PENGARUH SUHU INLET SPRAY DRYER TERHADAP KUALITAS ENKAPSULAT EKSTRAK DAUN Sargassum cristaefolium TERSALUT KOMBINASI GUM ARAB DAN DEKSTRIN

ARTIKEL SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

> OLEH : NANDA TITIAN HANIFAH NIM. 115080301111069



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG 2015



PENGARUH SUHU INLET SPRAY DRYER TERHADAP KUALITAS ENKAPSULAT EKSTRAK DAUN Sargassum cristaefolium TERSALUT KOMBINASI GUM ARAB DAN DEKSTRIN

ARTIKEL SKRIPSI

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

> OLEH : NANDA TITIAN HANIFAH NIM. 115080301111069

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II

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

(Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP)
NIP. 19611022 198802 2 001

Tanggal:

Tanggal:

Mengentahui, Ketua Jurusan MSP

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

Tanggal:

PENGARUH SUHU INLET SPRAY DRYER TERHADAP KUALITAS ENKAPSULAT EKSTRAK DAUN Sargassum cristaefolium TERSALUT KOMBINASI GUM ARAB DAN DEKSTRIN

Nanda Titian Hanifah¹⁾, Hartati Kartikaningsih²⁾ dan Muhamad Firdaus³⁾ Teknologi Hasil Perikanan

ABSTRAK

Sargassum cristaefolium merupakan salah satu jenis alga coklat. Masyarakat telah memanfaatkan S. cristaefolium menjadi teh yang berkhasiat medis. Namun, pemanfaatan ini kurang efektif karena teh S. cristaefolium memiliki bau amis. Cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah dengan cara enkapsulasi. Penerapan enkapsulasi pada pengolahan rumput laut coklat dapat dilakukan dengan mengolah daun S. cristaefolium menjadi ekstrak rumput laut terlebih dahulu sebelum dienkapsulasi menjadi serbuk. Enkapsulasi bertujuan untuk melindungi senyawa dari penguraian dan pengendalian pelepasan suatu senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak S. cristaefolium. Salah satu metode yang bisa digunakan untuk enkapsulasi ekstrak daun S. cristaefolium adalah dengan menggunakan metode spray drying. Pengeringan dengan metode ini dipengaruhi oleh suhu inlet dari alat spray dryer. Pembuatan enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium menggunakan bahan penyalut berupa kombinasi gum arab dan dekstrin. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu inlet spray dryer terhadap kualitas enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium tersalut kombinasi gum arab dan dekstrin. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap sederhana (suhu inlet 150°C, 170°C, 190°C) dengan tiga kali ulangan. Kualitas enkapsulat ekstrak S. cristaefolium diukur menggunakan SEM, distribusi partikel, efisiensi total flavonoid, warna, pH, kadar air, kelarutan, bau dan rendemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu inlet terbaik adalah 150°C dengan warna 74,75°; efisiensi total flavonoid 75,38%; kadar air 4,36%; pH 5,79; kelarutan 85,42%; jumlah mikrokapsul 97,64%; diameter terbanyak berukuran <10 μm, bau 4,48 dan rendemen 1,97%.

Kata Kunci: Ekstrak S. cristaefolium, enkapsulasi, spray drying, suhu inlet, gum arab dan dekstrin

1)Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan ^{2) dan 3)} Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan



THE EFFECT OF SPRAY DRYER INLET TEMPERATURE ON THE QUALITY OF LEAF EXTRACT ENCAPSULATION Sargassum cristaefolium COATED COMBINATION ARABIC GUM AND DEXTRIN

Nanda Titian Hanifah¹⁾, Hartati Kartikaningsih²⁾ and Muhamad Firdaus³⁾ Fisheries Technology

ABSTRACT

Sargassum cristaefolium was one type of brown algae. Communities have utilized S. cristaefolium be medically efficacious tea. However, this is less effective utilization because S. cristaefolium tea had coral reef smelt. The way that can be done to overcome these weaknesses is by encapsulation. Application of encapsulation on the processing of brown seaweed can be done by processing the leaves of S. cristaefolium be seaweed extract before encapsulated into powder. Encapsulation aims to protect the compound from decomposition and controlling the release of an active compound contained in the extract of S. cristaefolium. One method that can be used to extract S. cristaefolium encapsulation is to use a spray drying method. Drying with this method is affected by the inlet temperature of the spray dryer apparatus. Making the leaf extract of S. cristaefolium encapsulation using the coating material in the form of a combination of arabic gum and dextrin. The aim of this study was to determine the effect of the spray dryer inlet temperature to the quality of the leaf extract of S. cristaefolium enkapsulat coated combinations of gum arabic and dextrin. The research used simple Completely Randomized Design (inlet temperature 150°C, 170°C, 190°C) with three replications. Quality of encapsulation S. cristaefolium extract was measured in SEM, particle distribution, efficiency of total flavonoid, color, pH, water content, solubility, smell and yield. The research showed that the best inlet temperature was 150°C with color 74,75°; efficiency of total flavonoid 75,38%; water content 4,36%; pH 5,79; solubility 85,42%; microcapsules coated completely 97,64%; has the highest diameter with size <10µm; smell 4,48 and yield 1,97%.

Key Word: Extract S. cristaefolium, encapsulation, spray drying, inlet temperature, arabic gum and dextrin

1) Student of Fishery and Marine Science Faculty 2) and 3) Lecturer of Fishery and Marine Science Faculty



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

S. cristaefolium merupakan alga multiseluler memiliki senyawa - senyawa hasil metabolisme sekunder berupa alkaloid dan flavonoid. Senyawa-senyawa tersebut kemungkinan merupakan senyawa bioaktif yang dapat digunakan dalam dunia pengobatan (Fahri et al., 2010). Wong dan Lin (2014), menyatakan bahwa ektrak S. cristaefolium mempunyai kemampuan unutuk meregulasi lipid dalam darah, yang termasuk didalamnya yaitu menurunkan konsentrasi kolesterol total (TC) dalam darah. menurunkan konsentrasi trigliserida (TG) dalam darah, meningkatkan konsentrasi lipoprotein kolesterol high-density (HDL-C) dalam darah, menurunkan konsentrasi lipoprotein kolesterol low-density (LDL-C) dalam darah dan meningkatkan aktivitas antioksidan.

S. cristaefolium ini secara umum belum dimanfaatkan, bahkan banyak seringkali dianggap sebagai sampah laut. Sebenarnya, S. cristaefolium memiliki banyak manfaat. Salah satu bagian rumput laut coklat yang dimanfaatkan adalah pada bagian daun. King (2010), menyatakan bahwa rumput laut segar mengandung air sekitar 70 - 90% sehingga rumput laut mudah rusak. Oleh karena itu perlu adanya pengeringan setelah rumput laut dipanen. Rumput laut yang telah dikeringkan diketahui memiliki kandungan nutrien dan sifat fisiko kimia yang berbeda dibandingkan dengan rumput laut segar.

Pemanfaatan *Sargassum* telah dilakukan oleh masyarakat Vietnam, mereka mengolah *Sargassum* (rumput laut coklat) menjadi minuman teh yang berkhasiat medis (Susanto, 2009 *dalam* Putri, 2011). Namun, teh *Sargassum* memiliki kekurangan yaitu masih adanya bau amis pada teh, sehingga penggunaannya dalam pengobatan oral kurang diterima. Seperti hasil dari penelitian yang telah dilakukan oleh Kustina (2006) *dalam* Supirman *et al.* (2013), pada uji organoleptik teh alga coklat (*Sargassum* sp.), umumnya panelis tidak menyukai aroma dan rasa teh karena bau yang tidak sedap (seperti bau amis) pada produk teh rumput laut. Adanya kelemahan tersebut dapat diatasi dengan cara enkapsulasi.

Penerapan enkapsulasi pada pengolahan rumput laut coklat dapat dilakukan dengan mengolah daun S. cristaefolium menjadi ekstrak rumput laut terlebih dahulu sebelum dienkapsulasi menjadi serbuk. Pengaplikasian serbuk ekstrak daun S. cristaefolium nantinya dapat dilakukan dengan menambahkannya dalam berbagai macam makanan ataupun minuman. Bentuk bubuk memiliki sifat yang mudah larut, selain itu mutu produk akan tetap terjaga, tidak mudah terkotori, tidak mudah terjangkiti penyakit, dan tidak membutuhkan pengawet (Wibowo dan Fitriyani, 2012). Pengolahan menjadi serbuk ekstrak daun rumput laut juga merupakan salah satu upaya untuk memberikan nilai tambah sehingga S. cristaefolium tidak dijual dalam betuk basah saja yang harganya relatif murah.

Enkapsulasi adalah proses penangkapan partikel padat, butiran, cairan dan gas dalam lapisan tipis. Enkapsulasi bertujuan untuk melindungi senyawa dari penguraian dan pengendalian pelepasan suatu senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak atau bahan (Hendrian, 2010). Salah satu metode yang bisa digunakan untuk enkapsulasi ekstrak daun S. cristaefolium adalah dengan menggunakan metode spray drying. Spray drying adalah metode pengeringan yang dapat langsung menghasilkan serbuk. Metode spray drying mengeringkan cairan dengan cara mengkontakkan butiran - butiran cairan dengan arah yang berlawanan atau searah dengan udara panas. Kecepatan umpan, suhu pengeringan dan kecepatan udara pengering dapat diatur sehingga dapat dioperasikan secara kontinyu untuk mencapai kapasitas tertentu (Dwika et al., 2012). Penerapan teknik pengeringan dengan menggunakan spray dryer banyak digunakan dalam industri, sebab lebih ekonomis, fleksibel, dan dapat dilakukan secara kontinyu (Sutardi et al., 2010).

Pembuatan enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium dibutuhkan bahan penyalut. Penambahan bahan penyalut dalam mikroenkapsulasi untuk menahan dan melindungi komponen - komponen volatil dari kerusakan kimia selama pengolahan, penyimpanan dan penanganan serta harus bisa melepaskan material inti yang diselaputinya sewaktu dikonsumsi (Ahza dan Slamet, 1997).

Bahan yang dapat digunakan sebagai penyalut adalah golongan polisakarida seperti gum arab dan dekstrin. Gum arab dapat diaplikasikan sebagai binding agent bahan pangan maupun bahan obat. Selain itu gum arab bersifat sebagai emulsifier sehingga bahan yang telah diproses dengan penambahan gum arab akan mudah dilarutkan dalam air maupun minyak (Hakim dan Chamidah, 2013). Sedangkan dekstrin diketahui mempunyai sifat kelarutan yang tinggi, mempunyai sifat pelapis yang baik, dan harganya relatif lebih ekonomis dibandingkan dengan bahan penyalut lainnya (Karinawatie et al., 2008).

Yuliani et al. (2007), menyatakan bahwa suhu inlet dan outlet spray dryer merupakan faktor yang dapat mempengaruhi retensi bahan aktif dalam proses spray drying sebab suhu spray dryer dapat mempengaruhi struktur dari mikrokapsul yang dihasilkan. Ketidaksesuain antara bahan pengkapsul dan suhu spray dryer dapat mengakibatkan adanya retakan pada dinding kapsul yang dapat mengakibatkan kebocoran dan menurunkan retensi bahan aktif, sehingga perlu adanya penelitian yang mengkaji pengaruh suhu inlet spray dryer terhadap kualitas mikrokapsul yang dihasilkan.

Penelitian mengenai aplikasi kombinasi gum arab dan dekstrin telah dilakukan oleh Hakim dan Chamidah (2013), yaitu sebagai bahan pengikat protein ekstrak kepala udang dengan menggunakan teknik *spray drying*. Penelitian lain juga telah dilakukan Samborska dan Samborska dan Bienkowska (2013), yang meneliti pengaruh suhu *inlet spray dryer* terhadap karakteristik sifat fisik dan kimia madu kering dengan menggunakan penyalut dekstrin.

Sampai saat ini belum ada penelitian tentang pembuatan ekstrak rumput laut dengan menggunakan daun S. cristaefolium. Oleh karena itu perlu adanya penelitian yang membuat serbuk ekstrak daun S. cristaefolium yang dienkapsulasi dengan menggunakan kombinasi gum arab dan dekstrin dengan metode pengeringan menggunakan spray dryer. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu inlet spray dryer terhadap enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium, yang meliputi kadar air, efisiensi enkapsulasi flavonoid, warna, pH, kelarutan, organoleptik bau, struktur dan evaluasi

morfologi partikel serta distribusi ukuran diameter partikel per satu area pandang.

1.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2015 sampai Juni 2015 bertempat di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Bio Sains Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Teknik Pangan dan Pasca Panen Fakultas Teknologi Pangan Universitas Gadjah Mada dan Laboratorium Sediaan Padat Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Materi Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah alga coklat jenis *S. cristaefolium* yang diperoleh dari perairan Talango, Kabupaten Sumenep, Madura. Bahan – bahan tambahan yang digunakan untuk pembuatan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* yaitu daun *S. cristaefolium*, C_aCO₃ 1% (b/v), pH paper, kain blancu, *aluminium foil*, kertas saring, kertas label, air, akuades, gum arab 5,33% (b/v) dan dekstrin 2,67% (b/v).

Alat – alat yang digunakan untuk pembuatan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* yaitu bak plastik, timbangan digital, blender merk Philips, ayakan 60 mesh, gunting, nampan, *homogenizer* merk Ultra-Turrax T25, sendok bahan, alat- alat gelas merk Pyrex Iwaki (corong, gelas ukur, *erlenmeyer*, *beaker glass*), *materbath* merk Memmert WNB 7, botol kaca, dan *spray dryer* merk Lab Plant.

2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen menurut Setyanto (2005), adalah penelitian ilmiah yang dilakukan dengan sengaja kemudian memanipulasi dan mengkontrol satu atau lebih variabel dengan cara tertentu sehingga berpengaruh terhadap variabel tersebut. Tujuan dari penelitian eksperimental adalah untuk menyelidiki ada atau tidaknya hubungan antara sebab akibat dengan cara memberikan perlakuan

tertentu pada beberapa kelompok eksperimen. Percobaan dilakukan untuk menguji hipotesis serta untuk menemukan hubungannya.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel merupakan fakta yang memiliki nilai berubah atau bermacam-macam. Jenis variabel vaitu: variabel bebas, variabel terikat, variabel kontrol dan variabel moderator (Jaedun, 2011). Penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dari penelitian ini adalah suhu inlet spray dryer yaitu suhu 150°C, 170°C dan 190°C. Variabel terikat dari penelitian ini adalah warna, total flavonoid, kadar air, pH, daya larut, struktur dan evaluasi morfologi partikel, organoleptik bau serta rendemen enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium. Variabel bebas merupakan faktor yang menyebabkan suatu pengaruh, sedangkan variabel terikat merupakan faktor yang muncul disebabkan pengaruh dari variabel bebas.

2.4 Persiapan Bahan/ Sampel

Bahan baku yang digunakan yaitu S. cristaefolium yang diperoleh dari perairan Talango, Kabupaten Sumenep, Madura. Langkah pertama pada preparasi bahan ini yaitu S. cristaefolium dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan pasir dan kotoran yang menempel. Setelah bersih, S. cristaefolium dambil daunnya saja. Perlakuan sampel daun segar, daun S. cristaefolium ditimbang sebanyak 500 g direndam dalam larutan CaCO₃ 1% (b/v) selama 24 jam pada pH 11. Setelah itu daun S. cristaefolium direndam dalam air tawar selama 3 hari. Setiap harinya air diganti pada pagi dan sore hari. Perendaman ini secara tidak langsung sebagai proses pencucian. Sampel daun S. cristaefolium siap untuk diproses menjadi ekstrak rumput laut.

Perlakuan sampel kering, daun *S. cristaefolium* dicuci menggunakan air bersih dan disortasi untuk diambil daunnya saja. Kemudian sampel daun *S. cristaefolium* ditimbang sebanyak 500 g dan direndam dalam larutan CaCO₃ 1% (b/v) selama 24 jam pada pH 11. Setelah itu daun *S. cristaefolium* direndam dalam air tawar selama 3 hari. Setiap harinya air diganti pada pagi dan sore hari. Selanjutnya dikeringkan menggunakan sinar matahari selama 1 - 2 hari (tergantung cuaca)

hingga kering. Sampel daun S. cristaefolium siap untuk diproses menjadi ekstrak rumput laut

2.5 Enkapsulasi Ekstrak Daun S. cristaefolium

2.5.1 Penelitian Tahap I

Penelitian tahap I ini bertujuan untuk memperoleh ekstrak daun S. cristaefolium dengan menggunakan dua perlakuan berbeda yaitu perlakuan daun segar dan perlakuan daun kering. Setelah sampel daun S. cristaefolium segar dan kering siap, selanjutnya dilakukan proses pembuatan ekstrak daun S. cristaefolium. Langkah pertama, pada tiap – tiap perlakuan sampel daun segar dan kering dipotong kecil – kecil dengan menggunakan gunting diblender. Pemotongan daun ini bertujuan agar sampel dilakukan hancur saat proses penghancuran dengan menggunakan blender. Sedangkan proses penghancuran dengan menggunakan blender bertujuan agar ekstrak dari daun S. cristaefolium dapat keluar. Sampel yang telah diblender kemudian diayak (perlakuan pada sampel kering) dan ditimbang sebanyak 24 g. Selanjutnya ditambahkan akuades sebanyak 600 mL dengan perbandingan 1:25 (b/v) dan dihomogenkan dengan menggunakan magnetic stirrer. Setelah larutan menjadi homogen, lalu dididihkan pada waterbath dengan suhu 90°C selama 5 jam, dan disaring dengan kain blancu serta kertas saring hingga diperoleh ekstrak daun S. cristaefolium. Ekstrak daun disimpan dalam botol kaca dan ditutup dengan aluminium foil yang bertujuan untuk menjaga kualitas dari ekstrak tersebut.

2.5.2 Penelitian Tahap II

Penelitian tahap II dilakukan untuk memperoleh kandungan total flavonoid tertinggi pada ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan pelakuan sampel yang berbeda yaitu perlakuan daun segar dan perlakuan daun kering.

2.5.3 Penelitian Tahap III

Hasil total flavonoid tertinggi yang diperoleh dari penelitian tahap II, digunakan sebagai dasar pada pelaksanaan penelitian tahap III. Penelitian tahap III dilakukan untuk memperoleh enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan menggunakan perlakuan suhu

spray dryer yang berbeda. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu spray dryer terhadap enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium. Pembuatan enkapsulat ekstrak daun ceistaefolium dilakukan dengan menggunakan bahan penyalut berupa kombinasi gum arab dan dekstrin (1:0,5) dengan konsentrasi 5,33% (b/v) dan dekstrin 2,67% (b/v) (Hakim dan Chamidah, 2013). Parameter uji yang dilakukan pada penelitian tahap III yaitu pengujian warna, kandungan total flavonoid, kadar air, pH, daya larut, struktur dan evaluasi morfologi partikel (SEM), organoleptik bau serta rendemen.

Enkapsulasi dilakukan dengan cara menambahkan gum arab dan dekstrin dengan konsentrasi gum arab 5,33% (b/v) dan dekstrin 2,67% (b/v) ke dalam 500 mL ekstrak daun S. dihomogenkan cristaefolium kemudian menggunakan homogenizer dengan kecepatan 8000 rpm selama 15 menit. Selanjutnya dihubungkan beaker glass pada selang spray dryer. Suhu inlet spray dryer diatur yaitu 150°C, 170°C, 190°C, sedangkan suhu outlet spray dryer sebesar 70°C.

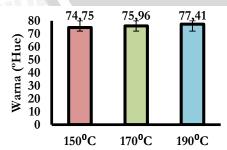
2.6 Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan Percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan tiga perlakuan yaitu dengan menggunakan perlakuan suhu 150°C, 170°C dan 190°C dan tiga kali ulangan. Sedangkan analisis data yang digunakan yaitu analisis data statistik ragam ANOVA (Analysis of Variant) dengan selang kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1

Hasil nilai derajat hue enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium dilihat pada Gambar 1.



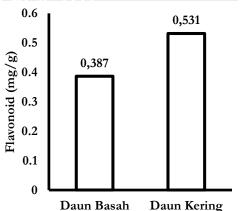
Gambar 1. Warna Enkapsulat Ekstrak Daun S. cristaefolium Pada Berbagai Perlakuan Suhu Inlet Spray Dryer

Berdasarkan grafik pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa semakin tinggi perlakuan suhu inlet spray dryer yang diberikan maka nilai derajat hue juga akan semakin meningkat dan semakin mengarah pada warna kekuningan. Hal ini diduga karena adanya reaksi non enzimatik yang terjadi selama proses pengeringan berlangsung, reaksi ini biasa disebut dengan reaksi maillard. Reaksi maillard adalah proses pencoklatan yang disebabkan adanya interaksi antara gugus amino pada protein dan gugus pereduksi pada gula yang dipengaruhi oleh suhu pengeringan (Amanu dan Susanto, 2014). Bahan penyalut berupa gum arab dan dekstrin yang digunakan pada proses enkapsulasi ekstrak daun S. cristaefolium merupakan polimer yang berasal polisakarida. Gum arab merupakan campuran variabel kompleks dari oligosakarida arabinogalaktan, polisakarida dan glikoprotein (Tranggono et al., 1991). Dekstrin adalah glukosa yang terdiri dari polimer sakarida dengan ikatan α-1,4 D-glucose, memiliki rumus yang sama dengan pati tetapi lebih kecil dan sedikit kompleks (Pudiastuti dan Pratiwi, 2013). Bahan penyalut tersebut mengandung gula pereduksi dan gugus amino yang keduanya akan berinteraksi menghasilkan warna coklat selama proses pengeringan dengan menggunakan spray dryer.

3.2 **Total Flavonoid**

3.2.1 Total Flavonoid Pada Penelitian Tahap II

Hasil nilai total flavonoid ekstrak daun S. cristaefolium basah dan kering dapat dilihat pada Gambar 2.

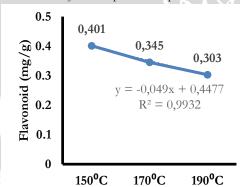


Daun Kering Ekstrak Daun S. Gambar 2. Flavonoid cristaefolium Basah Kering

Pada penelitian tahap II, sampel yang digunakan adalah daun S. cristaefolium segar (tanpa pengeringan sinar matahari) dan daun S. cristaefolium kering, yang telah diolah menjadi ekstrak daun S. cristaefolium. Hasil uji total flavonoid dengan menggunakan Uv-Vis spektrofotometer pada panjang gelombang 415 nm menunjukkan bahwa ekstrak daun S. cristaefolium, pada perlakuan sampel daun kering memiliki total flavonoid sebesar 0,532 mg/g, sedangkan pada sampel perlakuan daun segar memiliki total flavonoid sebesar 0,387 mg/g. Hasil dari pengujian total flavonoid yang tertinggi akan digunakan sebagai acuan pada penelitian tahap II pembuatan enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium, dalam hal ini hasil tertinggi yaitu pada perlakuan sampel daun kering.

3.2.2 Total Flavonoid Pada Penelitian

Hasil total flavonoid enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium dapat dilihat pada Gambar 3.

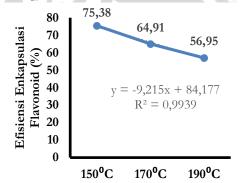


Gambar 3. Flavonoid Enkapsulat Ekstrak Daun S. cristaefolium Pada Berbagai Perlakuan Suhu Inlet Spray Dryer

Berdasarkan grafik pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa semakin tinggi perlakuan suhu pengeringan yang diberikan maka semakin rendah kandungan total flavonoid enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium. Hal ini diduga pada perlakuan suhu yang tinggi flavonoid banyak yang terdegradasi teroksidasi mengingat flavonoid termasuk dalam golongan senyawa fenolik yang mudah rusak akibat suhu, sehingga kandungannya dalam enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium akan semakin menurun. Sari et al. (2012), menyatakan bahwa kandungan senyawa fenolik sangat sensitif, tidak stabil dan sangat rentan terhadap degradasi yang dipengaruhi oleh temperatur, kandungan oksigen, dan cahaya. Senyawa fenolik juga rentan terhadap oksidasi karena memiliki sifat sebagai antioksidan yang mudah teroksidasi akibat paparan oksigen, cahaya dan suhu tinggi.

3.2.3 Efisiensi Enkapsulasi Flavonoid

Hasil efisiensi enkapsulasi total flavonoid enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium dapat dilihat pada Gambar 4.



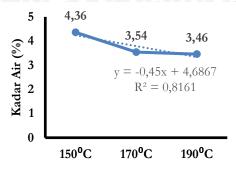
Gambar 4. Efisiensi Enkapsulasi Flavonoid Enkapsulat Ekstrak Daun S. Berbagai cristaefolium Pada Perlakuan Suhu Inlet Spray Dryer

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa efisiensi enkapsulasi flavonoid enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium semakin menurun seiring dengan semakin tingginya perlakuan suhu *inlet spray dryer* yang diberikan. Hal tersebut dapat terjadi diduga karena dengan adanya perlakuan suhu yang tinggi dapat menyebabkan pembentukan struktur partikel tidak terjadi secara sempurna. Suhu tinggi dapat menyebabkan keretakan pada dinding mikrokapsul, sehingga dapat menyebabkan terlepasnya komponen bioaktif pada mikrokapsul tersebut (Nurlaili, 2014). Ditambahkan oleh Ali et al. (2014), yaitu efisiensi akan memiliki nilai yang rendah pada perlakuan suhu tinggi, karena laju pengeringan yang tinggi dapat menyebabkan evaporasi terjadi sangat cepat setelah proses atomisasi. Hal ini menyebabkan pengembangan yang tidak terkontrol dan terjadi kerusakan pada permukaan

partikel sehingga senyawa yang dilindungi mudah hilang.

3.3 Kadar Air

Hasil nilai kadar air enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



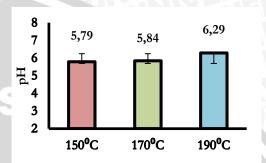
Gambar 5. Kadar Air Enkapsulat Ekstrak Daun S. cristaefolium Pada Berbagai Perlakuan Suhu Inlet Spray Dryer

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa hubungan antara kadar air serbuk yang dihasilkan dan suhu pengeringan berbanding terbalik. Nilai kadar air enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium semakin menurun seiring dengan semakin tinggi perlakuan suhu inlet spray dryer yang diberikan. Hal ini diduga akibat semakin tingginya suhu pengeringan yang digunakan akan menyebabkan semakin banyak air yang menguap sehingga kadar air akan menjadi semakin rendah. Pernyataan tersebut sejalan dengan pernyataan Dwika et al. (2012), yaitu semakin tinggi suhu udara pengering, semakin besar perbedaan suhu antara media pemanas dengan bahan maka semakin cepat terjadinya transfer panas, sehingga semakin banyak air yang teruapkan. Sutardi et al. (2010), menyebutkan bahwa proses pengeringan dengan menggunakan spray dryer dipengaruhi oleh suhu inlet, suhu outlet, kecepatan aliran udara panas, serta kekompakan dan ukuran partikel massa bahan yang dikeringkan. Sehingga dengan penambahan bahan pengisi (filler) pada ekstrak daun S. cristaefolium akan mempengaruhi proses pengeringan dan serbuk yang dihasilkan. Firdhausi et al. (2015), menyatakan bahwa bahan pengisi dapat mempercepat proses pengeringan,

meningkatkan total padatan dan menurunkan kadar air bahan pangan.

3.4 pH

Hasil nilai pH enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



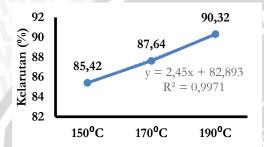
Gambar 6. pH Enkapsulat Ekstrak Daun S. cristaefolium Pada Berbagai Perlakuan Suhu Inlet Spray Dryer

Berdasarkan grafik pada Gambar 6 dapat diketahui nilai pH tertinggi pada perlakuan suhu pengeringan 190°C dan nilai pada pH terendah perlakuan pengeringan 150°C. Nilai pH tersebut termasuk dalam range pH asam. Hal ini diduga karena adanya pengaruh dari bahan penyalut yang digunakan dalam hal ini gum arab dan dekstrin yang memiliki pH asam. Dekstrin memiliki pH asam akibat masih adanya sisa asam pada dekstrin akibat proses hidrolisis dengan asam atau enzim. Reaksi hidrolisis oleh asam dapat memutuskan ikatan α -D-(1,4) dan α -D-(1,6) glikosida dalam pati yang dapat menurunkan viskositas pati bila terkena air sehingga pada saat gugus alkohol reaktif mengakibatkan sifat asam (Khairunizar, 2009). Gum arab mempunyai sifat sedikit asam vaitu berkisar antara pH 4,5 sampai 5,5 (Nugroho et al., 2006). Winarno (2004), menambahkan reaksi pemecahan gula terjadi melalui tahapan yaitu molekul sukrosa dipecah menjadi molekul glukosa dan molekul fruktosan (fruktosa kekurangan satu air). molekul Suhu tinggi mampu

mengeluarkan sebuah molekul air dari setiap molekul gula sehingga terjadilah glukosan, suatu molekul yang analog dengan fruktosan. Proses pemecahan dan dehidrasi diikuti dengan polimerisasi dan beberapa jenis asam timbul dalam campuran tersebut.

3.5 Kelarutan

Hasil nilai kelarutan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.



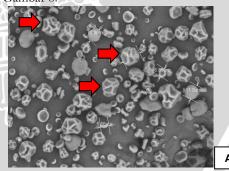
Gambar 7. Kelarutan Enkapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium* Pada Berbagai Perlakuan Suhu *Inlet Spray Dryer*

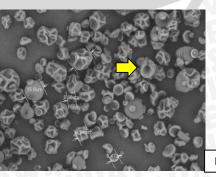
Berdasarkan grafik pada Gambar 7 dapat diketahui bahwa persentase kelarutan enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium semakin meningkat seiring dengan semakin tinggi perlakuan suhu inlet yang diberikan. Hal ini diduga dengan semakin tingginya perlakuan suhu pengeringan digunakan menyebabkan semakin rendahnya kadar air dalam serbuk sehingga kemampuan partikel untuk larut kembali dalam air juga akan semakin meningkat. Srihari et al. (2010), menyatakan bahwa kelarutan dipengaruhi oleh kadar air dari serbuk itu sendiri. Jika nilai kadar air tinggi, maka nilai kelarutan dari enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium akan menjadi rendah. Sedangkan jika nilai kadar air rendah maka nilai kelarutan akan tinggi. Sutardi et al. (2010), menyatakan kelarutan bubuk dalam air dipengaruhi oleh kadar air dari bahan yang dilarutkan. Kadar air bahan yang tinggi menyebabkan bahan menjadi sulit menyebar atau terdispersi dalam air, karena cenderung lengket. Hal ini menyebabkan tidak terbentuknya poripori dan bahan tidak mampu menyerap air dalam jumlah besar (kapilaritasnya rendah). Selain itu, bahan dengan kadar air yang tinggi mempunyai

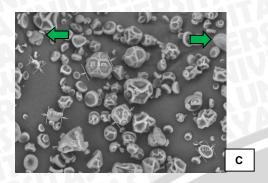
permukaan yang sempit untuk dibasahi, karena partikelnya besar - besar sehingga saling lengket satu sama lain.

3.6 Struktur dan Morfologi Partikel

mikrokapsul Morfologi dapat mempengaruhi krakteristik dari mikrokapsul itu sendiri. Pengamatan terhadap struktur mikrokapsul enkapsulat ekstrak daun cristaefolium dilakukan dengan menggunakan alat Scanning Electron Microscopy (SEM). Berbagai macam bentuk partikel yang tampak pada hasil uji SEM merupakan hasil yang sudah umum terjadi. Bentuk partikel agak bulat dengan permukaan yang keriput, tidak mulus dan berlubang - lubang menyerupai cekungan adalah bentuk partikel yang biasa terjadi pada proses enkapsulasi menggunakan pati termodifikasi dengan teknologi pengering semprot (Assagaf et al., 2013). Pati termodifikasi dalam hal ini seperti gum arab dan dekstrin. Srifiana et al. (2014), menambahkan bahwa mikrokapsul yang dibuat dengan metode semprot kering memiliki bentuk yang hampir spheris, berlekuk dan lapisan penyalut yang rata dan halus. Lekukan- lekukan yang terjadi pada mikrokapsul disebabkan karena adanya penarikan air yang ekstrim akibat pemanasan dengan suhu tinggi. Hasil pengamatan dengan SEM dapat dilihat pada Gambar 8.





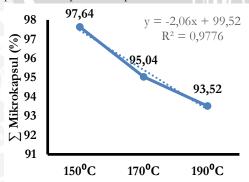


Gambar 8. Hasil Pengamatan SEM
Enkapsulat Ekstrak Daun S.
cristaefolium yang
Dienkapsulasi Pada
Berbagai Suhu Inlet Spray
Dryer

Keterangan:

- A: Hasil SEM enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium yang dienkapsulasi pada suhu inlet sprey dryer 150°C
- B: Hasil SEM enkapsulat ekstrak daun *S.* cristaefolium yang dienkapsulasi pada suhu inlet sprey dryer 170°C
- C: Hasil SEM enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium yang dienkapsulasi pada suhu inlet sprey dryer 190°C
- ⇒ : terlapisi secara baik; ⇒ : terlapisi sebagian;
 ⇒ : tidak terlapisi

Grafik yang menunjukkan nilai rata – rata jumlah mikrokapsul enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* terlindungi oleh penyalut dalam satu bidang pandang yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 9.



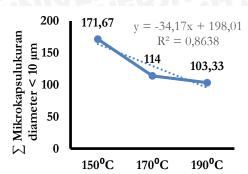
Gambar 9. Jumlah Mikrokapsul Enkapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium* Pada Berbagai Perlakuan Suhu *Inlet Spray Dryer* dalam Satu Bidang Pandang

Berdasarkan grafik pada Gambar 9 dapat diketahui bahwa semakin tinggi perlakuan suhu inlet spray dryer yang diberikan maka mikrokapsul yang terlindungi oleh bahan penyalut jumlahnya semakin menurun. Hal ini diduga pada perlakuan suhu inlet 150°C bahan penyalut dapat melindungi inti dengan baik dan menjaga retensi dari ekstrak daun S. cristaefolium. Namun, pada perlakuan suhu inlet 190°C kemampuan penyalut dalam melindungi bahan inti dan menjaga retensi ekstrak daun S. cristaefolium semakin berkurang sehingga inti keluar dari mikrokapsul. Menurut Gharsallaoui et al. (2007), ketika suhu inlet spray dryer rendah maka tingkat penguapan juga rendah menyebabkan pembentukan mikrokapsul dengan densitas membran yang tinggi, memiliki kandungan air yang tinggi, fluiditas rendah dan aglomerasi yang tinggi. yang tinggi Namun, suhu inlet udara menyebabkan penguapan berlebihan mengakibatkan retakan pada membran sehingga dapat menginduksi pelepasan bahan aktif dan dapat menyebabkan degradasi bahan di dalamnya serta menyebabkan bahan aktif yang bersifat volatil akan hilang.

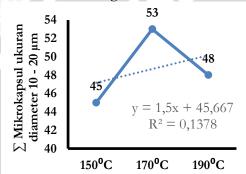
Kondisi di atas dapat menyebabkan penurunan dari efisiensi enkapsulasi. Penurunan ini disebabkan dari sifat bahan penyalut berupa gum arab dan dekstrin yang tidak tahan terhadap suhu tinggi. Gum arab molekulnya terdiri atas empat gula, L-arabinosa, L-ramnosa, D-galaktosa dan asam D-glukoronat (Deman, 1997). Dekstrin adalah glukosa yang terdiri dari polimer sakarida dengan ikatan α-1,4 D-glucose (Pudiastuti dan Pratiwi, 2013). Pada suhu yang tinggi kedua bahan penyalut tersebut akan mengalami gelatinisasi dan granulanya akan pecah (Winarno, 1988).

3.7 Dsitribusi Ukuran Diameter Partikel

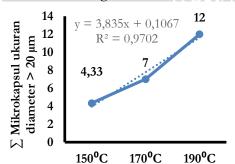
Hasil jumlah enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium pada ukuran diameter <10 μ m, 10 - 20 μ m dan > 20 μ m dalam satu bidang pandang yang diperoleh dari hasil penelitian berturut - turut dapat dilihat pada Gambar 10, Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 10. Jumlah Mikrokapsul Enkapsulat Ekstrak Daun S. cristaefolium Diameter < 10 µm Pada Berbagai Perlakuan Suhu Inlet Spray Dryer Satu dalam **Bidang** Pandang



Gambar 11. Jumlah Mikrokapsul Enkapsulat Ekstrak Daun S. cristaefolium Diameter 10 µm - 20 µm Pada Berbagai Perlakuan Suhu Inlet Spray Dryer dalam Satu Bidang **Pandang**



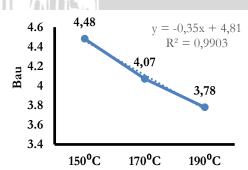
Gambar 12. Jumlah Mikrokapsul Enkapsulat Ekstrak Daun S. Cristaefolium Diameter > 20 µm Pada Berbagai Perlakuan Suhu Inlet Spray Dryer dalam Satu Bidang **Pandang**

Berdasarkan grafik pada Gambar 10 dapat diketahui bahwa semakin tinggi perlakuan suhu inlet spray dryer yang diberikan maka jumlah mikrokapsul dengan ukuran diameter < 10 μm

akan semakin menurun. Gambar 12 menunjukkan bahwa semakin tinggi perlakuan suhu inlet spray dryer yang diberikan maka jumlah mikrokapsul dengan ukuran diameter > 20 μm akan semakin meningkat. Hal ini diduga karena suhu yang rendah dapat menyebabkan pengeringan berjalan dengan lambat, pada kondisi tersebut dapat memberikan kesempatan yang lebih banyak pada mikrokapsul untuk kembali ke bentuk semula. Bono et al. (2011), menyatakan bahwa pengeringan pada suhu tinggi dapat menyebabkan pengeringan berjalan lebih cepat dan partikel yang dihasilkan berukuran lebih besar sebab partikel tidak dapat kembali seperti ukuran awal selama pengeringan. Ukuran diameter mikrokapsul enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan perlakuan suhu inlet spray dryer yang diberikan. Hal ini dipengaruhi oleh peristiwa gelatinisasi dari bahan penyalut yang digunakan. Gelatinisasi adalah proses masuknya air ke dalam granula pati yang menyebabkan granula pati mengembang dan akhirnya pecah. Adanya pemanasan mengakibatkan granula pati sedikit demi sedikit mengalami pembengkakan sampai titik tertentu (Pudiastuti dan Pratiwi, 2013).

3.8 Organoleptk Bau

Hasil nilai organoleptik bau enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 13.

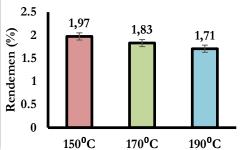


Gambar Uji Organoleptik Bau Enkapsulat Ekstrak Daun S. cristaefolium Pada Berbagai Perlakuan Suhu Inlet Spray Dryer

Berdasarkan grafik pada Gambar 13 dapat diketahui bahwa nilai bau terendah pada perlakuan suhu inlet spray dryer 190°C yaitu sebesar 3,78 dan nilai bau tertinggi pada perlakuan suhu 150°C yaitu sebesar 4,48. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan dapat menyebabkan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* yang dihasilkan memiliki bau yang semakin mendekati bau amis. Kondisi tersebut diduga karena suhu tinggi mengakibatkan lapisan bahan penyalut yang melindungi bahan inti rusak, sehingga bau amis dari ekstrak daun *S. cristaefolium* akan keluar dari dinding mikrokapsul. Nugroho *et al.* (2006), menyatakan bahwa adanya perubahan tekstur atau viskositas bahan karena penambahan hidrokoloid dapat mengubah bau dan rasa.

3.9 Rendemen

Hasil nilai rendemen enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Rendemen Enkapsulat Ekstrak Daun *S. cristaefolium* Pada Berbagai Perlakuan Suhu *Inlet Spray Dryer*

Berdasarkan grafik pada Gambar 14 dapat diketahui bahwa semakin tinggi perlakuan suhu inlet spray dryer yang diberikan menyebabkan rendemen enkapsulat ekstrak daun S. cristaefolium semakin rendah. Hal ini diduga karena perlakuan suhu yang semakin tinggi menyebabkan air dari bahan yang dikeringkan banyak yang teruapkan. Pernyataan tersebut didukung pernyataan Naibaho et al. (2015), bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka rendemen semakin rendah, sebab semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin banyak air diuapkan dari suatu bahan sehingga bobot bahan yang dihasilkan semakin berkurang. Pernyataan tersebut didukung oleh pernyataan Nugraha et al. (2014), bahwa semakin tinggi penggunaan suhu maka semakin kecil pula hasil rendemen yang dihasilkan, karena semakin

tinggi suhu yang digunakan proses penguapan akan semakin besar.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Pengaruh Suhu Inlet Spray Dryer Terhadap Kualitas Enkapsulat Ekstrak Daun S. cristaefolium Tersalut Kombinasi Gum Arab dan Dekstrin dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu inlet spray dryer memberikan pengaruh terhadap efisiensi enkapsulasi flavonoid, kadar air, kelarutan, distribusi morfologi partikel, distribusi ukuran diameter patikel dan bau serbuk, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter warna dan pH. Hasil terbaik pada penelitian ini diperoleh pada perlakuan A yaitu suhu inlet 150°C dengan nilai warna sebesar 74,75°; efisiensi enkapsulasi flavonoid sebesar 75,38%; kadar air sebesar 4,36%; pH sebesar 5,79; kelarutan sebesar 85,42%; morfologi mikrokapsul sebesar 97,64%; distribusi diameter partikel ukuran < 10 μm sebanyak 171,67; ukuran $10 - 20 \mu m$ sebanyak 45; ukuran $> 20 \mu m$ sebanyak 4,33; organoleptik bau sebesar 4,48% dan rendemen 1,97%.

4.2 Saran

Disarankan adanya penelitian lebih lanjut mengenai proses pembuatan enkapsulat ekstrak daun *S. cristaefolium* dengan perlakuan menggunakan konsentrasi bahan penyalut berupa kombinasi gum arab dan dekstrin dengan menggunakan suhu *spray dryer* 150°C serta dilakukannya uji FTIR atau uji Defraksi X-ray untuk mengetahui *compatible* dari kombinasi bahan penyalut yang digunakan sehingga dapat diperoleh hasil serbuk ekstrak daun *S. cristaefolium* yang berkualitas lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Ahza, A. B. dan A. H., Slamet. 1997. Mikroenkapsulasi Campuran Ekstrak Kulit Dan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle.) Serta Aplikasinya Pada Teh Celup. *Bul. Teknol. dan Industri Pangan.* 8 (2): 7 – 13.

Ali, D. Y.; P., Darmadji dan Y., Pranoto. 2014. Optimasi Nanoenkapsulasi Asap Cair

- Tempurung Kelapa dengan Response Surface Methodology dan Karakterisasi Nanokapsul. J. Teknol. dan Industri Pangan. 25 (1): 23 – 30.
- Amanu, F. N. dan W. H., Susanto. 2014. Pembuatan Tepung Mocaf di Madura (Kajian Varietas dan Lokasi Penanaman) Terhadap Mutu dan Rendemen. *J. Pangan* dan Agroindustri. 2 (3): 161-169.
- Assagaf, M.; P., Hastuti; C., Hidayat; S., Yuliani dan Supriyadi. 2013. Karakter Oleoresin Pala (Myristica fragrans houtt) yang Dimikroenkapsulasi: Penentuan Rasio Whey Protein Concentrate (WPC): Maltodekstrin (MD). Agritech. 33 (1): 16–23.
- Bono, A.; Y. Y., Farm; S. M., Yasir; B., Arifin dan M. N., Jasni. 2011. Production of Fresh Seaweed Powder using Spray Drying Technique. *Journal of Applied Sciences*. 11 (13): 2340 2345.
- Deman, J. M. 1997. Kimia Makanan. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 205 hlm.
- Dwika, R. T.; T., Ceningsih dan S. T., Sasongko. 2012. Pengaruh Suhu dan Laju Alir Udara Pengering Pada Pengeringan Karaginan Menggunakan Teknologi *Spray dryer. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri.* 1 (1): 298 304.
- Fahri, M.; Y., Risjani dan P., Sasangka. 2010.
 Isolasi dan Identifikasi Senyawa
 Flavonoid Serta Uji Toksisitas Ekstrak
 Metanol dari Alga Coklat (Sargassum cristaefolium).

 http://elfahrybima.blogspot.com/2010/10/isolasi-dan-identifikasi-senyawa.html. Diakses pada tanggal 25
 Maret 2015 pukul 04:29
- Firdhausi, C.; J., Kusnadi dan D. W., Ningtyas. 2015. Penambahan Dekstrin dan Gum Arab Petis Instan Kepala Udang Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik. *J. Pangan dan Agroindustri*. 3 (3): 972 983.
- Gharsallaoui, A.; G., Roudaut.; O., Chambin.; A., Voilley.; dan R., Saurel. 2007. Applications of Spray drying in Microencapsulation of Food Ingredients: An overview. Food Research International. 40:1107–1121.

- Hakim, A. R. dan A., Chamidah. 2013. Aplikasi Gum Arab dan Dekstrin Sebagai Bahan Pengikat Protein Ekstrak Kepala Udang. JPB Kelautan dan Perikanan. 8 (1): 45 – 54.
- Hendrian, H. 2010. Antibiotik dari Tepung Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) Sebagai Pemacu Pertumbuhan (*Growth promotor*) Pada Ayam Broiler Menggunakan Metode Enkapsulasi. Laporan Akhir Program Penelitian dan Perekayasa LIPI. UPT. Balai Pengembangan Proses dan teknologi Kimia. Yogyakarta.
- Jaedun, A. 2011. Metodologi Penelitian Eksperimen. Makalah. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta. 7 hlm.
- Karinawatie, S.; J., Kusnadi dan E., Martati.
 Efektifitas Konsentrat Protein Whey dan
 Dekstrin untuk Mempertahankan
 Viabilitas Bakteri Asam Laktat dalam
 Starter Kering Beku Yoghurt. J. Teknol.
 Pertanian. 9 (2): 121 130.
- King, Y. S. 2010. Kesan Beberapa Kaedah Pengeringan pada Komposisi Nutrien dan Sifat Fiziko-Kimia dalam Tiga Spesies Rumput Laut dari Sabah (Kappaphycus alvarezii, Caulerpa lentillifera dan Sargassum polycystium). Skripsi. Universitas Malaysia Sabah.
- Khairunizar, S. 2009. Peranan Pendispersi Asam Stearate Terhadap Kompabilitas Campuran Plastik Polipropilena Bekas dengan Bahan Pengisi Dekstrin. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Naibaho, L. T.; I., Suhaidi dan S., Ginting. 2015.
 Pengaruh Suhu Pengeringan dan
 Konsentrasi Dekstrin Terhadap Mutu
 Minuman Instan Bit Merah. J. Rekayasa
 Pangan dan Pert. 3 (2): 178 184.
- Nugraha, A.; B., Susilo dan B. D., Argo. 2014. Pengaruh Suhu Pengeringan dan Penambahan Susu Sapi Murni Cair Terhadap Kualitas Tepung Lidah Buaya. J. Bioproses Komoditas Tropis. 1 (1): 16 – 21.
- Nugroho, E. S.; S., Tamaroh dan A., Setyowati. 2006. Pengaruh konsentrasi Gum Arab dan Dekstrin terhadap Sifat Fisik dan Tingkat Kesukaan Temulawak (*Curcuma*

- *xanthorhiza* Roxb) Madu Instan. *Logika*. 3 (2): 78 86.
- Nurlaili, F. A.; P., Darmadji dan Y., Pranoto. 2014. Mikroenkapsulasi Oleoresin Ampas Jahe (*Zingiber officinale* var.Rubrum) dengan Penyalut Maltodekstrin. *Agritech.* 34 (1): 22-28.
- Pudiastuti, L. dan T., Pratiwi. 2013. Pembuatan Dekstrin dari Tepung Tapioka Secara Enzimatik dengan Pemanasan Microwave. J. Tek. Kimia dan Industri. 2(2) : 169 – 176.
- Putri, K. H. 2011. Pemanfaatan Rumput Laut Coklat (*Sargassum* sp.) Sebagai Serbuk Minuman Pelangsing Tubuh. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Samborska, K. dan B., Bienkowska. 2013. Physicochemical Properties of Spray Dried Honey Preparations. 575 : 91 – 105.
- Sari, D. K.; D. H., Wardhani dan A., Prasetyaningrum. 2012. Pengujian Kandungan Total Fenol Kappahycus alvarezzi dengan Metode Ekstraksi Ultrasonik dengan Variasi Suhu dan Waktu. Posiding SNST ke 3. 40 44.
- Setyanto, A.E. 2005. Memperkenalkan Kembali Metode Eksperimen Dalam Kajian Komunikasi. *J. Ilmu Komunikasi*. 3 (1): 39.
- Srifiana, Y., S. Surini., A. Yanuar. 2014.
 Mikroenkapsulasi Ketoprofen dengan
 Metode Koaservasi dan Semprot Kering
 Menggunakan Pragelatinisasi Pati
 Singkong Ftalat sebagai Eksipen
 Penyalut. Jurnal Ilmu Kefarmasian
 Indonesia. 12 (2): 162- 169.
- Srihari, E.; F.S., Lingganingrum; R., Hervita dan H., Wijaya. 2010 Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. A. 18:1–7.
- Supirman, H., Kartikaningsih dan K., Zaelanie. 2013. Pengaruh perbedaan pH Perendaman Asam Jeruk Nipis (Citrus auratifolia) dengan Pengeringan Sinar Matahari Terhadap Kualitas Kimia Teh Alga Coklat (Sargassum fillipendula). THPi Student Journal. 1 (1): 46 52.

- Sutardi; S., Hadiwiyoto dan C. R. N., Murti. 2010. Pengaruh Dekstrin dan Gum Arab Terhadap Sifat Kimia dan Fisik Bubuk Sari Jagung Manis (*Zeamays saccharata*). *J. Teknol. dan Industri Pangan.* 21 (2): 102 – 107.
- Tranggono, S., Haryadi, Suparmo, A. Murdiati, S. Sudarmadji, K. Rahayu, S. Naruki, dan M. Astuti. 1991. Bahan Tambahan Makanan (Food Additive). PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta. 45 hlm.
- Wibowo, L. dan E., Fitriyani. 2012. Pengolahan Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) Menjadi Serbuk Minuman Instan. Vokasi. 8 (2): 101 – 109.
- Winarno, FG. 1988. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia. Jakarta. 3 – 82 hlm.
- Winarno, FG. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia. Jakarta. 41 hlm.
- Wong, S. L. dan P. Y., Lin. 2014. Use of Sargassum Cristaefolium Extract. (13): 1 8.
- Yuliani, S.; Desmawarni; N., Harimurti dan S. S., Yuliani. 2007. Pengaruh Laju Alir Umpan dan Suhu *Inlet Spray Drying* Pada Karakteristik Mikrokapsul Oleoresin Jahe. *J. Pascapanen*. 4 (1): 18 – 26.