. Menurut Ali *et al.* (2014), pengukuran partikel dilakukan untuk mengetahui apakah metode dan bahan enkapsulat dapat membuat ukuran nanopartikel ( $10^{-9}$ ).

Diameter dan bentuk dari mikrokapsul diperiksa dengan mikroskop elektron, dengan cara mikrokapsul ditempatkan merata pada aluminium stubs yang berupa lempengan berdiameter 6 mm kemudian divakum dengan gas argon sampai stabil dan dilapisi emas dengan sputter coater selama 20 detik. Selanjutnya aluminium stubs yang berisi sampel dimasukkan pada alat electron microscope dan diamati diameter mikrokapsul serta bentuk mikroskopis dari mikrokapsul (Lian *et al.*, 2002).

Rata – rata ukuran diameter serbuk enkapsulat ekstrak alga coklat setelah dilakukan perlakuan pH yaitu sebesar 14,49 - 19,83 $\mu\text{m}$ . Hasil ANOVA menyatakan bahwa jenis pH berbeda berpengaruh nyata terhadap diameter ekstrak alga coklat. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Nilai rata – rata diameter setelah pH enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium***

Perlakuan	Nilai Rata- Rata Sesudah pH	Notasi
pH 2	17,13 ±0,14	e
pH 4	18,48±0,67	d
pH 7	19,83±0,38	c
pH 9	16,49±0,48	b
pH 12	14.49±0,82	a

Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ).

Hasil analisis menjunjukkan bahwa diameter terbesar didapatkan pada pH 7 yaitu sebesar 19,83  $\mu\text{m}$  dan yang terkecil pada pH 2 yaitu sebesar 14.49  $\mu\text{m}$ . nilai yang besar pada pH 7 menunjukkan bahwa struktur fisik dari penyalut tidak banyak lepas dari bahan inti sehingga menyebabkan nilai diameter tinggi sedangkan pada pH 12 didapatkan nilai yang paling kecil hal ini dikarenakan perlakuan pH 12 menyebabkan banyaknya penyalut yang telah lepas dari bahan inti sehingga menyebabkan nilai diameter semakin kecil. Nilai besar kecilnya diameter juga dipengaruhi oleh penyalut (gum arab dan malto) dalam larutan memiliki stabilitas maksimum pada pH asam menurut Blancard dan Katz, (1995), spesifikasi ketahanan maltodekstrin terhadap pH adalah pada rentang 4,5 - 6,5. Sedangkan gum arab memiliki stabilitas maksimum pada rentang 3,9 - 4,9. Sehingga pada pH asam dan basa yang terlalu tinggi akan dapat melarutkan gum arab dan maltodekstrin.

#### **4.3 Analisis Total Flavonoid**

Hasil pengujian flavonoid dilakukan untuk mengetahui kandungan kadar flavonoid yang sebelumnya dienkapsulasi dibandingkan dengan pada saat setelah perlakuan uji pH. Pengujian kadar flavonoid total dilakukan pada sampel kontrol (hasil enkapsulasi penyalut gum arab 12% dan maltodekstrin 8%), sampel

pengujian pH dilakukan dengan cara memberikan Larutan pH asam sampai basa menggunakan Larutan *buffer*. Perlakuan A (Larutan pH 2), perlakuan B (Larutan pH 4) dan perlakuan C (Larutan pH 7), perlakuan D (Larutan pH 9) dan perlakuan E (Larutan pH 12).

Penentuan kadar flavonoid dilakukan dengan spektrofotometri menggunakan reagen alumunim klorida ( $AlCl_3$ ) Sebanyak 2 mL larutan ekstrak dengan konsentrasi 50  $\mu$ g/mL, di tambahkan dengan 2 mL alumunium klorida 2% yang telah dilarutkan dengan etanol, kemudian divorteks selama 20 menit, inkubasi campuran larutan selama 24 menit. Ukur absorban pada 415 nm. Buat perhitungan rata-rata 3 kali pengukuran dan kandungan flavonoid dinyatakan dengan kesetaraan pembanding baku (Chang dan Wen, 2002).

Rata – rata total flavonoid serbuk enkapsulat ekstrak alga coklat setelah dilakukan perlakuan pH yaitu sebesar 1,72 - 4,40 mg/g. Hasil ANOVA menyatakan bahwa jenis pH berbeda berpengaruh nyata terhadap total flavonoid ekstrak alga coklat. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8. Nilai rata – rata total flavonoid setelah pH enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium***

Perlakuan	Nilai Rata- Rata Sesudah perlakuan pH	Notasi
pH 2	3,55 $\pm$ 0,04	d
pH 4	4,40 $\pm$ 0,05	e
pH 7	3,01 $\pm$ 0,03	c
pH 9	2,81 $\pm$ 0,04	b
pH 12	1,72 $\pm$ 0,05	a

Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ).

Tabel 8. diatas menunjukkan kadar flavonoid memiliki nilai  $>0.0000$  artinya bahwa terdapat perbedaan kadar flavonoid yang signifikan pada enkapsulasi ekstrak alga coklat sebelum dilakukan perlakuan pH maupun setelah dilakukan perlakuan pH. Hal ini dikarenakan adanya penyalut Maltodekstrin dan

Gum arab telah mengalami hidrolisis atau pemecahan pada enkapsulasi sehingga nilai absorbansi sedikit lebih besar dari perlakuan yang kontrol dan bervariasi. Nilai flavonoid yang tinggi pada pH 4 menunjukkan bahwa perlakuan pH menyebabkan struktur fisik penyalut banyak yang rusak dan hilang dari bahan inti, sehingga menyebabkan semakin tingginya nilai flavonoid. Hal ini juga dipengaruhi karena senyawa flavonoid memiliki kestabilan pada pH 4 Menurut Luthana (2008), pada penelitiannya tentang ekstrak bawang daun didapatkan total flavonoid tertinggi didapatkan pada pH 4 hal ini dapat dikarenakan flavonoid merupakan senyawa bioaktif yang stabil pada pH asam dan memiliki sifat asam lemah sehingga jika diberi larutan asam kuat seperti pH 2 dapat merusak struktur flavonoidnya dan pada pH netral yakni 7 sampai dengan pH basa kandungan total flavonoid akan cenderung menurun. Bilamana basa yang digunakan berkadar tinggi maka akan terjadi fragmentasi atau polimerisasi (Soeharsono,1978). Maka didapatkan kadar total nilai Flavonoid tertinggi pada pH asam yaitu pH 4. Sedangkan pada pH basa yakni pH 12 terjadi kerusakan struktur fisik penyalut yang menyebabkan hilangnya penyalut dari bahan inti yang menyebabkan nilai flavonoid menurun karena selain melepas penyalut dari bahan inti pH basa juga dapat menguraikan senyawa flavonoid yang ada pada bahan inti enkapsulasi. Sifat kimia flavonoid adalah fenol yang bersifat asam lemah sehingga akan larut dalam basa, dan jika dilarutkan basa terlalu lama akan banyak yang terurai (Septiana, 2011).

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

Hasil total flavonoid enkapsulasi ekstrak daun *Sargassum cristaefolium* digunakan untuk perhitungan efisiensi enkapsulasi flavonoid. Efisiensi enkapsulasi merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk

menentukan keberhasilan dari proses enkapsulasi (Maharini, 2011). Efisiensi flavonoid merupakan perbandingan total flavonoid sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan pH. Hasil efisiensi flavonoid diperoleh dari hasil flavonoid setelah perlakuan pH dibagi dengan hasil flavonoid sebelum perlakuan pH dikali 100%.

Hasil rata-rata nilai efisiensi enkapsulasi pada pengujian total flavonoid dari sebelum sampai sesudah dilakukan perlakuan pH yang berbeda yaitu 36,81 - 94,45%. Hasil ANOVA menyatakan bahwa jenis pH berbeda berpengaruh nyata terhadap efisiensi enkapsulasi flavonoid ekstrak alga coklat. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9. Nilai rata – rata efisiensi flavonoid setelah pH enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium***

Perlakuan	Nilai % efisiensi	Notasi
pH 2	76,62±0,88	d
pH 4	94,45±0,84	e
pH 7	65,00±0,75	c
pH 9	60,60±0,83	b
pH 12	36,81±0,79	a

Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ).

Efisiensi enkapsulasi flavonoid tertinggi diperoleh dari perlakuan pH 4 sebesar 94,45% dan efisiensi enkapsulasi flavonoid terendah diperoleh dari perlakuan pH 12 sebesar 36,81%. Berdasarkan Tabel 9. dapat diketahui bahwa semakin basah perlakuan pH yang diberikan maka semakin rendah efisiensi enkapsulasi flavonoid pada enkapsulat ekstrak *S. cristaefolium*. Hal ini disebabkan karena penyalut gum arab dan maltodekstrin larut dalam larutan pH basa. Menurut Soeharsono, (1978) bila basa yang digunakan berkadar tinggi maka akan terjadi fragmentasi sehingga monosakarida akan mudah mengalami dekomposisi. Selain itu juga karena sifat kimia flavonoid adalah fenol yang

bersifat asam sehingga akan larut dalam basa, dan jika dilarutkan basa terlalu lama akan banyak yang terurai (Septiana, 2011). Menurut Siregar et al., (2015) total flavonoid pada bawang daun lebih tinggi pada pH rendah dan mengalami penurunan ketika mencapai pH 7. Chen *et al.* (2006), menyatakan bahwa pelepasan senyawa aktif ekstrak teh hijau yang disalut oleh whey protein pada medium asam terkendali dan nanopartikel yang dilapisi protein dapat melindungi senyawa aktif pada medium asam.

#### 4.5 Analisis Organoleptik

Uji organoleptik adalah uji dengan menggunakan indera manusia, kadang-kadang juga disebut uji sensorik karena penilainnya berdasarkan pada rangsangan sensorik pada organ indera (Mahdiah, 2002). Analisis organoleptik pada penelitian ini terdiri dari dua macam uji yakni uji hedonik dan skoring. Rata – rata hasil dari perhitungan uji hedonik dan skoring dapat dilihat pada Tabel 10 .

**Tabel 10. Nilai rata – rata hasil perhitungan organoleptik Hedonik dan skoring**

Perlakuan	Hedonik		Skoring	
	Warna	Aroma	Warna	Aroma
pH 2	3,64±0,34	4,33±0,18 <sup>c</sup>	4,27±0,13	3,27±0,29 <sup>a</sup>
pH 4	3,67±0,58	3,80±0,18 <sup>a</sup>	4,11±0,28	2,76±0,10 <sup>a</sup>
pH 7	3,84±0,53	4,53±0,24 <sup>d</sup>	3,93±0,41	3,98±0,19 <sup>b</sup>
pH 9	4,29±0,54	3,67±0,07 <sup>a</sup>	3,42±0,80	4,22±0,10 <sup>b</sup>
pH 12	4,42±0,37	3,60±0,23 <sup>b</sup>	3,78±0,50	4,38±0,04 <sup>b</sup>

Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ).

#### 4.5.1 Analisis Uji Hedonik

##### 4.5.1.1 Warna

Hasil uji hedonik terhadap warna dari masing-masing perlakuan pH berbeda pada enkapsulat maltodekstrin dan gum arab ekstrak alga coklat *S. cristaefolium* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. menunjukkan nilai kesukaan panelis terhadap warna ekstrak teh alga coklat antara 3,64 (agak suka) sampai 4,42 (suka). Perlakuan pH berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat kesukaan warna ekstrak teh alga coklat oleh panelis. Hal ini bisa disebabkan karena panelis lebih cenderung tidak menyukai warna dari ekstrak teh alga coklat sesudah diberikan perlakuan pH.

##### 4.5.1.2 Aroma

Uji hedonik aroma yang dilakukan pada ekstrak alga coklat merupakan parameter kualitas yang menunjukkan tingkat penerimaan konsumen. Hasil uji hedonik terhadap aroma dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 menunjukkan nilai kesukaan panelis terhadap ekstrak alga coklat antara 3,60 (agak suka) sampai 4,53 (suka). Perlakuan perbedaan pH memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat kesukaan aroma ekstrak alga coklat oleh panelis. Hasil tertinggi nilai uji hedonik aroma didapatkan pada pH 7 dan terendah pada pH basa. Hal ini dikarenakan pada pH basa yakni pH 12 menyebabkan aroma khas dari rumput laut keluar sehingga panelis lebih suka pada pH 7 dari pada pH basa. Pada pH 12 didapatkan hasil nilai aroma terendah karena fungsi dari pada penyalut telah hilang karena pH yang terlalu basa sehingga aroma khas rumput laut lebih keluar, sehingga panelis lebih cenderung tidak menyukai aroma ekstrak *S. cristaefolium* pada pH 12.

## 4.5.2 Analisis Uji Skoring

### 4.5.2.1 Aroma

Hasil uji skoring terhadap aroma dari masing-masing perlakuan enkapsulat maltodekstrin – gum arab ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium* pada pH berbeda dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. menunjukkan penilaian panelis terhadap aroma ekstrak teh alga coklat antara 2,76 (tidak terasa amis) sampai 4,38 (terasa amis). Perlakuan perbedaan pH memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat penilaian panelis terhadap aroma ekstrak teh alga coklat. Parameter aroma menunjukkan perbedaan signifikan karena perlakuan pH yang berbeda menyebabkan penyalut dari ekstrak alga coklat terpecahkan atau larut dalam larutan pH. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai aroma yang tinggi pada pH 12 yang berarti fungsi dari penyalut sudah hilang sehingga aroma khas rumput laut keluar.

### 4.5.2.2 Warna

Hasil uji skoring terhadap warna dari masing-masing perlakuan enkapsulat maltodekstrin – gum arab ekstrak alga coklat *S. cristaefolium* pada pH berbeda dapat dilihat pada Tabel 10.

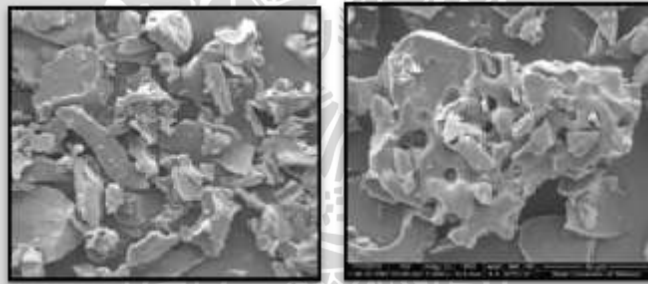
Tabel 10. menunjukkan penilaian panelis terhadap warna ekstrak alga coklat antara 3,42 (tidak hijau) sampai 4,27 (agak hijau). Perlakuan perbedaan pH tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat penilaian panelis terhadap warna ekstrak teh alga coklat. Parameter warna tidak menunjukkan perbedaan signifikan karena perlakuan pH yang berbeda menyebabkan enkapsulat dari ekstrak alga coklat terpecahkan atau larut dalam larutan pH. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai warna yang tidak berbeda nyata yang berarti penyalut sudah hilang atau larut saat perendaman pada tiap perlakuan larutan pH. Dapat diketahui bahwa warna dari hasil enkapsulasi ekstrak teh alga coklat



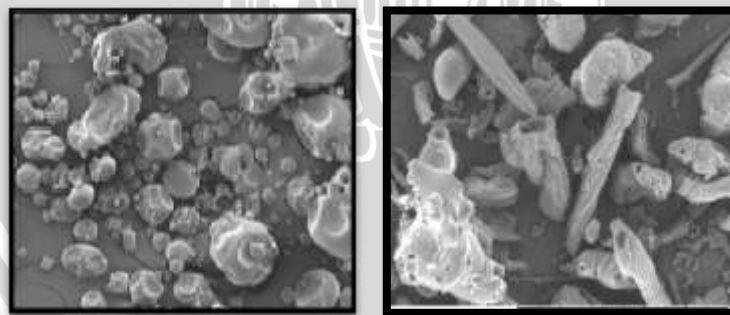
adalah putih kehijauan. Putih menunjukkan *filler* (maltodekstrin dan gum arab) sedangkan hijau adalah *core* atau inti yakni ekstrak alga coklat.

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

SEM (*Scanning Electron Microscopy*) merupakan salah satu Indikator untuk membuktikan sifat fisik dan struktur permukaan dari enkapsulasi teh alga coklat dengan penyalut Gum Arab dan maltodekstrin. Perlakuan pH yang dilakukan benar membuktikan berpengaruh nyata apa tidak terhadap penyalut yang digunakan untuk melapisi ekstrak teh alga coklat. Hasil Enkapsulasi awal sebelum perlakuan uji pH, hasil struktur fisik penyalut dan hasil uji setelah perlakuan pH berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 7,8, dan 9.



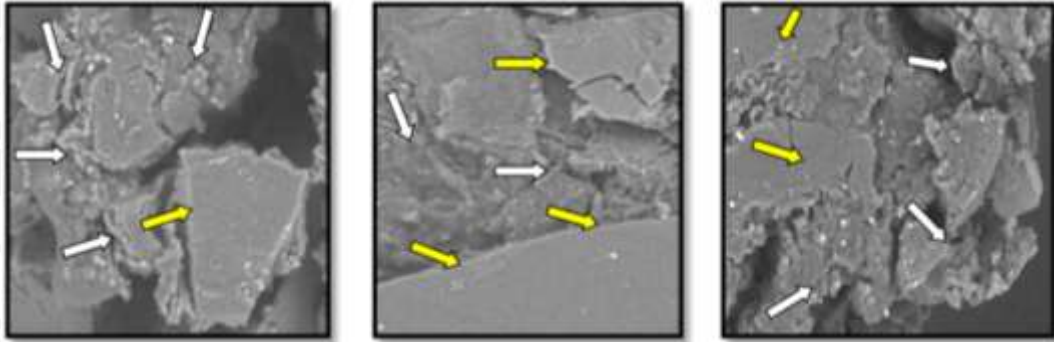
Gambar 7. SEM enkapsulasi sebelum perlakuan pH



(a)

(b)

Gambar 8. Struktur Penyalut Gum Arab (a) dan Maltodekstrin (b)



**Gambar 9. Mikrostruktur (a) perlakuan pH 4, (b) perlakuan pH 7 (c) perlakuan pH 12**

Keterangan :

→ Menunjukkan bahwa penyalut belum terjadi perubahan pada struktur fisiknya

→ Menunjukkan bahwa terjadi perubahan pada struktur fisiknya

- Perlakuan pH 4 menunjukkan hasil SEM dengan menurunnya kekompakan struktur fisik dikarenakan perlakuan pH
- Perlakuan pH 7 menunjukkan hasil SEM dengan kekompakan struktur fisik penyalut yang lebih baik ditandai dengan sedikitnya lubang pada gambar
- Perlakuan pH 12 menunjukkan hasil SEM dengan hampir hilangnya kekompakan dari pada struktur fisik penyalut

Dari hasil SEM dapat dilihat bahwa pada masing masing perlakuan dari pH asam netral dan basa terdapat perbedaan dari bentuk struktur fisik granula pati. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa perlakuan pH asam, netral dan basa berpengaruh pada penyalut maltodekstrin dan gum arab. Hasil SEM pH 12 menunjukkan hasil struktur fisik yang telah kehilangan kekompakannya dikarenakan oleh pH. Hasil SEM pada pH 4 dan 7 menunjukkan penyalut masih dapat mempertahankan kekompakan sebagai bahan penyalut sehingga bentuk permukaan yang halus pada kontrol sebelum dilakukan pH masih dapat terlihat. Hasil SEM ini juga menunjukkan bahwa pada pH basa membuat struktur fisik penyalut mengalami kerusakan yang paling banyak sehingga mempengaruhi rendemen dan diameter enkapsulasi yang nilainya semakin kecil pada pH 12. Hal ini juga mempengaruhi hasil total flavonoid yang mengalami penurunan pada pH

basa yakni pada pH 12 yang disebabkan karena maltodekstrin dan gum arab telah mengalami banyak kehilangan kekompakan pada struktur fisiknya sehingga bahan inti flavonid lebih banyak yang terlepas dalam larutan pH yang menyebabkan nilai total flavonoid kecil. Sebaliknya pada pH 4 dan 7 flavonoid masih belum banyak yang terlepas keluar sehingga pada saat uji total flavonoid hasilnya lebih besar dari pH 12 yakni 4,40 mg/g dan 3,01mg/g.

Hasil SEM tersebut menunjukkan bahwa pH yang paling baik untuk melepaskan penyalut dari bahan inti adalah pada pH basa yakni pH 12 hasil ini juga diperkuat oleh pernyataan Imeson (1999), gum arab stabil pada larutan asam dengan nilai pH 3.5-4,9. Emulsifikasi dari gum arab berhubungan dengan kandungan nitrogennya (protein). Menurut Luthana ( 2008), Penyalut maltodekstrin memiliki kelarutan yang lebih tinggi, mampu membentuk film, memiliki higroskopisitas rendah, memiliki kestabilan pH asam, mampu sebagai pembantu pendispersi, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat kuat. Sehingga Hal ini di buktikan bahwa hasil SEM lebih baik di pH asam daripada ph basa. Hal ini dikarenakan basa yang digunakan berkadar tinggi dapat menyebabkan maltodekstrin terhidrolisi dan akan terjadi fragmentasi atau polimerisasi sehingga dapat terjadi penggumpalan (Soeharsono, 1978).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang Pengaruh pH Berbeda Terhadap Pelepasan Penyalut Gum Arab Dan Maltodekstrin pada Enkapsulasi Ekstrak Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* dapat disimpulkan bahwa perlakuan pH terbaik adalah pH 12 dengan nilai flavonoid sebesar 1,72 mg/g, efisiensi flavonid sebesar 36,8 % ukuran diameter sebesar 14,49  $\mu\text{m}$ , Organoleptik Hedonik dan Skoring warna didapatkan nilai 4,42 dan 3,78 pada nilai Organoleptik Hedonik dan Skoring Aroma didapatkan nilai 3,60 dan 4,38 dan nilai rendemen sebesar 0,41%.

### 5.2 Saran

Dari Hasil penelitian ini diharapkan bahwa perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh pH dan penggunaan bahan penyalut dalam pelepasan zat aktif pada enkapsulasi ekstrak alga coklat *Sargassum cristefolium*.

## 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 17 agustus 2015 pukul 08.47 WIB.
- 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**. Progam Studi Kimia. Depok. Skripsi.
- Ayu, L., I. Didik, dan A. Erlina. 2010. **Pertumbuhan, hasil dan kualitas pucuk teh (*camellia sinensis*(L.) Kuntze) di berbagai tinggi tempat**. Fakultas Pertanian Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Azizah, N. 2003. **Pengaruh Metode Pembelajaran Jigsaw Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Dasar Kompetensi Kejuruan Di Smk Wongsorejo Gombang**. Fakultas Teknik .Universitas Negeri Yogyakarta. Skripsi. Hal 6-7
- Bertolini, A.C., A.C. siani and C.R.F. Grosso. 2001. **Stability Of Monoterpens Encapsulated In Gum Arabic By Spray Drying**. *J. Agriculture Food Chemistry*. 49(1): 780- 785.
- Blancard, P. H. dan F. R. Katz. 1995. **Starch Hydrolisis in Food Polysaccharides and Their Application**. Marcell Dekker, Inc. New York.
- Brink, P. J dan M. J. Wood. 2000. **Langkah Dasar dalam Perencanaan Riset Keperawatan**. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta. Hal 86.
- 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
- Fahri, M. 2010. **Kajian Kandungan Metabolit Sekunder darai Alga Coklat *Sargassum cristaefolium***. Jurusan Teknologi Hasil Perikanan Universitas Brawijaya Malang. Skripsi.
- Fasikhatun, T. 2010. **Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Dan Gum Arab Terhadap Karakteristik Mikroenkapsulasat Minyak Sawit Merah Dengan Metode Spray Drying**. Teknologi Pertanian Bogor. Jakarta: 1-109.
- Firdhayani, I. N. 2010. **Solusi Sehat Bagi Penderita Kanker dan Diabetes**. **Fakultas Perikanan dan Kelautan**, Universitas Airlangga. Surabaya.
- Fitriana, N., N. Rumayanti, A. Sumartini. Jayuska, Syaiful, dan Harliya. 2014. **Formulasi Serbuk Flavor Makanan Dari Minyak Atsiri Tanaman**

**Kesum (*Polygonum minus* Huds) Sebagai Penyedap Makanan.**  
*Aplikasi Teknologi Pangan*. 3(1): 1-4.

**Gunawan, B. dan D. A. Citra. 2010. Karakteristik Spektrofotometri IR dan Scanning Electron Microscopy (SEM) Sensor Gas dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (PEG).** Jurusan Kimia FMIPA ITS Surabaya. *Jurnal Kimia*. 5(2): 1979-6870.

Hafner, B. 2007. ***Scanning Electron Microscopy Primer***. Characterization Facility, University of Minnesota. Twin Cities

Handayani .T, Sutarno, D.S. Ahmad,. 2004. **Analisis Komposisi Nutrisi Rumput Laut *Sargassum crassifolium* J. Agardh.** Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta. *Jurnal Biofarmasi*. 2 (2): 45-52. ISSN: 1693-2242.

Harborne, J.B. 1987. **Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan.** Ed ke-2. Bandung : ITB.

Herawati. 2004. **Pengaruh Konsentrasi NaOH (proses delignifikasi) dan Konsentrasi HCl (proses hidrolisis) Terhadap Kadar Glukosa Dari Ampas Tebu.** Bengkulu: Universitas Bengkulu. Skripsi.

Hariyadi, P. 2013. ***Freeze Drying Technology: for Better Quality & Flavor of Dried Products.*** Foodreview Indonesia. 2 (3)

Hertog, G. L., C. H. Michael, H. Peter, dan F.D.P, Betty. (1993). ***Content of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids of Tea Infusions, Wines, and Fruit Juices.*** *J. Agric. Food Chem.* 1 (41): 1242-1246

Imeson, A. 1999. ***Thickening and Gelling Agent for Food.*** Aspen Publisher Inc, New York.

Kadi, A. 2005. **Beberapa Catatan Kehadiran Marga *Sargassum* di Perairan Indonesia.** *Oseana*. 30 (4): 19-29.

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.

Lailiyah, A. K., Adi, A. Hakim dan E. Yusnawan,. 2014. **Kapasitas Antioksidan Dan Kandungan Total Senyawa Fenolik Ekstrak Kasar Alga Coklat *Sargassum Cristaefolium* Dari Pantai Sumenep Madura.** UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. *Alchemy* .3 (1): 18 – 30.

Lumbessya, M., A. Jemmy dan J. E. 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.

- Luthana, Y.K. (2008). **Maltodekstrin**. <http://www.yongkikastanyaluthana.wordpress.com> [2 Mei 2010]
- Marasabessy, F. A. 2013. **Hubungan Volume dan Ph Saliva Pada Lansia**. Fakultas Kedokteran Gigi. Universitas Hasanuddin. Skripsi 89 hlm.
- Mariyaningsih, P., E. Amalia dan T. Santoso. 2013. **Inventarisasi dan Identifikasi Makroalga di Perairan Pulau Untung Jawa**. Prosiding Semirata. Universitas Lampung. Lampung.
- Marques, C dan M. Helena. 2010. **A review on cyclodextrin encapsulation of essential oils and volatiles**. Flavour and Fragrance Journal.
- Nursalam. 2008. **Konsep dan Penerapan Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan**. Penerbit Salemba Medika. Jakarta. Hal 85.
- Oktaviana A.T.D, 2009. **Teknologi Penginderaan Mikroskopik Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam**. Universitas Sebelas Maret. Surakarta 2009.
- Pentudy, M.H., H. N. Syam, N. Harahap dan Soemarno. 2013. **Karakterisasi Maltodekstrin Dari Pati Hipokotil Mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) Menggunakan Beberapa Metode Hidrolisis Enzim**. Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian. Akademi Perikanan. Ambon. Indonesian Green Technology Journal. 2 (1).
- Priyotomo, G. 2005. **Karakterisasi Awal Kegagalan Material Baja Karbon Rendah Akibat Korosi Atmosfir di Lingkungan Industri**. Pusat Penelitian Matalurgi-LIPI Kawasan Puspiptek Serpong. Tangerang. 14 (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**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Malang. Hal 40-43. Skripsi.
- Respati S. M. 2008. **Macam-Macam Mikroskop Dan Cara Penggunaan**. Jurusan Teknik Mesin .Fakultas Teknik. Universitas Wahid Hasyim. Semarang.
- Rihayat, T dan Suryani. 2008. **Pembuatan Polimer Komposit Ramah Lingkungan Untuk Aplikasi Industri Otomotif dan Elektronik**. Jurusan Teknik Kimia, Poliklinik Negeri Lhoksumawe. Banda Aceh.

- Rini, M. D. 2010. Pengaruh Pemberian Teh Hitam (*Camelia sinensis*) terhadap Gambaran Histopatologi Hepar Mencit BALB/C. UNDIP. Semarang.
- Rohyami, Y. 2008. **Penentuan Kandungan Flavonoid dari Ekstrak Metanol Daging Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* Scheff Boerl).** *Jurnal Penelitian & Pengabdian dppm.uji.ac.id*. 5 (1). Hal : 2-16.
- Septevani, A.A., D. Sondari dan M.Ghozali. 2013. **Pengaruh Teknik Pengeringan Semprot (*Spray Drying*) dalam Mikroenkapsulasi Asiaticoside dan Ekstrak Jahe.** Pusat Penelitian Kimia (P2K) – LIPI Serpong. *Jurnal SainsMateri Indonesia*. 14 (4) : 248 – 252. ISSN : 1411-1098.
- 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*.2 (1).
- Sibuea, P. 2003. **Antioksidan senyawa ajaib penangkal penuaan dini.** sinar harapan : Jogjakarta.
- Silitonga, P., S. Berlian. 2014. **Enkapsulasi Pigmen Antosianin Dari Kulit Terong Ungu.** Fakultas MIPA. Universitas Tanjungpura. Tanjungpura.
- Sirait, M. 2007. **Penuntun Fitokimia dalam Farmasi.** Bandung : ITB.
- Siregar, T. M., F. A. Eveline dan Jaya. 2015. **kajian aktivitas dan stabilitas antioksidan ekstrak kasar bawang daun (*Allium fistulosum* L).** Jurusan Teknologi Pangan Universitas Pelita Harapan. Hal : 36 – 43.
- 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.
- Supriyadi dan A. S. Rujita. 2013. **Karakteristik Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Dengan Maltodekstrin Sebagai Enkapsulan.** Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*.
- Tama, J. B., K. Sri, F.M. Arie. 2012. **Studi Pembuatan Bubuk Pewarna Alami Dari Daun Suji (*Pleomele angustifolia* N.E.Br.) (Kajian Konsentrasi Maltodekstrin dan MgCO<sub>3</sub>).** Teknologi Industri Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- 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.



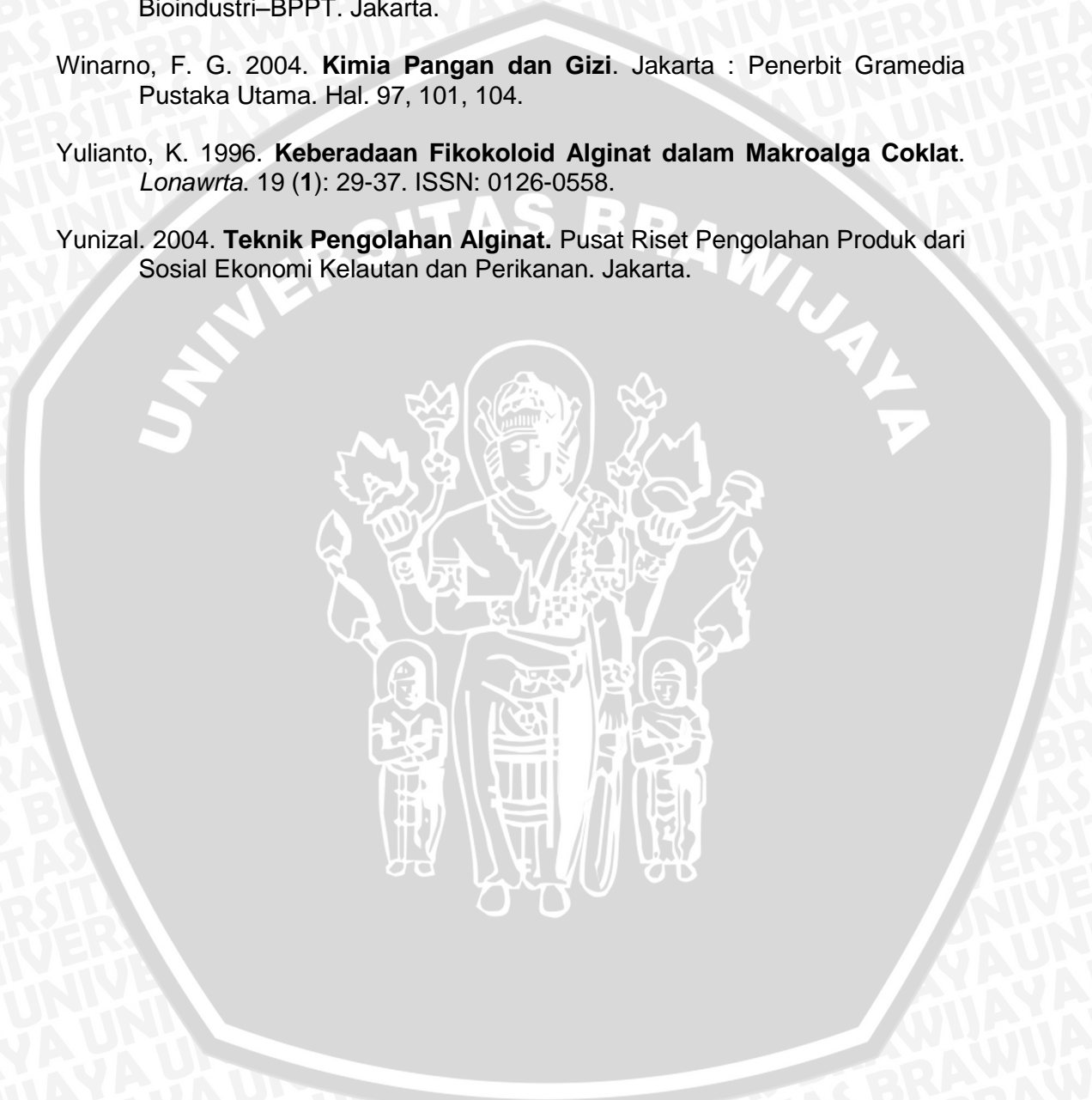
Oktaviana, A.T. 2009. **Teknologi Penginderaan Mikroskopi** .Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam .Universitas Sebelas Maret : Surakarta .

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. 2004. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta : Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Hal. 97, 101, 104.

Yulianto, K. 1996. **Keberadaan Fikokoloid Alginat dalam Makroalga Coklat**. *Lonawrta*. 19 (1): 29-37. ISSN: 0126-0558.

Yunizal. 2004. **Teknik Pengolahan Alginat**. Pusat Riset Pengolahan Produk dari Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jakarta.



### LAMPIRAN

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



Rumput Laut Segar *sargassum cristaefolium*



Diambil daun sargassum *cristaefolium*



Dicuci dengan air mengalir hingga bersih



Dijemur dibawah sinar matahari hingga kering



DI blender



Diayak dengan ayakan 60 mesh



Serbuk Rumput Laut

Lampiran 2. Proses Enkapsulasi Ekstrak Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*



Campurkan Gum arab dan Maltodekstrin



3% sampel ekstrak alga coklat *Sargassum cristaefolium*



Dimasukkan ke dalam botol kaca 100 ml, tutup diberi plastic wrap dan diberi lubang secara merata



Campur kedua bahan, dihomogenkan dengan magnetic stirrer dengan kecepatan 700 rpm selama 30 menit pada suhu ruang



Dikeringkan dengan alat freeze dryer suhu  $-45^{\circ}\text{C}$



### Lampiran 3. Perlakuan pH



Di siapkan larutan pH



di masukkan sampel



Pencampuran



direndam ± 1 jam



Disaring



dikeringkan suhu



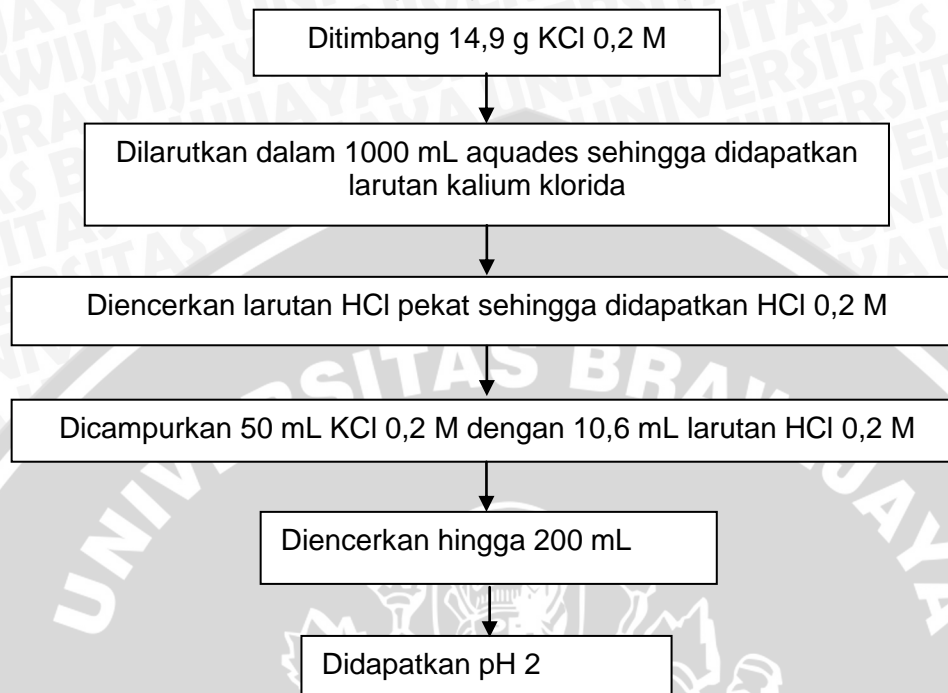
Dipindahkan ke alufo



Hasil

#### Lampiran 4. Prosedur Pengenceran pH Asam dan Basa untuk Perlakuan pH Pada Serbuk Enkapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium*

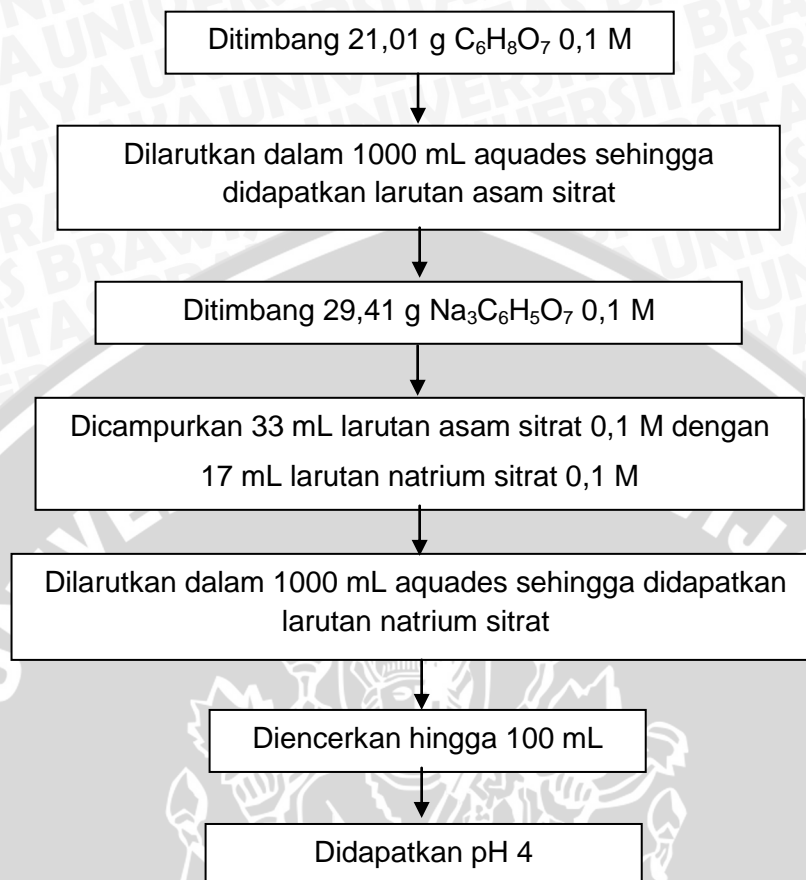
- Pembuatan Larutan Buffer pH 2 (Buffer KCl - HCl)



Secara keseluruhan pembuatan larutan buffer HCl - KCl sebagai berikut :

x	pH
97	1
78	1,1
64,5	1,2
51	1,3
41,5	1,4
33,3	1,5
20,6	1,7
16,6	1,8
13,2	1,9
10,6	2
8,4	2,1
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	23	27	4,8
43,7	6,3	3,2	20,5	29,5	5
40	10	3,4	18	32	5,2
37	13	3,6	16	34	5,4
35	15	3,8	13,7	36,3	5,6
<b>33</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	11,8	38,2	5,8
31,5	18,5	4,2	9,5	41,5	6
28	22	4,4	7,2	42,8	6,2
25,5	24,5	4,6			

### Lampiran 5. Perhitungan pH

Perhitungan pH 2 :

Perhitungan 0,2 M KCl dengan menggunakan rumus :

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

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:

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

Dimana :

$M_1$  = 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:

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

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

$$V_1 = \frac{20 \text{ mL}}{11,96 \text{ M}}$$

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

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 :

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

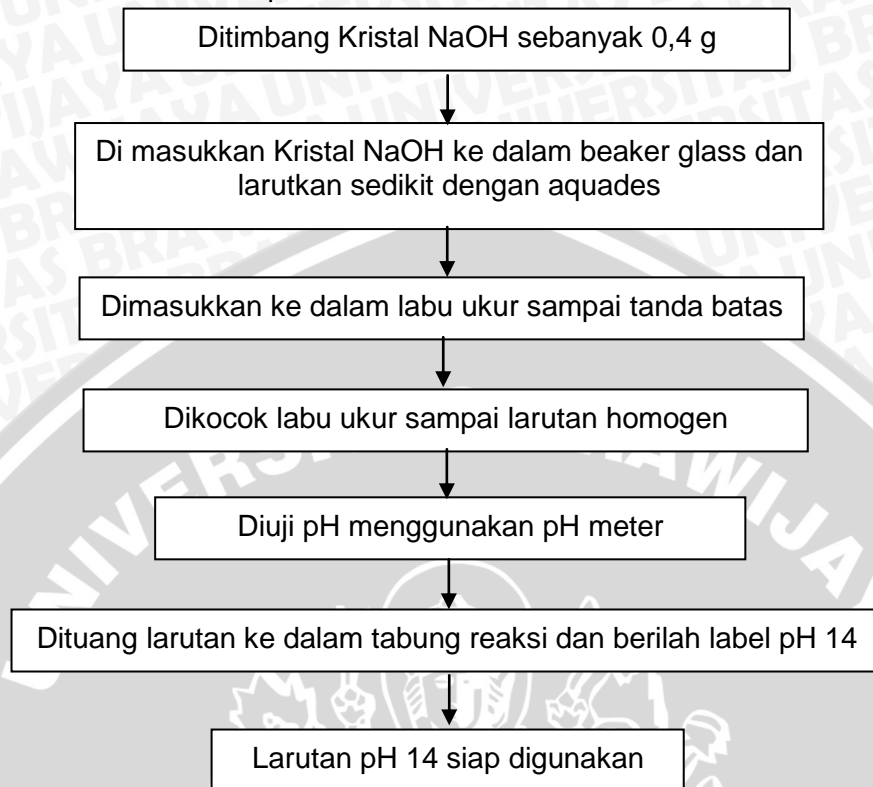
Perhitungan 0,1 M  $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$  dengan menggunakan rumus :

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

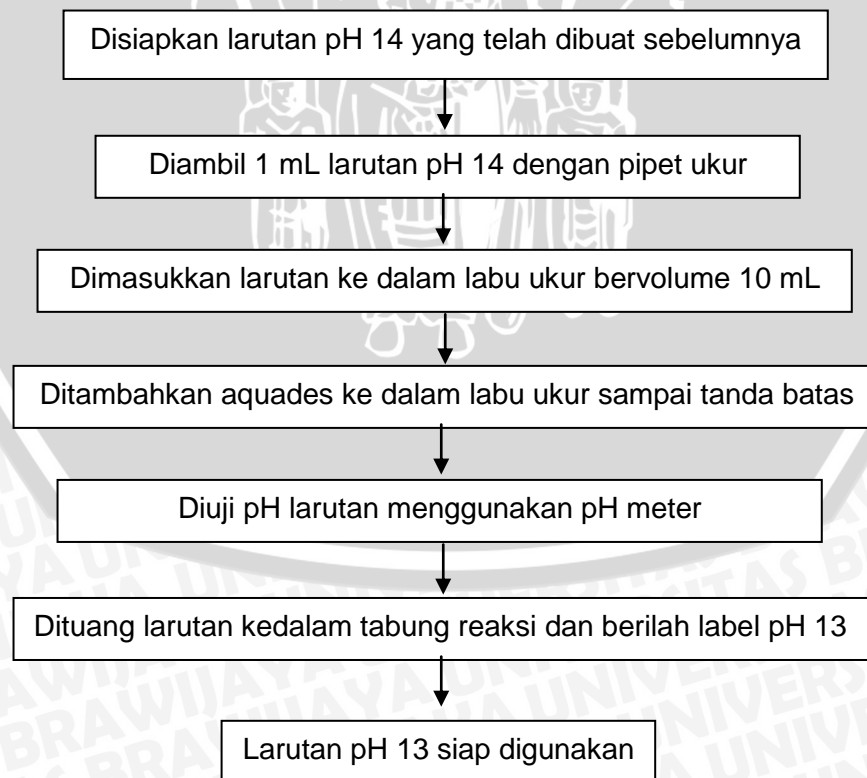
➤ Untuk Larutan pH 7 menggunakan aquades



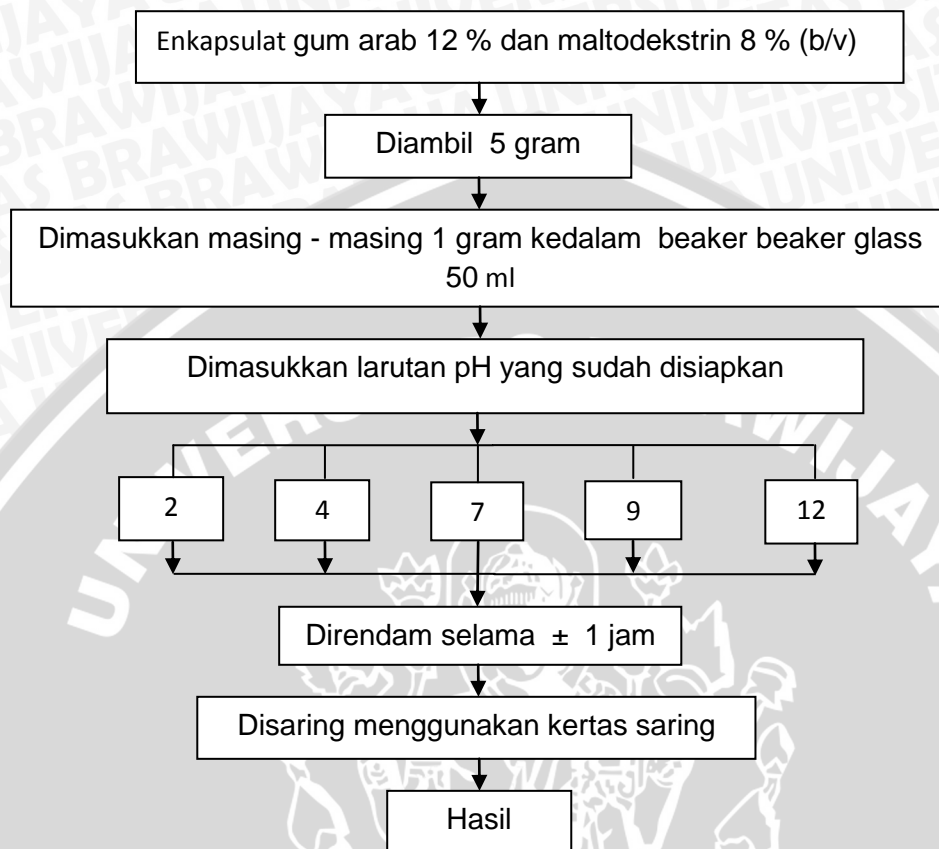
➤ Pembuatan Larutan pH 14



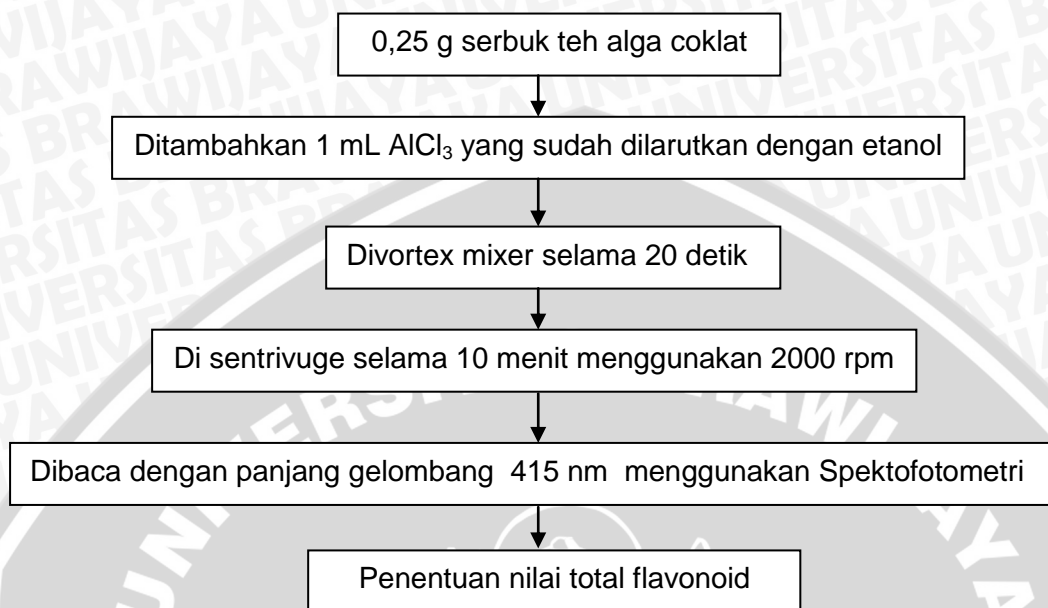
➤ Pembuatan Larutan Basa pH 13



Lampiran 6. Pengujian pH menggunakan metode Setijawati, (2011) yang termodifikasi



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.

Prosdur pengamatannya 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. Dijepitkan *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. Dilakukan 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. 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 :

b) Warna

1 = sangat tidak Hijau

2 = tidak hijau

3 = agak tidak hijau

4 = hijau

5 = agak hijau

6 = sangat hijau

7 = amat sangat hijau

a) 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 10. 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 11. Perhitungan dan Analisa Data Rendemen Enkapsulasi Ekstrak Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*

#### Data Pengamatan

Ulangan	Perlakuan	Sebelum Perlakuan pH (g)	Setelah Perlakuan pH (g)	% Rendemen
1	A	1	0,58	58
	B	1	0,65	65
	C	1	0,86	86
	D	1	0,43	43
	E	1	0,48	48
2	A	1	0,64	64
	B	1	0,73	73
	C	1	0,74	74
	D	1	0,49	49
	E	1	0,43	43
3	A	1	0,29	29
	B	1	0,59	59
	C	1	0,68	68
	D	1	0,35	35
	E	1	0,31	31

Perhitungan rendemen enkapsulasi ekstrak daun alga coklat *Sargassum cristaefolium*

Rumus :

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Setelah perlakuan pH}}{\text{Sebelum perlakuan pH}} \times 100\%$$

Sampel A1 (Ulangan 1) :

$$\begin{aligned} \% \text{ Rendemen} &= 0,65 \times 100\% \\ &= 65 \% \end{aligned}$$

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

## Analisis Data

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	0,58	0,64	0,29	1,51	0,50	0,19
pH 4	0,65	0,73	0,59	1,97	0,66	0,07
pH 7	0,86	0,74	0,68	2,27	0,76	0,09
pH 9	0,43	0,49	0,35	1,27	0,42	0,07
pH 12	0,48	0,43	0,31	1,22	0,41	0,09
<b>Total</b>	<b>3.00</b>	<b>3.03</b>	<b>2.22</b>	<b>8.246</b>		

FK	0.10
JKT	18.32
JKP	4.22
JKK	0.003
JKG	14.10

## ANOVA

	SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F Tabel 1 %
Perlakuan		4	18.32	4.58	12003.02	3.48	5.99
Kelompok		2	4.21880	2.109399	5526.81		
Galat		8	0.0031	0.00038			
<b>Total</b>		<b>14</b>	<b>0.10</b>				

t tabel	2.23
BNT	0.021

## NOTASI

Perlakuan	Rerata	0.41	0.42	0.50	0.66	0.76	Notasi
pH 12	0.41	0.00					a
pH 9	0.42	0.02	0.00				a
pH 2	0.50	0.10	0.08	0.00			b
pH 4	0.66	0.25	0.23	0.15	0.00		c
pH 7	0.76	0.35	0.34	0.26	0.10	0.00	d



Lampiran 12. Perhitungan analisis diameter enkapsulat

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	17.25	17.16	16.98	51.39	17.13	0.14
pH 4	19.25	18.16	18.04	55.45	18.48	0.67
pH 7	19.92	20.16	19.42	59.5	19.83	0.38
pH 9	14.92	14.20	15.84	44.96	14.99	0.82
pH 12	16.16	16.28	17.04	49.48	16.49	0.48
<b>Total</b>	<b>87.50</b>	<b>85.96</b>	<b>87.32</b>	<b>260.78</b>		

FK	4533.75
JKT	44.46
JKP	41.44
JKK	0.28
JKG	3.02

ANOVA						
SK	DB	JK	KT	Fhit	F tabel 5%	F Tabel 1 %
Perlakuan	4	41.44	10.36	27.45	3.48	5.99
Kelompok	2	0.28	0.14	0.38		
Galat	8	3.02	0.38			
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>44.46</b>				

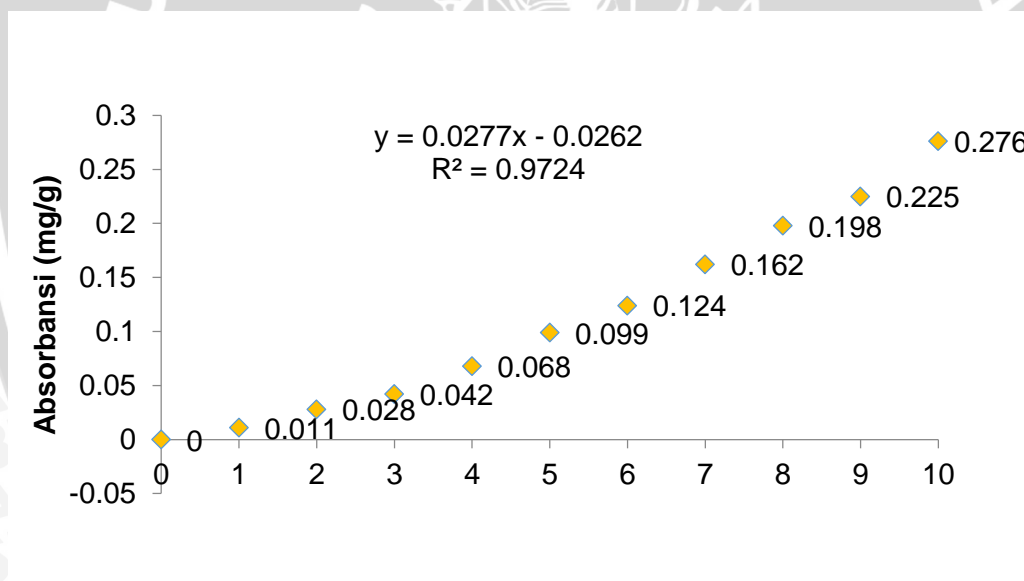
t tabel	2.228
BNT	0.645

NOTASI							
Perlakuan	Rerata	14.99	16.49	17.13	18.48	19.83	Notasi
pH 12	14.99	0.00					a
pH 9	16.49	1.51	0.00				b
pH 2	17.13	2.14	0.64	0.00			b
pH 4	18.48	3.50	1.99	1.35	0.00		c
pH 7	19.83	4.85	3.34	2.70	1.35	0.00	d

Lampiran 13. Data Hasil Nilai Absorbansi Quersetin

Konsentrasi (mg/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 14. Hasil Nilai Total senyawa Flavonoid Enkapsulasi Ekstrak Alga Coklat *Sargassum cristaefolium***

Menggunakan persamaan regresi  $y = 0,0277x - 0,0538$  dan Rumus Flavonoid

$$C = c1 \times \frac{V}{m} \times FP$$

❖ Regresi Standart Kuersetin Flavonoid

Rumus mencari Kadar

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

$$C = c1 \times \frac{V}{m} \times FP$$

➤ **Nilai Absorbansi Flavonoid**

Perlakuan	Kontrol	Ulangan		
		1	2	3
pH 2	3,741	2,468	2,484	2,429
pH 4		3,049	3,076	3,002
pH 7		2,101	2,091	2,059
pH 9		1,961	1,954	1,915
pH 12		1,196	1,213	1,152

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

Perlakuan	Kontrol	Ulangan		
		1	2	3
pH 2	4.641	3,57	3,59	3,51
pH 4		4,41	4,44	4,34
pH 7		3,04	3,02	2,98
pH 9		2,83	2,82	2,77
pH 12		1,73	1,75	1,67

## Lampiran 15. Hasil Perhitungan Senyawa Flavonoid

Treat.	Reps.	Abs.	b	a	x (C1)	v	m	FP	C
pH 2	1	2,468	0,0277	0,0538	89	0,001	0,25	10	3,57
	2	2,484	0,0277	0,0538	90	0,001	0,25	10	3,59
	3	2,429	0,0277	0,0538	88	0,001	0,25	10	3,51
pH 4	1	3,049	0,0277	0,0538	110	0,001	0,25	10	4,41
	2	3,076	0,0277	0,0538	111	0,001	0,25	10	4,44
	3	3,002	0,0277	0,0538	108	0,001	0,25	10	4,34
pH 7	1	2,101	0,0277	0,0538	76	0,001	0,25	10	3,04
	2	2,091	0,0277	0,0538	76	0,001	0,25	10	3,02
	3	2,059	0,0277	0,0538	74	0,001	0,25	10	2,98
pH 9	1	1,961	0,0277	0,0538	71	0,001	0,25	10	2,83
	2	1,954	0,0277	0,0538	71	0,001	0,25	10	2,82
	3	1,915	0,0277	0,0538	69	0,001	0,25	10	2,77
pH 12	1	1,196	0,0277	0,0538	43	0,001	0,25	10	1,73
	2	1,213	0,0277	0,0538	44	0,001	0,25	10	1,75
	3	1,152	0,0277	0,0538	42	0,001	0,25	10	1,67

Keterangan :

Perhitungan total flavonoid:

Rumus:

$$C = C1 \times \frac{v}{m} \times FP$$

$$y = a + bx$$

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

$$x = (2,737 + 0,0538) / 0,0277$$

$$x = 100,751$$

Nilai x digunakan sebagai C1 dalam rumus perhitungan total flavonoid

$$C = c1 \times \frac{v}{m} \times FP$$

$$C = 100,751 \times 0,001/2 \times 25$$

$$C = 1,679$$

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

**Analisis Data**

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	3.57	3.59	3.51	10.6649	3.55	0.04
pH 4	4.41	4.44	4.34	13.1862	4.40	0.05
pH 7	3.04	3.02	2.98	9.0332	3.01	0.03
pH 9	2.83	2.82	2.77	8.4252	2.81	0.04
pH 12	1.73	1.75	1.67	5.1487	1.72	0.05
<b>Total</b>	<b>15.57</b>	<b>15.63</b>	<b>15.26</b>	<b>46.4583</b>		

FK	1.77
JKT	158.98
JKP	144.97
JKK	0.00
JKG	14.013

**ANOVA**

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F Tabel 1 %
Perlakuan	4	158.98	39.74	384661.18	3.48	5.99
Kelompok	2	144.97	72.48	701508.19		
Galat	8	0.001	0.0001			
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>1.77</b>				

t tabel	2.23
BNT	0.011

**NOTASI**

Perlakuan	Rerata	1.72	2.81	3.55	3.55	4.40	Notasi
pH 12	1.72	0.00					a
pH 9	2.81	1.09	0.00				b
pH 7	3.01	1.29	0.20	0.00			c
pH 4	3.55	1.84	0.75	0.54	0.00		d
pH 2	4.40	2.68	1.59	1.38	0.84	0.00	e



**Lampiran 16. Perhitungan Analisa Data Efisiensi Enkapsulasi Flavonoid Ekstrak 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	4.64	3,57	76,85
	B	4.64	3,59	77,35
	C	4.64	3,51	75,64
	D	4.64	4,41	94,94
	E	4.64	4,44	94,94
2	A	4.64	4,34	93,47
	B	4.64	3,04	65,43
	C	4.64	3,02	65,43
	D	4.64	2,98	64,13
	E	4.64	2,83	61,08
3	A	4.64	2,82	61,08
	B	4.64	2,77	59,64
	C	4.64	1,73	37,27
	D	4.64	1,75	37,27
	E	4.64	1,67	35,90

Perhitungan efisiensi enkapsulasi flavonoid :

Rumus :

$$\% \text{ Efisiensi Flavonoid} = \frac{\text{Flavonoid setelah perlakuan pH}}{\text{Flavonoid sebelum perlakuan pH}} \times 100\%$$

Sampel A (Ulangan 1)

$$\begin{aligned} \% \text{ Efisiensi Flavonoid} &= \frac{2,99}{4,46} \times 100\% \\ &= 64,44 \% \end{aligned}$$

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

## Analisis Data

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	76.85	77.35	75.64	229.85	76.62	0.88
pH 4	94.94	94.94	93.47	283.35	94.45	0.84
pH 7	65.43	65.43	64.13	194.99	65.00	0.75
pH 9	61.08	61.08	59.64	181.80	60.60	0.83
pH 12	37.27	37.27	35.90	110.43	36.81	0.79
<b>Total</b>	<b>335.57</b>	<b>336.07</b>	<b>328.78</b>	<b>1000.42</b>		

FK	66722.09
JKT	5412.03
JKP	5405.30
JKK	6.6207
JKG	0.11

## ANOVA

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F Tabel 1 %
Perlakuan	4	5405.30	1351.33	97113.46	3.48	5.99
Kelompok	2	6.62	3.31	237.90		
Galat	8	0.11	0.01			
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>5412.03</b>				

t tabel 5 %

2.23

BNT

0.124

## NOTASI

Perlakuan	Rerata	36.81	60.60	65.00	76.62	94.45	Notasi
pH 12	36.81	0.00					a
pH 9	60.60	23.79	0.00				b
pH 7	65.00	28.19	4.40	0.00			c
pH 2	76.62	39.80	16.02	29.45	0.00		d
pH 4	94.45	57.64	33.85	11.62	17.83	0.00	e

Lampiran 17. Perhitungan analisis hedonik warna enkapsulat

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	3.33	3.60	4.00	10.93	3.64	0.34
pH 4	4.07	3.00	3.93	11.00	3.67	0.58
pH 7	3.80	4.40	3.33	11.53	3.84	0.53
pH 9	4.20	4.87	3.80	12.87	4.29	0.54
pH 12	4.60	4.67	4.00	13.27	4.42	0.37
<b>Total</b>	20.00	20.53	19.07	59.60		

FK	236.81
JKT	3.88
JKP	1.56
JKK	0.22
JKG	2.10

**ANOVA**

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	1.56	0.39	1.48	3.48	5.99
Kelompok	2	0.22	0.11	0.42		
Galat	8	2.10	0.26			
<b>Total</b>	14	3.88				



Tabulasi data hasil organoleptik uji hedonik warna

Paneli	pH 2			pH 4			pH 7			pH 9			pH 12		
	s	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	4	4	3	5	3	4	5	4	4	4	6	4	4	3	4
2	3	3	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
3	3	3	4	3	3	4	3	5	3	4	5	4	4	5	3
4	2	4	5	5	3	4	2	4	3	5	4	3	6	6	4
5	3	3	4	3	3	4	2	4	3	4	6	4	4	4	4
6	4	4	3	4	3	4	5	4	4	5	4	3	6	3	5
7	3	3	4	5	3	4	3	5	3	4	6	5	5	5	4
8	4	4	3	4	3	4	5	4	4	4	6	4	6	6	4
9	2	4	5	3	3	4	2	4	3	4	5	4	4	3	4
10	4	4	3	4	3	4	3	5	3	5	4	3	6	6	4
11	4	3	4	4	3	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4
12	3	4	5	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	6	4
13	4	3	4	5	3	3	5	5	3	4	5	4	4	4	4
14	3	4	5	4	3	4	5	4	3	4	4	3	4	5	4
15	4	4	4	5	3	4	5	4	3	4	5	4	4	6	4
Total	50	54	60	61	45	59	57	66	50	63	73	57	69	70	60
Rerat	3.	3.	4.	4.	3.	3.	3.	4.	3.	4.	4.	3.	4.	4.	4.
a	3	6	0	1	0	9	8	4	3	2	9	8	6	7	0

Lampiran 18. Perhitungan analisis hedonik aroma enkapsulat

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	4.47	4.33	4.80	13.60	4.53	0.24
pH 4	4.53	4.27	4.20	13.00	4.33	0.18
pH 7	3.87	3.47	3.47	10.80	3.60	0.23
pH 9	3.67	3.73	3.60	11.00	3.67	0.07
pH 12	3.73	3.67	4.00	11.40	3.80	0.18
	20.27	19.47	20.07	59.80		

FK	238.40
JKT	2.47
JKP	2.12
JKK	0.06933333
JKG	0.29

ANOVA

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	2.12	0.53	14.80	3.48	5.99
Kelompok	2	0.07	0.03	0.97		
Galat	8	0.29	0.04			
Total	14	2.47				

t tabel 5%	2.23
BNT	0.199

Perlakuan	Rerata	3.60	3.67	3.80	4.33	4.53	Notasi
pH 7	3.60	0.00					a
pH 4	3.67	0.07	0.00				a
pH 2	3.80	0.20	0.13	0.00			b
pH 9	4.33	0.73	0.67	0.53	0.00		c
pH 12	4.53	0.93	0.87	0.73	0.20	0.00	d

Tabulasi data hasil organoleptik uji hedonik aroma

Panelis	pH 2			pH 4			pH 7			pH 9			pH 12		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	4	2	3	5	3	4	5	4	4	4	6	4	4	3	4
2	3	3	3	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
3	3	3	3	3	3	4	3	5	3	4	5	4	4	5	3
4	2	4	2	5	3	4	2	4	3	5	4	3	6	6	4
5	3	3	2	3	3	4	2	4	3	4	6	4	4	4	4
6	4	4	3	4	3	4	5	4	4	5	4	3	6	3	5
7	3	3	4	5	3	4	3	5	3	4	6	5	5	5	4
8	4	3	3	4	3	4	5	4	4	4	6	4	6	6	4
9	2	2	5	3	3	4	2	4	3	4	5	4	4	3	4
10	4	2	3	4	3	4	3	5	3	5	4	3	6	6	4
11	4	3	4	4	3	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4
12	3	2	2	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	6	4
13	4	3	3	5	3	3	5	5	3	4	5	4	4	4	4
14	3	2	3	4	3	4	5	4	3	4	4	3	4	5	4
15	4	4	4	5	3	4	5	4	3	4	5	4	4	6	4
Total	50	43	47	61	45	59	57	66	50	63	73	57	69	70	60
Rerata	3,3	2,9	3,1	4,1	3,0	3,9	3,8	4,4	3,3	4,2	4,9	3,8	4,6	4,7	4,0



Lampiran 19. Perhitungan analisis skoring aroma enkapsulat

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	3.07	3.60	3.13	9.80	3.27	0.29
pH 4	2.67	2.73	2.87	8.27	2.76	0.10
pH 7	3.87	3.87	4.20	11.93	3.98	0.19
pH 9	4.33	4.13	4.20	12.67	4.22	0.10
pH 12	4.33	4.40	4.40	13.13	4.38	0.04
	18.27	18.73	18.80	55.80		

FK	207.5760
JKT	7.8886
JKP	5.6610
JKK	0.0338
JKG	2.1938

ANOVA

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	5.6610	1.4153	5.1610	3.48	5.99
Kelompok Galat	2	0.0338	0.0169	0.0616		
Total	8	2.1938	0.2742			
	14	7.8886				

t tabel	2.23
BNT	0.550

Perlakuan	Rerata	2.76	3.27	3.98	4.22	4.38	Notasi
pH 4	2.76	0.00					a
pH 7	3.27	0.51	0.00				a
pH 2	3.98	1.22	0.71	0.00			b
pH 9	4.22	1.47	0.96	0.24	0.00		b
pH 12	4.38	1.62	1.11	0.40	0.16	0.00	b

Tabulasi data hasil uji organoleptik skoring aroma

Paneli s	pH 2			pH 4			pH 7			pH 9			pH 12		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	3	4	1	2	3	1	5	4	4	5	4	4	5	5	5
2	1	5	3	1	2	2	5	5	4	5	5	4	5	5	4
3	3	3	3	2	2	2	3	4	4	5	4	4	5	4	4
4	3	4	3	2	2	4	2	4	4	5	4	4	3	4	4
5	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	5
6	3	3	5	2	2	2	4	3	3	4	3	3	4	4	3
7	3	5	3	5	2	4	4	3	5	4	4	5	4	4	5
8	4	4	3	2	2	3	5	2	5	5	5	5	5	5	4
9	2	3	2	4	3	4	2	4	5	4	4	5	4	5	5
10	3	3	4	2	3	3	4	4	5	4	4	5	5	5	5
11	5	4	2	2	3	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5
12	3	2	4	2	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4
13	4	3	3	4	4	3	4	4	5	4	4	5	4	4	4
14	3	3	5	2	3	2	5	5	4	5	5	4	4	3	4
15	4	5	3	5	3	3	4	5	4	4	5	4	4	5	5
Total	46	54	47	40	41	43	58	58	63	65	62	63	65	66	66
Rerat	3.	3.	3.	2.	2.	2.	3.	3.	4.	4.	4.	4.	4.	4.	4.
a	1	6	1	7	7	9	9	9	2	3	1	2	3	4	4



Lampiran 20. Perhitungan analisis skoring warna enkapsulat

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rerata	SD
	1	2	3			
pH 2	4.27	4.40	4.13	12.80	4.27	0.13
pH 4	4.33	3.80	4.20	12.33	4.11	0.28
pH 7	4.20	4.13	3.47	11.80	3.93	0.41
pH 9	4.07	2.53	3.67	10.27	3.42	0.80
pH 12	3.20	4.13	4.00	11.33	3.78	0.50
	20.07	19.00	19.47	58.53		

FK	228.41
JKT	11.76
JKP	1.27
JKK	0.114
JKG	10.38

ANOVA

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	1.27	0.32	0.24	3.48	5.99
Kelompok	2	0.11	0.06	0.04		
Galat	8	10.38	1.30			
Total	14	11.76				

Tabulasi data hasil uji organoleptik skoring warna

Paneli	pH 2			pH 4			pH 7			pH 9			pH 12		
	s	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	5	5	5	5	3	4	3	3	3	3	4	4	3	5	1
2	4	5	4	5	4	4	4	4	2	5	2	4	3	2	5
3	5	4	4	5	4	4	5	5	3	3	2	3	3	5	2
4	3	4	4	5	4	4	5	5	3	4	3	3	3	5	4
5	4	4	5	3	4	3	4	4	4	4	2	4	3	5	4
6	4	4	3	4	3	3	3	2	2	3	3	3	4	5	4
7	4	4	3	4	3	5	5	4	4	5	3	4	4	5	4
8	5	5	4	5	3	5	4	4	4	4	2	3	3	5	4
9	4	5	3	4	4	5	4	4	4	4	2	2	3	2	4
10	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	2	3	3	4	4
11	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4
12	4	4	4	4	3	3	5	5	4	4	2	5	4	4	5
13	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	5	4	4	5
14	4	3	4	5	5	4	3	3	3	4	2	4	4	3	5
15	4	5	5	4	5	4	4	5	3	5	3	4	1	4	5
Total	64	66	62	65	57	63	63	62	52	61	38	55	48	62	60
Rerat	4.	4.	4.	4.	3.	4.	4.	4.	3.	4.	2.	3.	3.	4.	4.
a	3	4	1	3	8	2	2	1	5	1	5	7	2	1	0

