

**PENGARUH PERBANDINGAN KONSENTRASI PENYALUT KITOSAN DAN
MALTODEKSTRIN TERHADAP KUALITAS ENKAPSULAT EKSTRAK TEH
ALGA COKLAT *Sargassum cristaefolium* DENGAN METODE FREEZE
DRYING**

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

**Oleh:
ERNI NURSIAMAH
NIM. 115080301111062**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



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

**PENGARUH PERBANDINGAN KONSENTRASI PENYALUT KITOSAN DAN
MALTODEKSTRIN TERHADAP KUALITAS ENKAPSULAT EKSTRAK TEH
ALGA COKLAT *Sargassum cristaefolium* DENGAN METODE FREEZE
DRYING**

**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:
ERNI NURSIAMAH
NIM. 115080301111062**



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

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH PERBANDINGAN KONSENTRASI PENYALUT KITOSAN DAN
MALTODEKSTRIN TERHADAP KUALITAS ENKAPSULAT EKSTRAK TEH
ALGA COKLAT *Sargassum cristaefolium* DENGAN METODE FREEZE
DRYING

Oleh:
ERNI NURSIAMAH
NIM. 115080301111062

telah dipertahankan didepan dosen penguji
pada tanggal 6 Agustus 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I,

(Dr. Ir. Yahya, MP)
NIP. 196307 199003 1 003
Tanggal : _____

Dosen Penguji II,

(Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP)
NIP. 19581231 198601 2 002
Tanggal : _____

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. Dwi Setijowati, MKes)
NIP. 19611022 198802 2 001
Tanggal : _____

Mengetahui,
Ketua Jurusan

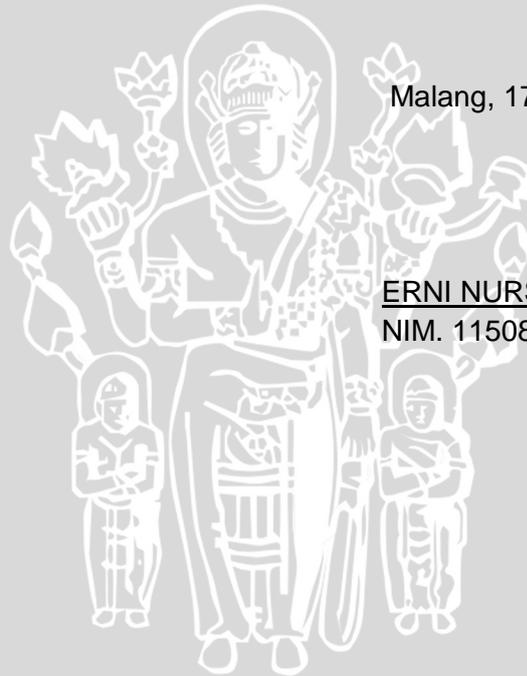
(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal : _____

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya sendiri dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 17 Agustus 2015

ERNI NURSIAMAH
NIM. 115080301111062



UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji syukur dan keagungan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat ridho dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Penyalut Kitosan dan Maltodekstrin terhadap Kualitas Enkapsulat Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* dengan Metode *Freeze Drying*. Atas terselesainya penulisan laporan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah S.W.T. yang telah senantiasa memberikan karunia-Nya.
2. Rektor Universitas Brawijaya Prof. Dr. Ir. Mohammad Bisri, MS.
3. Ibu Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS sebagai Dosen Pembimbing I dan ibu Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahnya dalam mengerjakan laporan ini.
4. Kedua orang tua saya yaitu ayahanda Suprayitno dan ibunda Ridah Solekah tercinta yang selalu memberi dukungan sepenuhnya dan memberikan doanya.
5. Adek tercinta Lely Ayu Vitaloka yang selalu memberikan dukungannya.
6. Anam Isrofi yang selalu setia mendukung, menemani, memotivasi dan mendoakan dari jauh.
7. Teman – teman terbaik selama di kota Malang Dhama Suroya, S dan Nissa Estika Zahrani yang senantiasa memberikan motivasi.
8. Teman – teman satu tim Ria Irawanti, Ovilia Maya P. B. dan M. Halim Afifi yang selalu kompak dalam bekerja sama.
9. Teman – teman seperjuangan Magang, PKL dan Skripsi Oktavida Susaningtyas dan Desy Arisandi.
10. Keluarga besar THP 2011 dan keluarga besar Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan semua angkatan yang selalu solid.

Penulis juga berharap semoga laporanskripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak untuk pengembangan wawasan dimasa yang akan datang. Amin



RINGKASAN

ERNI NURSIAMAH. Skripsi tentang Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Penyalut Kitosan dan Maltodekstrin terhadap Kualitas Enkapsulat Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* dengan Metode *Freeze Drying* (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS** dan **Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes.**

Alga coklat *Sargassum cristaefolium* memiliki penampakan yang tidak menarik, bau amis dan mudah busuk sehingga selama ini belum banyak dimanfaatkan. Masyarakat Cabiya memanfaatkan *S. cristaefolium* sebagai minuman teh. Umumnya teh *Sargassum cristaefolium* diseduh dalam bentuk kasar dan berbau amis, sehingga perlu adanya upaya untuk mengurangi aroma dan rasa yang kurang nikmat yaitu dengan enkapsulasi. Pengeringan enkapsulat dapat dilakukan dengan metode *freeze drying*. Bahan penyalut yang dapat digunakan adalah kitosan dan maltodekstrin.

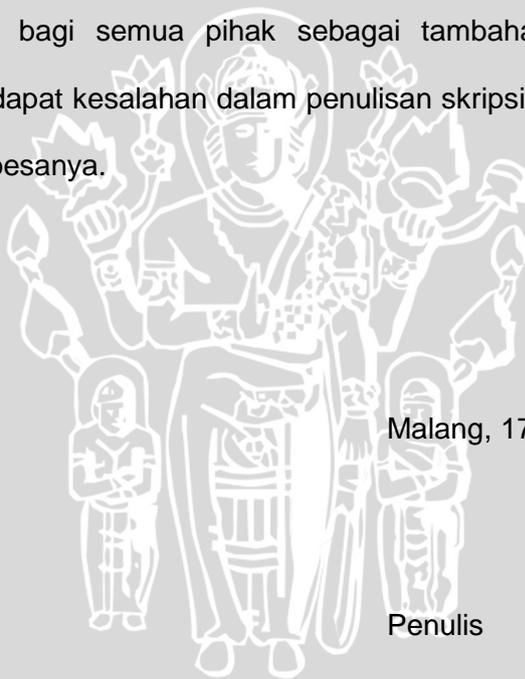
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbandingan konsentrasi penyalut kitosan dan maltodekstrin terhadap kualitas sari alga coklat terenkapsulasi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2015-Juni 2015, di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan dan Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan FPIK, Laboratorium Fisiologi, Biologi FMIPA Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Fisiologi, FMIPA Universitas Islam Negri Malang

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan tiga perlakuan dan tiga kali ulangan. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah konsentrasi kitosan (1%, 2% dan 3%) dan maltodekstrin 9%, 8% dan 7%, sedangkan yang menjadi variabel terikat adalah analisis kadar air, analisis diameter enkapsulat, analisis kadar flavonoid dan analisis organoleptik.

Perlakuan terbaik yang diperoleh menurut hasil analisis terbaik dari keseluruhan parameter, yaitu pada perlakuan PC (kitosan 3%: maltodekstrin 7%), yakni dengan kadar air 1,13 %, diameter 21,93 %, flavonoid -0,33 µg/ml, rendemen 0,992 %, nilai skoring warna 3,45, rasa 2,87, aroma 4,38, nilai hedonik warna 4,45, rasa 5,08 dan aroma 2,80.

KATA PENGANTAR

Segalapuji syukur dan keagungan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat ridho dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan kripsi yang berjudul Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Penyalut Kitosan dan Maltodekstrin terhadap Kualitas Enkapsulat Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* dengan Metode *Freeze Drying*. Tulisan ini menyajikan pokok bahasan yang meliputi proses ekstraksi, proses membuat enkapsulasi dan pengaruh kadar air, diameter, rendemen, organoleptik terhadap penyalut kitosan dan maltodekstrin. Dengan demikian penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak sebagai tambahan wawasan dan pengetahuan. Jika terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi ini penulis mohon maaf yang sebesar – besarnya.



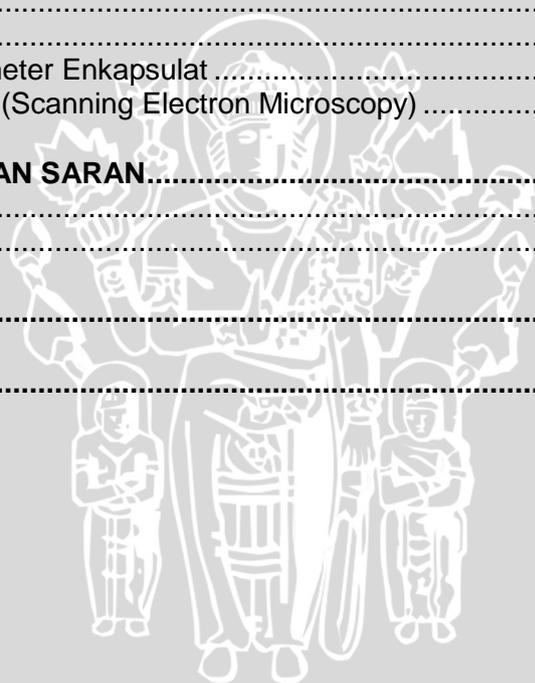
Malang, 17 Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Kegunaan Penelitian.....	4
1.6 Waktu dan Tempat Penelitian.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Klassifikasi Bahan Baku <i>Sargassum cristaefolium</i>	5
2.2 Keunggulan dan Kandungan <i>Sargassum cristaefolium</i>	7
2.3 Teh Alga Coklat	11
2.4 Ekstraksi.....	12
2.5 Pelarut Organik.....	14
2.5.1 Etanol.....	15
2.6 Enkapsulasi.....	16
2.7 Kitosan dan Maltodekstrin	17
2.8 <i>Freeze Drying</i>	19
2.9 SEM (<i>Scanning Microscopy Electron</i>).....	20
3. METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.2 Materi Penelitian.....	22
3.2.1 Bahan Penelitian	22
3.2.2 Alat Penelitian	23
3.3. Metode dan Rancangan Penelitian.....	24
3.3.1 Metode Eksperimen.....	24
3.3.2 Rancangan Percobaan dan Analisa Data	25

3.4	Preparasi Bahan (Aulia, 2012).....	27
3.4.1	Prosedur Kerja Pembuatan Ekstrak Teh Alga Coklat (Marudhupandi <i>et al.</i> , 2015 dan Gusti, 2011 yang telah termodifikasi).....	28
3.5	Prosedur Analisis.....	30
3.5.1	Kadar Air (Sudarmadji <i>et al.</i> , 2013).....	30
3.5.2	Analisis Diameter Enkapsulat (Mariyana, 2012).....	31
3.5.3	Flavonoid.....	33
3.5.4	Analisis Morfologi Fisik Menggunakan SEM (Gunawan dan Citra, 2010) 34	
3.5.5	Perhitungan Rendemen (Putri, 2011)	34
3.5.6	Analisis Organoleptik (Winarno, 2004).....	35
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1	Kadar air.....	37
4.2	Total Flavonoid.....	40
4.3	Analisa Perhitungan Rendemen	41
4.4	Analisa Organoleptik.....	42
4.4.1	Warna.....	43
4.4.2	Rasa.....	46
4.4.3	Aroma.....	49
4.5	Analisis Diameter Enkapsulat	51
4.6	Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy)	55
5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	57
	DAFTAR PUSTAKA.....	58
	LAMPIRAN.....	65

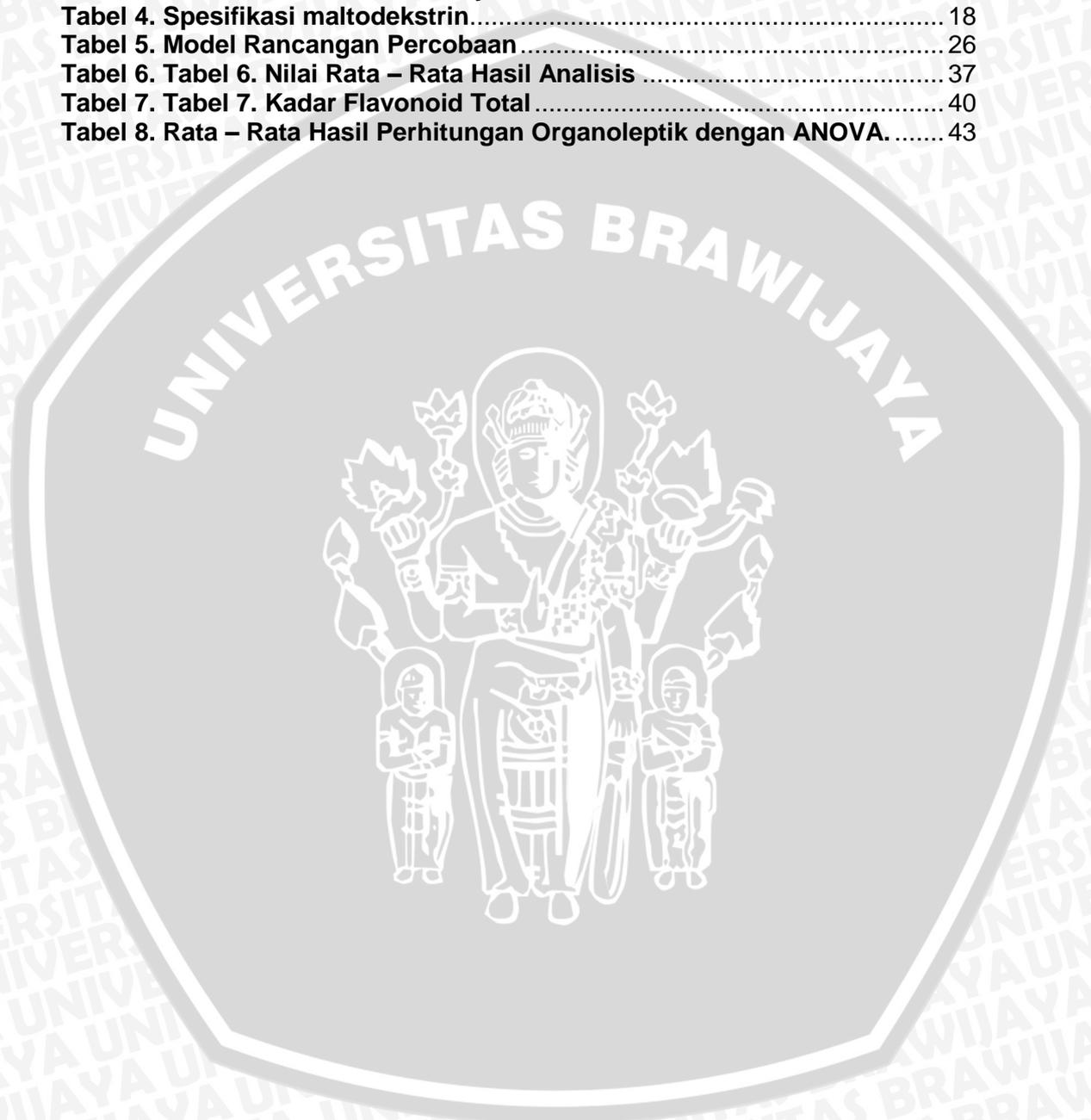


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Sargassum cristaefolium</i>	6
Gambar 2. Freeze Dryer	20
Gambar 3. Prosedur Kerja Pembuatan Serbuk	27
Gambar 4. Prosedur Kerja Ekstraksi	29
Gambar 5. Grafik Rata – Rata Kadar Air	38
Gambar 6. Grafik Regresi Kadar Air	39
Gambar 7. Grafik Rata – Rata Rendemen	42
Gambar 8. Gambar 9. Warna Teh Enkapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Skoring	43
Gambar 9. Warna Teh Enkapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Hedonik	44
Gambar 10. Rasa Teh Enkapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Skoring	46
Gambar 11. Rasa Teh Enkapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Hedonik	47
Gambar 12. Aroma Teh Enkapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Skoring	49
Gambar 13. Aroma Teh Enkapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Hedonik	50
Gambar 14. Grafik Rata – Rata Diameter Serbuk Enkapsulat Teh Alga Coklat <i>Sargassum cristaefolium</i>	52
Gambar 15. Partikel Teh Enkapsulat di Mikroskop Elektron	53
Gambar 16. Bentuk Serbuk Teh Alga Coklat sebelum Enkapsulasi, a. Perlakuan PA, b. Perlakuan PB dan c. Perlakuan PC.	54
Gambar 17. a. Struktur enkapsulat ekstrak teh alga coklat di SEM dengan perbesaran 250 kali, b. Struktur enkapsulat ekstrak teh alga coklat di SEM dengan perbesaran 2500 kali	55
Gambar 18. Struktur enkapsulat minyak oleoresin dengan metode freeze drying di SEM (Chranioti dan Constantine, 2013).	56
Gambar 19. Hasil SEM pada Kontrol. a. Maltodekstrin, b. Serbuk teh alga coklat dan c. Kitosan	56

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi kimia Sargassum	7
Tabel 2. Jenis-Jenis Flavonoid	9
Tabel 3. Aktivitas Antioksidan Senyawa Turunan Flavon dan Flavonol	10
Tabel 4. Spesifikasi maltodekstrin	18
Tabel 5. Model Rancangan Percobaan	26
Tabel 6. Tabel 6. Nilai Rata – Rata Hasil Analisis	37
Tabel 7. Tabel 7. Kadar Flavonoid Total	40
Tabel 8. Rata – Rata Hasil Perhitungan Organoleptik dengan ANOVA.	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Pembuatan Serbuk Teh Alga Coklat Sargassum cristefolium.....	65
Lampiran 2. Proses Ekstraksi Sampel Alga Coklat Sargassum cristaefolium (modifikasi Marudhupandi et al., 2015).....	66
Lampiran 3. . Pembuatan Enkapsulat Teh Alga Coklat Sargassum cristaefolium (modifikasi Chranioti dan Constatina 2013, Ali et al., 2014 dan Saloko et al., 2013).....	67
Lampiran 4. Prosedur Analisis Kadar Air (Sudarmadji et al; 2003).....	68
Lampiran 5. Prosedur Analisis Diameter Enkapsulat (Mariyana, 2012)	69
Lampiran 6. Penetapan Kadar Flavonoid Total (Desmiaty et al. (2009).....	70
Lampiran 7. . Prosedur Analisis Perhitungan Rendemen (Aulia, 2012).....	71
Lampiran 8. Questioner Uji Organoleptik Skoring (Winarno, 2004).....	72
Lampiran 9. Questioner Uji Organoleptik Hedonik (Winarno, 2004).....	74
Lampiran 10. Perhitungan Keragaman Analisis Kadar Air.....	75
Lampiran 11. Perhitungan Keragaman Analisis Diameter Enkapsulat.....	76
Lampiran 12. Perhitungan Keragaman Analisis Rendemen.....	77
Lampiran 13. Perhitungan Keragaman Analisis Skoring Warna.....	78
Lampiran 14. Perhitungan Keragaman Analisis Skoring Rasa.....	79
Lampiran 15. Perhitungan Keragaman Analisis Skoring Aroma.....	80
Lampiran 16. Perhitungan Keragaman Analisis Hedonik Warna.....	81
Lampiran 17. Perhitungan Keragaman Analisis Hedonik Rasa.....	82
Lampiran 18. Perhitungan Keragaman Analisis Hedonik Aroma.....	83
Lampiran 19. Analisis Kadar Quercetin (Standar Quercetin) Enkapsulat Ekstrak Teh Alga Coklat Sargassum cristaefolium.....	84
Lampiran 20. Produk Teh Hijau yang Digunakan sebagai Kontrol.....	85





1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alga *Sargassum* sp. atau alga coklat adalah salah satu genus *Sargassum* yang termasuk dalam kelas Phaeophyceae (Kadi, 2005). Alga coklat *Sargassum cristaefolium* memiliki penampakan yang tidak menarik, bau amis dan mudah busuk sehingga selama ini belum banyak dimanfaatkan. Selain itu, juga karena kurangnya data dan informasi tentang potensi *Sargassum cristaefolium* (Yulianto, 2010).

Sargassum sp. dikenal sebagai sampah laut karena jumlahnya yang banyak hanyut di permukaan laut pada musim tertentu dan terdampar di pantai karena patah akibat ombak yang besar atau perubahan musim sehingga mengganggu pelayaran kapal nelayan (Septiana dan Asnani, 2012). Masyarakat di Cabiya, Talango kabupaten Madura menyebut *Sargassum cristaefolium* dengan alga berdaun lebar karena bentuk daunnya yang lebar. Masyarakat Cabiya memanfaatkan *S. cristaefolium* sebagai minuman teh (Rasyid, 2004).

S. cristaefolium adalah alga multiseluler yang memiliki senyawa-senyawa hasil metabolisme sekunder berupa alkaloid dan flavonoid (Fahri *et al.*, 2010). Teh daun *Sargassum cristaefolium* mengandung senyawa fitokimia berupa flavonoid dan tanin. Kadar flavanol *epigallocatechin gallate* (EGCG) pada teh daun alga coklat *Sargassum cristaefolium* sebesar 0,039 μ g/ml (Permatasari, 2014). Kadar kuersetin pada teh batang alga coklat *Sargassum cristaefolium* sebesar 0,353 μ g/ml (Gyanini, 2014).

Umumnya teh *Sargassum cristaefolium* diseduh dalam bentuk kasar, berbau amis dan rasa yang kurang nikmat, sehingga perlu adanya upaya untuk mengurangi bau dan rasa yang kurang nikmat tersebut yaitu dengan

enkapsulasi. Menurut Permatasari (2014), enkapsulasi adalah proses atau teknik yang digunakan untuk menyalut inti berupa suatu senyawa aktif padat, cair, gas ataupun sel dengan suatu bahan pelindung tertentu yang dapat mengurangi kerusakan senyawa aktif.

Pada metode enkapsulasi akan melibatkan interaksi antara bahan pengenkapsulat (*cell material*), inti (*core material*), teknik enkapsulasi yang sesuai akan bekerja secara sinergis. Inti adalah bahan yang akan disalut, sedangkan penyalut adalah bahan yang digunakan untuk menyalut inti (pengenkapsulat). Keberhasilan proses enkapsulasi sangat bergantung pada pemilihan bahan penyalut (Sugindro *et al.*, 2008). Menurut Fatmiah *et al.* (2010), bahan enkapsulan adalah bahan yang digunakan untuk menyalut inti dengan tujuan tertentu. Bahan enkapsulan harus mampu memberikan suatu lapisan tipis dengan bahan inti, dan mempunyai sifat yang sesuai dengan tujuan enkapsulasi. Bahan enkapsulan yang digunakan dapat berupa polimer alam, semi sintesis maupun sintesis.

Bahan penyalut yang dapat digunakan adalah kitosan dan maltodekstrin. Menurut Herdini *et al.* (2010), kitosan bersifat non toksik, biokompatibel, biodegradabel, polikationik dalam suasana asam dan dapat membentuk gel (hidrogel) karena adanya ikatan silang kitosan-kitosan yang terjadi secara ionik. Kitosan juga memiliki struktur yang hampir sama dengan selulosa. Ini artinya, kitosan merupakan matriks yang baik sebagai penyalut. Menurut Saloko *et al.* (2013), Maltodekstrin merupakan salah satu penyalut yang paling sering digunakan untuk enkapsulasi bahan bioaktif. Maltodekstrin mudah larut dalam air dan dapat melindungi bahan dari oksidasi. Beberapa penelitian maltodekstrin digunakan sebagai penyalut dari senyawa yang sensitif seperti vitamin C dari jus buah dan dapat meningkatkan stabilitas produk pada bubuk acerola.

Kitosan dan maltodekstrin telah digunakan sebagai penyalut zat aktif pada beberapa penelitian. Penelitian sebelumnya oleh Saloko *et al.* (2013) dan Ali *et al.* (2014), menggunakan kitosan dan maltodekstrin untuk enkapsulasi asap cair dengan metode *spray drying* dan berhasil membuat produk tepung asap berukuran nanometer. Penelitian oleh Chranioti dan Constantina (2013) menggunakan kitosan dan maltodekstrin sebagai penyalut tepung kanji modifikasi dengan metode *freeze drying* dan berhasil membuat produk tepung enkapsulat dengan ukuran 1.77 – 2.34 μm .

Selama ini belum ada penelitian yang membahas mengenai enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan penyalut kitosan dan maltodekstrin, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai enkapsulasi terhadap ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyalut kitosan dan maltodekstrin terhadap kualitas enkapsulat ekstrak teh alga coklat dan mengetahui konsentrasi optimal kitosan dan maltodekstrin yang ditambahkan agar dapat menghasilkan enkapsulat ekstrak teh alga coklat dengan kualitas terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah apakah perbedaan konsentrasi penyalut kitosan dan maltodekstrin berpengaruh terhadap kualitas enkapsulat ekstrak teh alga coklat?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi penyalut kitosan dan maltodekstrin terhadap kualitas enkapsulat ekstrak teh alga coklat.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_1 = perbedaan konsentrasi penyalut kitosan dan maltodektrin berpengaruh terhadap kualitas enkapsulat ekstrak teh coklat.

H_0 = perbedaan konsentrasi penyalut kitosan dan maltodektrin tidak berpengaruh terhadap enkapsulat ekstrak teh alga coklat.

1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian konsentrasi penyalut kitosan dan maltodektrin yang berbeda terhadap kualitas enkapsulat ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*.

1.6 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2015 - Juni 2015. Penelitian dilaksanakan di beberapa laboratorium yaitu: Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan dan Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan FPIK, Laboratorium Fisiologi, Biologi FMIPA Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Fisiologi, FMIPA Universitas Islam Negeri Malang dan Laboratorium Dasar Universitas Negeri Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 **Klassifikasi Bahan Baku *Sargassum cristaefolium***

Sargassum cristaefolium merupakan alga coklat yang memiliki thalus, bentuk daun melebar, agak lonjong, mempunyai gelembung udara (*bladder*) dan melekat pada batu karang. Habitat tumbuh di perairan pada kedalaman 0,5 – 10 m ada arus dan ombak. Pertumbuhan alga ini melekat pada substrat dasar perairan (Kadi, 2005). *Sargassum cristaefolium* diketahui memiliki panjang mencapai 57 cm, batangnya halus dengan diameter 3 mm. Mempunyai cabang utama halus dengan diameter 2 mm, cabang sekundernya juga halus dan terletak pada setiap cabang utama. Daunnya tebal seperti kulit, tumbuh secara horizontal, panjang daun mencapai 27,7 mm dan lebar 15 mm (Santianez dan Trono, 2013). Gambar *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 1.

Menurut Anggaredja (2006), Taksonomi *Sargassum cristaefolium* adalah sebagai berikut:

Domain	: Eukaryota
Kingdom	: Chromista
Subkingdom	: Chromobiota
Infrakingdom	: Heterokonta
Phylum	: Ochrophyta
Subphylum	: Phaeista
Infraphylum	: Chryista
Superclass	: Phaeophyceae
Ordo	: Fucales
Family	: Sargassaceae
Genus	: Sargassum
Scientific name	: <i>Sargassum cristaefolium</i>



Gambar 1. *Sargassum cristaefolium*
Sumber : Penelitian (2015)

Ciri- ciri khusus yang dimiliki *Sargassum cristaefolium* antara lain thallus tipis, licin, batang utama bulat agak kasar dan *holdfast* (bagian yang untuk melekat) beerbentuk cakram. Percabangan berselang-seling secara teratur. Bentuk daun oval dan panjang. Pinggir daun bergerigi, berombak dan ujung daun melengkung atau meruncing. Memiliki gelembung seperti buah berbentuk lonjong, ujung meruncing dan agak pipih (Haryzaa dan Rini, 2006). Warna thallus alga coklat berasal dari campuran pigmen golongan klorofil dan pigmen golongan karatenoid. Variasi warna thallus setiap spesies rumput laut coklat sangat dipengaruhi oleh komposisi serta kandungan pigmen penyusunnya (Limantara dan Heriyanto, 2010).

Sargassum cristaefolium termasuk kedalam dunia *Thallopyta* (tumbuhan talus), karena belum mempunyai akar, batang dan daun secara jelas. Seluruh tubuh rumput laut disebut *thalus*. Bagian *thallus* yang berdiferensiasi menyerupai daun disebut *blade*, bagian yang berdiferensiasi menyerupai batang disebut *stipe*, sedangkan bagian *thalus* yang berdiferensiasi menyerupai akar disebut *holdfast*. Blade berfungsi sebagai tempat pertukaran gas yang dapat membantu memaksimalkan aktivitas fotosintesis. *Stipe* merupakan batang utama yang berisi

8 percabangan dari *blade* sedangkan *holdfast* berfungsi sebagai tempat untuk melekatnya rumput laut pada substrat (Jeyabalan, 2012).

2.2 Keunggulan dan Kandungan *Sargassum cristaefolium*

Komponen utama dari *Sargassum* adalah karbohidrat (*sugars of vegetable gums*), sedangkan komponen lainnya adalah protein, lemak, abu (sodium dan potassium) dan air 80-90 %. Komposisi kimia rumput laut sangat dipengaruhi oleh jenis spesies, habitat, tingkat kematangan dan kondisi lingkungan sekitar. Komposisi rumput laut juga dipengaruhi faktor lingkungan seperti temperature, salinitas, cahaya dan nutrisi (Putri, 2011).

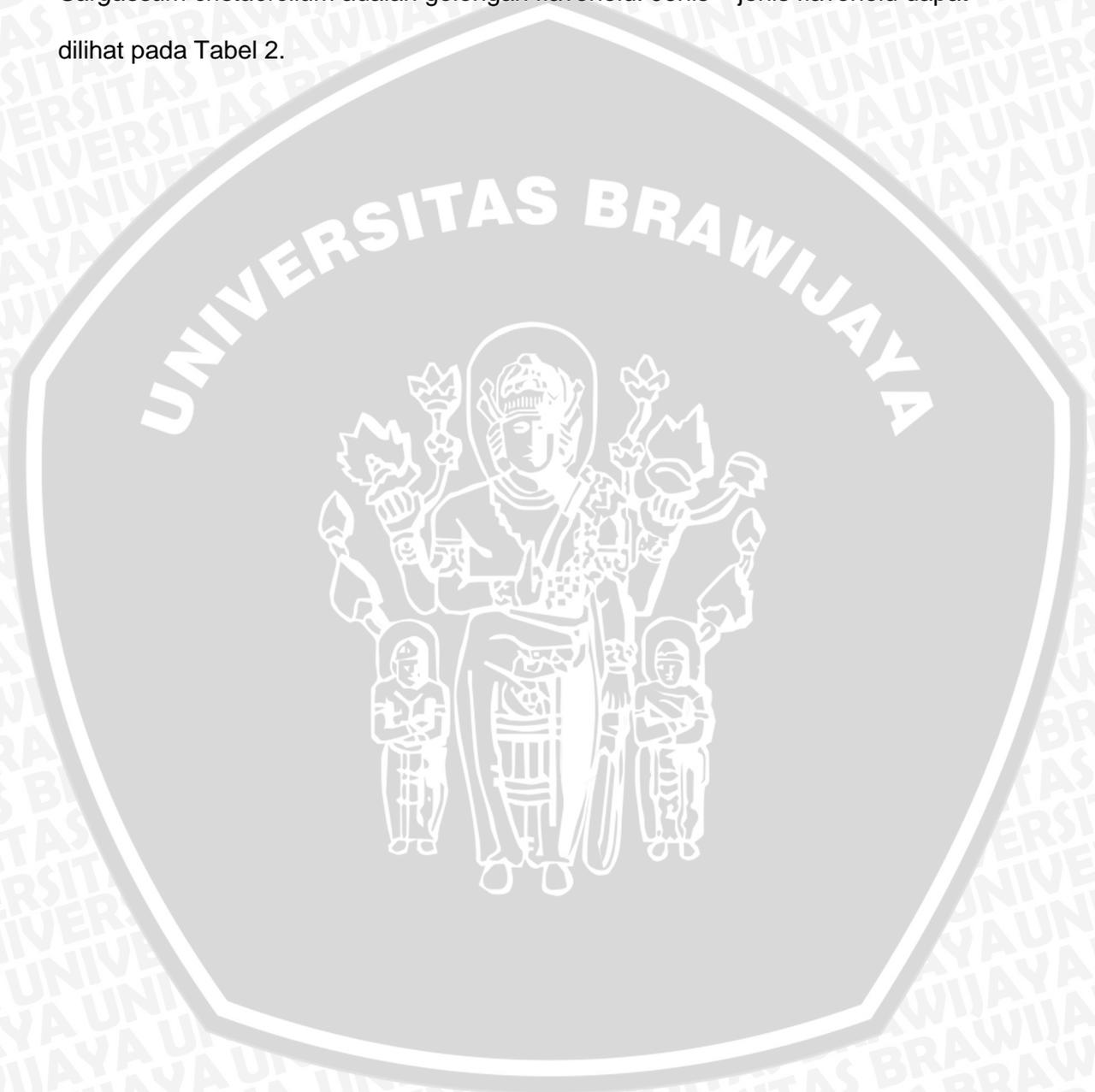
Menurut Kustina (2006), *Sargassum* merupakan sumber yang kaya dengan kandungan soda, kalium karbonat, iodium dan asam alginat. Komposisi kimia *Sargassum sp.* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia *Sargassum*

Komposisi kimia	Jumlah dalam %
Air	11,71
Protein	5,53
Karbohidrat	19,06
Tepung	-
Lemak	0,74
Serat-serat	28,39
Serat kasar	34,57
Abu	-
Iodium	-

Sumber: Kustina (2006)

Sargassum cristaefolium adalah alga multiseluler yang memiliki senyawa-senyawa hasil metabolisme sekunder berupa alkaloid dan flavonoid (Fahri *et al.*, 2010). Menurut penelitian Risjani dan Kenty (2009), senyawa pada ekstrak *Sargassum cristaefolium* adalah golongan flavonoid. Jenis – jenis flavonoid dapat dilihat pada Tabel 2.



Tabel 2. Jenis-Jenis Flavonoid

Flavonoid	Contoh
Flavanols	EGCG, EG, ECG and Catechin
Flavonols	Kaempferol and Quercetin
Anthocyanidins	Malvidin, Cyanidin and Delphinidin
Flavones	Apigenin and Rutin
Flavonones	Myricetin
Isoflavonoids	Genistein and Biochanin A

Sumber: Mahmood *et al.*, (2010)

Sedangkan menurut penelitian Putri (2011), komposisi kimia *Sargassum sp.* yang digunakan sebagai *slimming tea* dikeringkan dengan oven 60°C yaitu kadar air sebesar 14,85%, kadar lemak sebesar 0,26%, kadar protein sebesar 6,48%, dan kadar karbohidrat sebesar 60,02%. Ekstrak kasar *Sargassum sp.* yang digunakan sebagai *slimming tea* mengandung komponen bioaktif yaitu alkaloid, steroid/terpenoid, flavonoid, saponin, fenol, hidrokuinon, dan tanin. Berdasarkan komposisi kimianya antara teh dengan "teh" rumput laut *Sargassum sp.* memiliki persamaan yaitu adanya kandungan air, lemak, serat, karbohidrat, mineral dan senyawa bioaktif (seperti fenol dan turunannya). Sedangkan perbedaan antara teh dengan "teh" rumput laut, kandungan yang dimiliki teh tidak dimiliki "teh" rumput laut yaitu enzim, asam amino, dan kafein. Menurut Dewi (2012), polifenol teh yang termasuk golongan senyawa flavonoid, terdiri atas sejumlah senyawa seperti katekin, flavanon, flavanol, isoflavan, asam klorogenat, asam kuomariquinat dan tehogallin (asam 3-galloyquinat). Flavonoid lain meliputi quercetin, quercitrin, rutin dan hesperidin.

Flavonoid adalah senyawa bahan alam yang merupakan bagian dari senyawa fenolik, yang banyak membentuk pigmen tumbuhan. Flavonoid terdapat

pada semua bagian tumbuhan yaitu daun, batang, akar kayu, kulit, tepung sari, nectar, buah dan biji (Park dan Pezzuto, 2002). Dalam tumbuhan flavonoid terikat gula sebagai glikosida dan aglikon flavonoid yang mungkin terdapat dalam satu tumbuhan dalam bentuk kombinasi glikosida (Sibuea, 2003).

Tubuh manusia membutuhkan flavonoid sebagai antioksidan yang sangat berguna mencegah kanker. Dengan adanya flavonoid di dalam tubuh, banyak struktur sel terlindungi. Bila dipadukan dengan vitamin C, flavonoid bermanfaat untuk meningkatkan kinerja vitamin C, mencegah tulang keropos, berfungsi sebagai antibiotic dan antiinflamasi (Harun dan Syahri, 2002). Menurut orak (2006), flavonoid juga terbukti dapat mengganggu efektivitas mikroorganisme, sehingga dapat dijadikan sebagai antivirus, seperti antivirus HIV dan herpes. Flavonoid juga dapat mencegah asma, katarak, diabetes, encok (rematik), migren, wasir dan radang jaringan ikat penyangga akar gigi. Aktivitas antioksidan senyawa turunan flavon dan flavonol dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Aktivitas Antioksidan Senyawa Turunan Flavon dan Flavonol

Senyawa flavo / flavonol	Aktivitas antioksidan (%)
Kaemferol	65,3
Galangin	64,9
Quersetin	63,6
Morin	63,5
Robinetin	61,7
Fisetin	61,6
Kaempferida	60,0
3-hidroksiflavin	59,4
Lerisitrin	28,5
Mirisetrin	18,4

3,5,7,3',4',5' – heksametoksiflavon	2,6
3,5,7,3' 4' – pentametoksiflavon	1,1
7 – hidrokisiflavon	0,0
Flavon	-1,5
5 – hidrokisiflavon	-4,0
Krisin	-20,8
8 – metoksiflavon	-29,6
Apigenin	-78,8

Markham (2002)

2.3 Teh Alga Coklat

Istilah “teh” digunakan untuk minuman yang dibuat dari buah, rempah-rempah atau tanaman obat lain yang diseduh sedangkan teh yang tidak mengandung daun teh disebut sebagai teh herbal (Rosita *et al.*, 2012). Teh merupakan minuman non alkoholik yang terpopuler di dunia, termasuk didalamnya adalah jenis teh hijau dan teh hitam yang memiliki banyak manfaat untuk meningkatkan kesehatan manusia (Mila, 2012).

Pemanfaatan teh *Sargassum* oleh masyarakat Vietnam telah dilakukan sejak lama. Di Vietnam bagian selatan hingga tengah seperti Khanh Hoa, Quang Nam, Quang Ngai, Binh Dinh, dan lain-lain orang telah memanfaatkan *Sargassum* dan *Porphyra* sebagai minuman teh yang berkhasiat medis. Olahan rumput laut coklat berupa teh bisa disajikan dengan dicelup (seperti teh celup), serbuk (*powder*), instan dalam kemasan gelas (Putri, 2011).

Teh alga coklat *Sargassum sp.* memiliki kandungan bahan alginate, iodine dan guluronate yang dapat membuang zat-zat sisa dalam tubuh, seperti lemak dan sel-sel mati akibat radikal bebas (Firdhayani, 2010). Menurut Putri

(2011), didalam *Sargassum sp* terkandung senyawa-senyawa aktif seperti steroida, alkaloida, fenol, dan triterpenoid yang dapat menjadikan *Sargassum sp* sebagai minuman sejenis *slimming tea*.

Teh dikenal sebagai minuman penyegar karena dengan meminumnya baik dengan teknik penyajian panas maupun dingin, orang akan merasa lebih segar. Disebut sebagai penyegar karena daun teh mengandung zat alkaloid yang dapat memberikan efek segar bagi peminumnya (Asni, 2000). Sedangkan Firdhayani (2010) mengungkapkan, bahwa teh *Sargassum sp* merupakan produk herbal efisien dan bernilai ekonomis. Karena teh *Sargassum sp* dapat membuang zat-zat sisa dalam tubuh, seperti lemak dan sel-sel mati akibat radikal bebas.

2.4 Ekstraksi

Menurut Maulida dan Zulkarnaen (2010), ekstraksi adalah suatu metode operasi yang digunakan dalam proses pemisahan suatu komponen dari campurannya dengan menggunakan sejumlah massa bahan (solven) sebagai tenaga pemisah. Apabila komponen yang akan dipisahkan (solute) berada dalam fase padat, maka proses tersebut dinamakan pelindihan atau bleaching. Proses pemisahan dengan cara ekstraksi terdiri dari tiga langkah dasar, yaitu: 1) proses pencampuran sejumlah massa bahan ke dalam larutan yang akan dipisahkan komponen-komponennya; 2) proses pembentukan fase seimbang; 3) proses pemisahan kedua fase seimbang.

Pada umumnya ekstraksi akan bertambah baik apabila permukaan sampel yang bersentuhan dengan pelarut semakin luas (berupa serbuk). Metode ekstraksi yang digunakan tergantung dari wujud dan kandungan zat dari bahan tumbuhan yang diekstraksi, serta jenis senyawa yang diisolasi. Cara ekstraksi dapat dilakukan dengan cara infuse, perkolasi, maserasi dan

penyaringan berkesinambungan (soxhletasi) (Gusti, 2011). Menurut Wijaya (2013), maserasi merupakan proses paling tepat dimana obat yang sudah halus memungkinkan untuk direndam sampai meresap dan melunakkan susunan sel sehingga zat-zat yang mudah larut akan melarut. Maserasi merupakan proses pengekstrakan sampel menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada suhu ruangan (kamar). Keuntungan maserasi adalah pengerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan.

Pembuatan ekstrak melalui tahap-tahap sebagai berikut :

a. Pembasahan (Depkes RI, 1985; Depkes RI, 2000)

Pembasahan serbuk dilakukan pada penyaruhan, dimaksudkan memberikan kesempatan sebesar-besarnya untuk cairan pelarut memasuki pori-pori dalam sampel sehingga mempermudah pelarutan selanjutnya.

b. Pelarut (Depkes RI, 1985; Depkes RI, 2000)

Cairan pelarut yang digunakan dalam proses pembuatan ekstrak adalah pelarut yang baik untuk senyawa kandungan yang berkhasiat atau aktif. Pelarut tersebut dapat dipisahkan dari bahan dan dari senyawa kandungan lainnya. Faktor utama yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan cairan pelarut adalah selektifitas, ekonomis, kemudahan bekerja, ramah lingkungan dan aman.

Dalam hal keamanan untuk manusia atau hewan coba, cairan pelarut harus memenuhi syarat kefarmasian atau dalam perdagangan dikenal dengan kelompok spesifikasi "*Pharmaceutical grade*". Sampai saat ini berlaku aturan bahwa pelarut yang diperbolehkan adalah air, alkohol (etanol) atau campuran (air dan alkohol).

c. Pemisahan dan Pemurnian (Depkes RI, 2000)

Tujuannya adalah untuk menghilangkan (memisahkan) senyawa yang tidak dikehendaki semaksimal mungkin tanpa pengaruh pada senyawa

kandungan yang dikehendaki, sehingga diperoleh ekstrak yang lebih murni. Proses-proses pada tahap ini adalah pengendapan, pemisahan dua cairan tak bercampur, sentrifugasi, dekantasi, filtrasi, serta proses absorpsi dan penukaran ion.

d. Pemekatan / Penguapan (Depkes RI, 2000)

Pemekatan berarti peningkatan jumlah partikel solute (senyawa terlarut) dengan cara penguapan pelarut tanpa sampai menjadi kering tetapi ekstrak hanya menjadi kental / pekat.

2.5 Pelarut Organik

Pemilihan pelarut yang akan dipakai dalam proses ekstraksi harus memperhatikan sifat kandungan senyawa yang akan diisolasi. Sifat yang penting adalah polaritas dan gugus polar dari suatu senyawa. Pada prinsipnya suatu bahan akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya (Septiana dan Ari, 2012). Menurut Al-Ash'ary *et al.* (2010), perolehan senyawa kimia didasarkan pada kesamaan sifat kepolaran terhadap pelarut yang digunakan. Pelarut polar akan melarutkan solut yang non polar atau disebut dengan like dissolve like.

Senyawa polar merupakan senyawa yang terbentuk akibat adanya suatu ikatan antar elektron pada unsur-unsurnya. Hal ini terjadi karena unsur yang berikatan tersebut mempunyai nilai keelektronegatifitas yang berbeda atau senyawa yang dapat larut dalam air atau pelarut polar lain, seperti n-heksana dan metanol. Sedangkan senyawa non-polar adalah senyawa yang tidak dapat larut dalam air seperti etil asetat (Reskika, 2011).

2.5.1 Etanol

Menurut Chang *et al.*, (2010), etanol mempunyai penerapan tidak terbilang sebagai pelarut untuk bahan kimia organik dan sebagai senyawa awal untuk pembuatan zat warna obat-obatan sintesis, kosmetik dan bahan peledak. etanol adalah satu-satunya jenis alkohol rantai lurus yang tidak beracun (lebih tepatnya paling sedikit beracun); dalam tubuh kita menghasilkan suatu enzim yang disebut *alcohol dehidrogenase* yang membantu metabolisme etanol dengan mengoksidasinya menjadi asetaldehida.

Etanol termasuk dalam grup alkohol, mengandung gugus hidroksil –OH yang berikatan dengan atom karbon, titik leleh etanol adalah 114 °C, titik didihnya 78,5 °C dan memiliki densitas 0,789 g/mL pada suhu 20 °C (Asmarani, 2012). Etanol dapat melarutkan alkaloid basa, minyak menguap, glikosida, kurkumin, kumarin, antrakinon, flavonoid, steroid, dammar dan klorofil. Etanol bersifat relative polar sehingga senyawa yang tersari relative bersifat polar. Kepolaran senyawa inilah yang menyebabkan senyawa ini lebih mudah menembus dinding sel. Kadar residu etanol sebagai pelarut dalam suatu ekstraksi adalah 50 ppm. (Hartini *et al.*, 2009).

Pada umumnya pelarut yang sering digunakan adalah etanol karena etanol mempunyai polaritas yang tinggi sehingga dapat mengekstrak bahan lebih banyak dibandingkan jenis pelarut organik yang lain. Pelarut yang mempunyai gugus karboksil (alkohol) dan karbonil (keton) termasuk dalam pelarut polar. Etanol juga tidak beracun dan berbahaya. Kelemahan penggunaan pelarut etanol adalah etanol larut dalam air, dan juga melarutkan komponen lain seperti karbohidrat, resin dan gum, sedangkan keuntungan menggunakan etanol sebagai pelarut yaitu etanol mempunyai kepolaran lebih tinggi sehingga mudah

untuk melarutkan senyawa resin, lemak, asam lemak, karbohidrat dan senyawa organik lainnya (Ramadhan dan Haries, 2010).

2.6 Enkapsulasi

Enkapsulasi adalah suatu proses enkapsulan tipis suatu inti berupa padatan, cairan atau gas dengan suatu polimer sebagai dinding pembentuk mikrokapsul. Pengkapsulan pada suatu padatan, cairan, gas dengan bahan lain untuk membentuk partikel disebut enkapsulasi (Fatmiah *et al.*, 2010). Proses enkapsulasi dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu metode fisika kimia, metode kimia dan metode fisika (Ismarani *et al.*, 2011).

Enkapsulasi didefinisikan sebagai teknologi pembungkusan suatu bahan dengan bahan lainnya dengan ukuran yang sangat kecil (0.2 – 500 μm). dengan enkapsulasi bahan dapat terlindung dari pengaruh lingkungan yang tidak diinginkan seperti suhu, geseran dan tekanan yang tinggi selama ekstruksi. Keuntungan lain yang merupakan keunggulan mikroenkapsulasi adalah bahan aktif yang dikapsulkan (*active ingredient, core* atau *payload*) dapat dikeluarkan dari dalam kapsul secara terkendali (*controlled release*) dalam kondisi dan laju tertentu sesuai dengan keinginan (Yuliani *et al.*, 2006).

Zat aktif yang terkandung dalam mikrokapsul disebut inti atau core. Dinding penyalut disebut skin, shell atau film pelindung. Proses enkapsulasi bahan-bahan inti tersebut dibungkus oleh dinding polimer tipis. Mikrokapsul dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu *monocore*, *polycore* dan matriks. Mikrokapsul *monocore* mempunyai ruang partikel (*core*) tunggal, sedangkan *polycore* memiliki beberapa ruang partikel (*core*) yang ukurannya berbeda-beda dan dilapisi dinding penyalut. Pada tipe matriks, partikel-partikel zat aktif terintegrasi dalam matriks bahan penyalut (Ernawati, 2010).

2.7 Kitosan dan Maltodekstrin

Bahan enkapsulan adalah bahan yang digunakan untuk menyalut inti dengan tujuan tertentu. Bahan enkapsulan harus mampu memberikan suatu lapisan tipis kohesif dengan bahan inti, dan mempunyai sifat yang sesuai dengan tujuan enkapsulasi. Bahan enkapsulan yang digunakan dapat polimer alam, semi sintesis maupun sintesis (Fatmiah *et al.*, 2010),

Kitosan merupakan biopolimer yang sumbernya melimpah dan dapat terbarukan yang harus dimanfaatkan semaksimal mungkin. Sifat kationik kitosan menjadi dasar pemanfaatan kitosan dalam berbagai bidang. Kitosan dimanfaatkan dalam bidang pertanian karena sifatnya yang biodegradable, sedangkan dalam bidang industri makanan kitosan digunakan sebagai antioksidan, pengawet alami, penyerap zat warna dan pengemulsi (Wiyarsi dan Erfan, 2009).

Kitosan mudah mengalami degradasi secara biologis dan tidak beracun, fiokulan dan koagulan yang baik, mudah membentuk membran atau film serta membentuk gel. Kitosan juga bersifat hidrofilik, menahan air dalam strukturnya dan membentuk gel secara spontan. Pembentukan gel berlangsung pada nilai pH asam dan sedikit asam, disebabkan sifat kationik kitosan. Viskositas gel kitosan meningkat dengan meningkatnya berat molekul atau jumlah polimer (Harahap, 2012). Menurut Daniel (2009), Kitosan dapat digunakan dalam pembuatan membran, namun kekuatan mekaniknya rendah sehingga perlu diikat silang dengan bahan lain untuk memperbaiki kekuatan mekaniknya. Contoh bahan lain yang bisa ditambahkan adalah maltodekstrin.

Maltodekstrin $(C_6H_{12}O_5)_nH_2O$ merupakan larutan yang terkonsentrasi dari sakarida yang diperoleh dari pati-pati yang ada atau diperoleh dari hidrolisa pati yang tidak sempurna dengan penambahan asam maupun enzim. Kebanyakan

produk ini dalam bentuk kering (Nurzana, 2013). Maltodekstrin mempunyai nilai *Dextrose equivalent* (DE) 3-20. Nilai DE akan mempengaruhi karakteristik dan fungsi dari maltodekstrin. Maltodekstrin relative non-higroskopis. Semakin rendah nilai DE, maka akan semakin non-higroskopis (Fasikhatusun, 2010).

Maltodekstrin merupakan bahan yang larut air dan dapat melindungi senyawa yang dienkapsulasi dari oksidasi (Ali *et al.* 2014). Menurut Setiadi (2006), viskositas dan kelarutan maltodekstrin bervariasi tergantung dan ukuran molekul rata-rata. Semakin besar ukuran molekul rata-rata maka akan semakin tinggi viskositasnya dan akan semakin rendah kelarutannya. Menurut Chafid dan Galuh (2010), maltodekstrin dalam air dingin. Mengalami disperse cepat, memiliki sifat daya larut yang tinggi maupun membentuk film, sifat higroskopis rendah, mampu membentuk *body*, sifat *browning* yang rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat. Spesifikasi maltodekstrin dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi maltodekstrin

Kriteria	Spesifikasi
kenampakan	Bubuk putih agak kekuningan
Bau	Bau seperti maltodekstrin
Rasa	Kurang manis, hambar
Kadar air	6 %
DE (<i>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 : Chafid dan Galuh (2010)

Sifat kitosan yang hidrofilik dan sifat maltodekstrin yang non-higroskopis diharapkan dapat menjadikan produk enkapsulasi yang baik, sehingga ekstrak teh alga cokelat *Sargassum cristaefolium* dapat terselimut dengan baik.

2.8 Freeze Drying

Freeze Dryer merupakan alat pengering beku dengan suhu rendah. Pengeringan ini dikarenakan tidak ada pergerakan air dalam bahan, maka selama pengeringan beku tidak ada migrasi zat yang larut air. Kondisi ini ditinjau dengan suhu rendah akan menghasilkan retensi aktivitas biologis yang tinggi. Pada produk pengeringan beku menghasilkan produk-produk instan, tetapi dalam keadaan ini juga memudahkan oksidasi, sehingga produk kering harus segera dikemas (Sudaryati *et al.*, 2003).

Elemen utama dalam alat pengering beku (*freeze dryer*) menurut Evans (2008), adalah 1). Ruang hampa udara yang sempit, 2). Sebuah alat pemindah udara dan gas yang tidak dapat terkondensasi, biasanya berupa pompa hampa udara, 3). Kondensor memindah air dan mempertahankan dalam tekanan rendah dari uap air dalam ruang pengering beku, 4). Beberapa alat sebagai penyedia panas. Gambar *freeze dryer* dapat dilihat pada Gambar 2.

Pengeringan beku (*Freeze drying*) mempunyai keunggulan dalam mempertahankan mutu hasil pengeringan. Pengeringan beku memiliki beberapa keuntungan diantaranya, dapat mempertahankan stabilitas produk (menghindari perubahan aroma, warna dan unsure organoleptik lain), dapat mempertahankan stabilitas struktur bahan (pengkerutan dan perubahan bentuk setelah pengeringan kecil), dapat menghambat aktivitas mikroba serta mencegah terjadinya reaksi-reaksi kimia dan aktivitas enzim yang dapat merusak terjadinya kandungan gizi bahan pangan (Nofrianti, 2013).



Gambar 2. Freeze Dryer

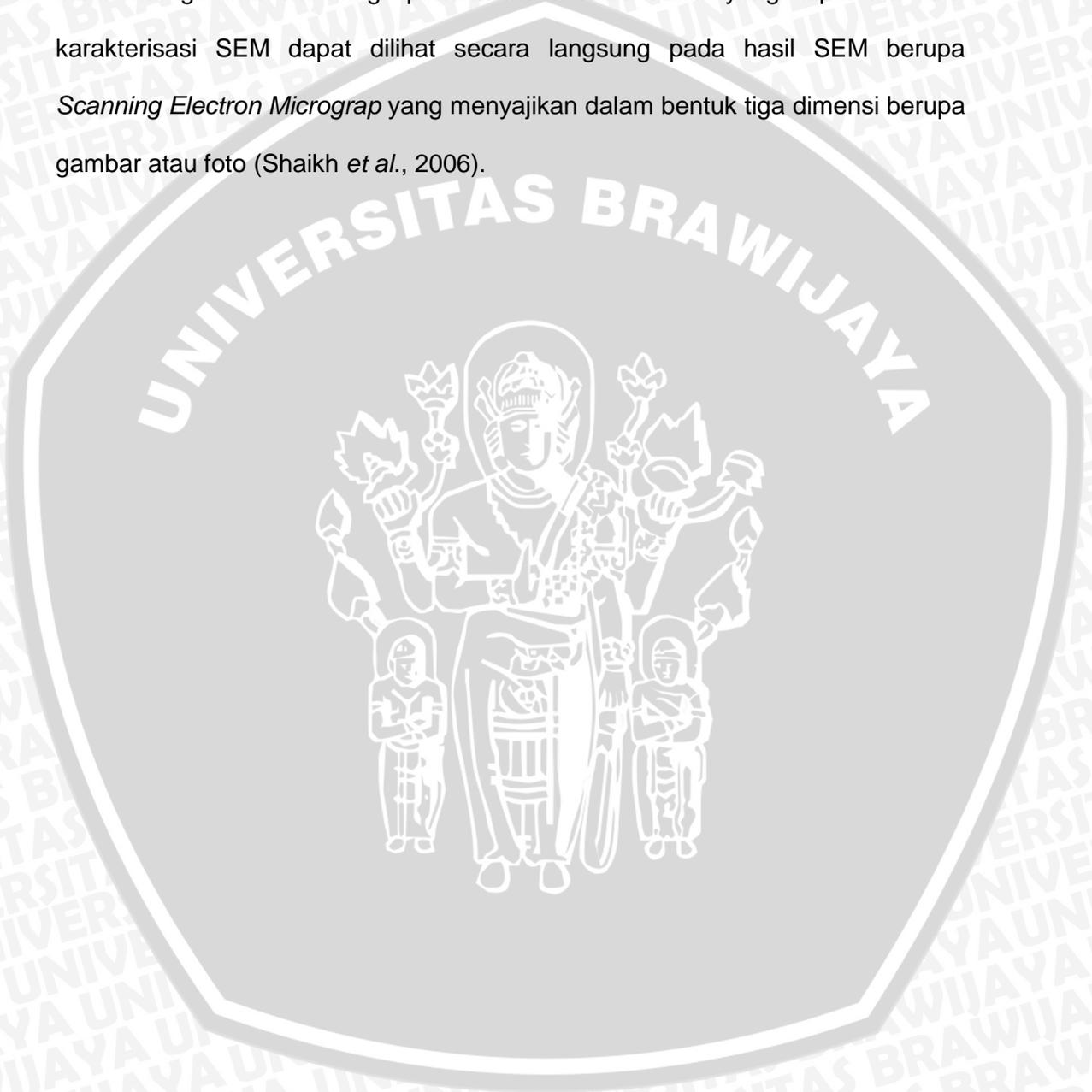
Sumber : Evans (2008)

2.9 SEM (*Scanning Microscopy Electron*)

Scanning Electron Microscopy (SEM) adalah analisis untuk penggambaran sampel dengan perbesaran hingga puluhan ribu kali. Dengan analisis SEM dapat melihat ukuran partikel yang terbesar pada sampel. SEM bekerja dengan memanfaatkan elektron sebagai sumber cahaya untuk menembakkan sampel. Sampel yang ditembak akan menghasilkan penggambaran dengan ukuran hingga ribuan kali lebih besar (Harahap, 2012).

SEM juga menggambarkan sebuah *Energy Dispersive X-ray spectrometer* (EDX) yang dapat digunakan untuk menentukan komposisi unsur dari sampel. Ketika sebuah sampel difoto dengan SEM, sinar elektron juga diemisi oleh sinar-X yang dibawa oleh EDX karena unit EDX mampu menentukan setiap unsur yang merespon emisi tersebut. Data ini dapat ditambahkan pada gambar SEM untuk menghasilkan sebuah peta unsur sebenarnya dari permukaan sampel (Hendrawan, 2010).

Scanning electron microscope (SEM) merupakan suatu instrumen yang dapat digunakan untuk melihat partikel-partikel yang berukuran mikro. SEM dapat digunakan untuk melihat bentuk, dan ukuran partikel produk terenkapsulasi serta mengetahui morfologi permukaan bahan. Hasil yang diperoleh dari karakterisasi SEM dapat dilihat secara langsung pada hasil SEM berupa *Scanning Electron Micrograp* yang menyajikan dalam bentuk tiga dimensi berupa gambar atau foto (Shaikh *et al.*, 2006).



3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2015 - Juni 2015. Sampel alga coklat (*Sargassum cristaefolium*) didatangkan dari perairan Talango kabupaten Sumenep Madura Jawa Timur. Sampel basah didatangkan dengan menggunakan jasa ekspedisi dengan sampel dibungkus dengan karung untuk melindungi sampel dari kontak fisik. Proses pembuatan ekstrak dan enkapsulasi dilakukan di beberapa laboratorium yaitu: laboratorium Keamanan Hasil Perikanan dan Laboratorium Perekayasa Hasil Perikanan FPIK, Universitas Brawijaya Malang. Proses *Freeze drying* di Laboratorium Fisiologi, Biologi Molekul FMIPA Universitas Brawijaya, Malang. Proses Evaporasi di Laboratorium Fisiologi, Proses pengujian flavonoid di laboratorium Kimia, Fakultas Saintek Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Proses Pengamatan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dilaksanakan di Laboratorium Dasar Universitas Negeri Malang.

3.2 Materi Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan utama, bahan untuk proses pembuatan serbuk daun *Sargassum cristaefolium*, proses ekstraksi, bahan enkapsulasi dan bahan efensiasi enkapsulasi. Bahan utama yaitu yang digunakan berupa alga coklat *Sargassum cristaefolium* yang diperoleh dari desa Cabiya, kecamatan Talango, kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur berupa alga coklat basah yang dipanen 45 hari. Sampel Alga Coklat dibawa dengan menggunakan wadah berupa kantong plastik dan dilapisi karung sak untuk mencegah bahan mengalami kekeringan selama transportasi.

Bahan-bahan yang digunakan untuk proses pembuatan serbuk daun *Sargassum cristaefolium* adalah daun segar yang sudah dikeringkan dengan sinar matahari. Bahan yang digunakan dalam proses ekstraksi adalah larutan etanol 96%, aluminium foil, kertas saring, kertas label, plastik wrap dan tissue. Bahan yang digunakan untuk enkapsulasi adalah kitosan, asam asetat, maltodekstrin, aluminium foil, plastik wrap, karet dan tissue. Bahan - bahan yang digunakan untuk uji kadar air adalah kertas, kertas label dan tissue. Bahan - bahan yang digunakan untuk analisis diameter enkapsulat adalah aquades dan tissue. Bahan – bahan yang digunakan untuk uji organoleptik adalah gelas plastik, air dan tissue. Bahan-bahan yang digunakan untuk pengujian kadar flavonoid yaitu tissue, karet gelang, etanol 95%, $AlCl_3$, kertas bahan, plastik.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat yang digunakan untuk proses pembuatan serbuk daun *Sargassum cristaefolium*, alat ekstraksi, enkapsulasi, uji kadar air, analisis diameter dan uji organoleptik. Alat-alat yang digunakan pada proses pembuatan serbuk adalah blender, ayakan 60 mesh, nampan, kuas kecil, toples ukuran sedang dan sedok bahan. Alat-alat yang digunakan pada proses ekstraksi adalah beaker glass 1000 ml, beaker glas 50 ml, gelas ukur 1000 ml, spatula, timbangan digital, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *centrifuge 2000 rpm*, *rotary evaporator*, sampel tub, corong, botol kaca 100 ml, botol kaca 250 ml, rak tabung reaksi, pipet tetes dan sendok bahan. Alat yang digunakan untuk enkapsulasi adalah *freeze dryer* tipe *Christ Alpha 1-4 LSC*, pipet volume, bola hisap, timbangan digital, sendok bahan, *magnetic stirrer*, beaker glas 100 mL, hot plate dan botol kaca 250 ml. Alat yang digunakan untuk uji kadar air adalah oven, botol timbang + tutup, timbangan Sartorius 10^{-4} , sendok

bahan, kuas, nampan, *crushable tang* dan loyang. Alat yang digunakan untuk pengamatan diameter adalah mikroskop binokuler, *object glass*, *cover glass*, sendok bahan dan *washing bottle*. Alat yang digunakan untuk uji organoleptik adalah sendok makan, panci dan kompor. Alat yang digunakan untuk pengujian kadar flavonoid adalah spektrofotometer UV-Vis, labu ukur 10 ml, beaker glass 100 ml, pipet gondok, bola hisap, pipet tetes, nampan, timbangan digital, sendok bahan, spatula, botol vial 15 ml dan cuvet.

3.3. Metode dan Rancangan Penelitian

3.3.1 Metode Eksperimen

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap perlakuan yang lain dengan kondisi terkontrol. Metode eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap factor lain dalam kondisi yang dikendalikan. Metode eksperimen biasanya diterapkan didalam laboratorium dan terdapat perlakuan (treatment) tertentu (Sugiono,2014).

Metode eksperimen dilakukan untuk mengetahui sebab akibat dua variable atau lebih, dengan mengendalikan pengaruh dari variabel lain. Metode ini dilaksanakan dengan memberikan variabel bebas secara sengaja kepada objek penelitian untuk diketahui akibatnya dalam variabel terikat. Variable bebas pada penelitian ini adalah tiga jenis konsentrasi kitosan 1%, 2% dan 3%, maltodekstrin 9%, 8% dan 7% terhadap variabel terikat karakteristik enkapsulasi yang menggunakan *freeze dryer*.

Metode ini dilaksanakan dengan memberikan variabel bebas secara sengaja kepada obyek peneliti untuk mengetahui akibatnya didalam variabel terikat. Adapun variabel-variabel dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas : Perbandingan konsentrasi penyalut kitosan dan maltodekstrin pada enkapsulasi ekstrak teh rumput laut *Sargassum cristaefolium*.
2. Variabel terikat : Kualitas enkapsulat ekstrak alga coklat tersalut kitosan dan maltodekstrin yang diuji parameter kadar air, diameter, rendemen, total flavonoid dan organoleptik.

3.3.2 Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian utama adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan tiga kali dengan konsentrasi kitosan (1%, 2% dan 3%) dan maltodekstrin (9%, 8% dan 7%). Penelitian ini menggunakan analisis data statistik yaitu analisi ragam ANOVA (Analysis Of Variant) dengan selang kepercayaan sebesar 95%. Model rancangan percobaan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.

$$Y_{ij} = \mu + \tau I + \sum_{ij} ij$$

$$I = 1,2,3 \dots i$$

$$J = 1,2,3 \dots j$$

Keterangan :

- Y_{ij} = hasil pengamatan (parameter yang diuji)
- μ = nilai rata-rata umum
- τI = pengaruh perbedaan konsentrasi pada taraf ke-I terhadap parameter
- \sum_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-I dan ulangan ke-j
- t = perlakuan (perbedaan konsentrasi kappa karagenan)
- r = ulangan (1,2,3)

Tabel 5. Model Rancangan Percobaan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
PA1	PA1	PA2	PA3	TPA1	RPA1
PB2	PB2	PB2	PB3	TPB2	RPB2
PC3	PC3	PC2	PC3	TPC3	RPC3

Keterangan :

PA : Enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan konsentrasi kitosan 1% dan konsentrasi maltodekstrin 9%.

PB : Enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan konsentrasi kitosan 2% dan konsentrasi maltodekstrin 8%.

PC : Enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan konsentrasi kitosan 3% dan maltodekstrin 7%.

Langkah selanjutnya adalah membandingkan antar F hitung dengan F tabel:

- Jika $F_{hitung} < F_{tabel 5\%}$ maka perlakuan tidak berbeda 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 dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk menentukan hasil yang terbaik. Analisis BNT dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$BNT = t_{\alpha, db\ galat} \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

Keterangan:

KTG : kuadrat tengah galat

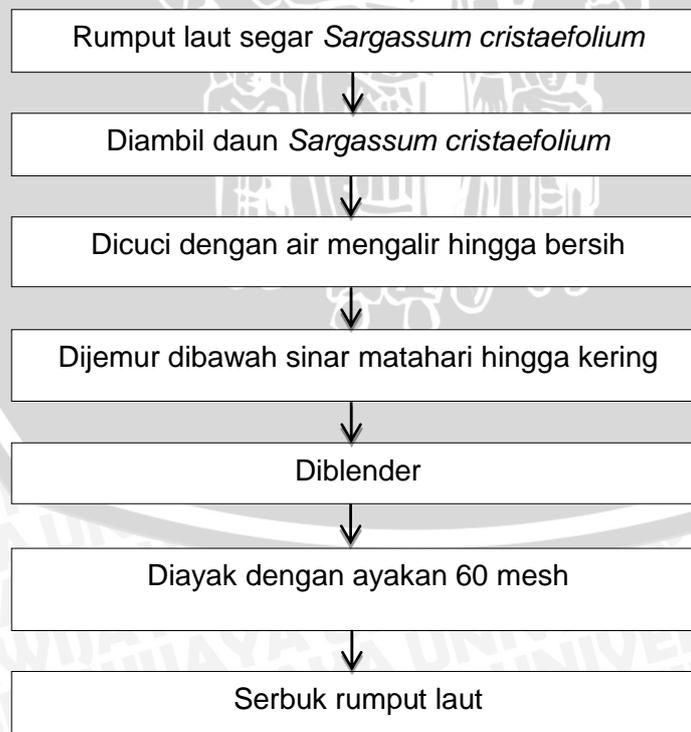
t_{α} : Nilai t tabel pada $\alpha = 5\%$

db galat : Derajat bebas galat

r : Banyaknya ulangan

3.4 Preparasi Bahan (Aulia, 2012)

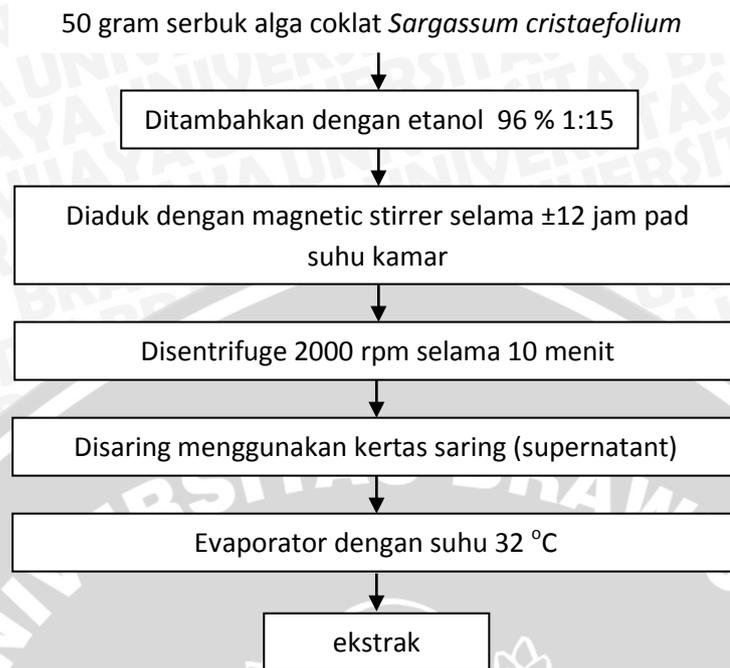
Bahan baku yang digunakan adalah alga coklat *Sargassum cristaefolium* yang diperoleh dari Desa Cabiya, Kecamatan Talango, Kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur berupa rumput laut basah yang dipanen 45 hari. Sampel rumput laut dibawa dengan menggunakan wadah berupa Kantong plastik dan dilapisi karung sak untuk mencegah bahan mengalami kekeringan selama transportasi. Setelah sampel datang selanjutnya sampel dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel yang berasal dari laut. Kemudian rumput laut yang sudah bersih disortasi dan diambil pada bagian daun karena terdapat banyak kandungan flavonoid. Selanjutnya, daun alga coklat *Sargassum cristaefolium* dikeringkan di bawah sinar matahari. sampel daun alga coklat siap untuk dijadikan serbuk daun alga coklat *Sargassum cristaefolium*. Prosedur pembuatan serbuk dapat dilihat pada Gambar 3 dan Lampiran 1.



Gambar 3. Prosedur Kerja Pembuatan Serbuk

3.4.1 Prosedur Kerja Pembuatan Ekstrak Teh Alga Coklat (Marudhupandi *et al.*, 2015 dan Gusti, 2011 yang telah termodifikasi)

Prosedur pembuatan ekstrak sebagai berikut; pertama serbuk alga coklat ditimbang 50 gram dan dimasukkan beaker glass 1000 ml, kemudian direndam dengan etanol 96% sebanyak 750 ml. Diaduk dengan *magnetic stirrer* selama \pm 12 jam pada suhu kamar, tujuannya untuk menghomogenkan larutan. Kemudian disentrifuge dengan kecepatan 2000 rpm selama 10 menit, tujuannya untuk memisahkan residu dan filtratnya. Pelarut yang terdapat dalam filtrat diuapkan dengan menggunakan *vacuum rotary evaporator* dengan kecepatan hingga pelarut telah berhenti terkondensasi (tidak menetes lagi), tujuannya agar pelarut etanol dalam bahan berkurang bahkan sampai hilang. Ekstrak pekat yang didapat sebagian disimpan dalam botol kaca yang ditutup dengan alufo dan plastik wrap, lalu dimasukkan dalam kulkas dengan suhu 8 °C. Menurut Manurung *et al.* (2012), ekstraksi adalah kegiatan penarikan senyawa kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan kimia yang tidak dapat larut dengan pelarut cair. Ekstraksi adalah proses pelarutan senyawa-senyawa kimia yang terdapat pada suatu bahan dengan menggunakan pelarut tertentu sesuai dengan komponen dari komponen bahan yang diinginkan. Maserasi adalah cara ekstraksi sederhana yang dilakukan dengan cara merendam serbuk sampel dengan menggunakan pelarut organik selama sehari dengan menggunakan suhu kamar dan terlindungi dari cahaya matahari langsung (Mamahit, 2009). Prosedur untuk memperoleh ekstrak daun alga coklat *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 4 dan Lampiran 2.



Gambar 4. Prosedur Kerja Ekstraksi

3.5 Prosedur Kerja Enkapsulasi Ekstrak Teh Alga Coklat (Chranioti dan Constatina 2013, Ali *et al.* 2014 dan Saloko *et al.* 2013 yang telah termodifikasi)

Pembuatan ekstrak rumput laut enkapsulasi pada penelitian ini adalah dengan metode pengeringan beku (*freeze drying*). Prosedur kerjanya adalah sebagai berikut, pertama preparasi alat dan bahan. Preparasi alat bertujuan agar alat benar-benar siap untuk digunakan. Preparasi bahan dapat dilakukan bersamaan dengan preparasi alat, agar setelah alat siap bahan bisa langsung diproses.

Preparasi bahan dilakukan dengan cara sebagai berikut, mula-mula dibuat larutan kitosan (1 %, 2 % dan 3 %) (b/v) dengan 1 % asam asetat (v/b) dan aquades 10 ml ke dalam beakerglass 100 ml. Aduk dengan spatula hingga seluruh serbuk kitosan terlarut dalam asam asetat. Kemudian tambahkan maltodektrin (9%, 8% dan 7%) (b/v) aduk dengan spatula, tambahkan sampel

ekstrak *S. Cristaefolium*. Lalu tambahkan aquades hingga volume mencapai 50 ml, kemudian sampel dihomogenkan dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit dengan kecepatan 200 rpm. Hal ini dilakukan agar kitosan benar-benar larut dalam aquades. Setelah homogen ekstrak dikeringkan dengan alat *freeze dryer* selama \pm 30 jam. Prosedur kerja enkapsulasi dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.5 Prosedur Analisis

Parameter uji yang digunakan pada penelitian utama pembuatan enapsulat serbuk daun *Sargassum cristaefolium* adalah Kandungan Air, kadar flavonoid, rendemen, ,struktur evaluasi morfologi partikel (SEM) serta efisiensi enkapsulasi.

3.5.1 Kadar Air (Sudarmadji *et al.*, 2013)

Analisi kadar air perlu dilakukan karena untuk mengetahui kadar air yang dimiliki oleh minuman teh enkapsulasi karena kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran, dan daya tahan bahan itu (Effendy *et al.*, 2013).

Uji kadar air yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan metode *Thermogravimetri*, pengujian kadar air dilakukan dengan metode sebagai berikut: pertama-tama botol timbang di oven dengan suhu 105⁰C selama 24 jam. Kemudian botol timbang ditimbang dengan timbangan sartorius dan dicatat sebagai berat A. Selanjutnya sampel dari alga coklat *Sargassum cristaefolium* ditimbang sebanyak 2-5 gram dan dicatat sebagai berat B. Kemudian sampel dimasukkan dalam botol timbang dan di oven selama 2-3 jam. Selanjutnya sampel dan botol timbang ditimbang dengan timbangan sartorius dan dicatat sebagai berat C. Prosedur cara pengujian kadar air dapat dilihat pada Lampiran

4. Setelah diketahui hasilnya, maka dilakukan perhitungan persentasi kadar air dengan rumus sebagai berikut:

$$W_b = \frac{(A+B)-C}{B} \times 100\%$$

keterangan :

W_b = berat kering

A = berat botol timbang

B = berat sampel

C = berat sampel dan botol timbang

3.5.2 Analisis Diameter Enkapsulat (Mariyana, 2012)

Analisa diameter dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya binokuler. Langkah – langkah menggunakan mikroskop adalah sebagai berikut:

- a) meletakkan mikroskop pada meja yang sesuai, untuk memudahkan pengamatan melalui tabung, b) mengatur pencahayaan dengan mengarahkan bagian cermin pada mikroskop pada datangnya sumber cahaya matahari, c) menggunakan lensa objektif terendah untuk dapat melihat objek preparat, d) meletakkan *objek glass* beserta sediaan yang telah ditutup dengan *cover glass* pada meja objek, e) menjepitkan *object glass* dengan penjepit yang terletak di atas meja objek, f) sambil melihat dari samping, turunkan lensa objektif secara perlahan dengan menggunakan pengatur kasar (makrometer) hingga jarak lensa objektif dengan preparat yang akan diamati 5 mm. Lakukan hal tersebut hingga preparat terlihat jelas, g) setelah preparat terlihat jelas, gunakanlah pemutar halus (mikrometer) dengan menaik turunkan lensa objektif agar tepat pada fokus lensa sehingga preparat terlihat lebih jelas, h) mendapatkan perbesaran yang lebih kuat, ubahlah lensa objektif dengan mengatur revolver, usahakan agar preparat tidak bergeser. Prosedur analisis diameter dapat dilihat pada Lampiran

5.



3.5.3 Flavonoid

3.5.3.1 Pembuatan Larutan Standar (Desmiaty *et al.*, 2009)

Pembuatan kurva standar kuersetin adalah sebagai berikut : pertama dibuat serangkaian larutan kuersetin dalam etanol dengan konsentrasi 1,20, 1,80, 2,20 dan 2,65 ppm. Sejumlah 0,5 ml dari masing-masing larutan, dicampur dengan 1,5 ml etanol 95%; 0,1 aluminium klorida 10%; 0,1 ml kalium asetat 1M dan 2,8 ml aquadest. Diinkubasi pada suhu kamar selama 30 menit. Diukur serapannya pada panjang gelombang 420 nm.

3.5.3.2 Penentuan Jumlah Flavonoid Total (Desmiaty *et al.*, 2009)

Pengujian kadar flavonoid dilakukan pada sampel sebelum enkapsulasi dan sesudah enkapsulasi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah dengan enkapsulasi kandungan flavonoid bertambah ataukah berkurang. Penentuan jumlah flavonoid menggunakan metode aluminium klorida dengan spektrofotometer UV-Vis. Menurut Desmiaty *et al.* (2009), prosedur uji flavonoid adalah 1 g serbuk sampel dilarutkan dengan 25 ml etanol 95%, kemudian diaduk selama delapan jam dengan menggunakan alat pengaduk pada kecepatan 200 rpm selama tiga hari, kemudian disaring, filtrat yang diperoleh ditambah etanol 95% sampai 25 ml. Sejumlah 0,5 ml dibuat beberapa konsentrasi, yaitu 1,20; 1,80; 2,20 dan 2,65 ppm. 0,5 ml dari masing – masing larutan, dicampur dengan 1,5 ml etanol 95%; 0,1 ml aluminium klorida 10 %; 0,1 ml kalium asetat 1M dan 2,8 mL aquadest. Diinkubasi pada suhu kamar selama 30 menit. Diukur serapannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yaitu 420 nm. Penentuan jumlah flavonoid total dapat dilihat pada Lampiran 6. Jumlah flavonoid total dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$F1 = \frac{C \times V \times F \times 10^{-6}}{m} \times 100\%$$

Keterangan :

F1 = jumlah flavonoid dengan metode aluminium klorida

C = kesetaraan kuersetin (g/ml)

V = volume total ekstrak etanol (ml)

F = faktor pengenceran (10)

m = berat sampel (g)

3.5.4 Analisis Morfologi Fisik Menggunakan SEM (Gunawan dan Citra, 2010)

Scanning Electron Microscopy (SEM) bermanfaat untuk mengetahui mikrostruktur benda padat. Berkas sinar elektron dihasilkan dari filament yang dipanaskan, disebut *electron gun*. Berkas pada SEM elektron difokuskan tajam dan digerakkan sepanjang cuplikan. Membentuk elektron pantulan balik (*back scattered*) atau menghasilkan pancaran elektron sekunder dan *back scattered* ini dihimpun dan dicacah oleh detektor sekunder atau detektor *back scattered* yang diletakkan dekat cuplikan, kemudian diubah menjadi tegangan dan dikuatkan oleh rangkaian penguat (Ardisasmita, 2000). Analisis morfologi dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), pengujian dilakukan di Laboratorium Dasar Universitas Negeri Malang.

3.5.5 Perhitungan Rendemen (Putri, 2011)

Rendemen merupakan persentase perbandingan antara berat bagian bahan yang dapat dimanfaatkan dengan berat total bahan. Nilai rendemen ini berguna untuk mengetahui nilai ekonomis suatu produk atau bahan. Apabila nilai

rendemen suatu produk atau bahan semakin tinggi, maka nilai ekonomisnya juga semakin tinggi sehingga pemanfaatannya dapat menjadi lebih efektif. Prosedur analisa rendemen dapat dilihat pada Lampiran 7. Nilai rendemen yang dihasilkan berdasarkan metode penelitian Aulia. (2012) yang dimodifikasi, perhitungan rendemen *S. cristaefolium* didasarkan pada rumus berikut :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{B}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = berat awal sampel (g)

B = berat akhir sampel (g)

3.5.6 Analisis Organoleptik (Winarno, 2004)

Penilaian organoleptik dilakukan dengan uji skoring dan hedonik. Parameter yang diuji meliputi warna, rasa dan aroma. Panelis yang digunakan sebanyak 20 orang. Penilaian uji skoring menggunakan skoring dengan nilai terendah 1 (sangat tidak hijau untuk warna, sangat tidak enak untuk rasa dan sangat tidak terasa untuk aroma) dan terendah 7 (amat sangat hijau untuk warna, amat sangat enak untuk rasa dan amat sangat terasa untuk aroma), sedangkan penilaian uji hedonik menggunakan skoring dengan nilai terendah 1 (sangat tidak suka) dan tertinggi 7 (sangat suka). Menurut Winarno (2004), uji organoleptik adalah pengujian yang dilakukan secara sensorik yaitu pengamatan dengan indera manusia. Uji organoleptik dilakukan dengan cara menyajikan sampel dan nomer kode sedemikian rupa sehingga tidak diketahui panelis. Uji ini memegang peranan penting dalam memutuskan pertimbangan apakah suatu makanan pantas dikonsumsi. *Questioner* yang digunakan untuk uji organoleptik dapat dilihat pada Lampiran 8 dan Lampiran 9.

Pengujian dengan indera manusia merupakan bagian penting, walaupun peralatan telah berkembang dengan pesat. Hal ini disebabkan beberapa sifat

karakteristik seperti rasa, hanya tepat bila dianalisis dengan *biological detector* yaitu indera manusia (Effendy *et al.*, 2013).



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terhadap enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan penyalut kitosan dan maltodekstrin meliputi beberapa parameter yaitu kadar air, diameter kapsul yang dilakukan dengan pengamatan di mikroskop elektron serta penerimaan panelis dengan uji organoleptik yang meliputi warna, rasa dan aroma dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Rata – Rata Hasil Analisis

Parameter	Perlakuan		
	PA	PB	CC
Kadar Air (%)	1.12±0.02 ^a	1.33±0.06 ^b	1.48±0.13 ^b
Diameter	17.75±1.11 ^a	20.75±1.53 ^b	21.93±1.73 ^b
Rendemen (%)	0.87±0.41 ^a	0.97±0.39 ^a	0.83±0.28 ^a
Flavonoid (µg/ml)	-0.34	-0.34	-0.34

Keterangan : notasi yang berbeda ditunjukkan dengan perbedaan nyata antar perlakuan ($p < 0.05$)

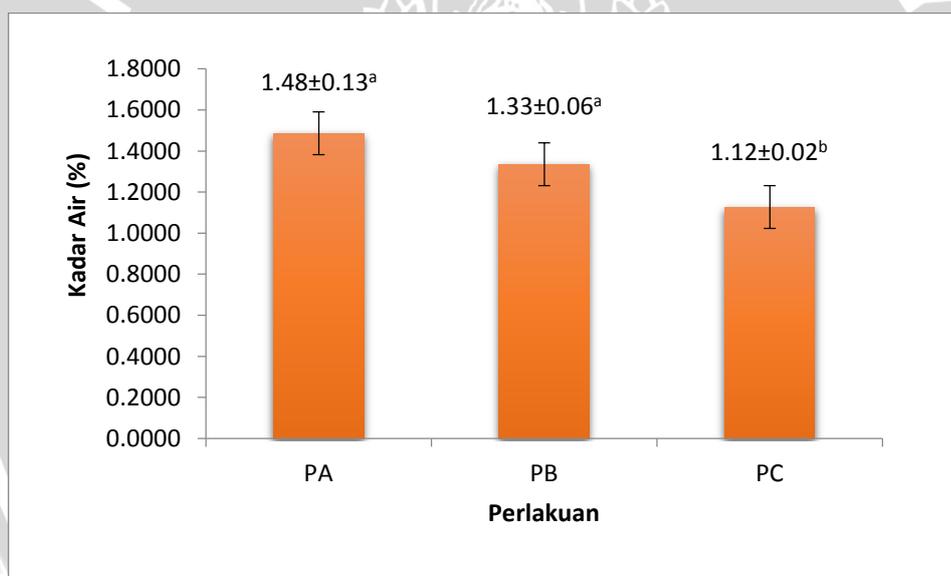
4.1 Kadar air

Selama pengeringan bahan pangan kehilangan kadar air, yang menyebabkan naiknya kandungan zat aktif di dalam masa yang tertinggal. Kadar air dalam pangan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran dan daya tahan bahan (Effendy, 2013). Menurut Fasikhaturun (2010), semakin tinggi kadar air dari kapsul maka peluang mengalami kerusakan semakin tinggi. Kondisi proses dan kadar air bahan baku dapat mempengaruhi kadar air kapsul.

Kadar air menunjukkan jumlah air yang terkandung dalam bahan. Dua basis yang digunakan untuk menunjukkan kandungan air dalam bahan adalah kadar air basis basah (% WB) dan kadar air basis kering (% DB). Kadar air basis basah adalah jumlah air yang terdapat dalam suatu massa bahan basah,

sedangkan kadar air basis kering merupakan jumlah air dalam suatu massa bahan kering (Putri, 2012). Produk serbuk enkapsulat ekstrak teh alga coklat menggunakan % DB untuk menghitung kandungan air.

Analisa sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi kitosan dan maltodekstrin yang berbeda terhadap kadar air serbuk enkapsulat ekstrak teh alga coklat dengan tiga perbandingan yang berbeda antara kitosan (1%, 2% dan 3%) dan maltodekstrin (9%, 8% dan 7%) memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air serbuk enkapsulat. Grafik pengaruh perbandingan konsentrasi kitosan dan maltodekstrin terhadap kadar air serbuk enkapsulat dapat dilihat pada Gambar 5.

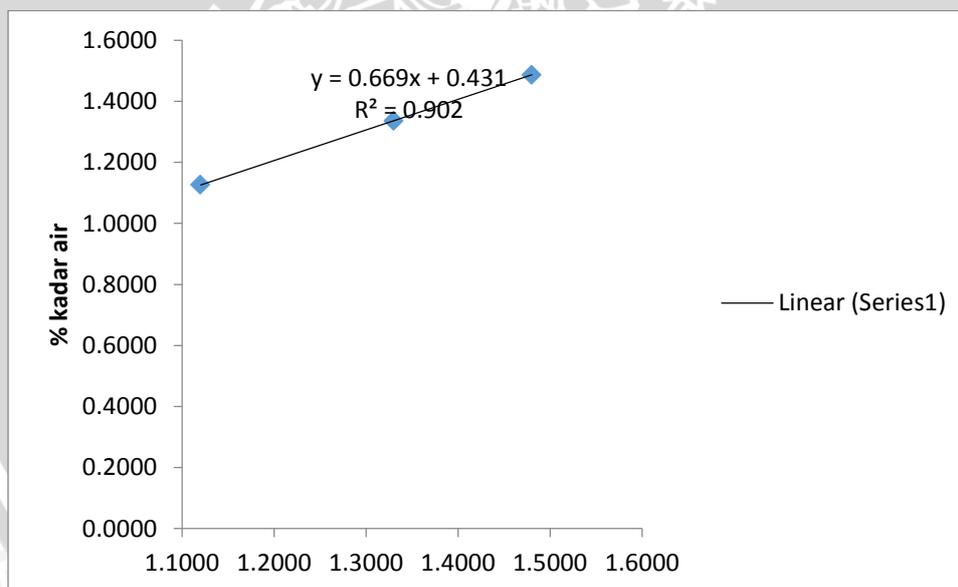


Gambar 5. Grafik Rata – Rata Kadar Air

Grafik diatas menunjukkan bahwa kadar air serbuk enkapsulat ekstrak teh alga coklat dari ketiga ulangan memiliki rata – rata perlakuan PA = 1,48 %, perlakuan PB = 1,33 % dan perlakuan PC= 1,12 %. Nilai tertinggi kadar air 1.48 %. Menurut Wibowo dan Evi (2012), kandungan air tersebut masih memenuhi nilai SNI 1996 kadar air serbuk minuman tradisional, yaitu kandungan air maksimal 3 %. Penelitian oleh Ali *et al.* (2014), kadar air serbuk enkapsulat asap cair tempurung kelapa dengan menggunakan enkapsulan kitosan dan

maltodekstrin berkisar antara 9.56 – 10.73 %. Kadar air tersebut jauh lebih tinggi dari kadar air serbuk enkapsulat ekstrak teh alga coklat. Penelitian oleh Effendy *et al.* (2013) menunjukkan bahwa teh enkapsulat yang ditambahkan dengan jahe merah dan temulawak dengan enkapsulan sukrosa memiliki kadar air berkisar antara 1.259 – 1.261 %. Nilai kadar air tersebut hampir sama dengan kadar air serbuk enkapsulat ekstrak teh alga coklat.

Perhitungan ANOVA menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$), sehingga perlu dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Uji BNT menunjukkan hasil yang berbeda nyata sehingga perlu dibuat grafik regresi untuk mengetahui adanya pengaruh perbandingan konsentrasi kitosan dan maltodekstrin terhadap kadar air teh ekapsulat alga coklat. Grafik regresi kadar air dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Regresi Kadar Air

Grafik diatas didapat persamaan regresi $y = 0,669x + 0,431$ dengan nilai $R^2 = 0,902$. Dalam hal ini, karena nilai *slope*-nya positif maka menunjukkan hubungan yang positif, artinya makin rendah konsentrasi kitosan maka makin

tinggi presentase kadar air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ali *et al.* (2014), konsentrasi kitosan semakin tinggi maka kadar air semakin rendah. Hal tersebut disebabkan ukuran partikel kitosan yang lebih kecil membuat luas permukaan kontak dengan udara pengering semakin luas.

4.2 Total Flavonoid

Pengujian flavonoid dilakukan untuk mengetahui kandungan flavonoid yang masih saat setelah di enkapsulasi. Pengujian kadar flavonoid total dilakukan pada sampel kontrol (ekstrak setelah evaporasi), sampel enkapsulat ekstrak teh alga coklat perlakuan PA (kitosan 1% maltodekstrin 9%), perlakuan PB (kitosan 2% dan maltodekstrin 8%) dan perlakuan PC (kitosan 3% dan maltodekstrin 7%). Kadar flavonoid total dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tabel 7. Kadar Flavonoid Total

Kadar Flavonoid Total pada Kontrol ($\mu\text{g/ml}$)	Kadar Flavonoid Total pada Ekstrak Teh Enkapsulat Alga Coklat ($\mu\text{g/ml}$)		
	PA	PB	PC
-0,34	-0,34	-0,34	-0,34

Kadar flavonoid diperoleh dengan memplot nilai absorbansi sampel dengan penambahan aluminium klorida 2 % terhadap kurva standard kuersetin. dari hasil pengamatan didapat, kadar flavonoid total kontrol sebesar $\mu\text{g/ml}$, kadar flavonoid total pada sampel enkapsulat ekstrak teh alga coklat perlakuan A -0,34 $\mu\text{g/ml}$, perlakuan B -0,34 $\mu\text{g/ml}$ dan perlakuan C -0,34 $\mu\text{g/ml}$.

Dari Tabel 7 diatas menunjukkan kadar flavonoid memiliki nilai $<0,0000$ artinya tidak terdapat kadar flavonoid pada ekstrak teh alga coklat setelah evaporasi maupun ekstrak teh alga coklat yang telah dienkapsulasi. Hal ini dikarenakan metode yang digunakan kurang tepat sehingga absorbansi tidak

terbaca. Pada teh enkapsulat, inti tidak terenkapsulat dengan sempurna. Permukaan matriks enkapsulat berongga, sehingga flavonoid tidak dapat bertahan didalam penyalut. Hal tersebut dikarenakan proses *freeze drying* menyebabkan ekstrak ikut tersedot ketika masuk pada tahap vakum. Penelitian oleh Rajam dan Anandharamakrishnan (2015) dan penelitian oleh Chranioti dan Constantine (2012) menunjukkan hasil yang sama, yaitu permukaan matriks berongga dan keriput yang disebabkan oleh proses *freeze drying*.

4.3 Analisa Perhitungan Rendemen

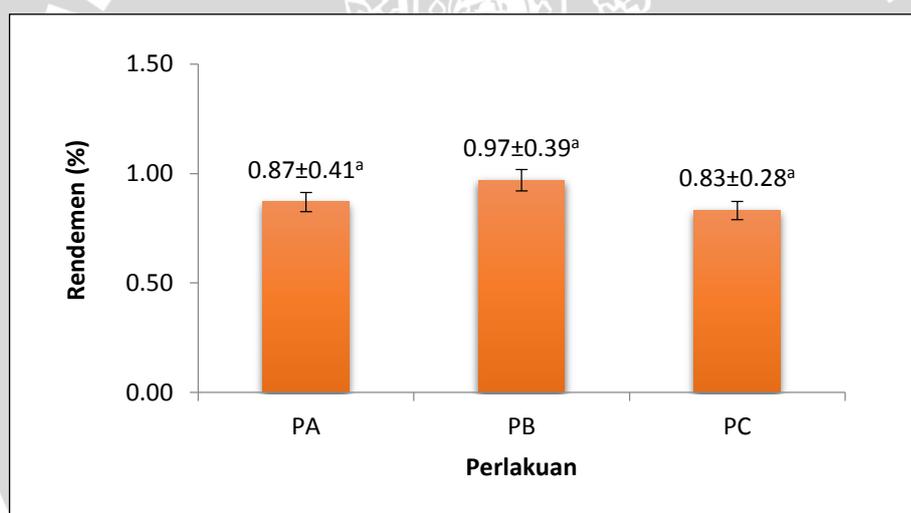
Rendemen merupakan nilai efisiensi sebuah proses. Rendemen dihitung dari bahan mentah berupa daun alga coklat basah hingga menjadi serbuk enkapsulasi. Rendemen dapat dipengaruhi oleh proses, bahan baku dan bahan enkapsulan.

Perhitungan rendemen dengan ANOVA diperoleh rata –rata perlakuan PA = 0,87%, perlakuan PB = 0,97% dan perlakuan PC = 0,83%. Rendemen tertinggi 0,97% didapat dari perlakuan PB yaitu dengan menggunakan konsentrasi kitosan 2% dan maltodekstrin 8%. Sedangkan nilai rendemen terendah 0,83 % diperoleh dari perlakuan PC yaitu dengan konsentrasi kitosan 3% dan maltodekstrin 7%.

Rendemen yang diperoleh sangat rendah sekali, hal ini dikarenakan proses evaporasi dan *freeze drying* yang kurang stabil. Sampel yang dihasilkan setelah evaporasi sangat sedikit, karena etanol sebagian besar telah menguap. Sampel berbentuk gel tersebut setelah ditimbang beratnya hanya mencapai 0,5 g – 1,5 g, sehingga ketika di *freeze drying* sampel hanya sedikit. Selain itu, proses *freeze drying* juga mempengaruhi rendahnya nilai rendemen. Hal ini disebabkan oleh alat *freeze dryer* tersebut bekerja kurang maksimal, sehingga hasil serbuk setelah *freeze drying* sangat sedikit.

Penelitian oleh Yuslinawati (2014), pada proses mikroenkapsulasi minyak cengkeh dengan cara *spray dryer* menghasilkan nilai rendemen 32,94%-73,28% . Menurut Setyaningsih *et al.* (2007), semakin tinggi konsentrasi jenis penyalut dan semakin besar rasio penyalut terhadap ekstrak vanili maka semakin rendah rendemen yang dihasilkan.

Hasil perhitungan ANOVA menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0.05$), artinya penyalut kitosan dan maltodekstrin tidak mempengaruhi rendemen pada serbuk enkapsulat ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*, sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut BNT. Grafik rata – rata rendemen dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Rata – Rata Rendemen

4.4 Analisa Organoleptik

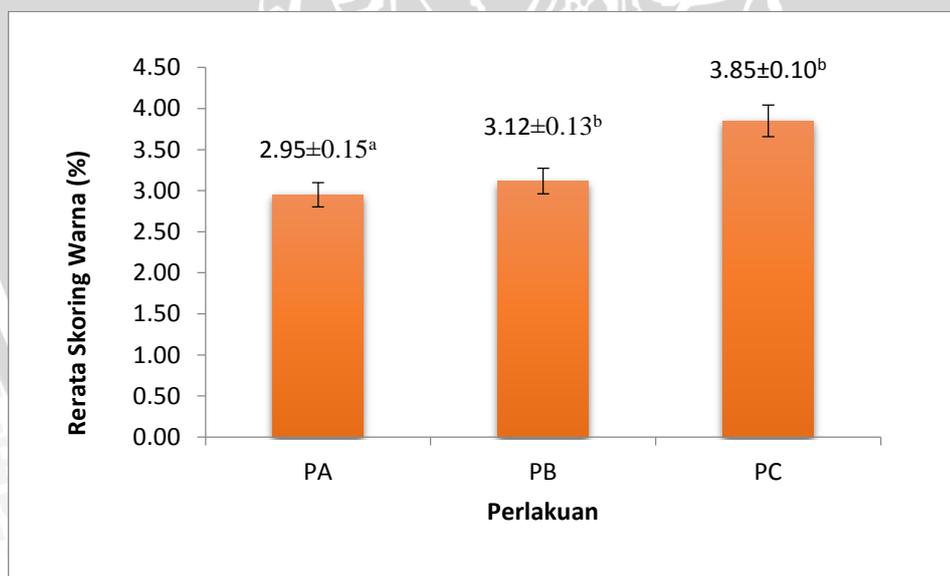
Analisa organoleptik pada serbuk enkapsulat ekstrak teh alga coklat dengan enkapsulan kitosan (1%, 2% dan 3%) dan maltodesktrin (9%, 8% dan 7%) terdiri dari parameter warna, rasa dan aroma. Tabel rata – rata hasil dari perhitungan ANOVA dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata – Rata Hasil Perhitungan Organoleptik dengan ANOVA.

Rerata Analisa Organoleptik			
Hedonik			
Warna	3,70±0,15 ^a	4,17±0,08 ^b	4,45±0,25 ^b
Rasa	4,37±0,20 ^a	4,42±0,18 ^a	5,08±0,18 ^a
Aroma	3,82±0,13 ^a	3,07±0,35 ^b	2,8±0,13 ^b
Skoring			
Warna	2,95±0,15 ^a	3,12±0,12 ^b	3,85±0,10 ^b
Rasa	2,30±0,10 ^a	2,70±0,10 ^b	3,17±0,13 ^b
Aroma	2,37±0,28 ^a	3,58±0,08 ^b	3,67±0,35 ^b

4.4.1 Warna

Hasil analisis terhadap parameter warna dari uji skoring berdasarkan perbandingan kitosan (1%, 2% dan 3%) dan maltodekstrin (9%, 8% dan 7%) dapat dilihat pada Gambar 8.



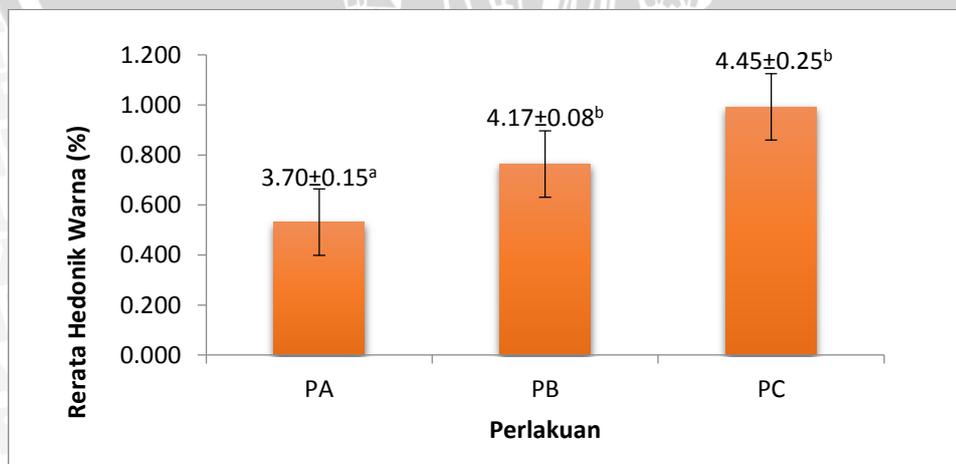
Gambar 8. Gambar 9. Warna Teh Encapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Skoring

Gambar diatas menunjukkan nilai rata – rata warna teh encapsulat pada perlakuan PA = 2,95, PB = 3,12 dan PC = 3,82. Hasil dari uji skoring kontrol oleh 20 panelis didapat nilai rata – rata 4.00. Nilai rata – rata skoring tertinggi dari

perlakuan PC yaitu dengan konsentrasi kitosan 3% dan maltodekstrin 7%. Seiring bertambahnya konsentrasi kitosan maka warna dari teh serbuk enkapsulat semakin meningkat warnanya. Menurut Permatasi (2013), warna hijau pada teh *Sargassum cristaefolium* disebabkan adanya β -karoten.

Nilai rata – rata warna teh enkapsulat dengan teh komersil hampir sama, hal ini membuktikan bahwa teh serbuk enkapsulat dengan teh serbuk komersil memiliki warna yang hampir sama dan hampir tidak ada bedanya. Menurut Effendy *et al.* (2013), pada teh hitam dalam proses pengolahannya diberi kesempatan penuh terjadi fermentasi (mengalami perubahan kimiawi sempurna sehingga hampir semua kandungan tannin terfermentasi menjadi theaflavin dan thearubigin) yang akan merubah warna daun teh hijau menjadi kecoklatan dan dengan proses pengeringan berubah menjadi hitam. Pada teh hijau daunt eh tidak diberi kesempatan fermentasi (hampir tidak mengalami perubahan kimia). Biasanya pucuk teh diseduh langsung dengan panas atau *steam* untuk menghentikan aktivitas enzim sehingga sama dengan daunt eh awalnya.

Hasil pengujian organoleptik hedonik terhadap warna berdasarkan perbandingan kitosan (1%, 2% dan 3%) dan maltodekstrin (9%, 8% dan 7%) dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Warna Teh Enkapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Hedonik

Gambar diatas menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi kitosan 3% dan maltodekstrin 7% warna dari ekstrak teh enkapsulat alga coklat lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi kitosan 1% dan maltodekstrin 9% dan pada konsentrasi kitosan 2% dan maltodekstrin 8%. Seiring dengan konsentrasi kitosan maka warna semakin baik.

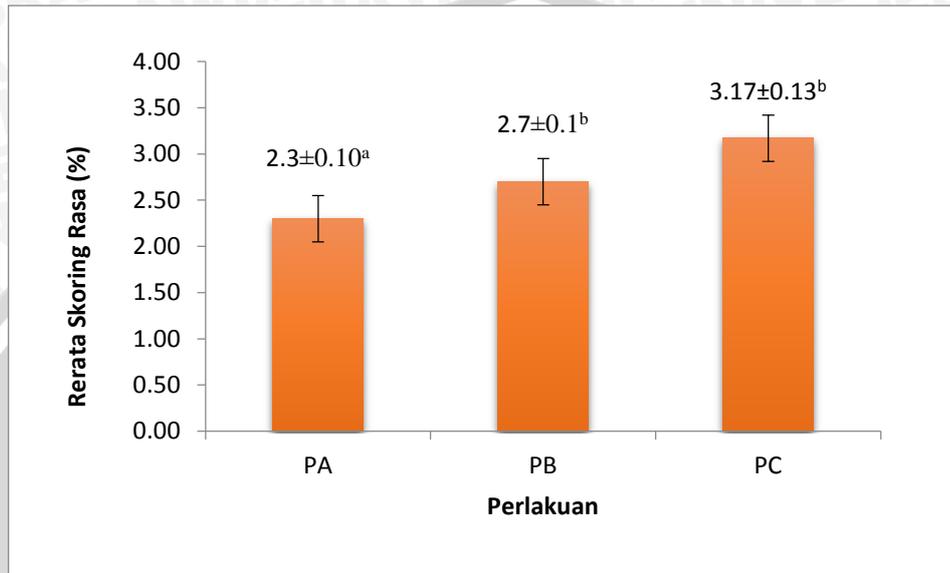
Parameter warna menunjukkan perbedaan signifikan sebab warna dengan konsentrasi kitosan yang tinggi lebih baik daripada warna dengan konsentrasi penyalut kitosan yang rendah. Artinya konsentrasi kitosan dan maltodekstrin sangat mempengaruhi kesukaan panelis terhadap warna.

Menurut Puspitasari (2008), warna berperan sangat penting dalam komoditas pangan, karena dapat mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap komoditas tersebut. Walaupun suatu produk bernilai gizi tinggi, rasa enak dan tekstur baik, namun jika kurang menarik maka produk tersebut kurang diminati. Menurut Effendy *et al.* (2013), warna merupakan salah satu faktor penentu pilihan konsumen sebelum faktor lain dipertimbangkan, karena warna tampak terlebih dahulu terlihat secara visual dan terkadang sangat menentukan bagi pilihan konsumen.

Tabel perhitungan analisis keragaman nilai warna skoring dan hedonik dapat dilihat pada lampiran 13 dan lampiran 16. Dari hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa hasil berbeda nyata ($p < 0.05$), sehingga perlu diuji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perbedaan dari masing – masing perlakuan.

4.4.2 Rasa

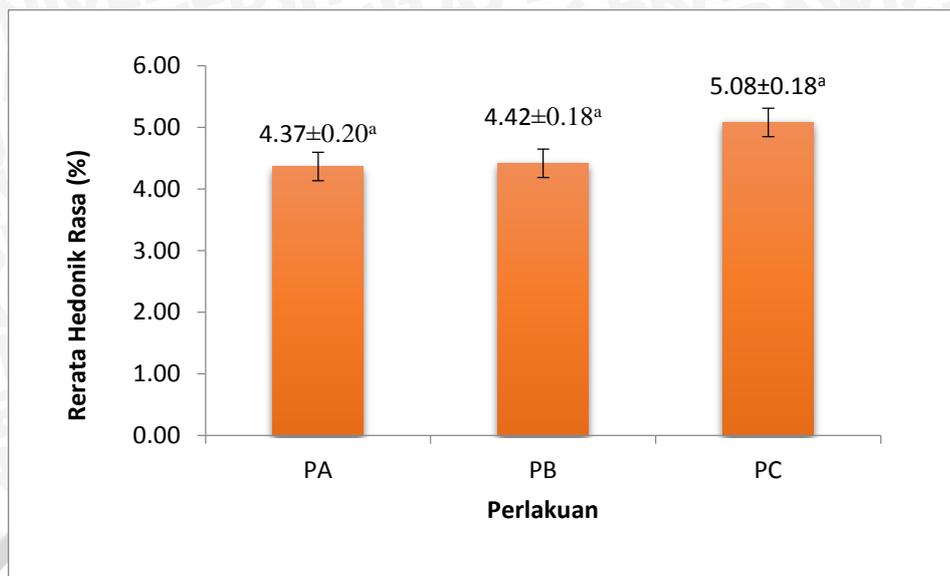
Hasil analisis terhadap parameter rasa dari uji skoring berdasarkan perbandingan kitosan (1%, 2% dan 3%) dan amltodekstrin (9%, 8% dan 7%) dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rasa Teh Encapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Skoring

Gambar diatas menunjukkan nilai rata – rata rasa teh encapsulat pada perlakuan PA = 2,30, PB = 2,70 dan PC = 3,17. Hasil dari uji skoring kontrol oleh 20 panelis didapat nilai rata – rata 2,85. Nilai rata – rata skoring tertinggi dari perlakuan PC yaitu dengan konsentrasi kitosan 3% dan maltodekstrin 7%. Seiring bertambahnya konsentrasi kitosan maka rasa dari teh serbuk encapsulat semakin meningkat warnanya. Nilai rata – rata rasa teh encapsulat dengan teh komersil hampir sama, hal ini membuktikan bahwa teh serbuk encapsulat dengan teh serbuk komersil memiliki rasa yang hampir sama.

Hasil pengujian organoleptik hedonik terhadap rasa berdasarkan perlakuan perbandingan kitosan (1%, 2% dan 3%) dan amltodekstrin (9%, 8% dan 7%) dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Rasa Teh Encapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Hedonik

Gambar diatas menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi kitosan 3% dan maltodekstrin 7%, rasa dari ekstrak teh encapsulat alga coklat lebih tinggi dibandingkan dengan perbandingan konsentrasi kitosan 1% dan maltodekstrin 9% dan perbandingan kitosan 2% dan maltodekstrin 8%. Seiring dengan konsentrasi kitosan maka rasa semakin baik.

Parameter rasa menunjukkan perbedaan signifikan sebab rasa dengan konsentrasi kitosan yang tinggi lebih baik dari pada rasa dengan konsentrasi penyalut kitosan yang rendah. Artinya konsentrasi kitosan dan maltodekstrin sangat mempengaruhi kesukaan panelis terhadap warna.

Gambar diatas menunjukkan nilai rata – rata kesukaan panelis terhadap rasa teh encapsulat pada perlakuan PA = 4,37, PB = 4,42 dan PC = 5,08. Nilai tersebut menunjukkan bahwa teh encapsulat alga coklat disukai oleh panelis. Hasil dari uji hedonik terhadap kontrol oleh 20 panelis didapat nilai rata – rata 3,40. Nilai rata – rata kesukaan panelis terhadap rasa teh encapsulat lebih besar

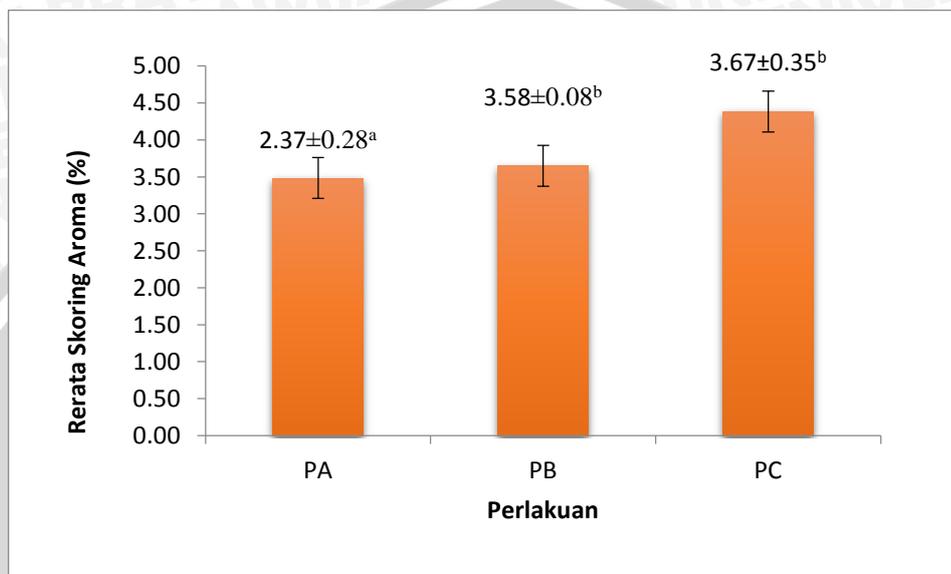
dari pada nilai rata – rata teh komersil, hal ini membuktikan bahwa teh serbuk enkapsulat lebih disukai panelis dari pada teh serbuk komersil.

Rasa merupakan parameter penilaian organoleptik yang sangat menentukan penerimaan konsumen terhadap produk pangan. Rasa merupakan sensai yang terbentuk dari hasil perpaduan bahan pembentuk dan komposisinya pada suatu produk yang ditangkap oleh indera pengecap (Puspitasari, 2008). Menurut Aryani dan Rario (2006), rasa merupakan respon lidah terhadap rangsangan yang diberikan suatu benda yang dimasukkan dimulut dan dirasakan terutama oleh indera pembau dan rasa, reseptor umum nyeri dan suhu dalam mulut kemudian dikenai oleh tubuh berdasarkan tanggapan, cicipan, bau dan kesan – kesan lain seperti penglihatan, sentuhan dan pendengaran.

Tabel perhitungan analisis keragaman nilai rasa skoring dan hedonik dapat dilihat pada Lampiran 14 dan Lampiran 17. Dari hasil analisis ANOVA uji hedonic dan scoring rasa menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$), sehingga perlu diuji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perbedaan dari masing – masing perlakuan.

4.4.3 Aroma

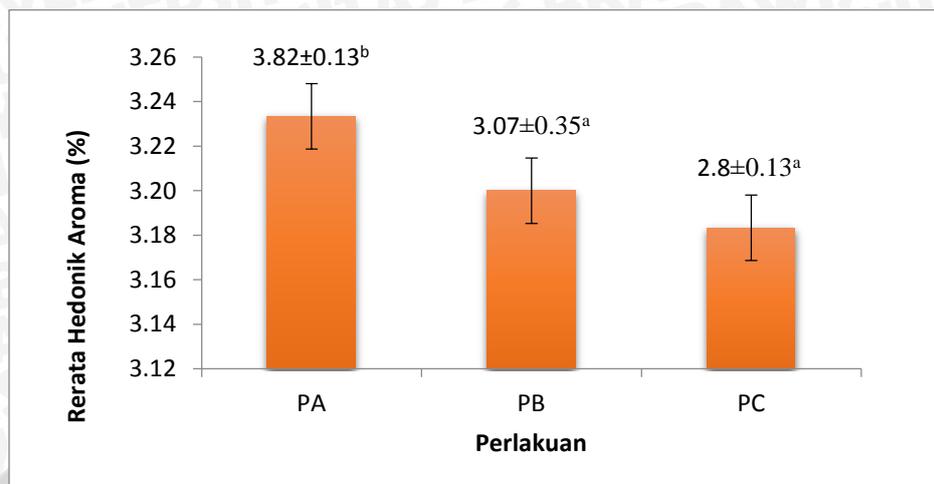
Hasil analisis terhadap parameter warna dari uji skoring berdasarkan perbandingan kitosan (1%, 2% dan 3%) dan maltodekstrin (9%, 8% dan 7%) dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Aroma Teh Enkapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Skoring

Gambar diatas menunjukkan nilai rata – rata aroma teh enkapsulat pada perlakuan PA = 2,37, PB = 3,58 dan PC = 3,67. Hasil dari uji skoring kontrol oleh 20 panelis didapat nilai rata – rata 4,00. Nilai rata – rata skoring tertinggi dari perlakuan PC yaitu dengan konsentrasi kitosan 3% dan maltodekstrin 7%. Seiring bertambahnya konsentrasi kitosan maka aroma dari teh serbuk enkapsulat semakin meningkat aromanya. Nilai rata – rata aroma teh enkapsulat dengan teh komersil hampir sama, hal ini membuktikan bahwa teh serbuk enkapsulat dengan teh serbuk komersil memiliki aroma yang hampir sama.

Hasil pengujian organoleptik hedonik terhadap rasa berdasarkan perbandingan kitosan (1%, 2% dan 3%) dan maltodekstrin (9%, 8% dan 7%) dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Aroma Teh Enkapsulat Ekstrak Alga Coklat Berdasarkan Uji Hedonik

Gambar diatas menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi kitosan 1% dan maltodekstrin 9% aroma dari ekstrak teh enkapsulat alga coklat lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi kitosan 2% dan maltodekstrin 8% dan konsentrasi kitosan 3% dan maltodekstrin 7%. Seiring dengan konsentrasi kitosan maka aroma semakin tidak disukai oleh panelis.

Parameter aroma menunjukkan perbedaan signifikan sebab aroma dengan konsentrasi kitosan yang rendah lebih baik dari pada aroma dengan konsentrasi penyalut kitosan yang lebih tinggi. Artinya konsentrasi kitosan dan maltodekstrin sangat mempengaruhi kesukaan panelis terhadap aroma.

Gambar diatas menunjukkan nilai rata – rata kesukaan panelis terhadap aroma teh enkapsulat berkisar antara 2,8 – 3,02. Nilai tersebut menunjukkan bahwa teh enkapsulat alga coklat tidak disukai oleh panelis. Hasil dari uji hedonik terhadap kontrol oleh 20 panelis didapat nilai rata – rata 4,05. Nilai rata – rata kesukaan panelis terhadap aroma teh enkapsulat lebih rendah dari pada nilai rata – rata aroma teh komersil, artinya panelis lebih menyukai aroma teh komersil.

Aroma merupakan salah satu faktor penting bagi konsumen dalam memilih produk pangan yang paling disukai. Aroma merupakan salah satu komponen dari citarasa bahan pangan dan telah menjadi penentu kelezatan makanan (Effendy *et al.*, 2013). Menurut Puspitasari (2008), aroma merupakan sensasi sensori yang dialami oleh indera pembau yang dapat mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap suatu produk makanan. Aroma atau bau apa dapat disajikan sebagai indikator terjadinya kerusakan produk. Misalnya sebagai akibat dari pemanasan atau cara penyimpanan yang kurang baik ataupun karena adanya cacat.

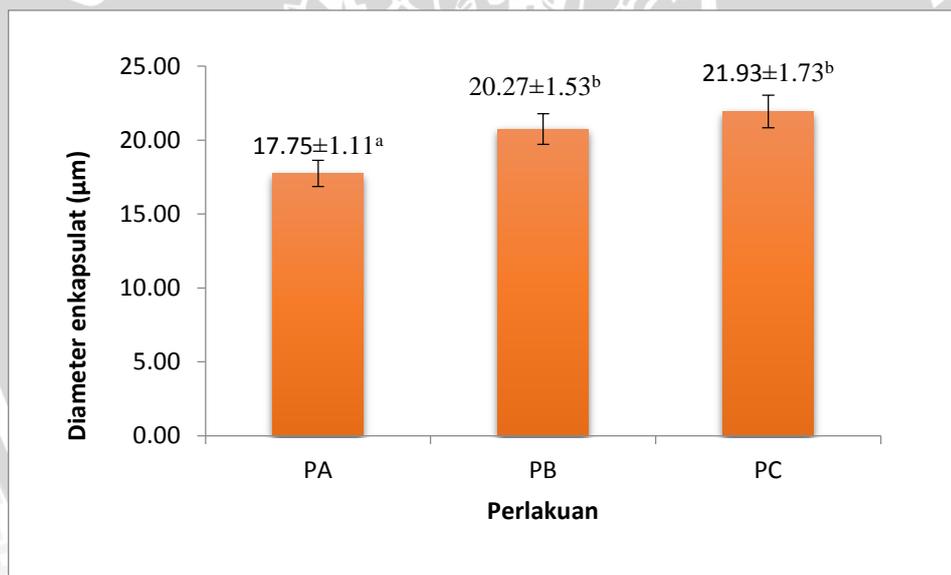
Hasil perhitungan ANOVA aroma skoring dan hedonik dapat dilihat pada Lampiran 15 dan Lampiran 18. Dari hasil analisis ANOVA uji hedonik warna menunjukkan $p > 0,05$, artinya tidak berbeda nyata, sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut BNT. Hasil analisis ANOVA uji skoring warna menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$) sehingga perlu dilakukan uji lanjut BNT untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing perlakuan.

4.5 Analisis Diameter Enkapsulat

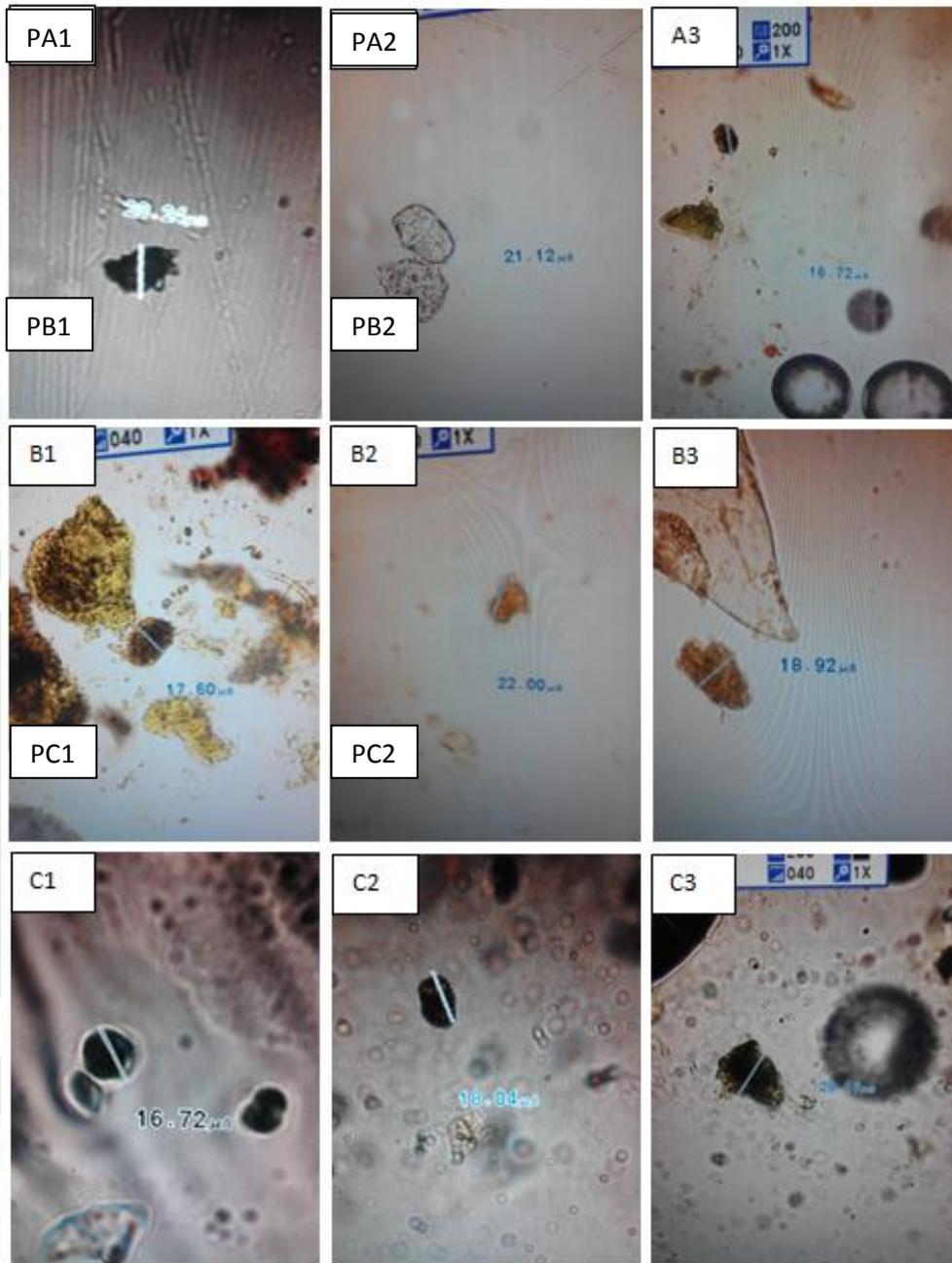
Diameter diukur dengan menggunakan mikroskop elektron dengan perbesaran 400x. Ukuran diameter partikel enkapsulat ikut menentukan keberhasilan enkapsulasi. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin berhasil proses enkapsulasinya. Menurut Ali *et al.* (2014), pengukuran partikel dilakukan untuk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

Hasil perhitungan dengan ANOVA dan dilanjutkan dengan BNT menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Rata – rata ukuran diameter serbuk enkapsulat ekstrak teh alga coklat yaitu perlakuan PA= 17.75 μm , perlakuan PB = 20.27 μm dan perlakuan PC = 21.93 μm . Nilai tersebut masih sangat besar

dibanding dengan hasil penelitian Ali *et al.* (2014), serbuk asap cair dari tempurung kelapa dengan enkapsulan kitosan dan maltodekstrin menggunakan metode pengeringan *spray drying* memiliki ukuran rata – rata 5.02 – 18.18 nm. Penelitian Saloko *et al.* (2013), enkapsulat asap cair dari tempurung kelapa dengan metode *freeze drying* menggunakan bahan enkapsulan kitosan dan maltodekstrin menghasilkan ukuran partikel rata – rata 2.56 – 345.86 nm. Nilai tersebut jauh lebih kecil dari ukuran serbuk enkapsulat ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*. Hal tersebut bisa saja dikarenakan penggunaan jenis alat mikroskop yang digunakan untuk pengamatan. Grafik rata – rata diameter serbuk enkapsulat teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dan gambar partikel enkapsulat di mikroskop cahaya dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15.



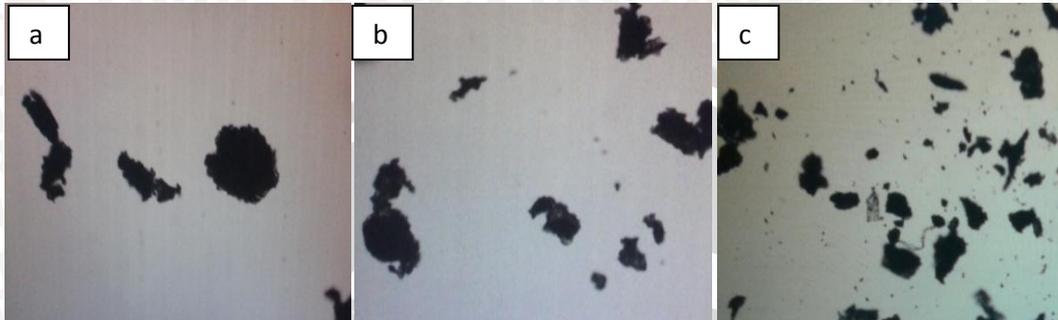
Gambar 14. Grafik Rata – Rata Diameter Serbuk Enkapsulat Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*



Gambar 15. Partikel Teh Enkapsulat di Mikroskop Elektron

Gambar diatas merupakan gambar diameter dari semua perlakuan pada mikroskop elektron. Gambar yang terlihat bervariasi ukurannya, hal ini disebabkan pengaturan cahaya dari setiap pengamatan berbeda. Diameter partikel terkecil 17,70 µm dan terbesar 22,00 µm. Kode PA merupakan perlakuan dengan perbandingan kitosan 1% dan maltodekstrin 9%, PB perlakuan dengan

perbandingan konsentrasi 2% dan 8%, dan PC perlakuan dengan perbandingan konsentrasi kitosan 3% dan maltodekstrin 7%. Gambar yang tampak pada mikroskop menunjukkan bahwa inti (teh) telah tersalut.

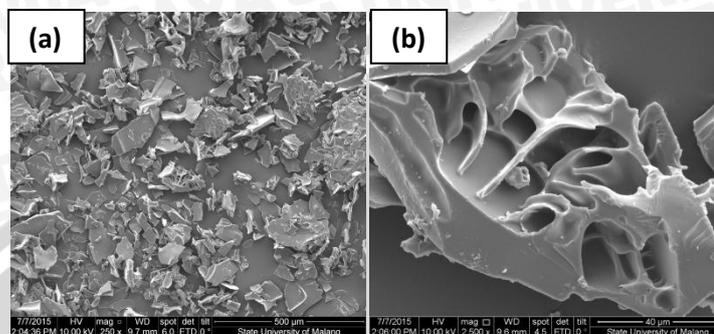


Gambar 16. Bentuk Serbuk Teh Alga Coklat sebelum Enkapsulasi, a. Perlakuan PA, b. Perlakuan PB dan c. Perlakuan PC.

Gambar diatas menunjukkan bahwa serbuk sebelum enkapsulasi tidak memiliki penyalut. Bentuk sangat tidak rata dan berwarna gelap llayaknya serbuk alga coklat. Serbuk alga coklat sebelum enkapsulasi memiliki bentuk yang sangat berbeda dengan serbuk teh alga coklat yang telah dienkapsulasi. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh penyalut terhadap struktur enkapsulat. Untuk mengetahui struktur yang lebih jelas dapat dilakukan pengamatan dengan SEM (*Scanning Electron Microscopy*), karena SEM meliki perbesaran yang lebih tinggi.

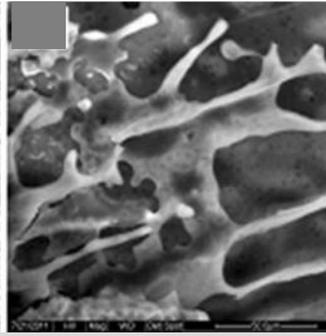
4.6 Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy)

Hasil analisa SEM digunakan untuk mengamati struktur enkapsulat lebih detail. Hasil analisa SEM dapat dilihat pada Gambar 17.

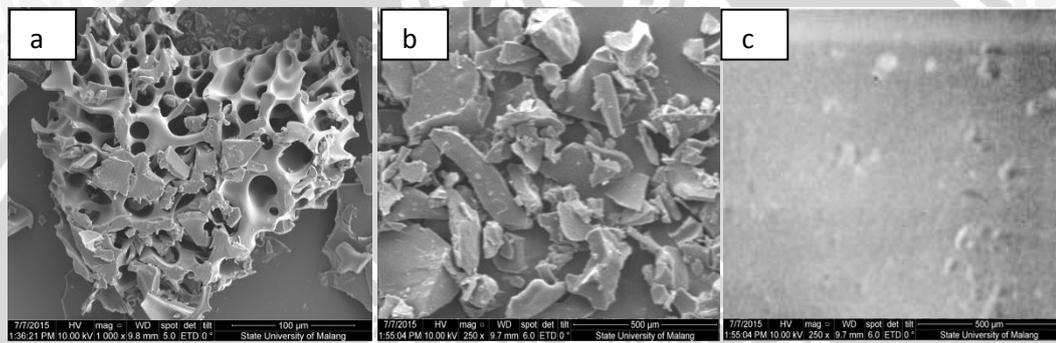


Gambar 17. a. Struktur enkapsulat ekstrak teh alga coklat di SEM dengan perbesaran 250 kali, b. Struktur enkapsulat ekstrak teh alga coklat di SEM dengan perbesaran 2500 kali

Morfologi teh enkapsulat alga coklat dengan metode freeze dry memiliki bentuk serpihan, tidak beraturan, berbentuk serpihan, berlekuk- lekuk dan berongga. Pada penelitian Chranoti dan Constantine (2013), hasil *freeze dry* oleoresin juga menunjukkan penampakan yang sama yaitu bentuk serpihan, tidak beraturan dan berongga – rongga. Hal ini terjadi akibat proses freeze drying. Ketika proses freeze drying, terjadi sublimasi dengan mengubah bentuk padat (beku) menjadi uap kemudian uap tersebut disedot secara *vacuum*. Hal ini menyebabkan partikel keriput bahkan berongga. Menurut Rajam dan Anandharamakrishnan (2015), Proses *freeze drying* melibatkan pembekuan, pengeringan pertama (sublimasi) dan pengeringan kedua (desorpsi). Secara khas, larutan pengisi pertama membeku dan air dipindah dari produk beku dengan sublimasi secara langsung dari es ke uap air dibawah tekanan rendah. Gambar struktur enkapsulat oleoresin dapat dilihat pada Gambar .



Gambar 18. Struktur enkapsulat minyak oleoresin dengan metode freeze drying di SEM (Chranioti dan Constantine, 2013).



Gambar 19. Hasil SEM pada Kontrol. a. Maltodekstrin, b. Serbuk teh alga coklat dan c. Kitosan

Gambar diatas merupakan struktur kontrol pada SEM. Gambar a adalah serbuk maltodekstrin pada SEM dengan perbesaran 5000 kali, gambar b adalah serbuk teh sebelum dienkapsulasi yang diamati dengan SEM pada perbesaran 5000 kali dan gambar c adalah penampakan kitosan pada SEM dengan perbesaran 10.000 kali.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian tentang pengaruh penyalut kitosan dan maltodekstrin terhadap kualitas kapsul ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan metode pengeringan *freeze dryer* dapat disimpulkan bahwa penyalut kitosan dan maltodekstrin dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh terhadap kualitas kapsul ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*. Perlakuan terbaik adalah perlakuan PC dengan konsentrasi kitosan dan maltodekstrin 3 % : 7 %, yakni didapat kadar air 1.13 %, diameter partikel 17.75 μm , rendemen 0.83 %, flavonoid -0.33 $\mu\text{g/ml}$, nilai rata – rata skoring warna 2.95, rasa 2.30, aroma 2.37, nilai rata – rata hedonik warna 3.70, rasa 4.37 dan aroma 3.82.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk menggunakan penyalut yang lebih baik sehingga produk yang dihasilkan tidak berongga, memiliki aroma dan rasa yang baik dan memiliki nilai rendemen yang tinggi, serta dapat mempertahankan kandungan flavonoid. Bahan penyalut dan metode pengeringan perlu diperhatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ash'ary, M.N., F.M Titin. S., dan Zackiyah. 2010. Penentuan Pelarut Terbaik dalam Mengekstraksi Senyawa Bioaktif dari Kulit Batang *Artocarpus heterophyllus*. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia* 1(2):150-158
- Ali, D. Y., Purnama D. Dan Yudi P. 2014. Optimasi Nanoenkapsulasi Cair Tempurung Kelapa dengan Response Surface Methodology dan Karakteristik Nanokapsul. *J. Tek. Ind. Pangan. ISSN 25 (1)*: 1979- 7788
- Andayani, R., Y. Lisawati dan Maimunah. 2008. Penentuan Aktivitas Antioksidan Kadar Fenolat Total dan Likopen pada Buah Tomat (*Solanumly copersium L.*). *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*. 13(1): 1310-0177
- Anggadiredja, J., Irawati, S., dan Kusmiyati, 2006. Rumput Laut : Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. Penebar Swadaya, Jakarta.97.
- Ardisasmata, M. S. 2000. Pengolahan Citra Digital dan Analisis Kuantitatif dalam Karakterisasi Citra Mikroskopik. *Jurnal mikroskopi dan mkroanalisis*. Serpong. 3(1):1410-5594
- Arif, M. 2010. Pengaruh Perbedaan Rasio Probiotik Terkapsulat dalam Campuran Kappa-lota Semi Refined Caragenan (SRC) terhadap Viabilitas Probiotik pada Simulasi Saluran Pencernaan. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang
- Asmarani, F. 2012. Penentuan Nilai Maksimum Waktu Ekstraksi dan Rasio Bahan : Volume Pelarut terhadap Respon Aktivitas Antioksidan dan Total Fenol pada Proses Ekstraksi Daun Sirsak (*Annona muricata L.*) Metode MAE (Microwave Assisted Extraction). Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Asni. 2000. Pengaruh Penambahan Serbuk *Chlorella pyrenoidosa* Strain Lokal (Ink) Terhadap Mutu Organoleptik dan Kimia Minuman Teh. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aulia, L. P. 2012. Optimasi Proses Ekstraksi Daun Sirsak (*Annona murica L*) Metode MAE (*Microwave Assisted Ekstraction*) dengan Respon Aktivitas Antioksidan dan Total Fenol. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Skripsi. 106 hlm.
- Chafid, A. dan Galuh K. 2010. Modifikasi Tepung Sagu menjadi Maltodekstrin Menggunakan Enzim α -Amylase. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Chang, Y. W., Qiu, S. L., Guo, Z. H., Ling, L. Z., Qin, Z., dan Nan, Li. 2010. *LC-MS/MS for Simultaneous Determination of Four Major Active Catechins*

of Tea Polyphenols in Rat Plasma and Its Application to Pharmacokinetics. *Chinese Herbal Medicines*. 2 (4): 289-296.

Chranioti, C. dan Constantina T. 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

Daniel.2009. Pembuatan dan Karakterisasi Membrane Kitosan yang Berasal dari Kulit Udang Sungai Mahakam. *Journal of Mulawarman Scientifie*. 8(1): 1412-1298 ISSN

Departemen Kesehatan RI. 1985. Cara Pembuatan Simplisia. Jakarta: Direktorat Jendral POM-Depkes RI.

Departemen kesehatan RI. 2000. Parameter standart umum ekstrak tumbuhan obat. Jakarta: Direktorat Jendral POM-Depkes RI.

Desmiaty, Y., Julia R. dan Peni A. 2009. Penentuan Jumlah Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk.) secara Kolorimetri Komplementer. Jurusan Farmasi Universitas Jendral Achmad Yani Cimahi : Jawa Barat

Dewi, C. P. 2012. Studi Aktivitas Antioksidan Kefir Teh dari Berbagai Merk Teh Hitam yang Beredar di Kota Malang. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Opertanian Universitas Brawijaya Malang.

Effendy, M. S., Wisnu C. Dan Vita H. P. 2013. Kajian Jenis Teh serta Konsentrasi Ekstrak Jahe Merah dan Temulawak terhadap Karakteristik Minuman Jahe Enkapsulasi. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 1-25

Evans, J. A. 2008. Frozen Food Science and Technology. Blackwell publishing Ltd : Australia

Fahri, M. 2010. Kajian Kandungan Metabolit Sekunder darai Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Perikanan Universitas Brawijaya Malang.

Fasikhatun, T. 2010. Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin dan Gum Arab Terhadap Karakteristik Mikroenkapsulat Minyak Sawit Merah dengan Metode Spray Drying. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institute Pertanian Bogor.

Fatmiah, I. S. D., Purwadi dan Imam T. 2010. The Quality of Encapsulation Pegagan Extract (*Centella asiatica*) with Different Level of Gelatin for As An Ingredient. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. *Jurnal Peternakan*.

Firdhayani, I.N. 2010. Solusi Sehat Bagi Penderita Kanker dan Diabetes. Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga. Surabaya.

Gunawan, B. dan Citra D. A. 2010. Karakteristik Spektrofotomeri IR dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Sensor Gas dari Bahan Polimer

Poly Ethelyn Glycol (PEG). Jurusan Kimia FMIPA ITS Surabaya. *Jurnal Kimia*. : 1979-6870

Gusti, K. A. 2011. Pembuatan Pewarna Bubuk Alami dari Daun Janggolan Kering (*Mesona palustris* BL) (Kajian Jenis Pelarut, Jenis Bahan Pengisi dan Konsentrasinya). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Skripsi. 88 hlm.

Gyanini, T. B. 2014. Studi Kadar Kuersetin pada "Teh" Batang Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Universitas Brawijaya Malang.

Hartini, Y. S., Soegihardjo C. J., Ayu I. C. P., Maria I., Astuti S. Dan Dony K. 2009. Daya Antibakteri Campuran Ekstrak Etanol Buah Adas (*Foeniculum vulgare* Mill) dan Kulit Batang Pulasari (*Alexia reinwardtii* BL). Skripsi. Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta dan Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta

Harun, N. dan W. Syahri. 2002. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Dewa dalam Menghambat Sifat Hepatoksi Halotan dengan Dosis Sub Anestesi pada Mencit. *J. Sains dan teknologi farmasi*. 7(9):63-70

Haryza, Y. C. dan R. B. Hastuti. 2006. Kapasitas Penyerapan dan Penyimpanan Air pada Berbagai Ukuran Potongan Rumput Laut *Sargassum sp* sebagai Bahan Pupuk Organik. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.

Hendrawan, A. 2010. Adsorpsi Unsur Pengotor Larutan Natrium Silikat Menggunakan Zeolit Alam Karangnunggal. Universitas islam negeri syarif hidayatullah. Jakarta. 94.

Herdini, Latifa K. D. Dan Purwatiningsih S. 2010. Disolusi Mikroenkapsulasi Kurkumin Tersalut Gel Kitosan-Alginat-Glutaraldehida. Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Makara Sains*. 14(1): 57-62

Ismarani, Dyah I. P. Dan Latifah K. D. 2011. Mikroenkapsulasi Ekstrak Formula Pegagan-Kumis Kucing-Sambiloto sebagai Inhibitor *Angiotensin / Converting Enzyme* secara in Vitro. Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*. 3(1): 11-24

Jeyabalan, J. P. P. and J. Marimuthu. 2012. Preliminary Phytochemical Analysis of *Sargassum myriocystum* J. Ag. and *Turbinaria ornata* (Turner) J. Ag. from The Southern Coast of Tamil Nadu, India. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 12 (5) : 1-4.

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

Kustina, L. 2006. Studi Kasus Fisika Pangan Hasil Pembuatan Teh Rumput Laut Jenis *Sargassum sp*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Lutfita, D. R. 2012. Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi terhadap Kandungan Flavonid Total dan Aktivitas Antioksidan Brokoli (*Brassica oleracea* L. ev. Group Brokoli). Skripsi. Program Studi Farmasi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bandung.
- Mahmood, T., N. Akhtar and B. A. Khan. 2010. The Morphology, Characteristics and Medicinal Properties of Camelia Sinensis Tea. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4(19): 220-229.
- Mariyana, A. 2012. Pengaruh Penguasaan Penggunaan Mikroskop terhadap Nilai Praktikum IPA Materi Pokok Organisasi Kehidupan pada Siswa Kelas VII di MTs Negeri Ketanggungan Brebes Tahun Pelajaran 2011-2012. Skripsi. Ilmu Pendidikan Biologi Institute Agama Islam Negeri Walisongo. Semarang
- Markham, K. R. 2002. Cara Mengidentifikasi Flavonoid. Padmawinata : ITB bandung.
- Maulida, D. dan Zulkarnaen, N. 2010. Ekstraksi Antioksidan (Likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solven Campuran n-Heksana, Aseton dan Etanol. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Mila, Yohanes B. 2012. Identifikasi dan Fosfotabilitas Pigmen Utama Ekstrak Teh Hijau dan Teh Hitam. Skripsi. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Nurzana, R. E. 2013. Pembuatan Tablet Suplemen Makanan Mikroalga (*Tetraselmis chuii*) Kajian Perbedaan Jenis dan Proporsi Bahan Pengisi. Skripsi. Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Orak. H. H. 2006. Total Antioksidant Activities, Phenolics, Anthocyanins, Polyphenoloxidase Activities in Red Grape Varieties. *Electronic journal of polish agricultural university food science and technology*, 9(5): 13-25
- Park, E. J. and J. M. Pezzuto. 2002 Botanicals in Cancer Chemoprevention. *Cancer Metastasi Rev*. 21:221-225. Germany
- Peng, Y., Yousoo H. And Douglas J. G. 2012. Spray Drying Cellulose Nanofibrils: Effect of Drying Process Parameters on Particles Morphology and Size Distribution. *University of Maine Orono. Wood and Fiber Science Journal* . 44(4): 1-14
- Permatasari. 2014. Enkapsulasi Pekatan Protein Variasi Kacang-Kacangan dan Proporsi Bahan Penyalut. Skripsi. Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Surabaya
- Permatasari, D. P. 2014. Perbedaan Penanganan Awal Daun Alga Coklat (*Sargassum cristaefolium*) terhadap Kadar *Epigallocatechin Gallate* (EGCG). Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Unuversitas Brawijaya Malang.

- Permatasari, R. 2013. Ekstraksi dan Isolasi Pigmen β -Karoten dari Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Segar dan Teh Rumput Laut. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Universitas Brawijaya Malang.
- Puspitasari, D. 2008. Kajian Substitusi Tapioka dengan Rumput Laut (*E. cottoni*) pada Pembuatan Bakso. Skripsi. Universitas sebelas maret. Surakarta
- Putri, A. R. 2012. Pengaruh Kadar Air terhadap Tekstur dan Warna Keripik Pisang Kepok (*Musa parasidiaca* Formatypica). Skripsi. Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar.
- Putri, K. H. 2011. Pemanfaatan Rumput Laut Coklat (*Sargassum* sp) Sebagai Serbuk Minuman Pelangsing Tubuh. Skripsi. Teknologi Hasil Petanian IPB. Bogor
- Rajam, R. dan Anandharamakrishnan C. 2015. Spray Freeze Drying Method for Microencapsulation of *Lactobacillus plantarum*. Department of Food Engineering Central Food Technological Research Institute India. *Journal of Food Engineering* 166(1): 95-103
- Ramadhan A. E. dan Haries A. P. 2010. Pengaruh Konsentrasi Etanol, Suhu dan Jumlah Stage pada Ekstraksi Oleoresin Jahe (*Zingiber officinale* Rose) secara Batch. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang.
- Rasyid, A. 2004. Berbagai Manfaat Alga. *Oseana*. 29 (3): 9-15. ISSN: 0216-1877.
- Reskika, Andi. 2011. Evaluasi Potensi Rumput Laut Coklat (*Phaeophyceae*) dan Rumput Laut Hijau (*Chlorophyceae*) Asal Perairan Takalar Sebagai Antibakteri *Vibrio spp.* Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Risjani, Y dan Kenty W. A. 2009. Karakterisasi Metabolit Bioaktif Rumput Laut *Sargassum sp* (*Phaeophyta*) yang Berpotensi sebagai Senyawa Antitumor. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rosita, Y.S.K Dewi, dan S. Priyono. 2012. Kajian Daun Nanas Kerang Pada Karakter Fisikokimia dan Sensori "Liang Teh" Pontianak. Skripsi Fakultas Teknologi Hasil Pertanian Universitas Tanjung Pura.
- Saloko, S., Purnama D., Setiaji B., Yudi P. and Anal A. K. 2013. Encapsulation of Coconut Shell Liquid Smoke in Chitosan-Maltodextrin Based Nanoparticles. *International Food Research Journal*. 20(3): 1269-1276
- Santianez, W. J. E. And Trono G. C. 2013. Taxonomy of the Genus *Sargassum* (Fucales, Phaeophyceae) from Alabat Island, Qoezon, Northeastern Philippines. Philippines. *Science Diliman*. 25(1):
- Sari, C. P. 2011. Ekstraksi Antisianin Rosella Merah (*Hibiscus sabdariffa* Linn) Menggunakan Ultrasonic Bath (Kajian Rasio Bahan : Pelarut dan Lama Ekstraksi). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Skripsi. 94 hlm.

- Septiana, A. T. dan A. Asnani. 2012. Kajian Sifat Fisikokimia Ekstrak Rumput Laut Coklat *Sargassum duplicatum* menggunakan Berbagai Pelarut dan Metode Ekstraksi. *Agrointek*. 6 (1)
- Setiadi, A. 2006. Mikroenkapsulasi Ekstrak Karoten dari Spora Kapang Oncom Merah (*Neurospora sp*) dengan Bahan Penyalut Berbasis Karbohidrat Menggunakan Metode Pengeringan Semprot. Skripsi. Fakultas teknologi pertanian universitas brawijaya malang.
- Setiani.Wini, Tety Sudiarti, Lena Rahmidar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi *Edible Film* dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Valensi Bandung* 3(2).
- Setyaningsih, D., Reni R. dan Sugiyono. 2007. Kajian Mikroenkapsulasi Ekstrak Vanili. *Teknologi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor*. *J. Tek. Ind. Pert.* Vol. 19(2), 64-70
- Shaikh J., Bhosale, R. dan Sighal, R. (2006). Microencapsulation of Black Pepper Oleoresin. *Journal Food Chemistry* 94(1): 105-110.
- Sibuea, P. 2003. Antioksidan senyawa ajaib penangkal penuaan dini. sinar harapan : Jogjakarta
- Sugindro, E. M. dan Joshita D. 2008. Pembuatan dan Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Biji Jinten Hitam Pahit (*Nigella sativa* linn). Universitas Indonesia. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 5(2): 57-66
- Sugita, P., Suminar, S. A. Dan Yuyu Y. 2010. Perilaku Disolusi Ketoprofenn Tersalut Gel Kitosan-Karboksimetilselulosa (CMC). Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Natur Indonesia*. 13(1): 21-26
- Triana, E., Eko Y dan Novik N. 2006. Uji Viabilitas *Lactobacillus* sp. Mar 8 Terenkapsulasi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). *ISSN*. 7(2): 114-117
- Wibowo, L. dan Evi F. 2012. Pengolahan Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) Menjadi Serbuk Minuman Instan. *Jurnal teknik perikanan*. Politeknik Negeri Pontianak. 8(2):101-109
- Wijaya, R. A. 2013. Formulasi Krim Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*) sebagai Alternative Penyembuhan Luka Bakar. Skripsi. Program Studi Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang
- Winarno, F. G. 1992. Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pencegahannya. Ghalia Indonesia : Jakarta
- Winarno. 2004. Kimia pangan dan gizi. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Wiyarsi, A. dan Erfan P. 2009. Pengaruh Konsentrasi Kitosan dari Cangkang Udang terhadap Efisiensi Penyerapan Logam Berat.

Yuliana, S., Peter J. T. Dan Bhes B. 2006. Mikroenkapsulasi d-Limonen Perisaan Produk. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor. *J Tek. Ind Perl.* 7(2): 54-60

Yulianto, K. 2010. Sistem Reproduksi Alginat: Percobaan Produksi Alginat Berbagai Grade pada Skala Semi Pilot dengan Teknologi Meshsize Filtration dan Potensi Bahan Baku *Sargassum duplicatum* C. Agardh serta Usaha Budidayanya. Lembaga Ilmu Pengentahuan Indonesia.

Yuslinawati. 2014. *Formulasi Mikroenkapsulan Minyak Cengkeh untuk Pestisida Nabati*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Institute Pertanian Bogor



LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Pembuatan Serbuk Teh Alga Coklat Sargassum cristefolium



Alga coklat disiangi, diambil bagian daun



Dicuci dengan air bersih



Diblender



Dikeringkan dibawah sinar matahari



Diayak dengan ayakan 60 mesh



Serbuk teh alga coklat

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



50 gram serbuk dimasukkan ke dalam 750 mL etanol 96%



Dimaserasi dan dimagnetic stirrer selama ±12 jam



Disaring dengan kertas saring dan dimasukkan ke botol kaca 1000 mL



Disentrifuge 2000 rpm selama 15 menit



Dievaporasi dengan suhu 32 °C

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



Kitosan dimasukkan ke dalam asam asetat 1 %, ditambahkan maltodekstrin



Ditambahkan 3% ekstrak alga coklat, ditambah aquades hingga volume 50 mL



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



dimagnetic stirrer 200 rpm selama 15 menit



Dikeringkan dengan freeze dryer selama ±30 jam



Serbuk enkapsulat teh alga coklat *S. cristaefolium*

Lampiran 4. Prosedur Analisis Kadar Air (Sudarmadji et al; 2003)

Prinsip penentuan kadar air adalah menguapkan kadar air dalam bahan dengan jalan pemanasan, kemudian menimbang bahan sampai berat konstan yang berarti semua air bebas sudah diuapkan. Prosedur penentuan kadar air adalah sebagai berikut :

1. Sampel ditimbang sebanyak 2 – 5 g, dimasukkan pada botol timbang yang telah diketahui beratnya
2. Botol timbang tersebut dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105 °C selama 3 – 4 jam sampai diperoleh berat konstan
3. Sampel tersebut kemudian dikeluarkan dari oven dan dimasukkan dalam desikator dan segera ditimbang setelah mencapai suhu kamar
4. Dimasukkan kembali bahan tersebut ke dalam oven sampai tercatat berat yang konstan (selisih 2 kali penimbangan <0.2 mg). Kehilangan berat tersebut dihitung sebagai presentase kandungan air dan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar air} = \frac{(\text{berat botol timbang} + \text{berat sampel}) - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel}} \times 100 \%$$

Lampiran 5. Prosedur Analisis Diameter Enkapsulat (Mariyana, 2012)

Prosedur analisis diameter enkapsulat dilakukan dengan mikroskop cahaya. Proses pengamatan adalah sebagai berikut:

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

Lampiran 6. Penetapan Kadar Flavonoid Total (Desmiaty et al. (2009)

Proses penetapan kadar flavonoid total adalah sebagai berikut :

1. 1 g serbuk sampel dilarutkan dengan 25 ml etanol 95%, kemudian diaduk selama delapan jam dengan menggunakan alat pengaduk pada kecepatan 200 rpm selama tiga hari, kemudian disaring, filtrat yang diperoleh ditambah etanol 95% sampai 25 ml.
2. Pembuatan kurva standar kuersetin dibuat serangkaian larutan kuersetin dalam etanol dengan konsentrasi 40, 60, 80, 100 dan 120 µm/ml. Sejumlah 0,5 ml dari masing-masing larutan, dicampur dengan 1,5 ml etanol 95%; 0,1 aluminium klorida 10%; 0,1 ml kalium asetat 1M dan 2,8 ml aquadest. Diinkubasi pada suhu kamar selama 30 menit. Diukur serapannya pada panjang gelombang 420 nm.
3. Penentuan jumlah flavonoid dari larutan uji ekstrak etanol daun buah merah. Sejumlah 0,5 ml ekstrak etanol sampel diperlakukan sama seperti pada pembuatan kurva kalibrasi. Kemudian dihitung kadar flavonoidnya.
4. Perhitungan untuk menentukan jumlah flavonoid dengan menggunakan persamaan :

$$F1 = \frac{C \times V \times F \times 10^{-6}}{m} \times 100\%$$

Keterangan :

F1 = jumlah flavonoid dengan metode aluminium klorida

C = kesetaraan kuersetin (g/ml)

V = volume total ekstrak etanol (ml)

F = faktor pengenceran (10)

m = berat sampel (g)

Lampiran 7. . Prosedur Analisis Perhitungan Rendemen (Aulia, 2012)

Prosedur analisis perhitungan rendemen adalah sebagai berikut :

1. Timbang berat bahan awal (a)
2. Timbang berat serbuk setelah dienkapsulasi (b)

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{B}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat awal sampel (g)

B = berat akhir sampel (g)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 8. Questioner Uji Organoleptik Skoring (Winarno, 2004)

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

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

Keterangan :

- | | | |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| a) Warna | | 7 = amat sangat enak |
| 1 = sangat tidak hijau | b) Rasa Enak | |
| 2 = tidak hijau | 1 = sangat tidak enak | c) Aroma |
| 3 = agak tidak hijau | 2 = tidak enak | 1 = sangat tidak terasa |
| 4 = hijau | 3 = agak tidak enak | 2 = tidak terasa |
| 5 = agak hijau | 4 = enak | 3 = agak tidak terasa |
| 6 = sangat hijau | 5 = agak enak | 4 = terasa |
| 7 = amat sangat hijau | 6 = sangat enak | 5 = agak terasa |



6 = sangat terasa

7 = amat sangat terasa



Lampiran 9. Questioner Uji Organoleptik Hedonik (Winarno, 2004)

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 10. Perhitungan Keragaman Analisis Kadar Air

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
PA	18.92	17.60	16.72	53.24	17.75	1.11
PB	21.22	22.00	19.04	62.26	20.75	1.53
PC	20.72	23.92	21.16	65.80	21.93	1.73
Total	60.86	63.52	56.92	181.30	60.43	

FK	3652.19
JK Total	41.14
JK Perlakuan	27.96
JK Galat	13.18

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	27.96	13.98	6.37	5.14	10.92
Galat	6	13.18	2.20			
Total	8	41.14				

t Tabel	2.447
BNT 5%	2.961

Notasi

Perlakuan				Notasi
PA	17.7467	20.7533	21.9333	a
PB	20.7533	3.00666667		b
PC	21.9333	4.18666667	1.18	b

Lampiran 11. Perhitungan Keragaman Analisis Diameter Enkapsulat

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
PA	18,92	17,60	16,72	53,24	17,75	1,11
PB	21,22	22,00	19,04	62,26	20,75	1,53
PC	20,72	23,92	21,16	65,80	21,93	1,73
Total	60,86	63,52	56,92	181,30	60,43	

FK	3652,19
JK Total	41,14
JK Perlakuan	27,96
JK Galat	13,18

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	27,96	13,98	6,37	5,14	10,92
Galat	6	13,18	2,20			
Total	8	41,14				

Uji BNT 5 %

Nilai t tabel 2,447

BNT 5 % 2,961

Notasi

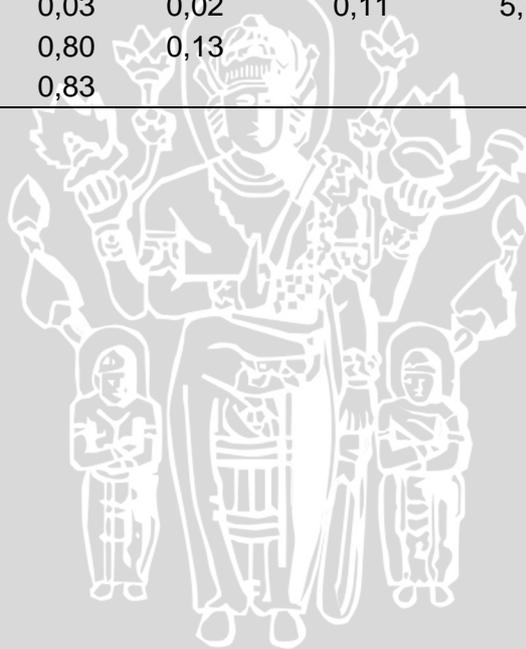
Perlakuan				Notasi
PA	17,7467	17,7467		A
PB	20,7533	3,006666667	20,7533	B
PC	21,9333	4,186666667	21,9333	B

Lampiran 12. Perhitungan Keragaman Analisis Rendemen

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
PA	1,33	0,75	0,53	2,61	0,87	0,28
PB	1,42	0,74	0,76	2,91	0,97	0,57
PC	1,16	0,66	0,68	2,50	0,83	0,46
Total	3,90	2,15	1,96	8,01	2,67	7,96

FK	7,13
JK Total	0,83
JK Perlakuan	0,03
JK Galat	0,80

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,03	0,02	0,11	5,14	10,92
Galat	6	0,80	0,13			
Total	8	0,83				



Lampiran 13. Perhitungan Keragaman Analisis Skoring Warna

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
PA	2,80	3,10	2,95	8,85	2,95	0,15
PB	3,10	3,00	3,25	9,35	3,12	0,13
PC	3,75	3,95	3,85	11,55	3,85	0,10
Total	9,65	10,05	10,05	29,75	9,92	

FK	98,34
JK Total	1,47
JK Perlakuan	1,38
JK Galat	0,10

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	1,38	0,69	42,69	5,14	10,92
Galat	6	0,10	0,02			
Total	8	1,47				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,254

Notasi

Perlakuan	2,95	3,12	3,85	Notasi
P1	2,95			A
P2	3,12	0,166667		B
P3	3,85	0,9	0,733333	B

Lampiran 14. Perhitungan Keragaman Analisis Skoring Rasa

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
PA	2,95	2,85	3,30	9,10	3,03	0,24
PB	2,95	2,80	3,15	8,90	2,97	0,18
PC	2,60	3,05	2,95	8,60	2,87	0,24
Total	8,50	8,70	9,40	26,60	8,87	

FK	78,62
JK Total	0,33
JK Perlakuan	0,04
JK Galat	0,28

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,04	0,02	0,44	5,14	10,92
Galat	6	0,28	0,05			
Total	8	0,33				



Lampiran 15. Perhitungan Keragaman Analisis Skoring Aroma

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
PA	3,40	3,50	3,55	10,45	3,48	0,08
PB	3,70	3,65	3,60	10,95	3,65	0,05
PC	4,95	4,30	3,90	13,15	4,38	0,53
Total	12,05	11,45	11,05	34,55	11,52	

FK	132,63
JK Total	1,95
JK Perlakuan	1,38
JK Galat	0,58

ANOVA

SK	db	JK	KT	F		
				Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	1,38	0,69	7,14	5,14	10,92
Galat	6	0,58	0,10			
Total	8	1,95				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,620

Notasi

Perlakuan				Notasi
P1	2,37			A
P2	3,58	1,21		B
P3	3,67	1,3	0,09	B

Lampiran 16. Perhitungan Keragaman Analisis Hedonik Warna

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
PA	3,85	3,55	3,70	11,10	3,70	0,15
PB	4,10	4,25	4,15	12,50	4,17	0,08
PC	4,45	4,20	4,70	13,35	4,45	0,25
Total	12,40	12,00	12,55	36,95	12,32	

FK	151,70
JK Total	1,04
JK Perlakuan	0,86
JK Galat	0,18

ANOVA

SK	db	JK	KT	F		
				Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,86	0,43	14,21	5,14	10,92
Galat	6	0,18	0,03			
Total	8	1,04				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,348

Notasi

Perlakuan				Notasi
PA	2,8			a
PB	3,18	0,38		b
PC	3,43	0,63	0,25	b

Lampiran 17. Perhitungan Keragaman Analisis Hedonik Rasa

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
PA	4,15	4,40	4,55	13,10	4,37	0,20
PB	4,25	4,40	4,60	13,25	4,42	0,18
PC	4,90	5,10	5,25	15,25	5,08	0,18
Total	13,30	13,90	14,40	41,60	13,87	

FK	192,28
JK Total	1,17
JK Perlakuan	0,96
JK Galat	0,20

ANOVA

SK	db	JK	KT	F		
				Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,96	0,48	14,06	5,14	10,92
Galat	6	0,20	0,03			
Total	8	1,17				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,369

Notasi

Perlakuan				Notasi
PA	3,05			a
PB	3,13	0,08		a
PC	3,30	0,25	0,17	a

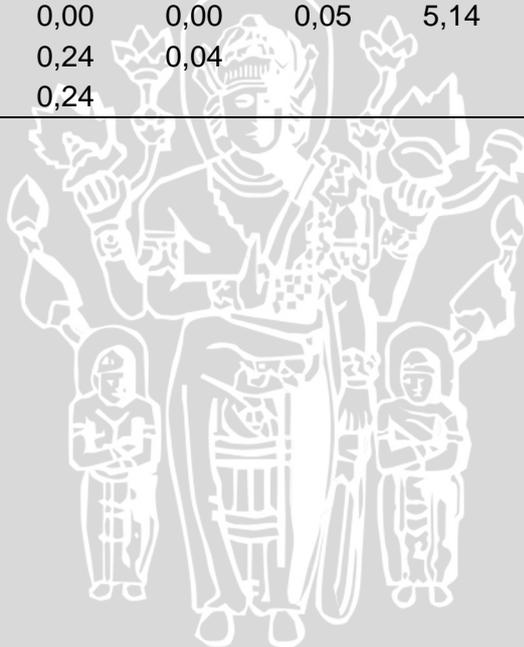
Lampiran 18. Perhitungan Keragaman Analisis Hedonik Aroma

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
PA	3,30	3,30	3,10	9,70	3,23	0,12
PB	3,50	3,00	3,10	9,60	3,20	0,26
PC	3,40	3,10	3,05	9,55	3,18	0,19
Total	10,20	9,40	9,25	28,85	9,62	

FK	92,48
JK Total	0,24
JK Perlakuan	0,00
JK Galat	0,24

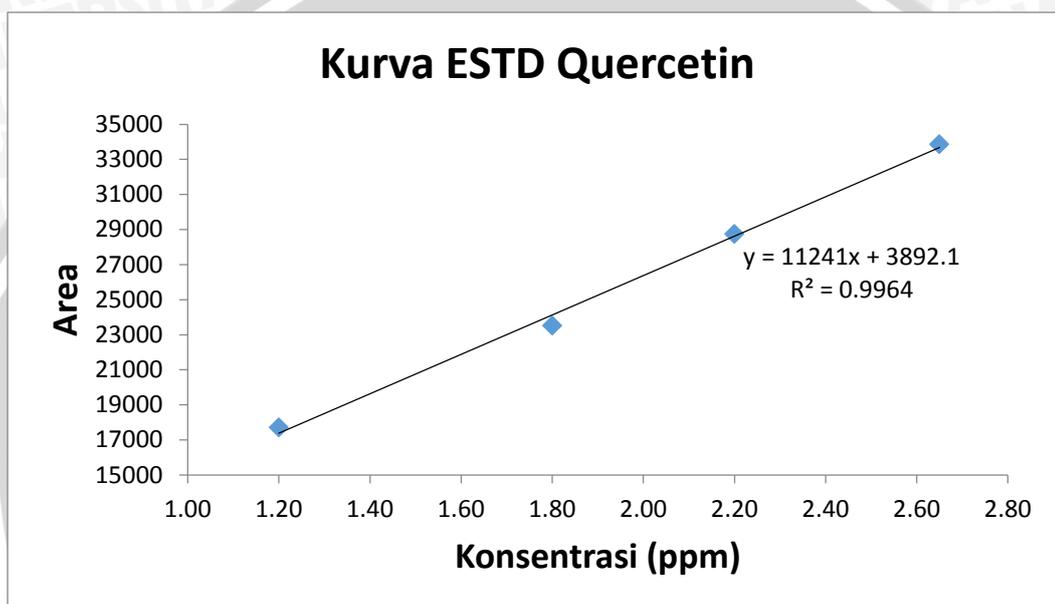
ANOVA

SK	db	JK	KT	F		
				Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,00	0,00	0,05	5,14	10,92
Galat	6	0,24	0,04			
Total	8	0,24				



Lampiran 19. Analisis Kadar Quercetin (Standar Quercetin) Enkapsulat Ekstrak Teh Alga Coklat Sargassum cristaefolium

No	Nama Standard	Konsentrasi (ppm)	Area	Persamaan Garis
1	ISRM_STD_1_INJ3	1.20	17,702.44	$y = 11241x + 3892.1$
2	ISRM_STD_2_INJ3	1.80	23,517.81	
3	ISRM_STD_3_INJ2	2.20	28,733.85	
4	ISRM_STD_5_INJ2	2.65	33,854.30	



Lampiran 20. Produk Teh Hijau yang Digunakan sebagai Kontrol

