

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alga coklat (*Sargassum* sp.) merupakan salah satu genus *Sargassum* dalam kelas Phaeophyceae yang tumbuh di lingkungan perairan pantai jernih yang berada di dasar perairan serta memiliki potensi tinggi terhadap kandungan bioaktifnya (Kadi, 2005). *Sargassum* sp. dianggap sebagai sampah laut karena jumlahnya cukup banyak pada saat *bloming* dan hanyut di permukaan laut serta terdampar di pantai karena ombak yang besar (Septiana dan Asnani, 2012). *S. cristaefolium* merupakan alga multiseluler yang memiliki senyawa-senyawa hasil metabolisme sekunder berupa alkaloid dan flavonoid yang dapat digunakan dalam dunia pengobatan (Fahri *et al.*, 2010). *Sargassum cristaefolium* sebagai produk pangan sangat sulit jika hanya mengandalkan keadaan segar, hal ini dikarenakan *Sargassum cristaefolium* mudah busuk serta bau amis ketika sudah diproses. Rasyid (2004) menyatakan bahwa *Sargassum* hanya dapat digunakan sebagai makanan ternak dan bahan pembuatan pupuk sehingga pemanfaatan produk ini kurang bermanfaat. Pemanfaatan lain *Sargassum cristaefolium* bisa dengan dikeringkan dalam bentuk teh, seperti yang dilakukan masyarakat Cabiya. Masyarakat Cabiya menyebut *Sargassum cristaefolium* dengan alga berdaun lebar karena bentuk daunnya yang lebar.

Teh merupakan minuman paling banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia setelah air putih. Manfaat yang dihasilkan dari teh yaitu dapat meningkatkan kepadatan tulang, mengurangi resiko batu ginjal, mengurangi resiko karies gigi dan penyakit *kardiovaskuler* (Siregar, 2009). Hal tersebut berkaitan erat dengan pengaruh flavonoid yang terdapat di dalam teh, yang mempunyai sifat antioksidan. Flavonoid ini mewakili kelompok bioaktif yang mungkin mempunyai

efek menguntungkan yang berguna bagi kesehatan jantung (Kris-Etherton and Keen, 2002).

Flavonoid adalah jenis polifenol yang terdapat pada hampir seluruh bagian tanaman kecuali bagian batang. Senyawa aktif yang terdapat pada *sargassum* mengandung flavonoid yang mempunyai efek antibakterial, *anti-inflammatory*, antialergi, *antimutagenic*, *anti-viral*, *anti-neoplastic*, *anti-thrombotic* atau *vasodilatory* serta antioksidan (Miller, 2001). Kelemahan senyawa golongan flavonoid ini tidak tahan panas serta mudah teroksidasi pada suhu yang tinggi (Koirewoa *et al.*, 2012). Salah satu cara untuk menjaga agar flavonoid tidak mudah teroksidasi, *S. cristaefolium* tidak mudah busuk dan tidak bau amis dapat dilakukan dengan cara enkapsulasi dengan metode *freeze drying*.

Enkapsulasi adalah suatu proses penyalutan suatu bahan aktif baik berupa padatan, cairan atau gas yang di lapiasi oleh bahan penyalut yang bertujuan untuk melindungi bahan aktif dari kondisi kebusukan, penguapan komponen aktif, kestabilan dari bahan yang mudah menguap, sensitifitas terhadap cahaya, serta dapat menutupi rasa atau aroma yang tidak diinginkan dari bahan aktif (Hassanah, 2011). Proses enkapsulasi pada penelitian ini menggunakan sistem penyalut gum arab dan maltodekstrin dengan metode *freeze drying* dalam beberapa perbandingan konsentrasi. Menurut Shofian *et al.* (2011), *freeze drying* adalah suatu metode pengeringan menggunakan metode pembekuan dengan cara mengeluarkan air dan pelarut secara sublimasi. Keunggulan pengeringan beku (*freeze dry*) adalah dapat mempertahankan stabilitas produk (menghindari perubahan aroma, warna, dan unsur organoleptik lainnya), dapat mempertahankan stabilitas struktur bahan (pengkerutan dan perubahan bentuk setelah pengeringan sangat kecil), dapat menghambat aktivitas mikroba dan mencegah terjadinya reaksi kimia serta aktivitas enzim yang dapat merusak

kandungan gizi bahan pangan (Nofrianti, 2013). Penggunaan sistem penyalutan gum arab dan maltodekstrin dapat mengurangi porositas dan dapat meningkatkan kestabilan yang dihasilkan.

Gum arab banyak digunakan untuk memperbaiki viskositas, tekstur, bentuk dari makanan serta dapat mempertahankan flavor. Hal ini disebabkan gum arab dapat membentuk lapisan yang dapat melapisi partikel flavor yang melindungi partikel flavor tersebut dari oksidasi, evaporasi, dan absorpsi air dari udara untuk produk higrokopis. Sedangkan maltodekstrin memiliki sifat daya larut yang tinggi, dapat membentuk film, higroskopis rendah, browning yang rendah, serta dapat menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat (Fitriana *et al.*, 2014). Penelitian yang pernah dilakukan oleh Sugindro *et al.* (2008), tentang efisiensi mikroenkapsulasi ekstrak etanol biji jinten hitam pahit menggunakan bahan penyalut gum arab dan maltodekstrin, ternyata mampu membentuk mikroenkapsulasi yang baik dengan variasi terbaik diperoleh pada ekstrak 6% dengan konsentrasi bahan penyalut 20% dengan perbandingan konsentrasi 1:1 (gum arab : maltodekstrin). Hasil penelitian Fitriana *et al.* (2014), bahwa variasi penyalut dari formulasi serbuk flavor makanan dan minyak atsiri tanaman kesum (*Polygonum minus huds*) terbaik yaitu variasi 2:1 (maltodekstrin : gum arab). Hasil penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Rakasiwi *et al.* (2014), menyatakan bahwa nilai efisiensi pembentukan jumlah mikroenkapsulasi sitronelal yang paling baik yaitu komposisi bahan penyalut 20% dengan konsentrasi 3:2 (maltodekstrin : gum arab) dengan ekstrak 50% dan air 30%.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka diketahui bahwa belum pernah dilakukan penelitian tentang enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan penyalutan gum arab dan maltodekstrin. Sehingga dilakukan penelitian tentang pengaruh penyalut gum arab dan

maltodekstrin terhadap kualitas kapsul ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan metode *freeze drying*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah apakah perbedaan perbandingan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin terbaik berpengaruh terhadap perlindungan enkapsulasi senyawa aktif ekstrak teh alga coklat.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan perbandingan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin terhadap kualitas kapsul ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan metode *freeze drying*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_1 = perbedaan perbandingan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin berpengaruh terhadap kualitas kapsul ekstrak daun teh alga coklat *S. cristaefolium* dengan metode *freeze drying*.

H_0 = perbedaan perbandingan konsentrasi penyalut ganda gum arab dan maltodekstrin tidak berpengaruh terhadap kualitas kapsul ekstrak teh alga coklat *S. cristaefolium* dengan metode *freeze drying*.

1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbandingan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin yang berbeda

terhadap kualitas enkapsulat ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan metode *freeze drying*

1.6 Waktu dan Tempat Penelitian

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



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alga Coklat (*Sargassum cristaefolium*)

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



Gambar 1. *Sargassum cristaefolium*

Taksonomi *Sargassum cristaefolium* menurut Algaebase (2013) antara lain:

Kingdom	: Chromista
Phylum	: Heterokonta
Class	: Phaeophyceae
Ordo	: Fucales
Family	: Sargassaceae
Genus	: Sargassum
Scientific name	: <i>Sargassum cristaefolium</i> C. Agardh

Secara morfologi *Sargassum cristaefolium* memiliki thalli agak gepeng, licin, akan tetapi batang utama bulat agak kasar, holdfast cakram menggaruk. Alga ini hidup di Zona pasang surut bagian tengah hingga subtidal (Ahmad, 2011). *Sargassum* dicirikan menjadi 3 sifat yaitu adanya pigmen coklat yang menutupi warna hijau, hasil fotosintesis disimpan dalam bentuk laminaran dan algin serta adanya flagel (Tjitrosoepomo, 2001). Secara umum rumput laut memiliki kandungan nutrisi yang cukup lengkap. Komposisi kimia *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia *Sargassum spp.*

Komposisi Kimia	Presentase (%)
Karbohidrat	19,06
Protein	5,53
Lemak	0,47
Air	11,71
Abu	34,57
Serat Kasar	28,39

Sumber : Yunizal, (2004)

Selain komposisi kimia diatas, rumput laut coklat juga mengandung pigmen klorofil A dan B, violasantin dan fukosantin, pirenoid, lembaran fotosintesis (filakoid), vitamin (A, B1, B2, B6, B12, C, D, E, dan K), betakaroten, serta mineral (kalium, kalsium, fosfor, natrium, zat besi, dan yodium). Bebarapa rumput laut mengandung lebih banyak vitamin dan dan mineral penting, seperti kalsium dan zat besi bila dibandingkan dengan sayuran dan buah-buahan (Anggadiredja *et al.*, 2006 dan wartaekspor, 2011).

Sargassum sp. merupakan salah satu jenis rumput laut coklat yang potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku dalam bidang industri makanan, farmasi, kosmetika, pakan, pupuk, tekstil, kertas, dan lain-lain. Hasil ekstraksi *Sargassum* sp. berupa alginat banyak digunakan industri makanan bukan sebagai penambah nilai gizi, tetapi menghasilkan dan memperkuat tekstur atau stabilitas dari produk olahan (Yunizal 2004). Anggadiredja *et al.* (2006), menyatakan bahwa rumput bermanfaat untuk meningkatkan fungsi pertahanan tubuh, memperbaiki system kerja jantung dan peredaran darah, serta system pencernaan. Semua rumput laut kaya akan kandungan serat yang dapat mencegah kanker usus besar. Rumput laut juga membantu pengobatan tukak lambung, radang usus besar, susah buang air besar, dan gangguan pencernaan lainnya.

2.2 Senyawa Bioaktif Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*

Metabolit diklasifikasikan menjadi dua yaitu metabolit Primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer berperan penting untuk pertumbuhan dan kehidupan organisme dalam jumlah terbatas (Nofiani, 2008). Metabolit primer yang ada pada *Sargassum* adalah senyawa polisakarida hidrokolloid berupa alginat. Menurut Yulianto (2010), alginat adalah hasil olahan rumput laut yang berfungsi sebagai pembentuk gel, pengental, penstabil dan pengemulsi. Metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan oleh organisme sebagai proteksi terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim. Metabolit sekunder tidak digunakan untuk pertumbuhan dan dibentuk dari metabolit sekunder pada kondisi stress misalnya antibiotik, pigmen, toksin, efektor kompetisi ekologi dan simbiosis, feromon, inhibitor enzim, agen immunomodulasi, reseptor antagonis dan agonis, pestisida, agen antitumor, dan promotor pertumbuhan binatang dan tumbuhan.

Metabolit sekunder biasanya dalam bentuk senyawa bioaktif (Putranti, 2013). Senyawa bioaktif pada ekstrak *Sargassum cristaefolium* adalah golongan flavonoid (Risjani dan anita, 2009). Senyawa flavonoid tersebut adalah hasil metabolisme sekunder dari tanaman yang berasal dari reaksi kondensasi *cinnamic acid* bersama tiga gugus malonyl-CoA. Jenis utama flavonoid dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis-jenis Flavonoid

Flavonoid	Contoh
Flavanols	EGCG, EG, ECG, dan Catechin
Flavonols	Kaemferol dan Quercetin
Anthocyanidins	Malvidin, Cyanidin, dan Delphinidin
Flavones	Apigenin dan Rutin
Flavanones	Myricetin
Isoflavonoids	Genistein dan Biochanin A

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

Flavonol merupakan jenis flavonoid paling banyak ditemukan pada sayur-sayuran. Flavonol ini biasanya berada dalam bentuk O-glikosida pada jenis tanaman. Perbedaan yang paling utama antara flavonol dan flavon yaitu memiliki gugus hidroksi pada C3 pada flavonol sedangkan flavon tidak memiliki gugus tersebut. Flavonol dan flavon terdapat pada bagian daun dan bagian luar dari tanaman, tetapi hanya sedikit sekali yang ditemukan pada tanaman yang berada dibawah permukaan tanah (Hertog *et al.*, 1992).

Senyawa fenol adalah kelompok senyawa kimia yang ditemukan pada tanaman. Ciri khas dari senyawa ini yaitu memiliki gugus fenol pada molekulnya serta berperan dalam memberi warna pada tumbuhan seperti warna daun saat musim gugur. Sejumlah penelitian pada tanaman obat dilaporkan bahwa banyak tanaman obat yang mengandung fenol dalam jumlah besar. Flavonoid dikelompokkan dalam 9 kelas yaitu antosianin, proantosianin, flavonol, flavon, glikon flavon, biflavonil, halkon dan aurone, flavonon serta isoflavon (Harborne 1987)

Flavonoid merupakan molekul polifenol yang larut dalam air yang mengandung 15 atom karbon. Kerangka dasar flavonoid dapat dilihat sebagai dua cincin benzene yang bergabung bersama-sama dengan tiga rantai karbon yang pendek. Lebih dari 4000 jenis senyawa flavonoid telah teridentifikasi. Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang melimpah di alam dan menurut struktur kimianya dikategorikan ke dalam flavonol, flavon, flavanone, isoflavon, katekin, antosianidin, dan kalkon (Tanaka *et al.*, 2008). Pentingnya senyawa polifenol terhadap kesehatan manusia telah dipelajari secara massif dalam beberapa tahun terakhir, khususnya golongan flavonoid. Flavonoid dapat berguna sebagai antimikroba, fotoreseptor, antioksidan, antiallergenic, dan anti inflamasi.

2.3 Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan atau penarikan keluar suatu bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai (Mukhriani, 2014). Ekstraksi dengan menggunakan pelarut didasarkan pada kelarutan komponen terhadap komponen lain dalam campuran. Pelarut polar akan melarutkan solut yang polar, sedangkan pelarut non polar akan melarutkan solut yang non polar (Suyitno, 1989). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ekstraksi antara lain :

a. Ukuran Bahan

Bahan yang akan diekstrak sebaiknya memiliki luas permukaan yang besar untuk mempermudah kontak antara bahan dengan pelarut sehingga ekstraksi berlangsung lebih baik (Purgeslove. *et al*, 1981). Kehalusan bubuk yang sesuai akan menghasilkan ekstraksi yang sempurna dalam waktu yang singkat,

sebaliknya bahan yang digiling terlalu halus dapat menyebabkan pemampatan (Ketaren, 1987).

b. Lama dan Suhu Ekstraksi

Ekstraksi dengan menggunakan suhu tinggi dapat menyebabkan beberapa komponen yang terkandung dalam bahan akan mengalami kerusakan (Moestofa, 1981). Semakin lama waktu yang digunakan untuk ekstraksi maka kesempatan untuk bersentuhan makin besar sehingga hasilnya juga bertambah sampai titik jenuh larutan.

c. Jenis Pelarut

Dalam pemilihan pelarut, pelarut harus melarutkan ekstrak yang diinginkan dan mempunyai kelarutan yang besar serta titik didih antara zat yang diekstrak dan pelarutnya tidak boleh terlalu dekat (Syaflan dan hastuti, 2002). Somaatmadja (1981) menyatakan bahwa dua pertimbangan dalam memilih pelarut yaitu pelarut harus mempunyai daya larut yang tinggi dan tidak berbahaya (tidak beracun). Pelarut yang paling banyak digunakan dalam proses ekstraksi adalah etilen diklorida, tetapi etanol merupakan pelarut yang paling aman untuk digunakan.

Pemilihan metode ekstraksi sangat penting untuk dilakukan karena hasil dari ekstraksi akan mencerminkan tingkat keberhasilan metode tersebut dalam mengeluarkan senyawa dari matriks bahan ke dalam media (pelarut) melalui pengujian kuantitatif (Salas, 2010).

2.4 Bahan Pengekstrak

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan pelarut menurut Games (2002) yaitu:

- a) sifat pelarut : yang terdiri dari selektivitas, koefisien, densitas, tegangan antar permukaan, kemudahan pengambilan kembali pelarut, keaktifan secara kimia.
- b) jumlah pelarut : semakin banyak pelarut maka semakin banyak pula jumlah produk yang diperoleh karena distribusi partikel dalam pelarut semakin menyebar sehingga memperluas permukaan kontak dan perbedaan konsentrasi solute dalam pelarut dan padatan semakin besar. Pelarut yang sering digunakan adalah etanol karena mempunyai polaritas yang tinggi sehingga dapat mengekstrak lebih banyak dibandingkan jenis pelarut organik yang lain. Pelarut yang mempunyai gugus karboksil (alkohol) dan karbonil (keton) termasuk dalam pelarut polar.

2.4.1 Etanol

Etanol merupakan larutan yang jernih, tidak berwarna, volatil dengan bau khas, dalam konsentrasi tinggi akan menyebabkan rasa terbakar saat kontak dengan kulit. Etanol merupakan kelompok alkohol, dimana molekulnya mengandung gugus hidroksil (-OH) yang berikatan dengan atom karbon. Etanol dibuat sejak jaman dahulu dengan cara fermentasi gula. Proses ini banyak digunakan di industri dengan bahan mentah berupa gula. Etanol larut dalam air dan banyak pelarut organik.

Ekstraksi dengan menggunakan pelarut etanol yang memiliki kepolaran lebih tinggi dibandingkan etil asetat, diharapkan dapat mengekstrak senyawa-senyawa yang mempunyai kepolaran cukup tinggi (suratmo, 2009). Etanol bersifat relatif polar sehingga senyawa yang tersari relatif bersifat polar dan mengakibatkan senyawa ini lebih mudah menembus dinding sel bakteri (Hartini *et al*, 2009). Menurut FDA, kadar residu etanol sebagai pelarut dalam suatu ekstraksi adalah 50 ppm. Badan Pengawasan Obat dan Makanan RI (2004)

menyatakan bahwa suplemen makanan dalam bentuk cairan per-oral dilarang mengandung etil alkohol dengan kadar lebih dari 5%. Karakteristik dari senyawa etanol dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. sifat-sifat etanol

Karakteristik	Etanol
Nama Lain	Etil alkohol, grain alcohol
Berat molekul	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
Titik didih	46
Titik leleh	$78,5^\circ\text{C}$
Densitas	0,789 g/ml pada 20°C

Sumber : Suratmo, (2004).

2.4.2 Aquades

Dalam pengolahan bahan pangan pH larutan atau air sangat menentukan mutu daya awet dan warna bahan pangan. Menurut Winarno (2002), secara umum persyaratan air untuk industri pangan adalah tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak berbau serta memenuhi persyaratan bakteriologis yaitu tidak mengganggu kesehatan dan tidak menyebabkan kebusukan bahan pangan yang diolah.

Pengendalian mutu air sangatlah penting karena minimum pada hakekatnya adalah air. Maka rasa dan bau apapun yang kurang menyenangkan dalam air akan mempengaruhi rasa produk akhir (Winarno, 1992). Proses ekstraksi *farmakope*, Indonesia menetapkan yang dapat digunakan sebagai pelarut adalah air, etanol, air-etanol, etanol, etanol-air.

Keunggulan dan kelemahan penggunaan aquades sebagai bahan pengekstraksi menurut (Winarno, 1992) antara lain:

- Keunggulan : Murah dan mudah diperoleh, stabil, tidak mudah menguap, dan tidak mudah terbakar, dan tidak beracun.
- Kelemahan : tidak selektif, dapat ditumbuhi mikroorganisme sehingga cepat rusak, dan untuk pengeringan diperlukan waktu yang lama.

2.5 Enkapsulasi

Enkapsulasi merupakan suatu teknik yang berfungsi untuk menyalut suatu senyawa baik berupa padatan, cairan, maupun gas dengan suatu polimer. Enkapsulasi adalah cara baru yang dapat digunakan dalam sistem pengangkutan obat dalam tubuh. Enkapsulasi senyawa obat dibentuk dengan ukuran yang sangat kecil berfungsi untuk memaksimalkan khasiat obat secara lebih aman. Proses enkapsulasi memungkinkan adanya perubahan bentuk suatu senyawa dari cair menjadi padat dan memisahkan senyawa-senyawa berbahaya jika berinteraksi satu sama lain (Wukirsari, 2006). Senyawa dengan paruh waktu eliminasi yang singkat, obat yang harus diminum secara teratur, cenderung memerlukan proses enkapsulasi dan obat yang memiliki efek negatif terhadap sistem pencernaan (Sutriyo *et al.* 2004). Penelitian Babstov *et al.* (2002) menyatakan bahwa enkapsulasi dalam ukuran kecil memiliki beberapa keuntungan, diantaranya untuk melindungi suatu senyawa dari penguraian dan mengendalikan pelepasan suatu senyawa aktif. Menurut Ismarani *et al.* (2011), proses enkapsulasi dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu metode fisika kimia, metode kimia dan metode fisika.

Polimer yang baik untuk digunakan sebagai enkapsulasi adalah polimer yang dapat terbiodegradasi serta bersifat biokompatibel karena akan dimasukkan kedalam tubuh baik secara oral maupun implantasi. Polimer yang dapat digunakan sebagai enkapsulasi diantaranya alginat, kitosan (Ul-Ain *et al.*, 2003), pektin (Ouyang *et al.*, 2004), gelatin (Tayade & Kale, 2004), poliakrilat, dan ester selulosa (Babtsov *et al.*, 2002).

2.6 Bahan Penyalut

2.6.1 Maltodekstrin

Maltodekstrin adalah suatu produk hidrolisis pati parsial (tidak sempurna) yang dibuat dengan penambahan asam atau enzim, yang mengandung unit α -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan $-(1,4)$ glycosidic. Maltodekstrin merupakan campuran dari glukosa, maltosa, oligosakarida, dan dekstrin. Rumus umum maltodekstrin adalah $[(C_6H_{10}O_5)_nH_2O]$ (Luthana, 2008). Viskositas dan kelarutan maltodekstrin bervariasi tergantung dari ukuran molekul rata-rata. Semakin besar ukuran molekul rata-rata, maka akan semakin tinggi viskositasnya dan akan semakin rendah kelarutannya (Jacson dalam Setiadi, 2006). Sifat-sifat yang dimiliki oleh maltodekstrin yaitu memiliki sifat daya larut yang tinggi, memiliki sifat membentuk film, membentuk sifat higroskopis yang rendah, memiliki sifat browning yang rendah, dapat menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat (Fitriana *et al.*, 2014).

Mutu maltodekstrin telah ditetapkan oleh Dewan Standarisasi Nasional di Indonesia. Standar mutu maltodekstrin hampir sama dengan standar mutu dekstrin pada umumnya, tetapi yang membedakan adalah DE maltodekstrin yaitu berkisar 19-20. Standar mutu dekstrin dikelompokkan lagi menurut bidang aplikasinya, yaitu pangan dan non pangan. Variabel nilai standar mutu dekstrin menurut DSN (1992 dan 1989) dapat dilihat pada Tabel 4.

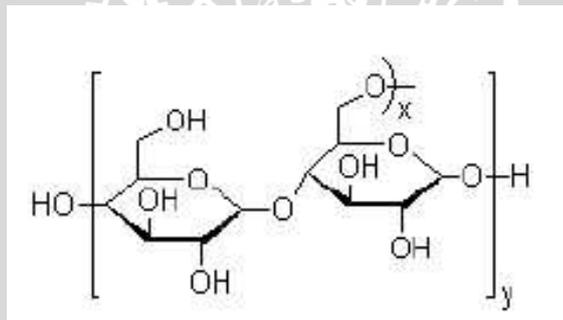
Tabel 4. Spesifikasi Maltodekstrin

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

Sumber : Dewan Standarisasi Nasional (1992 dan 1989).

Aplikasi maltodekstrin pada produk pangan menurut Anwar (2002) antara lain pada:

- a. Makanan beku, maltodekstrin memiliki kemampuan untuk mengikat air (*water holding capacity*) dan berat molekul rendah sehingga dapat mempertahankan produk tetap dalam keadaan beku.
- b. Makanan rendah kalori, penambahan maltodekstrin dalam jumlah besar tidak meningkatkan kemanisan produk seperti gula.
- c. Produk rotian, misalnya *cake*, *muffin*, dan biskuit, digunakan sebagai pengganti gula atau lemak.
- d. Minuman prebiotik, maltodekstrin merupakan salah satu komponen prebiotik (makanan bakteri Probiotik yang menguntungkan) sehingga sangat baik untuk tubuh yaitu dapat melancarkan saluran pencernaan.
- e. Sebagai bahan penyalut lapis tipis (*film coating*) tablet.



GAMBAR 2. Struktur Kimia Maltodekstrin
Sumber : Fasikhatun (2010).

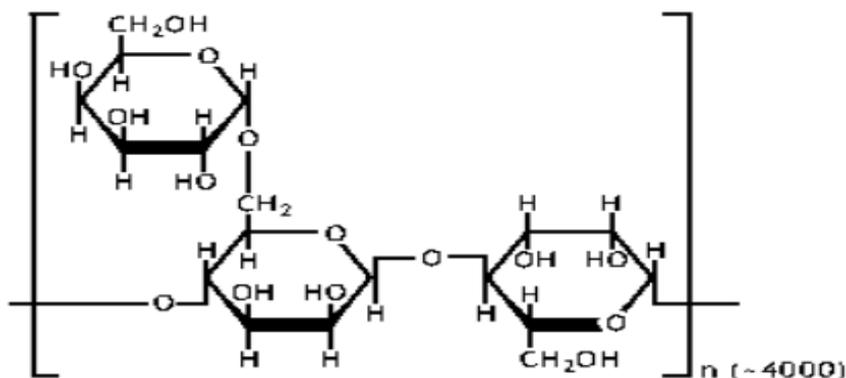
2.6.2 Gum Arab

Gum arab dihasilkan dari getah *Acacia sp.* yang merupakan serangkaian satuan-satuan D-galaktosa, L-arabinosa, asam D-galakturonat dan L-ramnosa. Gum arab memiliki berat molekul antara 250.000 - 1.000.000 dan lebih mudah larut dalam air dibanding hidrokoloid lainnya. Gum dimurnikan melalui proses pengendapan dengan menggunakan etanol dan diikuti proses elektrodialisis (Stephen and Churms, 1995). Menurut Imeson (1999), gum arab stabil pada larutan asam. Emulsifikasi dari gum arab berhubungan dengan kandungan

nitrogennya (protein). Menurut Alftren *et al.*, (2012) struktur kimia gum arab terdiri dari D-galaktosa, L-arabinosa, asam D-glukuronat, dan L-rhamnosa.

Gum arab memiliki sifat yang dapat meningkatkan viskositas jika dilarutkan dalam air. Jenis pengental ini juga tahan panas pada proses yang menggunakan panas, akan tetapi lebih baik jika panasnya dikontrol untuk mempersingkat waktu pemanasan. Hal ini dikarenakan gum arab dapat terdegradasi secara perlahan-lahan (Bertolini *et al.*, 2001).

Gum arab dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki viskositas, tekstur, bentuk serta dapat mempertahankan flavor dari makanan. Hal ini disebabkan karena gum arab dapat membentuk lapisan yang dapat melapisi partikel flavor yang dapat melindungi partikel flavor tersebut dari oksidasi, evaporasi, dan absorpsi air dari udara terutama untuk produk yang higroskopis (Fitriana *et al.*, 2014). Hui (1992) menambahkan bahwa gum arab merupakan bahan pengental emulsi yang efektif karena kemampuannya melindungi koloid dan sering digunakan pada pembuatan roti. Gum arab memiliki keunikan karena kelarutannya yang tinggi dan viskositasnya rendah. Viskositas akan meningkat sebanding dengan peningkatan konsentrasi gum arab. Gum arab mempunyai gugus arabinogalactan protein (AGP) dan glikoprotein (GP) yang berperan sebagai pengemulsi dan pengental.



Gambar 3. Struktur kimia gum arab
Sumber : Prabandari (2011).

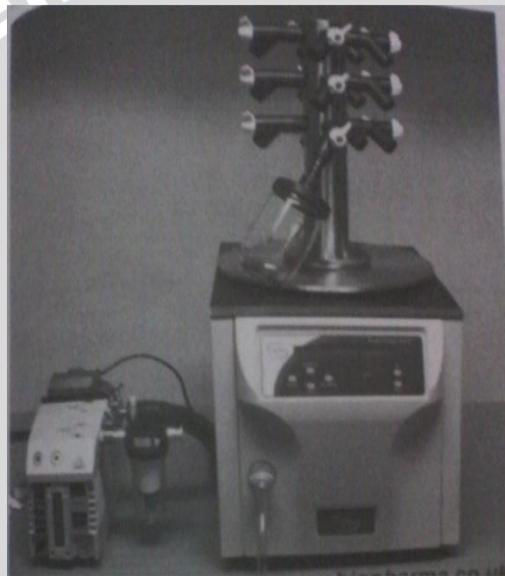
2.7 Freeze Dry

Pengeringan merupakan salah satu cara untuk mengeluarkan atau mengurangi air dari suatu bahan dengan menguapkan sebagian besar air yang terkandung didalam bahan dengan menggunakan energi panas. Pengeringan pada dasarnya bertujuan untuk mengurangi kadar air pada bahan sampai batas perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim terhambat atau terhenti (Winarno, 2002).

Pengeringan beku merupakan salah satu teknik pengeringan pangan. Proses pengeringan beku dikembangkan sejak saat Perang Dunia (PD) II sebagai teknik untuk mengawetkan plasma darah untuk keperluan darurat dimedan perang. Dengan adanya teknologi pengeringan beku, maka dapat diperoleh stok plasma darah yang tidak rusak dan bisa disimpan lama dengan tanpa memerlukan refrigasi (Hariyadi, 2013).

Prinsip kerja dari pengeringan beku (*freeze drying*) adalah pembekuan larutan, menggranulasikan larutan yang beku tersebut, dan mengkondisikannya pada vacuum ultra-high dengan pemanasan yang sedang sehingga dapat mengakibatkan air pada suatu bahan pangan akan menyublim dan akan menghasilkan produk padat (solid product)(Sari, 2010).

Metode penghilangan air ini melalui 3 tahap yaitu pembekuan dengan cara sublimasi, pengeringan primer dan pengeringan sekunder. Pada proses *freezing* sampel dibekukan suhu -40°C , kemudian padatan tersebut disublimasikan tanpa menjadi cair dahulu dengan cara menurunkan tekanan udara pada ruangan sampai 0,1 bar kemudian suhu dinaikkan dan menarik H_2O ke kondensor pada pengeringan primer. Proses selanjutnya untuk mengangkat air yang masih tersisa, zat diuapkan dengan tekanan udara yang sangat rendah dan suhu lebih tinggi daripada pengeringan primer (tambunan, 2000).



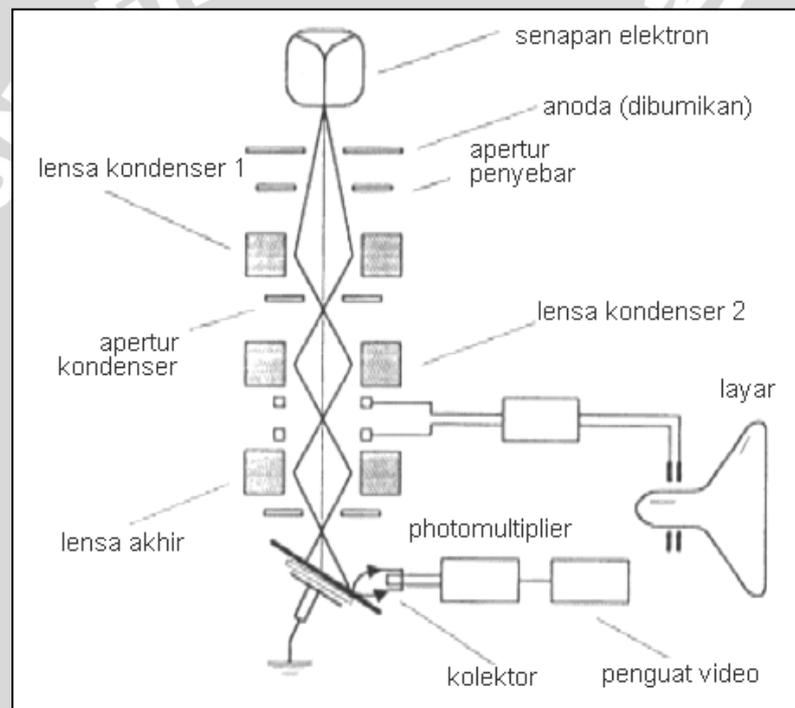
Gambar 5. *Freeze dry*
Sumber : Evans (2008).

2.8 SEM (*Scanning electron microscope*)

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 Micrograph yang menyajikan dalam bentuk tiga dimensi berupa gambar atau foto (Shaikh *et al.*, 2006).

Menurut Anggraeni (2008), SEM terdiri dari sebuah senapan elektron yang memproduksi berkas elektron dengan percepatan tegangan sebesar 2 – 30 kV. Berkas elektron tersebut dilewatkan pada beberapa lensa elektromagnetik untuk menghasilkan gambar yang berukuran $< \sim 10\text{nm}$ pada sampel yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi atau ke dalam tabung layar. Cara kerja SEM digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4. Diagram skematik fungsi dasar dan cara kerja SEM.
Sumber : Angraeni (2008).

SEM sangat cocok digunakan untuk pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran berkisar antara 20 kali sampai 500.000 kali. Sebelum melalui lensa elektromagnetik terakhir *scanning raster* mendeflesikan berkas elektron untuk men-scan permukaan sampel. Hasil scan ini akan tersinkronisasi dengan tabung sinar katoda dan gambar sampel akan tampak pada area yang di-scan. Tingkat kontras yang tampak pada tabung sinar katoda timbul karena perbedaan hasil

refleksi dari sampel. Pada saat berkas elektron menumbuk permukaan sampel sejumlah elektron direfleksikan sebagai *backscattered electron* (BSE) dan yang lain membebaskan energi rendah *secondary electron* (SE). Emisi radiasi elektromagnetik dari sampel timbul pada panjang gelombang yang bervariasi, akan tetapi pada dasarnya panjang gelombang yang lebih menarik untuk digunakan adalah daerah panjang gelombang cahaya tampak (*cathodoluminescence*) dan sinar-X (Anggraeni, 2008).

Elektron-elektron BSE dan SE yang direfleksikan dan dipancarkan oleh sampel akan dikumpulkan oleh sebuah *scintillator* yang dapat memancarkan sebuah pulsa cahaya pada elektron yang datang. Cahaya yang dipancarkan oleh sampel tersebut kemudian diubah menjadi sinyal listrik dan diperbesar oleh *photomultiplier*. Proses selanjutnya sinyal listrik tersebut dikirim ke bagian *grid* tabung sinar katoda. *Scintillator* memiliki potensial positif sebesar 5 – 10 kV yang berfungsi untuk mempercepat energi rendah yang dipancarkan elektron agar cukup untuk mengemisikan cahaya tampak ketika menumbuk *scintillator*. *Scintillator* harus dilindungi agar tidak terkena defleksi berkas elektron utama yang memiliki potensial tinggi. Pelindung metal yang mengandung metal *gauze* terbuka yang menghadap sampel memungkinkan hampir seluruh elektron melalui permukaan *scintillator* (Anggraeni, 2008).

SEM mempunyai resolusi tinggi sampai 150.000 kali dan dapat digunakan untuk mengamati objek benda berukuran nanometer untuk pemindaian dalam arah horizontal. Sedangkan pemindaian secara vertikal (tinggi rendahnya struktur) resolusinya masih rendah. Hal ini merupakan kelemahan dari SEM yang belum diketahui pemecahannya (Hendrawan, 2010).

SEM juga dapat menggambarkan sebuah *Energy Dispersive X-ray spectrometer* (EDX) yang dapat digunakan untuk menentukan komposisi unsur

dari sampel. Ketika sebuah sampel difoto oleh SEM, sinar elektron juga diemisikan 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).



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 Perekayasaan Hasil Perikanan FPIK, Universitas Brawijaya Malang. Proses Evaporasi di Laboratorium Kimia Saintek Universitas Islam Negeri Malang. Proses *Freeze dry* di Laboratorium Fisiologi, Biologi FMIPA Universitas Brawijaya, Malang. Proses Pengujian Kadar Flavonoid dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas Saintek Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. Proses pengujian Efisiensi Enkapsulasi dilaksanakan di laboratorium Fisiologi Universitas Islam Negeri Malang. Proses Pengamatan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dilaksanakan di Laboratorium Mineral dan Material Maju, FMIPA Universitas Negeri Malang.

3.2 Materi Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan utama untuk proses pembuatan serbuk daun teh *S. cristaefolium*, proses ekstraksi, proses enkapsulasi dan proses pemecahan bahan penyalut. Bahan utama yang digunakan yaitu alga coklat (*S. cristaefolium*) yang diperoleh dari desa Cabiya, kecamatan Talango, kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur

berupa rumput laut basah yang dipanen pada umur 45 hari. Sampel alga coklat dibawa dengan menggunakan wadah berupa karung sak yang dilapisi dengan plastik pada bagian luar untuk mencegah terjadinya kekeringan selama transportasi.

Bahan-bahan yang digunakan untuk proses pembuatan serbuk adalah daun *S. cristaefolium* segar yang telah dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari. Bahan yang digunakan pada proses ekstraksi adalah etanol 96%, aluminium foil, kertas saring, kertas label, plastik wrap, dan tissue. Bahan yang digunakan untuk proses enkapsulasi adalah maltodekstrin, gam arab, aquades, aluminium foil, plastik wrap, karet, dan tissue. Bahan-bahan yang digunakan untuk pengujian kadar flavonoid total yaitu tissue, karet gelang, etanol 95%, $AlCl_3$, plastik, dan kertas bahan.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat yang digunakan untuk proses pembuatan serbuk daun teh *S. cristaefolium*, proses ekstraksi, proses enkapsulasi, dan proses pemecahan penyalut. Alat yang digunakan pada saat proses pembuatan serbuk daun teh *S. cristaefolium* adalah blender, ayakan 60 mesh, nampan, koran, kuas kecil, toples ukuran sedang, sendok bahan dan kertas label. Alat yang digunakan pada proses ekstraksi meliputi beaker glass 1000 ml, gelas ukur 1000 ml, spatula, timbangan digital, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *centrifuge* 2000 rpm, sample tube, corong, rak tabung reaksi, pipet tetes, *rotary evaporator*, sendok bahan, botol kaca 250 mL dan botol kaca 1000 mL. Alat untuk proses enkapsulasi adalah *freeze dryer* tipe Christ Alpha 1-4 LSC, timbangan digital, sendok bahan, *magnetic stirrer*, botol kaca 250 mL, gelas ukur 1000 ml, beaker glass 100 ml. Alat-alat yang digunakan untuk pengujian kadar

flavonoid total adalah spektrofotometer UV-Vis, labu ukur 10 mL, beaker glas 100 mL, pipet gondok, bola hisap, pipet tetes, nampan, timbangan digital, sendok, spatula, botol vial 15 mL, cuvet.

3.3 Metode dan Rancangan Penelitian

3.3.1. Metode Eksperimen

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan tujuan untuk membuktikan adanya pengaruh perlakuan tertentu terhadap perlakuan yang lain dengan kondisi terkontrol. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Sugiono (2014), bahwa metode eksperimen merupakan metode penelitian yang dapat digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap faktor lain dalam kondisi yang dapat dikendalikan. Metode eksperimen biasanya diterapkan didalam laboratorium dan terdapat perlakuan tertentu.

Metode eksperimen dilakukan untuk mengetahui sebab akibat dua variable atau lebih dengan mengendalikan pengaruh dari variable lain. Metode ini dilaksanakan dengan memberikan variable bebas secara sengaja kepada objek penelitian untuk diketahui akibatnya dalam variable terikat. Variable bebas pada penelitian ini adalah perbedaan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin yang berbeda. Konsentrasi maltodekstrin yaitu 10%, 8% dan 12%, gum arab yaitu 10%, 8%, dan 12% terhadap variabel terikat yaitu kualitas enkapsulasi dengan metode *freeze drying* dan parameter ujinya meliputi kadar air, perhitungan rendemen, flavonoid total, ukuran diameter serta penerimaan panelis dengan uji organoleptik(warna, rasa, dan aroma).

3.3.2. Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian utama yaitu rancangan acak lengkap sederhana dengan tiga perlakuan konsentrasi dan tiga kali ulangan (gum arab 10%, 8%, 12% dan maltodekstrin 10%, 12%, 8%). Menurut Nugroho (1990), untuk menentukan banyaknya ulangan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus

$$a(n-1) \geq db \text{ galat}$$

dimana :

n = banyaknya ulangan
 a = banyaknya perlakuan

Desain rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Model rancangan percobaan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	A1	A2	A3	TA	RA
B	B1	B2	B3	TB	RB
C	C1	C2	C3	TC	RC

Keterangan :

- A : Enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan konsentrasi Gum arab 10 % dan maltodekstrin 10%.
- B : Ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan konsentrasi Gum arab 8% dan maltodekstrin 12%.
- C : Ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan konsentrasi Gum arab 12 % dan maltodekstrin 8%.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini selanjutnya dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan membandingkan antara F hitung dan F tabel untuk mengetahui besarnya nilai F.

- Jika F hitung < F tabel 5%, maka perlakuan yang dihasilkan tidak berbeda nyata.
- Jika F hitung > F tabel 1%, maka perlakuan yang dihasilkan sangat berbeda nyata.



- Jika $F_{\text{tabel } 5\%} < F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel } 5\%}$, maka perlakuan yang dihasilkan berbeda nyata.

Apabila didapatkan hasil berbeda nyata ($F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel } 5\%}$), maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk menentukan hasil yang terbaik. Uji BNT ditentukan dengan rumus:

$$[Blank]$$

Keterangan :

- KTG : Kuadrat tengah galat
- t_{α} : Nilai t tabel pada $\alpha = 5\%$
- db galat : Derajat bebas galat
- r : Banyaknya ulangan

Model matematis Rancangan Acak Lengkap menurut Tanujaya (2013) adalah

$$[Blank]$$

Dimana :

- Y_{ij} = nilai respon dari perlakuan ke-i pada ulangan ke-j yang teramati (hasil pengamatan/ parameter yang diuji)
- μ = nilai rata-rata umum
- α_j = kontribusi perlakuan ke-i (pengaruh perbedaan konsentrasi penyalut maltodekstrin dan gum arab pada taraf ke -i)
- \sum_{ijk} = sisaan dari perlakuan ke-i pada ulangan ke-j (pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j)

3.4 Prosedur penelitian

3.4.1 Preparasi Bahan

3.4.1.1 Pembuatan Serbuk Daun Teh Alga Coklat (Aulia, 2012 yang telah termodifikasi).

Daun alga coklat basah ditimbang sebanyak 1 kg kemudian dilakukan sortasi untuk menghilangkan bagian daun alga coklat yang tidak segar, misalnya bagian yang sudah kering ataupun busuk. Daun alga coklat yang telah disortasi dilakukan pencucian untuk menghilangkan debu dan kotoran pada permukaan

daun alga coklat. Daun alga coklat yang telah bersih di keringkan pada sinar matahari hingga daun alga coklat kering, hal ini dilakukan untuk mengurangi kadar air dalam daun alga coklat yang berfungsi memperpanjang umur simpan. Pengeringan dilakukan selama ± 4 hari (tergantung cuaca). Daun alga coklat yang telah bersih dihaluskan dengan blender untuk memperkecil ukuran partikel daun alga coklat. Daun alga coklat yang telah hancur selanjutnya diayak dengan ayakan ukuran 60 mesh untuk memisahkan serbuk daun alga coklat dengan serat daun alga coklat. Tujuan daun alga coklat di buat serbuk adalah untuk memperluas area kontak partikel daun alga coklat terhadap pelarut (etanol). Prosedur pembuatan serbuk dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.4.1.2 Pembuatan Ekstrak Daun Teh Alga Coklat (Marudhupandi *et al.*, 2015 dan Gusti, 2011 yang telah dimodifikasi).

Prosedur pembuatan ekstrak alga coklat adalah sebagai berikut: serbuk alga coklat ditimbang sebanyak 50 gram, kemudian ditambahkan dengan etanol 96% dengan perbandingan 1:15 (sampel : pelarut) selama ± 12 jam dengan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu kamar. Selanjutnya disentrifuge dengan kecepatan 2000 rpm selama 10 menit untuk mendapatkan residu dan supernatan. Proses selanjutnya supernatan disaring menggunakan kertas saring, kemudian dievaporator dengan kecepatan 10 rpm sehingga didapatkan ekstrak daun teh alga coklat. Tujuan dievaporator adalah untuk menguapkan pelarut. Ekstraksi adalah kegiatan penarikan senyawa kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan kimia yang tidak dapat larut dengan pelarut cair (Manurung *et al.*; 2012). 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 lampiran 4.

3.5 Enkapsulat Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (Sugindro *et al.*, 2008; Purwaningsih *et al.*, 2011; dan Rakasiwi *et al.*, 2014 yang telah dimodifikasi)

Pembuatan alga coklat terenkapsulasi pada penelitian ini adalah dengan metode *freeze drying* yang bersuhu -45°C selama 54 jam (30 jam putaran pertama dan 24 jam putaran kedua). Gum arab (10%, 8%, 12%) dan maltodekstrin (10%, 12%, 8%) serta ekstrak sebanyak 3% dicampur dan dimasukkan kedalam beaker glass 100 mL dan dihomogenkan menggunakan magnetik stirrer selama 15 menit dengan kecepatan 1000 rpm. Proses selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan *freeze dryer* dan dihaluskan menggunakan blender. Prosedur proses pembuatan enkapsulasi dapat dilihat pada Lampiran 5.

3.6 Parameter Uji

Parameter uji yang digunakan pada penelitian pembuatan enkapsulat ekstrak teh alga coklat adalah kadar air, perhitungan rendemen, ukuran diameter enkapsulat, kandungan flavonoid total dan Uji organoleptik (warna, rasa dan aroma) serta pengamatan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

3.6.1 Kadar Air Enkapsulat Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (Sudarmaji *et al.*, 2003 dan Ali *et al.*, 2013 yang telah dimodifikasi)

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

Analisis kandungan air dilakukan dengan metode *Thermogravimetri* yaitu sebagai berikut, pertama botol timbang dioven dengan suhu 105 °C selama 24 jam. Lalu timbang botol timbang dengan timbangan sartorius dan dicatat sebagai berat A. Sampel sari enkapsulasi ditimbang sebanyak ± 2 g dicatat sebagai berat B. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam botol timbang dan dioven selama 2 jam sampai berat konstan (selisih botol sampel pada masing-masing penimbangan $>0,2$ mg) dengan suhu 105°C. Proses selanjutnya botol timbang yang telah diisi sampel ditimbang menggunakan timbangan sartorius dan dicatat sebagai berat C. Setelah diketahui nilainya, dilakukan perhitungan persentase kadar air dengan rumus sebagai berikut :

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

Prosedur pengujian kadar air pada enkapsulasi serbuk daun teh *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.6.2 Diameter Enkapsulat Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (Mariyana, 2012).

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

- meletakkan mikroskop pada meja yang sesuai, untuk memudahkan pengamatan melalui tabung,
- mengatur pencahayaan dengan mengarahkan bagian cermin pada mikroskop pada datangnya sumber cahaya matahari,
-

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, mendapatkan perbesaran yang lebih kuat, ubahlah lensa objektif dengan mengatur revolver, usahakan agar preparat tidak bergeser.

3.6.3 Perhitungan Rendemen Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (Putri, 2011)

Rendemen merupakan persentase perbandingan antara berat bagian bahan yang dapat dimanfaatkan dengan berat total bahan. Nilai rendemen 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 (Putri, 2011). Perhitungan nilai rendemen yang dihasilkan berdasarkan penelitian Andayani *et al.*, (2008) Ismiwati (2005) dengan metode gravimetri didasarkan pada rumus sebagai berikut :

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

Keterangan:

A = berat konsentrat bubuk yang dihasilkan (g)

B = berat ekstrak (g)

C = berat bahan pengisi (enkapsulasi)

Prosedur perhitungan rendemen enkapsulasi serbuk daun teh sargassum cristaefolium dapat dilihat pada Lampiran 6.

3.6.4 Analisa 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 coklat untuk warna, sangat tidak enak untuk rasa dan sangat tidak terasa untuk aroma) dan terendah 7 (amat sangat coklat 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). 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 7 dan 8.

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

3.7 Penetapan Kandungan Flavonoid Total

3.7.1 Pembuatan Larutan Baku Kuersetin (Desmiaty *et al.*, 2009)

Pembuatan kurva standar kuersetin yaitu langkah pertama dibuat serangkaian larutan kuersetin dalam etanol dengan konsentrasi 40, 60, 80, 100 dan 120 $\mu\text{m/ml}$. 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. Penetapan kadar flavonoid total dapat dilihat pada Lampiran 9 dan Lampiran 23.

3.7.2 Kadar Flavonoid (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 40, 60, 80, 100 dan 120 $\mu\text{m/ml}$. 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. Penetapan kadar flavonoid total dapat dilihat pada

Lampiran 9. 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)

3.8 Pengamatan SEM (*Scanning Electron Microscope*) (Gunawan dan Citra, 2010)

Sampel dianalisa menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM tipe *Hitachi Tabletop Microscope* TM 3000 dengan pembesaran 1500 kali). Digunakan untuk mempelajari profil morfologi permukaan nanokapsul. Partikel nanokapsul ditempelkan pada SEM stubs dengan diameter 10 mm menggunakan pita perekat dua sisi. Kemudian sampel dilapisi dengan emas dan di lihat pada pembesaran 10000x dengan voltase 20 kv. SEM sangat cocok digunakan dalam situasi yang membutuhkan pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran berkisar antar 20 kali sampai 500.000 kali . Sebelum melalui lensa elektromagnetik terakhir scanning raster mendefinisikan berkas electron untuk men scan permukaan sampel. Hasil scan ini tersinkronisasi dengan tabung sinar katoda dan gambar sampel akan tampak pada area yang di-scan. Tingkat kontras yang tampak pada tabung sinar katoda timbul karena hasil refleksi yang berbeda-beda dar sampel. Analisis SEM bermanfaat untuk mengetahui mikrostruktur benda padat. Berkas sinar elektron dihasilkan dari filament yang dipanaskan, disebut *electron gun*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air Enkapsulasi Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*

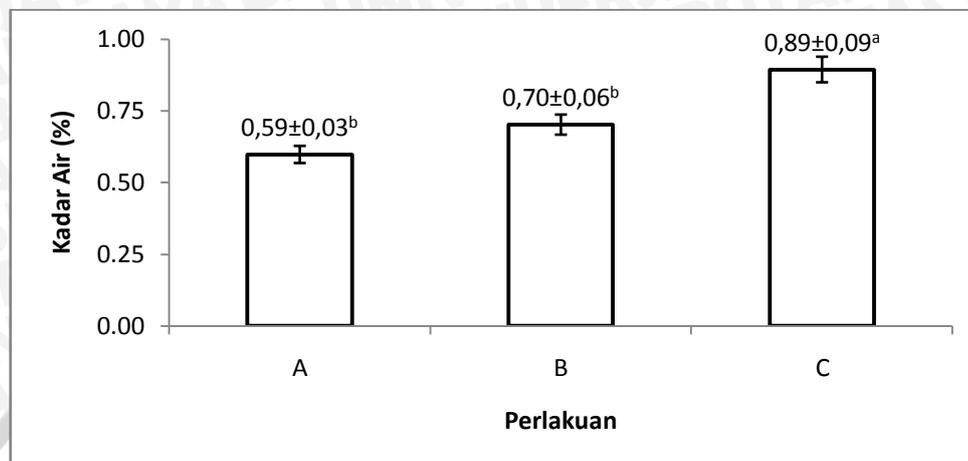
Pengukuran kadar air merupakan salah satu parameter penting untuk menentukan kualitas suatu produk hasil pengeringan. Hal tersebut merupakan salah satu sebab mengapa dalam pengolahan pangan air tersebut sering dikeluarkan/dikurangi dengan cara penguapan dan pengeringan (Sulistiyati, 2004). Kadar air yang rendah dapat mencegah tumbuhnya bakteri atau jamur yang dapat menyebabkan kerusakan pada produk kering. Fasikhatun (2010) melaporkan bahwa semakin tinggi kadar air enkapsulat maka peluang untuk mengalami kerusakan semakin tinggi. Penetapan nilai kadar air kering dilakukan dengan cara menghitung selisih antara berat awal dan berat akhir, kemudian dibagi berat awal dan dikalikan 100%. Serbuk enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *S. cristaefolium* dapat dilihat pada gambar 10.

Tabel 6. Perlakuan Enkapsulasi

Perlakuan	Penyalut / Enkapsulasi		Ekstrak
	%	Gum arab : Maltodekstrin	
A		10% : 10%	
B	20%	8% : 12%	3%
C		12% : 8%	

Analisis kadar air enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* menunjukkan bahwa dengan perlakuan masing-masing konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin (Tabel 6) diperoleh rerata kadar air berkisar antara 0,59 – 0,89%. Semua formula perbandingan konsentrasi gum arab dan maltodekstrin dalam penelitian ini berada dalam kisaran di bawah 3% yang sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) kadar air serbuk minuman tradisional (Wibowo dan Evi, 2012). Pengaruh penggunaan konsentrasi bahan

penyalut yang digunakan dalam pembuatan enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium* terhadap rerata kadar air dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik analisa rerata kadar air enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium*

Febriyanti dan Setyowati (2014) melaporkan bahwa dengan perbandingan gum arab dan maltodekstrin (0;1), (1;3), (1;1), (3;1) dan (1;0) yang menggunakan instan temulawak dengan metode spray dry, memiliki kisaran kadar air $\pm 7,16 - 9,09\%$. Kisaran kadar airnya jauh lebih besar dari hasil penelitian ini yang menggunakan ekstrak teh alga coklat *S. cristaefolium* dengan metode *freeze drying*, namun masih memenuhi standar kadar air enkapsulat. Hal ini disebabkan karena alat yang digunakan kurang stabil, sehingga kadar air yang diperoleh sangatlah kecil.

Analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin terhadap kualitas enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium* terhadap kadar air menunjukkan bahwa penggunaan tiga konsentrasi yang berbeda (Tabel 6) memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air enkapsulat dan ada interaksi nyata pada kedua perlakuan ($p < 0.05$) (Lampiran 14). Rerata kadar air terbesar dari penelitian ini adalah pada perbandingan gum arab : maltodekstrin (12%;8%). Semakin tinggi konsentrasi gum arab : maltodekstrin

dapat meningkatkan kadar air yang terkandung pada enkapsulasi yang artinya kadar air yang diperoleh semakin jelek. Hal tersebut disebabkan gum arab dan maltodekstrin memiliki sifat yang saling melengkapi.

Gum arab memiliki berat molekul yang tinggi (± 500.000) serta memiliki struktur yang kompleks sehingga ikatan molekul air lebih kuat, maka pada saat proses pengeringan berlangsung, molekul air agak sulit untuk diuapkan dan membutuhkan energi penguapan yang lebih besar (Dickinson, 2003 dan Gardjito *et al.*, 2006). Maltodekstrin memiliki berat molekul yang lebih rendah (<4000) dan memiliki struktur molekul yang lebih sederhana sehingga lebih mudah untuk menguapkan air yang ada di dalam bahan pada saat pengeringan (Gardjito *et al.*, 2006). Bertolini (2001) menambahkan bahwa gum arab juga memiliki sifat meningkatkan viskositas jika dilarutkan dalam air, sehingga membantuk untuk menstabilkan dispersi komponen-komponen yang kurang larut. Viskositas yang tinggi karena adanya gum arab dapat dikurangi dengan penambahan maltodekstrin yang bersifat dispersi yang cepat (Hui, 1992).

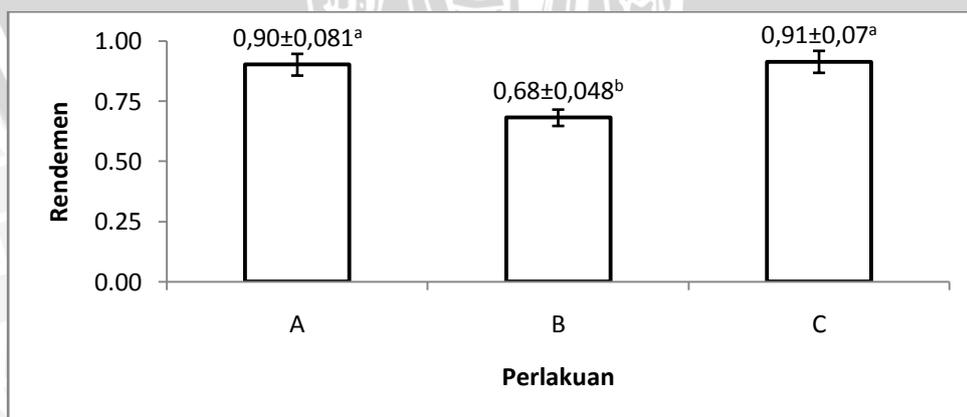
Perbedaan tinggi rendahnya kadar air dalam penelitian ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Baik metode maupun waktu pengeringan berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kadar air yang dikeringkan. Faktor lain yang mempengaruhi yaitu kelembapan udara sekitar yang berkaitan dengan tempat penyimpanan bahan, sifat bahan, dan jenis bahan maupun perlakuan yang telah dialami oleh bahan tersebut (Setiani *et al.*, 2013).



Gambar 10. Serbuk enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *S. cristaefolium*

4.2 Rendemen Enkapsulasi Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*

Analisis rendemen enkapsulat setelah *freeze dry* menunjukkan bahwa rendemen enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perlakuan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin (Tabel 6) berkisar antara 0,68 – 0,91%. Pengaruh penggunaan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan dalam pembuatan enkapsulasat ekstrak teh *S. cristaefolium* terhadap rendemen enkapsulat dapat dilihat pada Gambar 9 dan serbuk enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *S. crisataefolium* dapat dilihat pada Gambar 10..



Gambar 9. Grafik rendemen enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* Analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin terhadap kualitas enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium*

terhadap kadar air menunjukkan bahwa penggunaan tiga konsentrasi yang berbeda (Tabel 6) memberikan pengaruh nyata terhadap diameter enkapsulasi dan ada interaksi nyata pada kedua perlakuan ($p < 0.05$) (Lampiran 16). Rerata rendemen enkapsulat terbesar dari penelitian ini adalah pada perbandingan gum arab : maltodekstrin (12%:8%), sedangkan rerata rendemen terendah pada perlakuan gum arab : maltodekstrin (8%:12%). Hal ini dikarenakan sifat maltodekstrin yang kurang mampu untuk membentuk lapisan film yang baik. Penelitian Efendi (2000) menyatakan bahwa maltodekstrin kurang memiliki sifat emulsifier, sehingga emulsi yang terbentuk kurang stabil dan pada proses atomisasi ataupun pengeringan tidak berlangsung dengan baik.

Rendemen yang dihasilkan pada penelitian ini sangat rendah, hal ini disebabkan saat proses evaporasi sampel yang dihasilkan sangatlah sedikit, karena etanol sebagian besar menguap dan proses *freeze drying* yang kurang stabil. Sampel hasil evaporasi berbentuk gel dengan berat sangat sedikit, sehingga pada saat proses *freeze drying*, sampel yang dihasilkan hanya sedikit. Selain itu, proses *freeze drying* dapat mempengaruhi rendahnya nilai rendemen. Hal ini karena alat *freeze dryer* tersebut bekerja kurang maksimal, sehingga hasil serbuk setelah *freeze drying* sangatlah sedikit.

Wahjuningsih dan kunarto (2009) melaporkan bahwa dengan perbandingan gum arab dan maltodekstrin (1;0), (3;1), (1;1), (1;3) dan (0;1) yang menggunakan mikrokapsul β -karoten ubi jalar, memiliki kisaran rendemen enkapsulat $\pm 22,39 - 25,01\%$. Kisaran rendemennya jauh lebih besar dari hasil penelitian ini yang menggunakan ekstrak teh alga coklat *S. cristaefolium*, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa factor diantaranya metode yang digunakan,

kelembapan udara sekitar yang berkaitan dengan tempat penyimpanan bahan, sifat bahan, dan jenis bahan maupun perlakuan yang telah dialami oleh bahan tersebut (Setiani *et al.*, 2013).

4.3 Total Flavonoid

Pengujian flavonoid dilakukan untuk mengetahui kadar flavonoid pada ekstrak teh *S. cristaefolium* setelah di enkapsulasi. Pengujian kadar total flavonoid perlakuan kontrol dilakukan setelah proses evaporasi. Hasil pengujian kadar flavonoid total dapat dilihat pada Tabel 7.

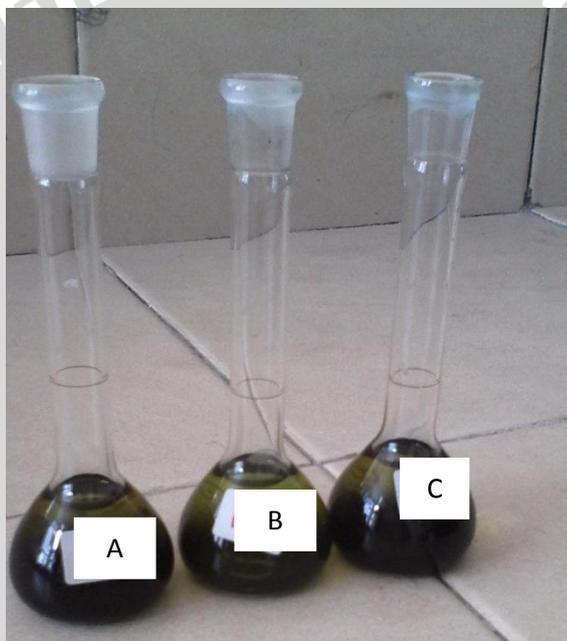
Tabel 7. Kadar Flavonoid Total

Perlakuan	Penyalut / Enkapsulasi	Kadar Flavonoid Total Ekstrak Teh <i>S. cristaefolium</i>
	Gum arab : Maltodekstrin	
Kontrol	-	-0,3455
A	10% : 10%	-0,3391
B	8% : 12%	-0,3410
C	12% : 8%	-0,3391

Kadar flavonoid diperoleh dengan memplot nilai absorbansi sampel dengan penambahan aluminium klorida ($AlCl_3$) 2 % terhadap kurva standard kuersetin. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kadar flavonoid total kontrol sebesar - 0,3455 $\mu\text{g/ml}$, kadar flavonoid total pada sampel enkapsulat ekstrak teh alga coklat perlakuan A (-0,3391 $\mu\text{g/ml}$), perlakuan B (-0,3410 $\mu\text{g/ml}$) dan perlakuan C (-0,3391 $\mu\text{g/ml}$). Gambar uji flavonoid total dapat dilihat pada gambar 19 dan kadar quercetin (standar quercetin) enkapsulat ekstrak teh alga coklat *sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Lampiran 23..

Tabel 10 diatas menunjukkan kadar bahwa flavonoid memiliki nilai <0.0000 artinya tidak terdapat kadar flavonoid pada ekstrak teh alga coklat setelah proses evaporasi maupun pada ekstrak teh alga coklat yang telah dienkapsulasi. Hal ini dikarenakan metode yang digunakan kurang efisien sehingga tidak absorbansi

tidak terbaca. Pada penelitian ini inti ekstrak teh *S. cristaefolium* tidak terenkapsulat dengan sempurna. Permukaan matriks ekstrak teh enkapsulat berongga-rongga, sehingga flavonoid tidak dapat bertahan didalam penyalut. Hal tersebut dikarenakan proses *freeze drying* dapat menyebabkan ekstrak teh *S. cristaefolium* 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*.



Gambar 19. Pengujian flavonoid total

4.4 Analisa Organoleptik

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

hedonik dan uji scoring yang meliputi warna, rasa dan aroma. Uji hedonik bertujuan untuk mengetahui tanggapan dari panelis terhadap produk yang telah dihasilkan dan tingkat kesukaannya. Uji skoring yaitu untuk menentukan urutan sejumlah komoditas atau produk menurut perbedaan intensitasnya. Kriteria yang digunakan dengan skala 1-7 (dapat dilihat pada lampiran 7 dan 8).



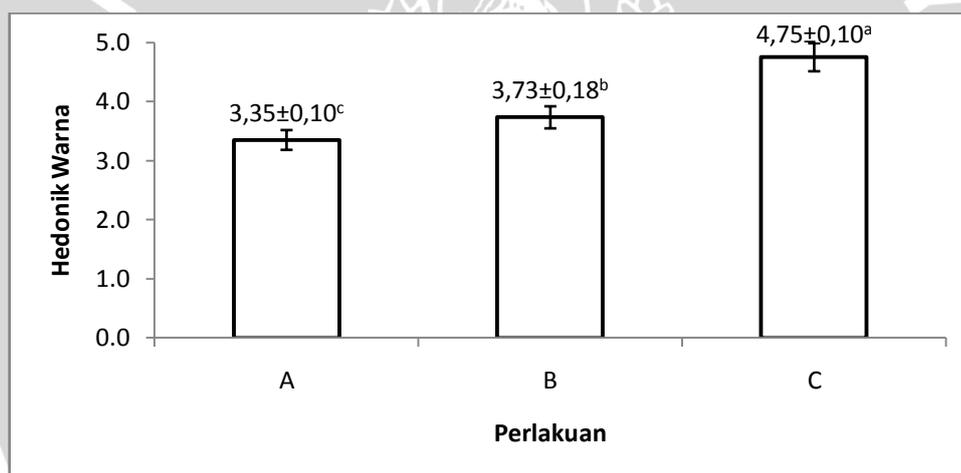
Gambar 20. Teh yang disedu menggunakan air panas. a) Teh hijau yang telah disedu dengan air panas (teh komersil sebagai pembanding. b) Enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *S. cristaefolium* yang telah disedu dengan air panas.

4.4.1. Warna

Warna memegang peranan penting dalam hal penerimaan makanan, selain itu warna dapat memberi petunjuk mengenai perubahan kimia yang terdapat dalam bahan makanan tersebut. Menurut Kartika *et al.*, (1998), warna merupakan sifat bahan yang berasal dari penyebaran spektrum sinar, selain itu warna merupakan suatu sensasi seseorang yang dikarenakan adanya rangsangan dari seberkas energi radiasi yang jatuh ke indera mata atau retina mata. Apabila suatu produk memiliki warna yang menarik dapat menimbulkan selera seseorang untuk mencoba makanan tersebut. Pengujian organoleptik parameter warna dilakukan sesuai dengan SNI 01- 3830- 1995, yang menyatakan bahwa warna

merupakan salah satu syarat mutu. Teh yang disedu menggunakan air panas dapat dilihat pada Gambar 20.

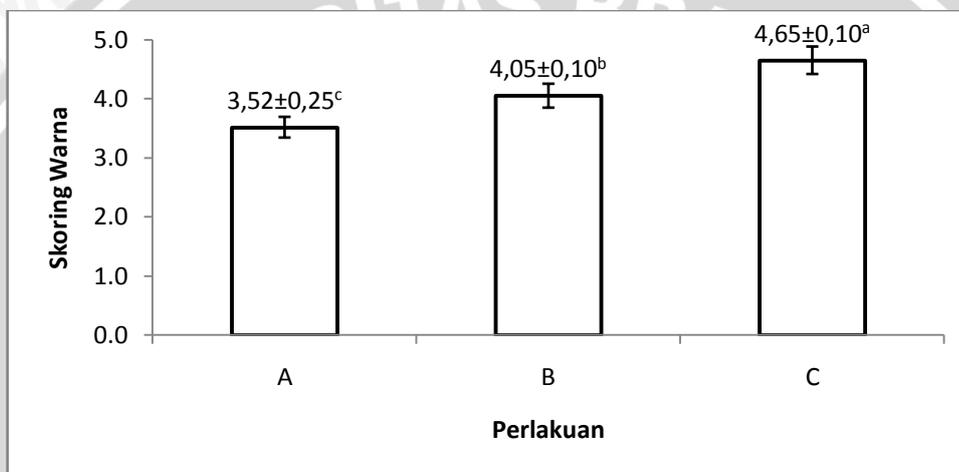
Analisis organoleptik berdasarkan parameter warna menunjukkan bahwa uji hedonik kontrol dari 20 panelis didapatkan nilai rata-rata $\pm 4,85$ dan hasil rerata uji hedonik ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perlakuan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin (Tabel 6) berkisar $\pm 3,35 - 4,75$. Hal ini berarti warna dari enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* disukai oleh panelis. Pengaruh penggunaan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan dalam pembuatan enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium* terhadap rerata diameter dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik analisa rerata uji hedonik warna enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium*

Gambar 11 menunjukkan bahwa nilai rata-rata warna teh enkapsulat tertinggi yaitu pada perbandingan gum arab : maltodekstrin (12% : 8%). Semakin tinggi konsentrasi penyalut yang digunakan maka warna dari teh serbuk enkapsulat semakin meningkat warnanya. Permatasari (2003) melaporkan bahwa warna hijau pada teh *Sargassum cristaefolium* disebabkan adanya kandungan senyawa β -karoten.

Uji skoring kontrol dari 20 panelis didapatkan nilai rata-rata $\pm 4,75$ dan hasil rerata uji skoring ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perlakuan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin (Tabel 6) berkisar $\pm 3,52 - 4,65$. Hal ini berarti warna dari enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* hampir mendekati warna hijau dari produk komersil. Pengaruh penggunaan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan dalam pembuatan enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium* terhadap rerata diameter dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik analisa rerata uji skoring warna enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium*

Gambar 12 menunjukkan bahwa nilai rata-rata warna teh enkapsulat tertinggi yaitu pada perbandingan gum arab : maltodekstrin (12% : 8%). Semakin tinggi konsentrasi penyalut yang digunakan maka warna dari teh serbuk enkapsulat semakin meningkat warnanya.

Parameter warna menunjukkan perbedaan signifikan karena warna yang dihasilkan dari konsentrasi penyalut yang tinggi lebih baik dari pada warna yang dihasilkan oleh konsentrasi penyalut yang lebih rendah. Artinya konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin dapat mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap warna. Pramitasari (2010) menyatakan bahwa warna

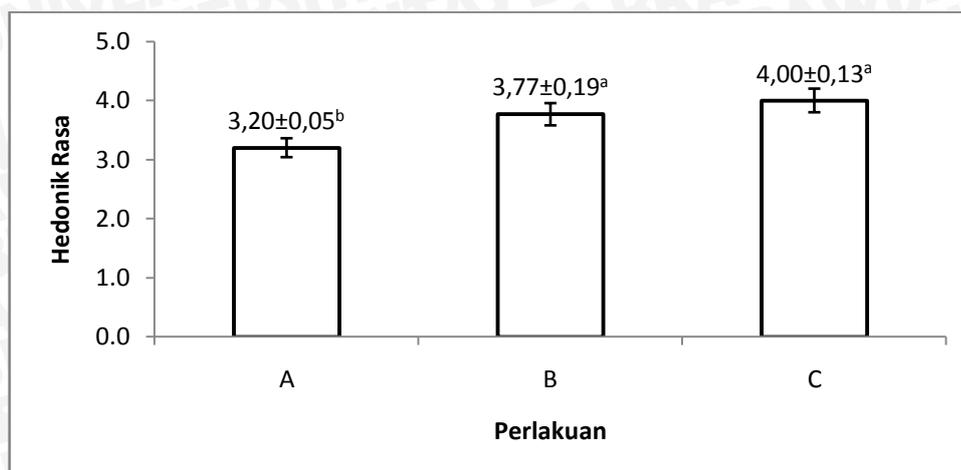
merupakan parameter pertama yang menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk.

Analisis keragaman nilai hedonik dan skoring dapat dilihat pada Lampiran 17 dan Lampiran 20. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa $F_{hit} > F_{0,05}$ yang artinya berbeda nyata sehingga diperlukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perbedaan pada masing-masing perlakuan.

4.4.2 Rasa

Rasa adalah respon lidah terhadap rangsangan yang diberikan oleh suatu makanan. Pengindraan rasa dibagi menjadi 4 rasa utama yaitu manis, asin, pahit, dan asam. Rasa merupakan faktor terpenting dalam menentukan keputusan akhir konsumen untuk dapat menerima atau menolak suatu produk walaupun parameter penilaian yang lain baik, akan tetapi jika rasa tidak enak maka produk akan ditolak oleh konsumen (ismiwarti, 2005). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi rasa antara lain senyawa kimia, suhu, konsentrasi dan interaksi dengan komponen rasa yang lainnya (winarno, 1997). Teh yang disedu menggunakan air panas dapat dilihat pada Gambar 20.

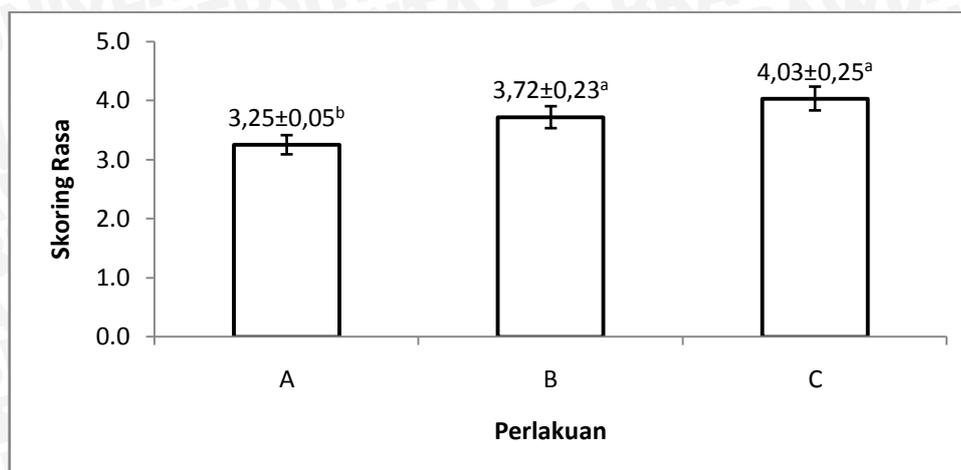
Analisis organoleptik berdasarkan parameter rasa menunjukkan bahwa uji hedonik kontrol dari 20 panelis didapatkan nilai rata-rata $\pm 3,75$ dan hasil rerata uji hedonik ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perlakuan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin (Tabel 6) berkisar $\pm 3,20 - 4,00$. Hal ini berarti panelis lebih menyukai rasa dari enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dibandingkan dengan teh komersil. Pengaruh penggunaan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan dalam pembuatan enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium* terhadap rerata uji hedonik rasa dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik analisa rerata uji hedonik rasa enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium*

Gambar 13 menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari uji hedonik rasa teh enkapsulat tertinggi yaitu pada perbandingan gum arab : maltodekstrin (12% : 8%). Semakin tinggi konsentrasi penyalut yang digunakan, jumlah panelis yang menyukai rasa dari teh serbuk enkapsulat semakin meningkat. Hal ini membuktikan bahwa konsentrasi penyalut yang lebih tinggi, lebih baik dari pada konsentrasi penyalut yang lebih rendah.

Uji skoring rasa kontrol dari 20 panelis didapatkan nilai rata-rata $\pm 3,4$ dan hasil rerata uji skoring rasa ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perlakuan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin (Tabel 6) berkisar $\pm 3,25 - 4,03$. Hal ini berarti rasa dari enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* hampir sama dengan rasa dari produk komersil. Pengaruh penggunaan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan dalam pembuatan enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* terhadap rerata uji skoring rasa dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik analisa rerata uji skoring rasa kapsul ekstrak teh *S. cristaeifolium*

Gambar 14 menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari uji skoring rasa teh enkapsulat tertinggi yaitu pada perbandingan gum arab : maltodekstrin (12% : 8%). Semakin tinggi konsentrasi penyalut yang digunakan, jumlah panelis yang menyukai rasa dari teh serbuk enkapsulat semakin meningkat dari pada produk komersil. Hal terbukti bahwa konsentrasi penyalut yang lebih tinggi, lebih baik dari pada konsentrasi penyalut yang lebih rendah.

Hasil dari uji organoleptik (Gambar 13 dan Gambar 14), rasa yang paling disukai adalah sampel dengan penambahan konsentrasi gum arab: maltodekstrin (3:2). Hal ini disebabkan rasa tawar karena adanya kandungan iodium yang tinggi. Didukung oleh penelitian Kustina (2006) yang menyatakan bahwa pada umumnya para panelis mengatakan tidak menyukai aroma dan rasa yang ditimbulkan oleh produk teh rumput laut dari sargassum karena rasanya yang tawar sebab tingginya kandungan iodium pada produk teh rumput laut dari sargassum.

Parameter rasa menunjukkan perbedaan signifikan karena rasa yang dihasilkan dari konsentrasi penyalut yang tinggi, lebih baik dari pada rasa yang dihasilkan oleh konsentrasi penyalut yang lebih rendah. Artinya konsentrasi

penyalut gum arab dan maltodekstrin dapat mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap rasa.

Analisis keragaman nilai hedonik dan skoring dapat dilihat pada Lampiran 18 dan Lampiran 21. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa $F_{hit} > F_{0,05}$ yang artinya berbeda nyata sehingga diperlukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perbedaan pada masing-masing perlakuan.

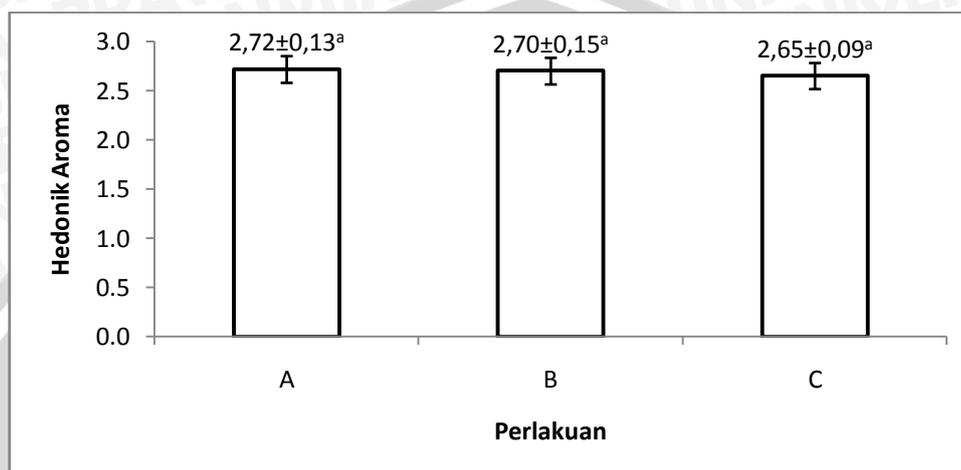
4.4.3. Aroma

Aroma didefinisikan sebagai sesuatu yang dapat diamati dengan indera pembau (Kartika, 1988). Enak atau tidaknya makanan ditentukan oleh aroma. Dalam industri pangan menganggap bahwa uji aroma itu sangat penting, karena dapat memberikan respon hasil penilaian produksinya dengan cepat (Soekarto, 1992). Selain itu, aroma juga dapat digunakan sebagai indikator terjadinya kerusakan pada produk.

Pramitasari (2010) menyatakan bahwa aroma memiliki peranan yang sangat penting untuk produk makanan. Sebelum mengkonsumsi makanan, terlebih dahulu aroma makanan tercium oleh indera hidung, apabila aroma pada produk terlalu menyengat atau terkesan hambar tentu membuat konsumen tidak tertarik untuk mengkonsumsi. Pengujian aroma dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap sampel dengan peningkatan konsentrasi penyalut pada enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium*. Teh yang disedu menggunakan air panas dapat dilihat pada Gambar 20.

Analisis organoleptik berdasarkan parameter aroma menunjukkan bahwa uji hedonik kontrol dari 20 panelis didapatkan nilai rata-rata $\pm 4,15$ dan hasil rerata uji hedonik ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perlakuan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin (Tabel 6) berkisar antara 2,65 – 2,72. Hal

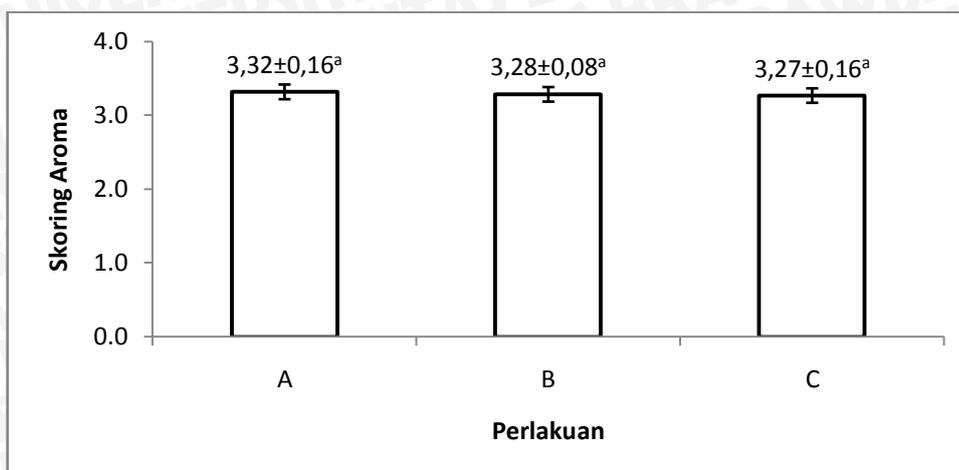
ini berarti panelis lebih menyukai aroma teh komersil dari pada aroma enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium*. Pengaruh penggunaan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan dalam pembuatan enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* terhadap rerata uji hedonik aroma dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik analisa rerata uji hedonik aroma enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium*

Gambar 15 menunjukkan bahwa nilai rata-rata aroma teh enkapsulat tertinggi yaitu pada perbandingan gum arab : maltodekstrin (10% : 10%). Semakin tinggi konsentrasi penyalut yang digunakan, jumlah panelis yang menyukai aroma dari teh serbuk enkapsulat semakin menurun. Hal ini terbukti dari konsentrasi penyalut yang lebih rendah, lebih baik dari pada konsentrasi penyalut yang lebih tinggi.

Uji skoring aroma kontrol dari 20 panelis didapatkan nilai rata-rata $\pm 4,5$ dan hasil rerata uji skoring aroma ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perlakuan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin (Tabel 6) berkisar antara 3,27 – 3,32. Hal ini berarti aroma dari enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* tidak sama dengan aroma dari produk komersil. Pengaruh penggunaan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan dalam pembuatan enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* terhadap rerata uji skoring aroma dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik analisa rerata uji skoring aroma enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium*

Gambar 16 menunjukkan bahwa nilai dari uji skoring rata-rata aroma teh enkapsulat tertinggi yaitu pada perbandingan gum arab : maltodekstrin (10% : 10%). Semakin tinggi konsentrasi penyalut yang digunakan, jumlah panellis yang menyukai aroma dari teh serbuk enkapsulat semakin menurun. Hal ini terbukti dari konsentrasi penyalut yang lebih rendah, lebih baik dari pada konsentrasi penyalut yang lebih tinggi.

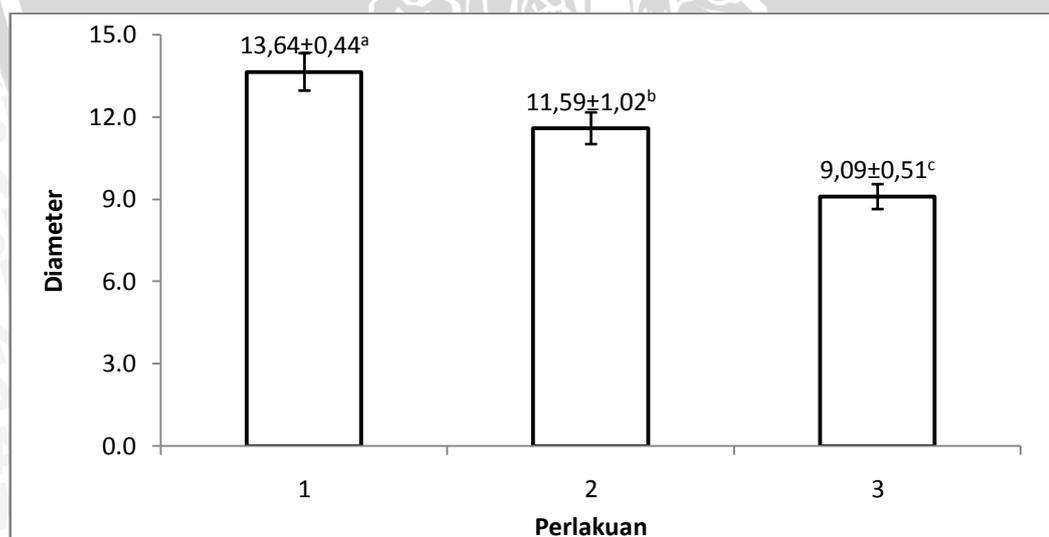
Hasil uji organoleptik (Gambar 15 dan gambar 16), aroma yang paling disukai adalah sampel C dengan konsentrasi gum arab : maltodekstrin (12% : 8%). Hal ini menunjukkan bahwa aroma dari enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium* kurang disukai oleh para panelis karena masih ada bau yang tidak sedap seperti bau amis. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Kustina (2006), yang menyatakan bahwa pada umumnya para panelis mengatakan tidak menyukai aroma yang ditimbulkan oleh produk teh rumput laut dari sargassum karena aromanya tidak sedap (seperti bau amis) pada produk teh rumput laut dari sargassum.

Analisis keragaman dari hasil nilai uji hedonik dan skoring dapat dilihat pada Lampiran 19 dan Lampiran 22. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa $F_{hit} < F_{0,05}$

yang artinya tidak berbeda nyata sehingga tidak diperlukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

4.5 Diameter Enkapsulasi Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*

Analisis diameter berdasarkan ukuran setelah *freeze dry* menunjukkan bahwa rerata diameter ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perlakuan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin berkisar antara 16,08 – 20,75 μm (Tabel 6). Semua formula perbandingan gum arab dan maltodekstrin dalam penelitian ini berada dalam rentang ukuran mikrokapsul yaitu 1-1000 μm sesuai dengan standar mikrokapsul (Rahmadevi, 2013). Ali *et al.*, (2014) menyatakan pengukuran partikel dilakukan untuk mengetahui apakah metode dan bahan enkapsulan dapat membuat ukuran nanopartikel (10^{-9}). Pengaruh penggunaan konsentrasi bahan penyalut yang digunakan dalam pembuatan enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium* terhadap rerata diameter dapat dilihat pada Gambar 8.

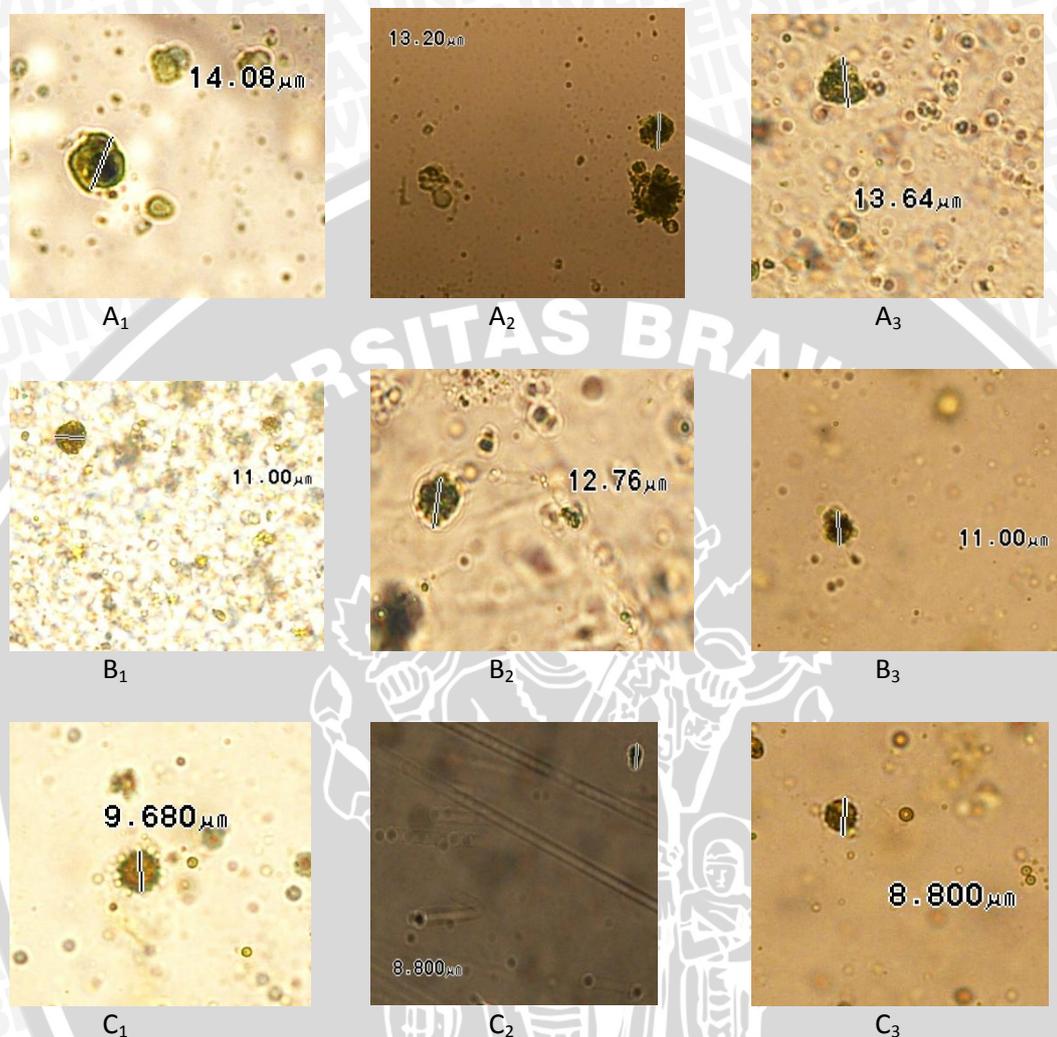


Gambar 8. Grafik analisa rerata diameter enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium*

Analisis sidik ragam perbandingan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin terhadap kualitas enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaeifolium* terhadap diameter menunjukkan bahwa penggunaan tiga konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap diameter enkapsulasi dan ada interaksi nyata pada kedua perlakuan ($p < 0.05$) (Lampiran 15). Rerata diameter terbesar dari penelitian ini adalah pada perbandingan gum arab : maltodekstrin (12%:8%). Semakin tinggi konsentrasi gum arab : maltodekstrin dapat meningkatkan ukuran partikel enkapsulasi. Hal tersebut disebabkan gum arab memiliki kemampuan yang dapat membentuk larutan dengan kekentalan yang rendah sehingga dapat membentuk larutan dengan konsentrasi sampai 50%. Gum arab baru mencapai kekentalan maksimum pada konsentrasi 40-50%. Selain kelarutannya yang tinggi, karakteristik utama gum arab adalah bersifat pembentuk tekstur, pembentuk film, pengikat dan juga pengemulsi yang baik dengan adanya komponen protein di dalam gum arab (Glicksman dan Sand, 1973 dan Thevenet, 1988). Maltodekstrin tidak memiliki kemampuan dalam emulsifikasi (lipofil atau hidrofil). Maltodekstrin dapat larut dalam air dingin dengan sempurna sehingga dapat melepaskan *flavor* secara cepat dalam penggunaannya pada aplikasi tertentu (Kenyon dan Anderson, 1988).

Purwaningsih (2011) melaporkan bahwa dengan perbandingan gum arab : maltodekstrin yang sama, memiliki kisaran diameter 337 μ m - 383 μ m. Kisaran diameternya jauh lebih besar dari hasil penelitian ini yang menggunakan ekstrak teh alga coklat *Sargassum criataefolium*, namun kisarannya masih memenuhi standar diameter mikroenkapsulasi. Hal tersebut bisa terjadi karena jenis alat mikroskop yang digunakan untuk

pengamatan. Pengukuran diameter enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan mikroskop elektron dapat dilihat pada Gambar 6.



Keterangan :

- A₁ : Diameter enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perbandingan konsentrasi gum arab 10% dan maltodekstrin 10% pada ulangan 1.
- A₂ : Diameter enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perbandingan konsentrasi gum arab 10% dan maltodekstrin 10% pada ulangan 2
- A₃ : Diameter enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perbandingan konsentrasi gum arab 10% dan maltodekstrin 10% pada ulangan 3
- B₁ : Diameter enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perbandingan konsentrasi gum arab 8% dan maltodekstrin 12% pada ulangan 1
- B₂ : Diameter enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perbandingan konsentrasi gum arab 8% dan maltodekstrin 12% pada ulangan 2
- B₃ : Diameter enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perbandingan konsentrasi gum arab 8% dan maltodekstrin 12% pada ulangan 3
- C₁ : Diameter enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perbandingan konsentrasi gum arab 12% dan maltodekstrin 8% pada ulangan 1

- C₂ : Diameter enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perbandingan konsentrasi gum arab 12% dan maltodekstrin 8% pada ulangan 2
- C₃ : Diameter enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan perbandingan konsentrasi gum arab 12% dan maltodekstrin 8% pada ulangan 3

Gambar 6. Gambar Diameter Enkapsulat Teh *S. cristaefolium* Dengan Mikroskop Elektron

4.6 Perlakuan Terpilih

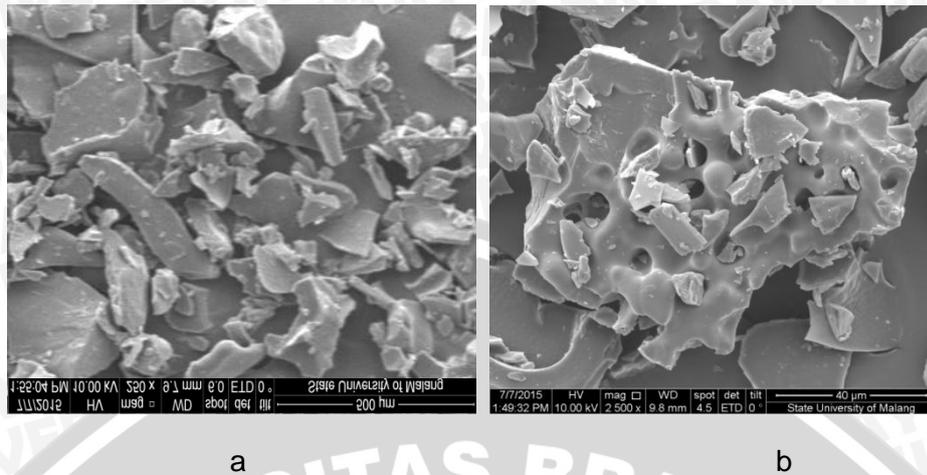
Penentuan perlakuan terpilih didapatkan dari menganalisa kualitas fisik enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* berbahan penyalut gum arab dan maltodekstrin. Parameter perlakuan terpilih meliputi 5 parameter, yaitu kadar air, ukuran enkapsulat (diameter), Uji organoleptik warna, uji organoleptik rasa dan uji organoleptik aroma. Nilai tiap parameter yang diharapkan berbeda-beda, kadar air diambil dari nilai terendah, ukuran enkapsulasi diambil yang terkecil, rendemen yang dihasilkan diambil nilai yang tertinggi dan uji organoleptik diambil dari nilai tertinggi. Pada penelitian perbandingan penggunaan konsentrasi terhadap kualitas ekstrak teh *S. cristaefolium* berbahan penyalut gum arab dan maltodekstrin, sifat yang menentukan kualitas enkapsulasi berdasarkan uji organoleptik warna, rasa, dan aroma. Menurut Kustina (2006), pada penelitiannya tentang kasus fisik pangan hasil pembuatan teh rumput laut jenis *Sargassum*, sifat fisik yang menentukan kualitas fisik antara lain kerapatan, kekentalan, kekeruhan, pH, dan Uji organoleptik. Penelitian Febriyanti dan setyowati (2014) tentang sifat fisik instan temulawak dengan berbagai rasio penambahan gum arab dan maltodekstrin memberikan pengaruh terhadap sifat fisik instan temulawak dengan parameter uji kadar air, kekeruhan dan warna instan.

Perlakuan terpilih pada penelitian enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dengan penyalut gum arab dan maltodekstrin yaitu: uji kadar air diambil nilai

terendah yaitu 0,5972% pada perlakuan A dengan penggunaan bahan penyalut 10% : 10%. Ukuran enkapsulat (diameter) terendah yaitu 9,09 pada perlakuan C dengan bahan penyalut 12% : 8%. Rendemen tertinggi yaitu 0,91 pada perbandingan 12% : 8%. Uji organoleptik parameter warna diambil nilai kesukaan tertinggi yaitu uji hedonik sebesar 4,75 dan uji skoring sebesar 4,65 pada perlakuan C dengan penambahan bahan penyalut gum arab dan maltodekstrin (12% : 8%). Uji Organoleptik rasa diambil dari nilai kesukaan panelis tertinggi yaitu pada uji hedonik sebesar 4,00 dan uji skoring sebesar 4,03 pada perlakuan C dengan penambahan bahan penyalut gum arab dan maltodekstrin (12% : 8%). Uji organoleptik aroma diambil dari nilai kesukaan panelis tertinggi yaitu pada uji hedonik sebesar 2,72 dan uji skoring sebesar 3,32 pada perlakuan A dengan penambahan bahan penyalut gum arab dan maltodekstrin (10% : 10%). Berdasarkan hasil analisa terhadap kualitas ekstrak teh *S. cristaefolium*, perlakuan yang cenderung memiliki nilai tiap uji lebih baik atau memenuhi nilai yang diharapkan yaitu pada perlakuan C dengan penambahan bahan penyalut gum arab dan maltodekstrin dengan konsentrasi (12% : 8%). Dengan hasil nilai tiap uji yaitu kadar air 0,89%; ukuran enkapsulat (diameter) 9,09; Rendemen 0,91; uji hedonik dan skoring warna yaitu 4, 75 dan 4,65; uji hedonik dan skoring rasa yaitu 4,00 dan 4,03; uji hedonik dan skoring aroma yaitu 2,72 dan 3,32.

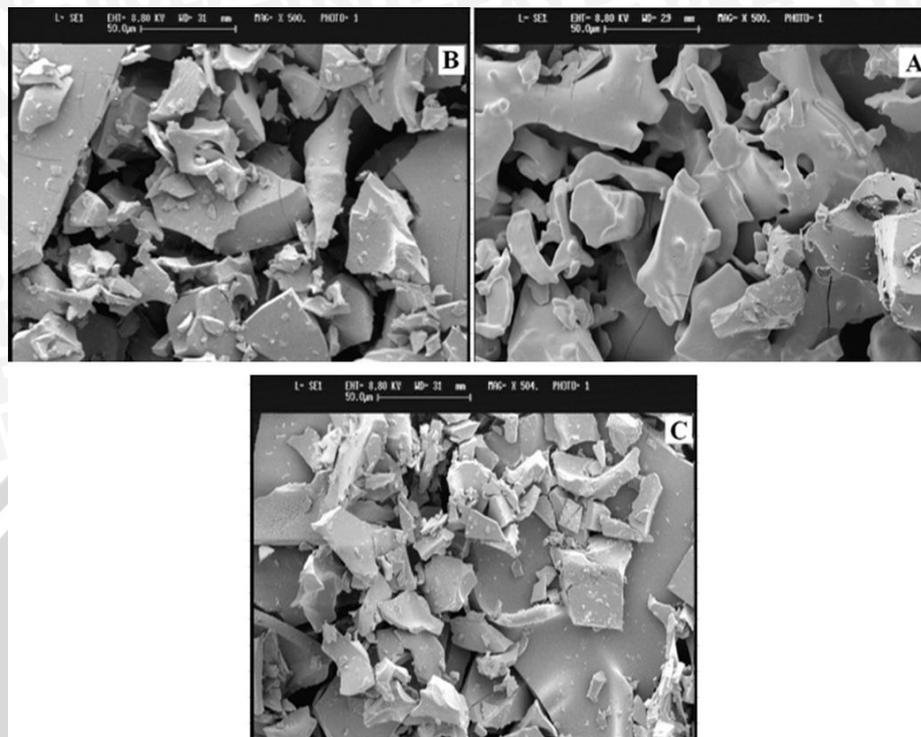
4.7 SEM (Scanning Electron Microscopy) Perlakuan Terpilih

Hasil uji analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Struktur teh alga coklat *S. cristaefolium* dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). (a) Perlakuan kontrol serbuk teh *S. cristaefolium* dengan perbesaran 250X tanpa penyalut, (b) Perlakuan C dengan penyalut Gum arab 12% dan maltodekstrin 8% dengan perbesaran 2.500X.

Pada Gambar 17, struktur enkapsulat ekstrak teh *S. cristaefolium* dilihat dengan 2.500 kali perbesaran terlihat bahwa terbentuk serpihan-serpihan kecil tak beraturan dan berongga- rongga. Hal ini dikarenakan alat yang digunakan pada proses *freeze drying* kurang stabil. Artinya penyalut gum arab dan maltodekstrin dengan proses *freeze dry* belum sempurna dalam melindungi bahan aktif yang sifatnya mudah menguap dan belum sempurna dalam menutup aroma yang tidak diinginkan. Menurut Anggraeni (2008), SEM sangat cocok digunakan dalam pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran antara 20 kali sampai 500.000 kali.



Gambar 18. Struktur mikroenkapsulasi antosianin kelopak kunyit dengan metode *freeze drying* di SEM (Khazaei *et al.*, 2014).

Penelitian Khaazei *et al.*, (2014) tentang aplikasi maltodekstrin dan gum arab dalam mikroenkapsulasi antosianin kelopak kunyit menggunakan *freeze dry* menunjukkan bahwa bentuk serpihan, tak beraturan, dan berongga-rongga terjadi akibat adanya proses *freeze drying*. Saat proses *freeze drying* akan terjadi sublimasi dengan perubahan bentuk dari padat (beku) menjadi uap, selanjutnya uap tersebut disedot secara vacuum sehingga menyebabkan partikel menjadi keriput bahkan berongga. Diperkuat oleh penelitian Rajam dan Anandharamkrishnan (2015), bahwa proses *freeze drying* melibatkan pembekuan, sublimasi (pengeringan pertama) dan desorpsi-pengeringan kedua. Biasanya larutan pengisi pertama membeku kemudian air dipindah dari produk beku dengan cara sublimasi secara langsung dari es ke uap air di bawah tekanan rendah.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari penelitian berdasarkan pengaruh perbandingan konsentrasi penyalut gum arab dan maltodekstrin terhadap kualitas enkapsulat ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan metode *Freeze drying* yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik pada pembuatan enkapsulasi ekstrak teh *S. cristaefolium* adalah dengan konsentrasi gum arab 12% dan maltodekstrin 8% yaitu dengan kadar air 0,89%; diameter 9,09 μm ; rendemen 0,91%; skoring warna 4,65; skoring rasa 4,03; skoring aroma 3,27; dan hedonik warna 4,75; hedonik rasa 4,00; hedonik aroma 2,65.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut yang perlu dilakukan yaitu dengan menambahkan bahan penyalut agar penyalutan lebih sempurna sehingga produk yang dihasilkan tidak berongga, aroma dan rasa lebih baik, serta dapat mempertahankan senyawa bioaktif yang terkandung. Selain itu juga harus memperhatikan dalam pemilihan bahan penyalut dan metode pengeringan yang akan digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M.A. 2011. Alga Coklat (Phaeophyceae). Universitas Khairun. Ternate.
- Alftren, J., Penarrieta, J.M., Bergenstahl, B., Nilssona, L. 2012. Comparison of molecular and emulsifying properties of gum Arabic and mesquite gum using asymmetrical uow ueld uow fractionation. *Jurnal Food Hydrocolloids*. 54–62.
- Algaebase. 2013. Klasifikasi Alga Coklat (*Sargassum cristaefolium*). http://www.algaebase.org/search/species_id=4088. Diakses tanggal 10 Januari 2015. Pukul 10.00 WIB.
- 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*.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.
- Anggraeni, N.D. 2008. Analisa SEM (*scanning Electron Microscopy*) Dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetik Menjadi Hematite. *Rekayasa dan aplikasi teknik mesin di industri*. 1(7):1693- 3168
- Anwar, Effionora. 2002. Pemanfaatan Maltodekstrin dari Pati Singkong Sebagai Bahan Penyulut Tipis Tablet. Makara. *Jurnal Sains*. 6(1): 50.
- Aulia, L. P. 2012. Optimasi Proses Ekstraksi Daun Sirsak (*Anuona muricata L*) Metode MAE (*Microwave Assisted Extraction*) Dengan Respon Aktivitas Antioksidan Dan Total Fenol. Skripsi.Universitas Brawijaya. Malang.
- Babtsov, Tagra and gamse. 2002. Method Of Microencapsulation. US Patent. 6: 932 984
- Bertolini, A.C., A.C. siani and C.R.F. Grosso. 2001. Stability Of Monoterpens Encapsulated In Gum Arabic By Spray Drying. *J. Agriculture Food Chemistery*. 49(1): 780- 785
- Dewan Standardisasi Nasional. 1989. Dekstrin untuk Industri Nonpangan. Jakarta
- _____. 1992. Dekstrin Industri Pangan. Jakarta.
- Dickinson, E. 2003. Hydrocolloids at Interfaces and The Influence on The Properties of Dispersed Systems. *Food Hydrocolloids*.7(1):25-39.

- Efendi, E. 2000. Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Jahe dengan Campuran Gum Arab Maltodekstrin dan Variasi Suhu Inlet Spray Drier. Tesis Program Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Effendy, M. S., Wisnu C. Dan Vita H. P. 2013. Kajian Jenis Teh serta Konsentrasi Ekstrak Jahe Merah dan Temulawak terhadap Karakteristik Minuman Jahe Enkapsulasi. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 2(1): 1-25
- Fahri, M., Y. Risjani., dan P. Sasangka. 2010. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid Serta Uji Toksisitas Ekstrak Metanol dari Alga Coklat (*Sargassum cristaefolium*). Skripsi. FPIK. Universitas Brawijaya. Malang.
- Fasikhatun, T. 2010. Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Dan Gum Arab Terhadap Karakteristik Mikroenkapsulasat Minyak Sawit Merah Dengan Metode Spray Drying. *Teknologi Pertanian Bogor*. Jakarta: 1-109.
- Fitriana, N., Rumayanti, N. Sumartini, A. Jayuska, Syaiful, dan Harliya. 2014. Formulasi Serbuk Flavor Makanan Dari Minyak Atsiri Tanaman Kesum (*Polygonum minus Huds*) Sebagai Penyedap Makanan. *Aplikasi Teknologi Pangan*. 3(1): 1-4.
- Gamse, T. 2002. Liquid- Liquid Extraction And Solid- Liquid Extraction. *Institute of thermal process and environmental engineering graz university of technology*. 1- 80.
- Gardjito, M., A. Murdiati, and N. Aini. 2006. Mikroenkapsulasi B-Karoten Buah Labu Kuning dengan Enkapsulan Whey dan Karbohidrat. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Universitas Mulawarman. 2(1):13.
- Glicksman, M., dan R. E. Sand. 1973. Gum arabic. *Di dalam* BeMiller, J. N dan Whistler, R.L (eds). *Industrial Gums Polysaccharides and Their Derivates*. Academic Press, New York.
- 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*. : 5(2): 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). Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. 88.
- Hariyadi, P. 2013. Freeze Drying Technology: For Better Quality And Flavor Ofdried Product. *Food viev Indonesia*. 7(2): 1-6.
- Hartinim, Y.S., C.J., Soegihardjo, Ayu Intan Chrisna Putri, Maria Imaculata, Astuti Setyorini, dan Donny Kurniawan. 2009. Daya Antibakteri Campuran Ekstrak Etanol Buah Adas (*Foeniculum vulgare Mill*) dan Kulit Batang

- Pulasari (*Alyxia reinwardtii* BL). Universitas Sanata Dharma Yogyakarta dan Universitas Gadjah mada. Yogyakarta.
- Hasanah, 2011, Mikroenkapsulasi Biomassa Porphyridium Cruentum. Skripsi Institut Pertanian Bogor. Bogor: 97.
- Hendrawan, A. 2010. Adsorpsi Unsur Pengotor Larutan Natrium Silikat Menggunakan Zeolit Alam Karangnunggal. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. 94.
- Hertog, M.G.L., P.C.H. Hollman, M.B. Katan. 1992. Content Of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids Of 28 Vegetables And 9 Fruits Commonly Consumed In The Netherlands. *J. Agric. Food Chem.* 40(3): 2379–2383.
- Hui, Y. H. 1992. Encyclopedia of Food Science and Technology Handbook. VCH Publisher, Inc. New York
- Imeson, A. 1999. Thickening and Gelling Agent for Food. Aspen Publisher Inc, New York.
- Ismarani, D. I. Pradono dan L. K. Darusman. 2011. Mikroenkapsulasi Ekstrak Formula Pegagan Kumis Kucing Sambiloto Sebagai Inhibitor *Angiotensin I Converting Enzyme* Secara *In Vitro*. *Agribisnis Dan Pengembangan Wilayah.* 3(1): 1-14.
- Kadi, A. 2005. Beberapa Catatan Kehadiran Marga Sargassum Diperairan Indonesia. *Oseana.* 30(4): 19- 20.
- Kartika, B. P. Hastuti, W. Supartono. 1988. Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan. Skripsi. UGM Press. Yogyakarta.
- Kenyon, M.M dan R.J. Anderson. 1988. Maltodextrin dan low-dextrose-equivalence corn syrup solids. *Di dalam* Risch S. J dan G. A. Reineccius (Eds). *Flavour Encapsulation*. American Chemical Society, Washington, D.C. 7-10.
- Ketaren, S. 1987. Minyak atsiri I. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Khazaei, K. M., S. M. Jafari, M. Ghorbani, dan A. H. Kakhki. 2014. Application Of Maltodextrin And Gun Arabic In Microencapsulation Of Saffron Petal's Anthocyanins And Evaluating Their Storage Stability And Color. *Carbohydrate polymers.* 105(2): 57 – 62
- Koirewoa YA, Fatimawali F, Wiyono W. 2012. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid dalam Daun Beluntas (*Pluchea indica* L.). *Pharmacon.* 7(2): 13.
- Kris-Etherton, P.M., dan C.L. Keen. 2002. Evidence That The Antioxidant Flavonoids in Tea and Cocoa Are Beneficial for Cardiovascular Health. In "Current Opinion in Lipidology". Lippincott Williams & Wilkins. 13(5): 41-49.
- Kustina Laina. 2006. Studi Kasus Fisika Pangan Hasil Pembuatan The Rumpit Laut Jenis Sargassum. Institut Pertanian Bogor. Bogor

- Mahmood, T., N. Akhtar, dan B.A. Khan. 2010. *The Morphology, Characteristics and Medicinal Properties of Camelia Sinensis Tea*. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4(19):9
- Mamahit, L. 2009. Satu Senyawa Steroid Dari Daun Gedi (*Abelmoschus manihot* L. Medik) asal sulawesi utara. *Chem Prog*. 2(1): 1-6.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 1994. Persyaratan Obat Tradisional. Jakarta.
- Miller, A.L. 2001. Antioxidant Flavonoids: Structure, Function and Clinical Usage. *Alt. Med*. 1(2): 103-111.
- Moestofa, A. 1981. Isolasi Oleoresin dari Lada Hitam Proceeding Minyak Alsiri II. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Pertanian. Bogor.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*. 7(2): 1-7.
- Nofiani, R. 2008. Urgensi dan Mekanisme Biosintesis Metabolit Sekunder Mikroba Laut. *Jurnal Natur Indonesia*. 10(2): 120-125.
- Ouyang W. 2004. Artificial Cell Microcapsule For Oral Delivery Of Live Bacterial Cell For Therapy: Design, Preparation, And In-Vitro Characterization. *J Pharm Pharmaceut Sci* 7(1):315-324.
- Prabandari, W. 2011. Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Bahan Penstabil Terhadap Karakteristik Fisikokimia Dan Organoleptik Yoghurt Jagung. Universitas Sebelas Maret. Surabaya. 1-52.
- Pramitasari, D. 2010. Penambahan Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale rosc.*) Dalam Pembuatan Susu Kedelai Bubuk Instan Dengan Metode Spray Drying. Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta: 1-68.
- Purgeslove, J. W., E. G. Brown, C. I. Green and S. R. Robinson. 1981. Spices. Longman. New York: 96.
- Putranti, R. I. 2013. Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumpun Laut *Sargassum Duplicantum* Dan *Turbinaria Ornata* Dari Jepara. Universitas Diponegoro. Semarang: 1- 104.
- Putri, K. H. 2011. Pemanfaatan Rumpun Laut Coklat (*Sargassum sp.*) sebagai Serbuk Pelangsing Tubuh. Institut Pertanian Bogor. Bogor: 1-99
- Rahmadevi, E. Zaini dan A. Halim. 2013. Penggunaan Eudragit L 100 Dalam Formulasi Mikrokapsul Natrium Diklofenak Dengan Teknik Emulsifikasi Penguapan Pelarut. *Jurnal farmasi Andalas*. 1(1): 2302-8254
- Rakasiwi, P., E. D. Iftitah dan E. P. Utomo. 2014. Pengaruh Perbandingan Bahan Pelapis Maltodekstrin Dan Gum Arab Dalam Mikrokapsul Berbahan Inti Sitronelal. *Kimia Student*. 2(1): 295- 300.

- Rasyid, A. 2004. Berbagai Manfaat Algae. *Jurnal Oseana*. 29(3): 9 -15.
- Risjani, Y dan K. W. Anita. 2009. Karakterisasi Metabolit Bioaktif Rumput Laut *Sargassum* sp. (phaeophyta) Yang Berpotensi Sebagai Senyawa Anti Tumor. *Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi*. 2(15): 1-12.
- Salas, P. G. 2010. Phenolic Compound Extraction System for Fruit and Vegetable Samples. *Jurnal Molecular*. 15: 8813-8826.
- Sari, G. P. 2010. Uji Efek Analgetik dan Antiinflamasi Ekstrak Kering Air Gambir Secara *In Vitro*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayat. Jakarta: 1- 154.
- Septiana, A. T dan A. Asnani. 2012. Kajian Sifat Fisikokimia Ekstrak Rumput Laut Coklat *Sargassum Duplicatum* Menggunakan Berbagai Pelarut Dan Metode Ekstraksi. *Jurnal Agrotek*. 6(1): 1-7.
- Setiadi, Adi. 2006. Mikroenkapsulasi Ekstrak Karoten Dari Spora Kapang Oncom Merah (*Neurospora* Sp) Dengan Bahan Penyalut Berbasis Karbohidrat Menggunakan Metode Pengeringan Semprot. Universitas Brawijaya. Malang.
- Setiani. Wini, Tety Sudiarti, Lena Rahmidar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi *Edible Film* dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Valensi*. 3(2):15.
- Shaikh J., Bhosale, R. dan Sighal, R. (2006). Microencapsulation of Black Pepper Oleoresin. *Food Chemistry* 94(1): 105-110.
- Shofian, N. M., A. A. Hamid, A. Osman, N. Saari, F. Anwar, M. S. P. Dek, dan M. R. Hairuddin. 2011. Effect of Freeze drying on the Antioxidant Compounds and Antioxidant Activity of selected tropical fruits. *Int. J. Mol. Sci.* (12): 4678- 4692.
- Siregar, C.J.P. dan Wikarsa, S. (2010). Teknologi Farmasi Sediaan Tablet: Dasar-Dasar Praktis. Jakarta: EGC. 13-42.
- Somaatmadja, D. 1981. Prospek Pengembangan Industri Oleoresin di Indonesia. Komunikasi. BBIHP. Bogor. 201.
- Sudarmajiet *al.*, 2003 Sudarmadji, I. B. 2003. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian (Edisi ke 2 vol III. Yogyakarta: Liberty.
- Sugindro, E. Mardliyati dan J. Djajadisastra. 2008. Pembuatan Dan Mikroenkapsulasi Ekstrak Etanol Biji Jinten Hitam Pahit (*Nigella sativa* linn.). *majalah ilmu kefarmasian*. 5(2): 57- 66.
- Suratmo. 2009. Potensi Ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) Sebagai Antioksidan. MIPA. Universitas Brawijaya. Malang.
- Suryanto, R. 2000. Pembuatan Bubuk Sari Buah Sirsak Dari Bahan Baku Pasta Dengan Menggunakan Foam Mat Drying. Tesis master. Universitas Brawijaya. Malang

- Sutriyo, Djajadisastra J, Novitasari A. 2004. Mikroenkapsulasi Propanolol Hidro-Klorida Dengan Penyalut Etil Selulosa Menggunakan Metode Penguapan Pelarut. *Majalah Ilmu Kefarmasian*.1:93-99.
- Suyitno. 1989. Petunjuk Laboratorium Rekayasa Pangan. *PAU Pangan dan Gizi*. UGM. Yogyakarta.1-109.
- Syaflan, M. dan S. Hastuti. 2002. Ekstraksi Oleoresin Suatu Alternatif Untuk Memberikan Nilai Tambah Bagi Penili. Seminar Nasional PATPI. Malang.
- Tambunan, A. dan Solahudin. 2000. Simulasi Karakteristik Pengeringan Beku Daging Sapi Giling. *Bulletin Ketenikan Pertanian*. 14(1):10
- Tanaka R, T. Nakata, C. Yamaguchi, S. Wada, T. Yamada & H. Tokuda. 2008. Potential Anti-Tumor-Promoting Activity of 3a-Hydroxy-D:A-frie-dooleanan-2-one from the stem bark of *Mal-lotus philippensis*. *Planta Med*, 74(4): 413-416.
- Tayade PT, Kale RD. 2004. Encapsulation of Drug-Insoluble Drug By Cross-Linking Technique: Effect Of Process And Formulation Variables On Encapsulation Efficiency, Particle, Size, And In Vitro Dissolution Rate. *AAPS Pharm Sci*. 6(1): 12.
- Thevenet, F. 1988. Acacia gums stabilizers for flavor encapsulation. *Di dalam American Chemical Society*. 37: 44.
- Tjitrosoepomo, G. 2001. Taksonomi Tumbuhan: Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta dan Pteridophyta. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ul-Ain Q, Sharma S, Khuller GK, Garg SK. 2003. Alginate-Based Oral Drug Delivery System For Tuberculosis Pharmacokinetics And Therapeutics Effects. *J Antimicrob Chemotherapy*. 51:931-938.
- Wahjuningsih, S. B. dan B. Kunarto. 2009. Aktivitas Antioksidan B-Karoten Ubi Jalar Yang Dienkapsulasi Menggunakan Gum Arab-Maltodekstrin Dan Diaplikasikan Pada Cookies. *Agritech*. 29(1):1-6
- Wartaekspor. 2011. Rumput Laut Dan Produk Turunannya. *Kementrian Perdagangan republik Indonesia Edisi oktober*. 1-20.
- Winarno, F.G . 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- _____. 1992. Kerusakan Bahan Pangan dan Cara pencegahannya. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- _____. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Wukirsari, T. 2006. Enkapsulasi Ibuprofen dengan Penyalut Alginat-Chitosan. Institut Pertanian Bogor.

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 Pengetahuan Indonesia.

Yunizal, S. 2004. Teknik Pengolahan Alginat. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Wibowo, L. dan Evi F. 2012. Pengolahan Rumput Laut (*Euचेuma cottoni*) Menjadi Serbuk Minuman Instan. *Jurnal teknik perikanan*. Politeknik Negeri Pontianak. 8(2):101-109



Lampiran 1. Prosedur Pengukuran Diameter Enkapsulasat Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (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 mendapatkan perbesaran yang lebih kuat, ubahlah lensa objektif dengan mengatur revolver, usahakan agar preparat tidak bergeser.

Lampiran 2. Proses Pembuatan Serbuk Daun Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (Aulia, 2012 yang telah termodifikasi).

Proses pembuatan serbuk daun teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* adalah sebagai berikut :

1. Daun alga coklat basah ditimbang sebanyak 1 kg dan di sortasi.
2. Cuci dengan air mengalir kemudian ditiriskan.
3. Daun alga coklat yang telah bersih di keringkan pada sinar matahari hingga daun alga coklat kering.
4. Daun alga coklat yang telah bersih dihaluskan dengan blender
5. Daun alga coklat yang telah hancur selanjutnya diayak dengan ayakan ukuran 60 mesh.



Lampiran 3. Prosedur Kadar Air Enkapsulasat Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (Sudarmaji et al., 2003 dan Ali et al., 2013 yang telah dimodifikasi)

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 4. Proses Ekstraksi Sampel Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (Marudhupandi *et al.*, 2015 dan Gusti, 2011 yang telah dimodifikasi).

Proses ekstraksi sampel alga coklat *Sargassum cristaefolium* adalah sebagai berikut :

1. Serbuk alga coklat ditimbang 50 gram dan dimasukkan beaker glass 1000 ml,
2. Direndam dengan etanol 750 ml.
3. Diaduk dengan magnetic stirrer selama \pm 12 jam pada suhu kamar,
4. Kemudian disentrifuge dengan kecepatan 2000 rpm selama 10 menit,
5. Pelarut yang terdapat dalam filtrat diuapkan dengan menggunakan rotary evaporator vakum dengan kecepatan hingga pelarut telah berhenti terkondensasi (tidak menetes lagi).



Lampiran 5. Pembuatan Enkapsulat Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (Sugindro *et al.*, 2008; Purwaningsih *et al.*, 2011; dan Rakasiwi *et al.*, 2014 yang telah dimodifikasi).

Proses Pembuatan enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium* adalah sebagai berikut :

1. Campurkan Gum arab dan maltodekstrin dengan perbandingan (10%:10%), (8%:12%), dan (12%:8%) dan ekstrak sebanyak 3% dan dimasukkan kedalam beaker glass 100 mL.
2. Dihomogenkan menggunakan magnetik stirrer selama 15 menit dengan kecepatan 1000 rpm.
3. Keringkan dengan menggunakan *Freeze Dry*.
4. Dihaluskan menggunakan blender.
5. Serbuk enkapsulasi ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*.



Lampiran 6. Prosedur Perhitungan Rendemen Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* (Putri, 2012).

Prosedur analisis perhitungan rendemen adalah sebagai berikut :

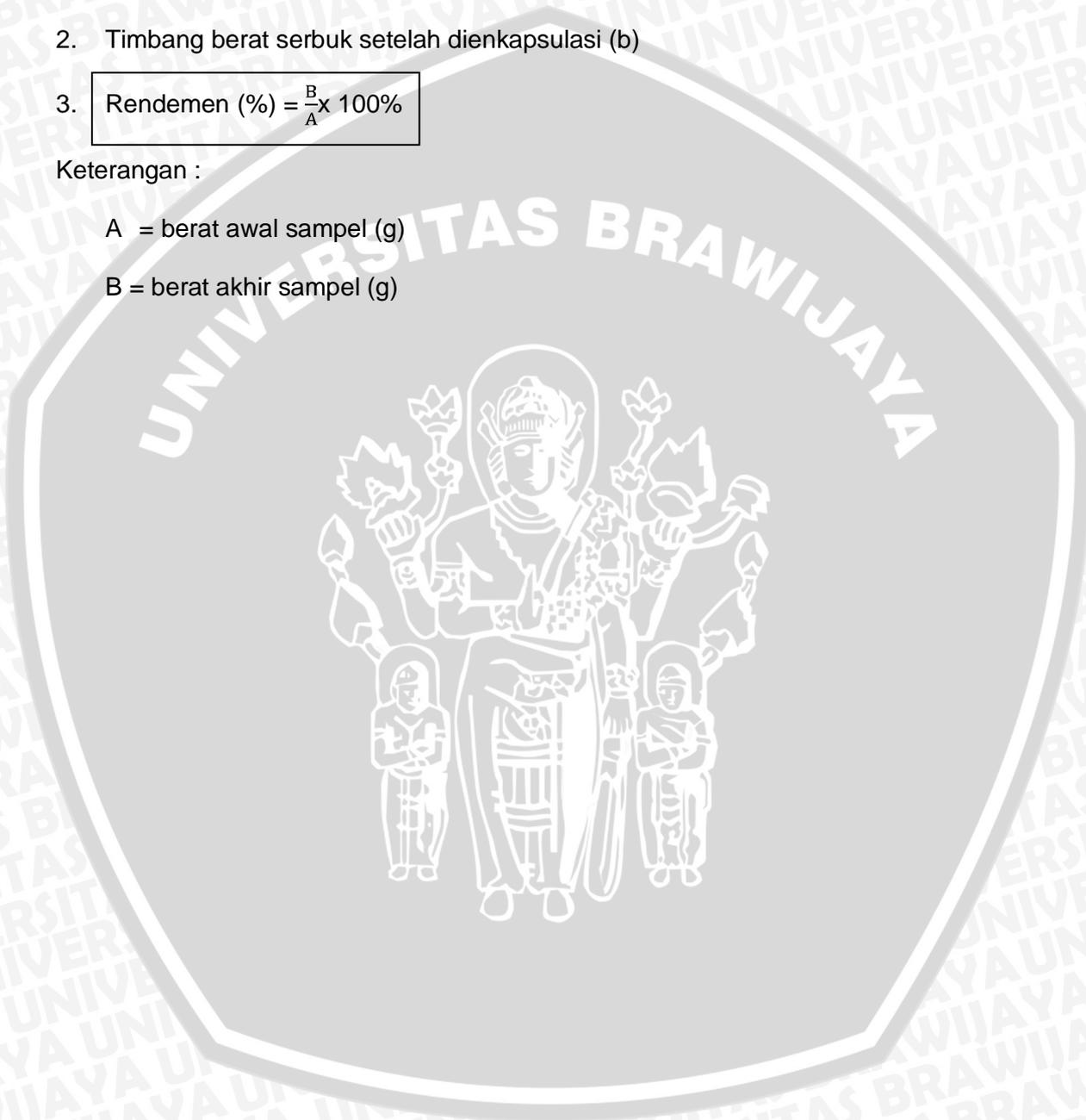
1. Timbang berat bahan awal (a)
2. Timbang berat serbuk setelah dienkapsulasi (b)

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

Keterangan :

A = berat awal sampel (g)

B = berat akhir sampel (g)



Lampiran 7. 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

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

Keterangan :

a) Warna

b) Rasa Enak

c) Aroma

1 = sangat tidak coklat

1 = sangat tidak enak

1 = sangat tidak terasa

2 = tidak coklat

2 = tidak enak

2 = tidak terasa

3 = agak tidak coklat

3 = agak tidak enak

3 = agak tidak terasa

4 = coklat

4 = enak

4 = terasa

5 = agak coklat

5 = agak enak

5 = agak terasa

6 = sangat coklat

6 = sangat enak

6 = sangat terasa

7 = amat sangat coklat

7 = amat sangat enak

7 = amat sangat terasa

Lampiran 8. 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 9. Penetapan Kadar Flavonoid Total (Desmiaty et al., 2009)

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 $\mu\text{m}/\text{ml}$. 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 teh alga coklat *S. cristaefolium*. 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

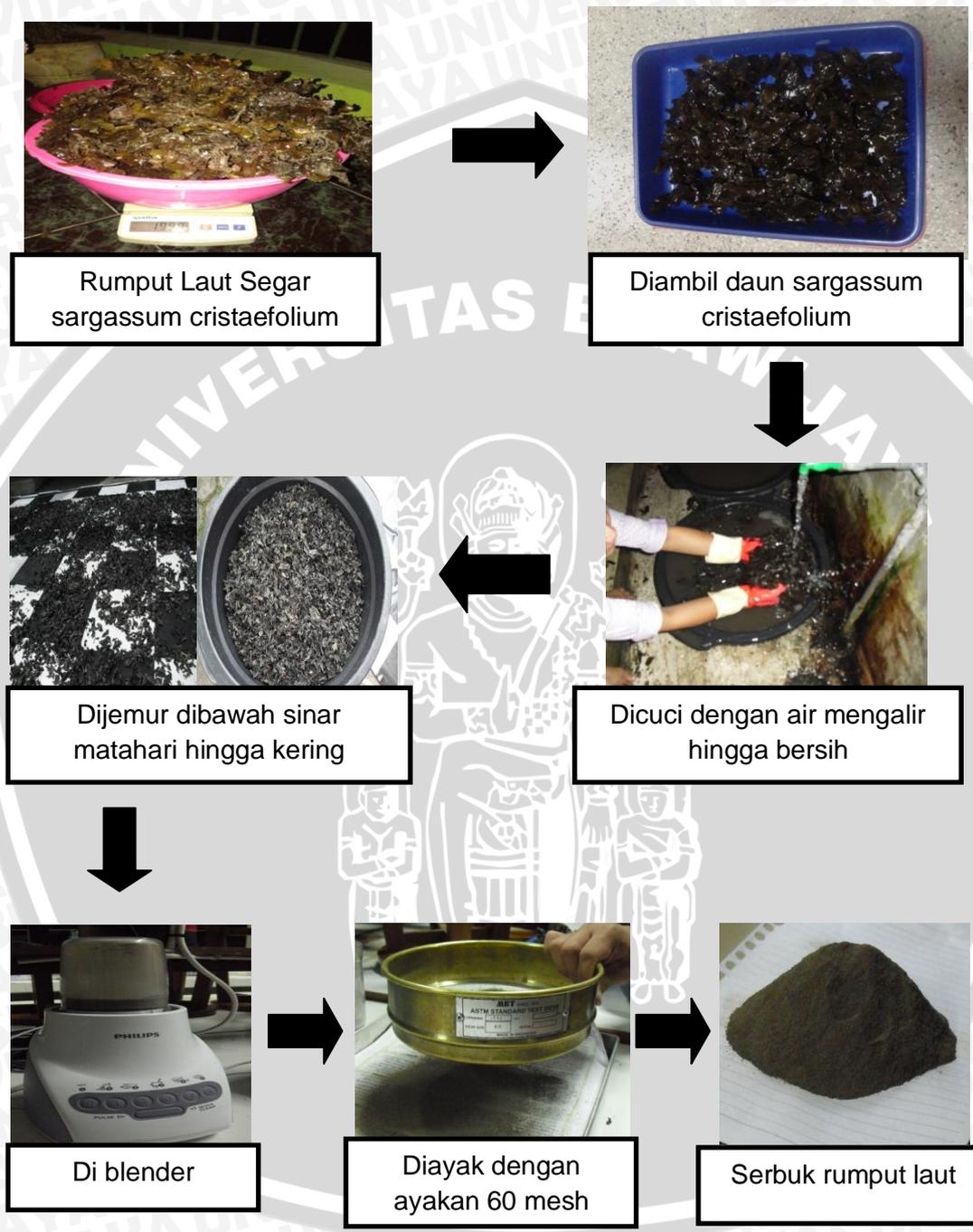
C = kesetaraan kuersetin (g/ml)

V = volume total ekstrak etanol (ml)

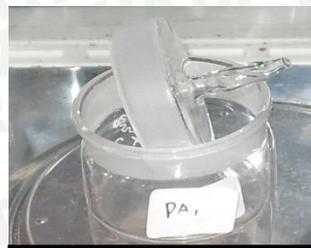
F = faktor pengenceran (10)

m = berat sampel (g)

Lampiran 10. Foto Alur Proses Pembuatan Serbuk Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*



Lampiran 11. Foto Alur Proses Pengujian Kadar Air



Botol Timbang



Dipanaskan dalam Oven pada Suhu 105°C selama 24 jam



Dimasukkan dalam desikator selama 30 menit



Ditimbang beratnya sebagai berat A



Enkapsulasi serbuk daun *s.cristaefolium*



Ditimbang berat sebanyak 2 g sebagai berat B



Dimasukkan dalam botol timbang





Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam



Dimasukkan dalam desikator selama 30 menit



Ditimbang beratnya dan dicatat sebagai berat C

Dihitung Prosentase Kadar air

Lampiran 12. Foto Alur Proses Ekstraksi Daun Alga Coklat *S. cristaeifolium* Kering



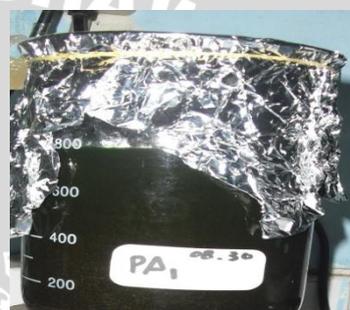
Serbuk Rumput laut



Diayak dengan ayakan 60 mesh



Diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 12 jam



Direndam dengan Pelarut Etanol 96% 1:15



Disentrifuge 2000 rpm selama 10 menit



Dipekatkan dengan *rotary Evaporator*



Ekstrak kasar daun *sargassum cristaeifolium*

Lampiran 13. Alur Proses Encapsulasi Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*



Campurkan gum arab dan maltodekstrin 20% dengan perbandingan (1:1); (2:3); dan (3:2) kedalam 50 mL aquades



3% sampel ekstrak teh alga coklat *Sargassum cristaefolium*



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



Dikeringkan dengan alat freeze dryer suhu -45°C



Lampiran 14. Perhitungan Keragaman Analisis Kadar Air

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	Total ²	ST DEVIASI
	1	2	3				
A	0,5801	0,6405	0,5711	1,7917	0,5972	3,2100	0,0377
B	0,6482	0,6762	0,7796	2,1040	0,7013	4,4268	0,0692
C	0,9932	0,8052	0,8826	2,6810	0,8937	7,1878	0,0945
Total	2,2215	2,1219	2,2333	6,5767	2,1922	4,9415	

FK	2,88
JK Total	2,09
JK Perlakuan	2,06
JK Galat	0,03

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	2,06	1,03	203,90	5,14	10,92
Galat	6	0,03	0,01			
Total	8	2,09				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,142

Notasi

Perlakuan				Notasi
A1	0,5972			a
B2	0,7013	0,104117		a
C3	0,8937	0,29645	0,192333	b

Lampiran 15. Perhitungan Keragaman Analisis Diameter

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST Deviasi	
	n	1	2				3
A		14,08	13,20	13,64	40,92	13,64	0,44
B		11,00	12,76	11,00	34,76	11,59	1,02
C		9,68	8,80	8,80	27,28	9,09	0,51
Total		34,76	34,76	33,44	102,96	34,32	

FK	1177,86
JK Total	34,07
JK Perlakuan	31,11
JK Galat	2,97

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	31,11	15,55	31,43	5,14	10,92
Galat	6	2,97	0,49			
Total	8	34,07				

t Tabel	2,447
BNT 5%	1,405

Notasi

Perlakuan		16,08	16,93	20,75	Notasi
A	16,08				a
B	16,93	0,85			a
C	20,75	4,67	3,82		b

Lampiran 16. Perhitungan Keragaman Analisis Rendemen

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
A	0,922	0,970	0,812	2,704	0,901	0,081
B	0,631	0,686	0,726	2,043	0,681	0,048
C	0,993	0,889	0,858	2,740	0,913	0,071
Total	2,546	2,545	2,396	7,487	2,496	

FK	3,74
JK Total	2,62
JK Perlakuan	2,59
JK Galat	0,03

ANOVA

SK	db	JK	KT	F		
				Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	2,59	1,30	281,21	5,14	10,92
Galat	6	0,03	0,00			
Total	8	2,62				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,136

Notasi

Perlakuan				Notasi
A1	0,901			a
B1	0,681	-0,22033		a
C1	0,913	0,012	0,232333	b

Lampiran 17. Perhitungan Keragaman Analisis Skoring Warna

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
A	3,55	3,25	3,75	10,55	3,52	0,25
B	3,95	4,05	4,15	12,15	4,05	0,10
C	4,75	4,55	4,65	13,95	4,65	0,10
Total	12,25	11,85	12,55	36,65	12,22	

FK	149,25
JK Total	2,10
JK Perlakuan	1,93
JK Galat	0,17

ANOVA

SK	db	JK	KT	F		
				Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	1,93	0,96	34,72	5,14	10,92
Galat	6	0,17	0,03			
Total	8	2,10				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,333

Notasi

Perlakuan				Notasi
A1	3,52			a
B2	4,05	0,5333		b
C3	4,65	1,1333	0,6	c

Lampiran 18. Perhitungan Keragaman Analisis Skoring Rasa

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
A	3,25	3,30	3,20	9,75	3,25	0,05
B	3,50	3,70	3,95	11,15	3,72	0,23
C	3,75	4,20	4,15	12,10	4,03	0,25
Total	11,95	12,05	11,90	35,90	11,97	

FK	121,00
JK Total	1,16
JK Perlakuan	0,93
JK Galat	0,23

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,93	0,47	12,24	5,14	10,92
Galat	6	0,23	0,04			
Total	8	1,16				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,390

Notasi

Perlakuan				Notasi
A1	3,25			a
B2	3,72	0,466667		b
C3	4,03	0,783333	0,383333	c

Lampiran 19. Perhitungan Keragaman Analisis Skoring Aroma

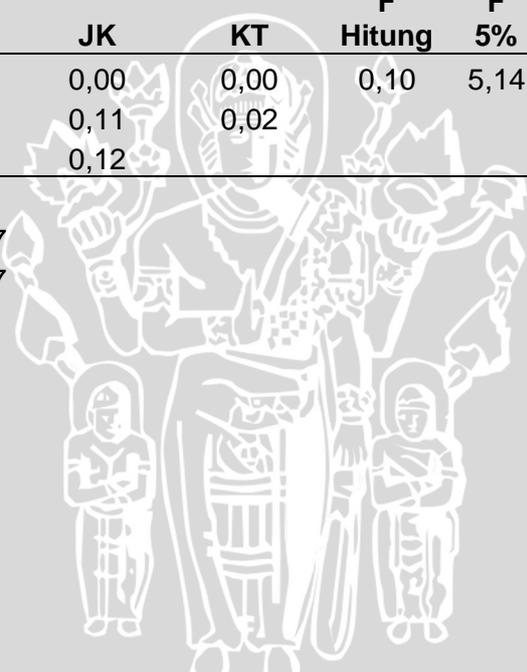
Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
A	3,50	3,25	3,20	9,95	3,32	0,16
B	3,35	3,20	3,30	9,85	3,28	0,08
C	3,15	3,45	3,20	9,80	3,27	0,16
Total	10,00	9,90	9,70	29,60	9,87	

FK	97,35
JK Total	0,12
JK Perlakuan	0,00
JK Galat	0,11

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,00	0,00	0,10	5,14	10,92
Galat	6	0,11	0,02			
Total	8	0,12				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,277



Lampiran 20. Perhitungan Keragaman Analisis Hedonik Warna

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
A	3,35	3,25	3,45	10,05	3,35	0,10
B	3,90	3,55	3,75	11,20	3,73	0,18
C	4,75	4,65	4,85	14,25	4,75	0,10
Total	12,00	11,45	12,05	35,50	11,83	

FK	140,03
JK Total	3,24
JK Perlakuan	3,14
JK Galat	0,10

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	3,14	1,57	92,67	5,14	10,92
Galat	6	0,10	0,02			
Total	8	3,24				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,260

Notasi

Perlakuan	3,35	3,73	4,75	Notasi
A1	3,35			a
B2	3,73	0,383333		b
C3	4,75	1,4	1,016667	c

Lampiran 21. Perhitungan Keragaman Analisis Hedonik Rasa

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
A	3,25	3,20	3,15	9,60	3,20	0,05
B	3,55	3,85	3,90	11,30	3,77	0,19
C	3,85	4,10	4,05	12,00	4,00	0,13
Total	11,65	11,15	11,10	32,90	11,68	

FK	120,27
JK Total	1,13
JK Perlakuan	1,02
JK Galat	0,11

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	1,02	0,51	27,28	5,14	10,92
Galat	6	0,11	0,02			
Total	8	1,13				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,273

Notasi

Perlakuan				Notasi
A1	3,20			a
B2	3,77	0,566667		b
C3	4,00	0,8	0,233333	b

Lampiran 22. Perhitungan Keragaman Analisis Hedonik Aroma

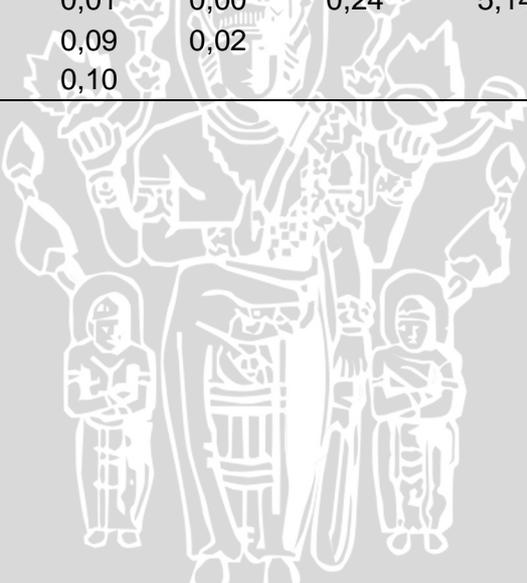
Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	ST DEVIASI
	1	2	3			
A	2,70	2,85	2,60	8,15	2,72	0,13
B	2,85	2,70	2,55	8,10	2,70	0,15
C	2,60	2,75	2,60	7,95	2,65	0,09
Total	8,15	8,30	7,75	24,20	8,07	

FK	65,07
JK Total	0,10
JK Perlakuan	0,01
JK Galat	0,09

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,01	0,00	0,24	5,14	10,92
Galat	6	0,09	0,02			
Total	8	0,10				

t Tabel	2,447
BNT 5%	0,247



Lampiran 23. Analisis Kadar Quercetin (Standar Quercetin) Enkapsulat Ekstrak Teh Alga Coklat *Sargassum cristaefolium*

No	Nama Standard	Konsentrasi (µg/ml)	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	

