

Karakteristik Enkapsulat Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) pada
Perlakuan Variasi Jenis dan Konsentrasi Bahan Penyalut
*Characteristics of Cocoa (Theobroma Cacao L.) Pod Shell Extract Encapsulate in Treatment of
Variations in Type and Concentration of Coating Materials*

Misbach Baihaqi Zen, G.P. Ganda Putra*, Lutfi Suhendra

PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit
Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801

Diterima 04 Agustus 2021 / Disetujui 27 Agustus 2021

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of variations in type and concentration of coating material on the characteristics of the cocoa pod extract encapsulate and to determine the best produce cocoa pod extract encapsulate. The experimental design used in this research was a factorial randomized block design, which are grouped into 2 groups based on the implementation time and consisted of two factors. The first factor is the type of coating material (S) which consists of maltodextrin and gum arabic. The second factor is the concentration of coating material (M) which consists of: 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. The results showed that the type and concentration of coating material had a significant effect on the yield, water content, solubility, antioxidant capacity, total phenolic and encapsulation efficiency of cocoa pod extract encapsulate. The interaction between treatments had a significant effect on the yield, solubility, antioxidant capacity, total phenolic and encapsulation efficiency, but had no effect on the water content of the encapsulated cocoa pod extract. The best treatment was obtained using gum arabic of 5% concentration coating material, with characteristics of $84.81 \pm 0.15\%$ yield, 7.10% water content, $84.26 \pm 0.06\%$ solubility, 80.12 ± 0.24 mg GAEAC/g antioxidant capacity, 113.77 ± 0.24 mg GAE/g total phenolic, and $78.16 \pm 0.60\%$ encapsulation efficiency.

Keywords : Antioxidants, cocoa pod, encapsulation, concentrations, gum arabic, maltodextrin.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penyalut terhadap karakteristik enkapsulat ekstrak kulit buah kakao dan menentukan perlakuan terbaik untuk menghasilkan enkapsulat ekstrak kulit buah kakao. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang dikelompokkan menjadi 2 kelompok berdasarkan waktu pelaksanaan dan terdiri dari dua faktor. Faktor pertama yaitu jenis bahan penyalut (S) yang terdiri dari maltodekstrin dan gum arab. Faktor kedua adalah konsentrasi bahan penyalut (M) yang terdiri dari : 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi bahan penyalut berpengaruh terhadap rendemen, kadar air, kelarutan, kapasitas antioksidan, total fenolik dan efisiensi enkapsulasi enkapsulat ekstrak kulit buah kakao. Interaksi antar perlakuan berpengaruh terhadap rendemen, kelarutan, kapasitas antioksidan, total fenolik dan efisiensi enkapsulasi namun tidak berpengaruh terhadap kadar air enkapsulat ekstrak kulit buah kakao. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah jenis bahan penyalut gum arab dan konsentrasi bahan penyalut 5%, dengan

*Korespondensi Penulis:

Email: gandaputra@unud.ac.id

karakteristik rendemen $84,81 \pm 0,15\%$, kadar air $7,10\%$, kelarutan $84,26 \pm 0,06\%$, kapasitas antioksidan $80,12 \pm 0,24$ mg GAEAC/g, total fenolik $113,77 \pm 0,24$ mg GAE/g, dan efisiensi enkapsulasi sebesar $78,16 \pm 0,60\%$.

Kata kunci : Antioksidan, kulit buah kakao, enkapsulasi, konsentrasi, gum arab, maltodekstrin.

PENDAHULUAN

Buah kakao (*Theobroma Cacao* L.) adalah tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan di beberapa daerah di Indonesia. Indonesia menduduki peringkat 3 sebagai negara produsen kakao terbesar di dunia. Menurut data statistik dari Direktorat Jendral Perkebunan, Indonesia memproduksi buah kakao sebanyak 739.483 ton pada tahun 2020 dengan provinsi Sulawesi Tengah sebagai produsen buah kakao tertinggi yaitu 128.198 ton. Provinsi Bali sendiri memproduksi buah kakao sebanyak 5.087 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2020).

Kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) beratnya mencapai 75% dari seluruh bagian buah kakao, sehingga dapat dikatakan bahwa hasil samping utama dalam pengolahan buah kakao (*Theobroma cacao* L.) adalah kulit buah (Supriyanto, 1990). Hasil samping kulit buah kakao seringkali dibiarkan menumpuk di lahan kebun dengan tujuan mengembalikan bahan organik pada tanah agar dapat menyuburkan tanaman kakao. Selama penguraian bahan organik maka terjadi pembusukan dan menimbulkan kelembaban di sekitar area perkebunan.

Kulit buah kakao kaya akan senyawa fenolik, seperti : asam sinamat, tanin, pirogalol, epikatekin-3-galat, kuersetin, dan resinol (Fapohunda dan Alofayan, 2012). Ada 3 komponen utama polifenol pada kakao, yakni : katekin (37%), antosianin (4%), dan proantosianidin (58%) (Hii *et al.*, 2009). Dalam hal ini kulit buah kakao sangat cocok dikembangkan sebagai antioksidan alami. Antioksidan berfungsi memodulasi sistem imun, efek kemopreventif untuk pencegahan penyakit jantung koroner dan kanker (Rachmawaty *et al.*, 2017).

Salah satu pemanfaatan kulit buah kakao adalah dengan melakukan ekstraksi untuk mendapatkan ekstrak sebagai sumber antioksidan dari kulit buah kakao tersebut. Ekstraksi antioksidan umumnya dilakukan dengan menggunakan pelarut polar seperti etanol dan aseton, kemudian disaring dan dievaporasi sehingga didapat ekstrak kasar antioksidan (Adline, 2013). Ekstrak kasar antioksidan biasanya langsung diaplikasikan ke dalam bahan pangan. Namun sediaan antioksidan dalam bentuk ekstrak kental senyawa polifenol biasanya mudah rusak karena labil dan sensitif terhadap suhu, dan juga mudah teroksidasi yang dapat menyebabkan masa simpan lebih pendek sehingga perlu dilakukan proses enkapsulasi (Yudiono, 2011).

Enkapsulasi merupakan teknik penjeratan bahan inti dalam bahan penyalut tertentu. Keuntungan dari teknik enkapsulasi adalah mampu melindungi dan mengontrol pelepasan bahan aktif. Enkapsulasi bertujuan untuk melindungi komponen bahan yang sensitif dan mengurangi degradasi senyawa aktif dalam bahan (Palupi *et al.*, 2014). Proses ini juga dapat melindungi bahan aktif dari pengaruh lingkungan yang merugikan seperti kerusakan akibat oksidasi, hidrolisis, penguapan atau degradasi panas sehingga bahan aktif akan mempunyai masa simpan yang lebih panjang serta mempunyai kestabilan proses yang lebih baik (Nasrullah., 2010).

Ada beberapa teknik enkapsulasi salah satunya dengan teknik lapis tipis (*thin layer drying*). Pada proses enkapsulasi juga terdapat bahan penyalut. Bahan penyalut yang digunakan harus memiliki kemampuan kelarutan dan kemampuan mengemulsi yang tinggi, harus dapat membentuk lapisan film,

dan menghasilkan larutan yang berkonsentrasi tinggi dengan viskositas rendah. Perbedaan penyalut dapat berpengaruh pada efisiensi enkapsulasi, karena berkaitan dengan jumlah bahan aktif yang dapat tersalut (Sinha *et al.*, 2004).

Pemilihan bahan penyalut merupakan hal kritis karena akan mempengaruhi stabilitas emulsi sebelum pengeringan dan daya simpan produk mikrokapsul setelah pengeringan (Young *et al.* 1993). Gum arab dan maltodekstrin merupakan beberapa jenis enkapsulan yang sering digunakan. Gum arab mempunyai sifat membentuk emulsi yang baik. Penggunaan gum arab pada konsentrasi tinggi akan membentuk emulsi yang viskositasnya sangat tinggi di samping itu juga harganya relative mahal. Gum arab (gum *Acacia*) merupakan gum alami yang paling dikenal. Gum arab berasal dari getah yang dihasilkan dari berbagai spesies pohon *Acacia*. Gum ini sifatnya unik jika dibandingkan dengan gum lain dikarenakan kemampuannya yang dapat membentuk larutan dengan kekentalan yang rendah sehingga dapat membentuk larutan dengan konsentrasi sampai 50% (Glicksman dan Sand, 1973). 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 (Thevenet, 1988). Penggunaan maltodekstrin pada penelitian ini dikarenakan maltodekstrin menunjukkan stabilitas yang baik terhadap oksidasi minyak, namun memiliki kapasitas dan stabilitas emulsifikasi yang buruk serta retensi minyak yang rendah (Kenyon, 1995). Maltodekstrin juga dapat menurunkan viskositas dan memiliki sifat untuk mencegah terjadinya oksidasi sehingga antioksidan akan terselimuti dengan baik.

Konsentrasi bahan penyalut juga memiliki peran penting pada proses enkapsulasi. Jumlah penyalut yang terlalu tinggi membuat emulsi menjadi kental

sehingga menyulitkan proses atomisasi. Penyalut terlalu tinggi juga menyebabkan pembengkakan (*puffing*) atau pengelembungan (*balloning*) dan keretakan partikel (Sugindro *et al.*, 2008). Menurut Hartiati dan Mulyani (2015), pada konsentrasi penambahan maltodekstrin tertentu akan membuat kualitas antioksidan dan kemampuan menangkap radikal bebas menjadi semakin baik.

Pada penelitian enkapsulan serbuk antosianin dari kubis merah dan bunga telang dengan bahan enkapsulan maltodekstrin dan isolate protein kedelai pada berbagai konsentrasi didapatkan konsentrasi maltodekstrin 5% sebagai konsentrasi terbaik (Novita *et al.*, 2019). Pada penelitian pengaruh penambahan gum arab sebagai bahan enkapsulasi pada pembuatan serbuk instan temumangga didapatkan kadar konsentrasi terbaik gum arab yaitu 15gr atau 12% (Merliem, 2015). Selanjutnya, pada penelitian enkapsulasi pewarna ekstrak buah pandan dengan konsentrasi 10, 20, dan 30% didapatkan konsentrasi dan jenisterbaik adalah gum arab konsentarsi 10% (Wartini dan Ganda-Putra, 2018).

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka perlu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jenis dan konsentrasi bahan penyalut terhadap karakteristik enkapsulat ekstrak kulit buah kakao serta menetapkan jenis dan konsentrasi bahan penyalut terbaik untuk menghasilkan enkapsulat ekstrak kulit buah kakao

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah kakao (jenis *Forastero*) yang berasal dari PT. Cau Cokelat Internasional (Cau *Chocolate*), Dusun Cau, Desa Tua, Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan, Bali. Bahan kimia yang digunakan

pada penelitian ini antara lain: bahan penyalut maltodekstrin, Gum Arab, metanol pa (Merck), etanol teknis 96 persen, reagen *Folin-Ciocalteu* (Merck), Na_2CO_3 (Merck), aquades (*One Med*), asam galat (Sigma-aldrich), dan kristal DPPH (Himedia).

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah *rotary evaporator*, timbangan analitik (*Shimadzu*), ayakan 60 mesh (*Retsch*), spektrofotometer UV-Vis (*Thermo scientific*), sentrifugasi (*Damon IEC Centrifuge*), *vortex mixer* (*Maxi mix II*), pipet volume (*Iwaki*), pipet tetes, gelas beker (*Iwaki*), gelas ukur (*Iwaki*), Erlenmeyer (*Herma*), labu ukur (*Behrotest*), tabung reaksi (*Iwaki*), mikropipet (*Socorex*), *beaker glass*, *homogenizer* (Branson Digital Sonifer), mesin penepung (*Agrowindo* 8800 rpm), oven, blender (Philips), pisau, aluminium foil, kertas saring kasar, kertas saring Whatman no.1, kertas saring Whatman no.42, dan tisu.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama yaitu jenis bahan penyalut (S) dan faktor kedua adalah konsentrasi bahan penyalut (M). Jenis bahan penyalut (S) terdiri dari 2 taraf yaitu maltodekstrin dan gum arab. Konsentrasi (M) terdiri dari 5 taraf yaitu : 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Masing-masing kombinasi perlakuan dikelompokkan menjadi 2 kelompok berdasarkan waktu pelaksanaannya, sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Data hasil pengamatan akan dianalisis dengan analisis variansi (ANOVA) dan apabila perlakuan berpengaruh akan dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) menggunakan software Minitab 19. Penentuan perlakuan terbaik dari semua parameter yang diukur dilakukan dengan uji efektifitas (De Garmo *et al.*, 1984).

Pelaksanaan Penelitian

Kulit buah kakao dicuci dengan air hingga bersih dan diparut kemudian dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari (suhu $\pm 30^\circ\text{C}$) dan ditutup dengan kain berwarna hitam untuk mengurangi reaksi oksidasi pada senyawa polifenol. Pengeringan kulit buah kakao dilakukan hingga berwarna kecoklatan dan mudah dipatahkan atau selama ± 7 hari. Kadar air bubuk kulit buah kakao kering sekitar $\pm 6,75$ persen Setelah kulit buah kakao kering selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan mesin penepung kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 60 mesh.

Bubuk kulit buah kakao masing-masing ditimbang sebanyak 50 g dan ditambahkan pelarut etanol 96 persen sebanyak 1000mL sesuai dengan perbandingannya yaitu 1:20 selanjutnya dimaserasi sesuai dengan perlakuan waktu maserasi yaitu 48 jam. Pada saat proses maserasi digojog setiap 6 jam selama 5 menit dengan cara manual sehingga didapat ekstrak bercampur pelarut. Proses maserasi dilakukan dalam kondisi botol tertutup dan pada suhu ruang sekitar $\pm 26^\circ\text{C}$. Setelah proses maserasi ekstrak bercampur pelarut disaring dengan kertas saring kasar selanjutnya disaring lagi menggunakan kertas saring Whatman No.1 kemudian filtrat yang didapatkan diuapkan dengan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 40°C , tekanan 100 mbar dan kecepatan 100 rpm sehingga diperoleh hasil berupa ekstrak kental.

Larutan enkapsulan dibuat sebanyak 50 mL dengan konsentrasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) sebanyak 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% kemudian ditambah aquades sampai 50 mL. Larutan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* sampai larut, ditambahkan ekstrak kulit buah kakao sebanyak 1% dari volume larutan enkapsulan dan langsung dihomogenasi dengan alat *homogenizer* selama 30 menit. Setelah dihomogenasi, larutan enkapsulan dituang ke dalam cawan petri dengan

ketebalan ± 3 mm. Selanjutnya dikeringkan pada suhu $50\pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai mudah dilepaskan dari cawan petri sekitar 13 jam. Setelah itu dihancurkan dan diayak menggunakan ayakan 40 mesh, sehingga diperoleh enkapsulat ekstrak kulit buah kakao dan dilakukan analisis. (Yogaswara *et al.*, 2017).

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati adalah rendemen enkapsulat (Gardjito *et al.*, 2006), kadar air (Sudarmadji *et al.*, 1997), total fenol (Sakanaka *et al.*, 2003), kapasitas antioksidan dengan metode DPPH (Blois,

1958), kelarutan (AOAC, 1984), dan efisiensi enkapsulasi (Isailovic *et al.*, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Rendemen

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis dan konsentrasi bahan penyalut serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($P\leq 0,01$) terhadap rendemen enkapsulat ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata enkapsulat ekstrak kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen (%) enkapsulat ekstrak kulit buah kakao pada perlakuan variasi jenis dan konsentrasi bahan penyalut.

Jenis Bahan Penyalut	Konsentrasi Bahan Penyalut				
	M1(5%)	M2(10%)	M3(15%)	M4(20%)	M5(25%)
S1(Malto)	86,46 \pm 0,29 ^f	88,15 \pm 0,16 ^e	90,56 \pm 0,55 ^c	92,08 \pm 0,03 ^b	94,07 \pm 0,09 ^a
S2(G. Arab)	84,81 \pm 0,15 ^g	86,25 \pm 0,13 ^f	87,67 \pm 0,42 ^e	89,30 \pm 0,36 ^d	89,56 \pm 0,44 ^d

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P\leq 0,05$). Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan.

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata rendemen enkapsulat ekstrak kulit buah kakao tertinggi diperoleh pada perlakuan jenis bahan penyalut maltodekstrin dan konsentrasi bahan penyalut 25% sebesar 94,07 \pm 0,09 persen, sedangkan rendemen terendah diperoleh pada perlakuan bahan penyalut gum arab dan konsentrasi bahan penyalut 5% sebesar 84,81 \pm 0,15 persen. Perlakuan konsentrasi pada setiap jenis bahan penyalut menunjukkan adanya peningkatan persentase rendemen di setiap kenaikan konsentrasi bahan penyalut hingga batas konsentrasi maksimum. Hal ini dapat disebabkan oleh konsentrasi bahan penyalut yang semakin tinggi mengandung jumlah padatan yang semakin tinggi pula.

Perlakuan jenis bahan penyalut menggunakan gum arab menghasilkan rendemen lebih rendah dari maltodekstrin pada setiap konsentrasi enkapsulan. Rendahnya rendemen yang dihasilkan pada enkapsulat dengan menggunakan gum arab

dapat disebabkan oleh viskositas gum arab yang tinggi. Menurut Gardjito (2006), gum arab mempunyai viskositas yang sangat tinggi. Viskositas yang terlalu tinggi dapat mengganggu proses atomisasi dan mengakibatkan pembentukan *droplet* yang besar dan panjang yang menyebabkan kecepatan pengeringan berkurang sehingga rendemen enkapsulat berkurang. Sedangkan maltodekstrin berbeda dengan gum arab. Menurut Yuliawati (2015), peningkatan rendemen dipengaruhi oleh banyaknya jumlah maltodekstrin yang ditambahkan karena semakin banyak maltodekstrin akan semakin besar total padatan yang diperoleh. Salah satu fungsi dari penggunaan maltodekstrin pada beberapa produk tertentu yaitu sebagai bahan pengisi yang dapat meningkatkan rendemen pada produk akhir yang dihasilkan (Nugroho *et al.*, 2006).

2. Kadar Air

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis dan

konsentrasi bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$), sedangkan interaksinya berpengaruh tidak nyata ($P \geq 0,05$) terhadap kadar air enkapsulat

ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata kadar air enkapsulat ekstrak kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata kadar air (%) enkapsulat ekstrak kulit buah kakao pada perlakuan variasi jenis dan konsentrasi bahan penyalut.

Jenis Bahan Penyalut	Konsentrasi Bahan Penyalut					Rata-rata
	M1(5%)	M2(10%)	M3(15%)	M4(20%)	M5(25%)	
S1(Malto)	5,20	4,40	4,03	3,55	2,80	3,83±0,90 ^b
S2(G. Arab)	7,10	6,51	6,01	5,42	4,25	5,86±1,09 ^a
Rata-rata	6,15±1,34 ^a	5,45±1,49 ^b	5,02±1,40 ^{bc}	4,48±1,32 ^c	3,52±1,03 ^d	

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$). Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan.

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar air enkapsulat ekstrak kulit buah kakao tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi bahan penyalut 5% dengan rata-rata sebesar 6,20±0,95 persen, sedangkan kadar air terendah diperoleh pada perlakuan konsentrasi bahan penyalut 25% sebesar 3,62±0,74 persen. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi enkapsulan maka kadar air yang dihasilkan semakin rendah. Perlakuan konsentrasi bahan penyalut yang mengalami peningkatan persentase kadar air disetiap kenaikan konsentrasinya sesuai dengan yang dilaporkan oleh Frascareli *et al.* (2012) bahwa kadar air mikrokapsul menurun hingga konsentrasi enkapsulan 25%. Peningkatan konsentrasi enkapsulan mengakibatkan air yang tersedia semakin sedikit untuk diuapkan sehingga kadar air menjadi rendah.

Pada perlakuan jenis bahan penyalut enkapsulat ekstrak kulit buah kakao didapatkan gum arab sebagai jenis bahan penyalut dengan kadar air lebih tinggi sebesar 5,86±1,09 persen dibandingkan jenis bahan penyalut maltodekstrin sebesar 4,00±0,90 persen. Tingginya kadar air pada produk enkapsulat dengan bahan penyalut gum arab dapat disebabkan oleh sifat gum arab yang memiliki viskositas tinggi. Menurut Gardjito (2006), kadar air enkapsulat dipengaruhi oleh

jenis bahan penyalut yang digunakan. Maltodekstrin memiliki berat molekul yang lebih rendah (kurang dari 4000) dan struktur molekul yang lebih sederhana sehingga dengan mudah air dapat diuapkan ketika proses pengeringan berlangsung. Gum arab memiliki berat molekul yang lebih besar (± 500.000) dan struktur molekul yang lebih kompleks sehingga ikatan dengan molekul air lebih kuat, maka ketika proses pengeringan berlangsung molekul air agak sulit diuapkan dan membutuhkan energi penguapan yang lebih besar. Viskositas yang terjadi pada maltodekstrin dan gum Arab disebabkan sifat hidrofilik (kemampuan yang baik dalam mengikat air). Kemampuan pengikatan air dalam suatu bahan dapat dipengaruhi oleh jumlah gugus hidroksil (-OH) dan massa molekul dari suatu bahan pengisi. Menurut Hui (2002) dalam Fiana *et al.* (2016), penambahan konsentrasi maltodekstrin yang tinggi dapat mengikat air bebas pada suatu bahan pangan sehingga dapat menurunkan kadar air pada produk. Hui (2002) dalam Kania *et al.* (2015), menambahkan salah satu sifat dari maltodekstrin adalah mampu mengikat air bebas suatu bahan sehingga penambahan maltodekstrin yang semakin banyak dapat menurunkan kadar air. Sifat higroskopis maltodekstrin yang rendah ini membuatnya tidak mudah menyerap uap air kembali. Penambahan maltodekstrin dapat

meningkatkan kualitas mutu produk dengan menurunkan kadar air (Triyono, 2010). Menurut Reineccius (1995), gum Arab merupakan golongan karbohidrat yang bersifat hidrofilik dan mempunyai banyak gugus hidroksil sehingga mempunyai kemampuan untuk mengikat air. Air yang terikat pada gum Arab selanjutnya akan membentuk gel sehingga air yang terperangkap sulit untuk menguap.

Tabel 3. Nilai rata-rata kelarutan (%) enkapsulat ekstrak kulit buah kakao pada perlakuan variasi jenis dan konsentrasi bahan penyalut.

Jenis Bahan Penyalut	Konsentrasi Bahan Penyalut				
	M1(5%)	M2(10%)	M3(15%)	M4(20%)	M5(25%)
S1(Malto)	81,29±0,15 ^h	81,62±0,15 ^h	82,46±0,20 ^g	83,81±0,05 ^f	85,00±0,05 ^d
S2(G. Arab)	84,26±0,06 ^e	84,82±0,14 ^d	85,94±0,16 ^c	88,27±0,14 ^b	90,08±0,15 ^a

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNT dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$). Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan.

Tabel 3. menunjukkan bahwa nilai rata-rata kelarutan enkapsulat ekstrak kulit buah kakao tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi bahan penyalut 25% dengan jenis bahan penyalut gum arab sebesar 90,08±0,15 persen, sedangkan kelarutan terendah diperoleh pada perlakuan jenis penyalut maltodekstrin dengan konsentrasi bahan penyalut 5% sebesar 81,29±0,15 persen dan tidak berbeda nyata dengan jenis penyalut maltodekstrin dengan konsentrasi konsentrasi 10% sebesar 81,62±0,15 persen. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan penyalut maka kelarutannya semakin rendah. Perlakuan konsentrasi menunjukkan peningkatan persentase kelarutan di setiap kenaikan konsentrasinya. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi bahan penyalut yang tinggi mengakibatkan viskositas yang semakin tinggi pula sehingga kelarutan menjadi semakin rendah. Viskositas gum arab yang lebih tinggi dari maltodekstrin disebabkan gum arab mempunyai gugus arabinogalactan protein AGP dan glikoprotein GP yang berperan sebagai pengemulsi dan pengental (Gaonkar, 1995). Protein terdiri dari asam

3. Kelarutan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis dan konsentrasi bahan penyalut serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap kelarutan enkapsulat ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata enkapsulat ekstrak kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 3.

amino yang memiliki gugus amino dan gugus hidroksil yang bersifat hidrofilik. Gugus hidrofilik inilah yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan satu atau lebih molekul air, sehingga mampu menyerap air dan menahannya dalam struktur molekul. Sehingga terbentuk suatu cairan atau koloid yang kental dengan struktur gel (Winarno, 2002). Menurut Ayu *et al.* (2016), semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin semakin tinggi nilai daya larut yang didapat. Hal ini terjadi karena maltodekstrin mempunyai sifat yang mampu mengikat zat-zat yang bersifat hidrofobik, selain itu maltodekstrin merupakan polisakarida yang sangat mudah larut dalam air, sehingga mampu membentuk system larutan yang terdispersi merata. Menurut Yuliawaty *et al.* (2015), gugus hidroksil pada maltodekstrin akan berinteraksi dengan air ketika bahan dilarutkan, semakin banyak gugus hidroksil bebas pada bahan pengisi maka semakin tinggi tingkat kelarutannya. Semakin tinggi nilai kelarutan yang diperoleh menunjukkan mutu produk yang dihasilkan semakin baik, karena proses penyajiannya akan menjadi lebih mudah. Konsentrasi 40% merupakan

produk mutu yang baik.

Perlakuan jenis bahan penyalut tertinggi diperoleh pada jenis bahan penyalut gum arab. Gum arab mempunyai sifat membentuk emulsi yang lebih baik dibandingkan maltodekstrin sehingga dapat menghasilkan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan maltodekstrin (Gharsallaoui *et al.*, 2007). Gum arab jauh lebih mudah larut dalam air dibandingkan bahan penstabil lainnya dengan tingkat kelarutan 95%. Viskositas gum arab akan naik seiring dengan meningkatnya konsentrasi jika dilarutkan dalam air atau larutan (Tranggono *et al.*, 1991). Menurut BeMiller dan Whistler (1996), gum arab juga memiliki kelarutan yang tinggi dalam air, sehingga kombinasi keduanya menghasilkan produk mikrokapsul dengan nilai kelarutan dalam air tinggi. menunjukkan penurunan kelarutan enkapsulat seiring dengan penurunan konsentrasi maltodekstrin. Nilai kelarutan yang digunakan memiliki hubungan dengan nilai kadar air pada bahan. Dimana semakin

tinggi kadar air bahan maka semakin rendah nilai kelarutan yang dihasilkan. Menurut Gardjito *et al.* (2006), kelarutan suatu bahan dalam air dipengaruhi oleh kadar air bahan yang bersangkutan. Kadar air yang tinggi di dalam bahan menyebabkan bahan tersebut menjadi sulit menyebar dalam air karena bahan cenderung lekat sehingga tidak terbentuk pori-pori, akibatnya bahan tidak mampu menyerap air dalam jumlah besar, selain itu bahan dengan kadar air yang tinggi mempunyai permukaan yang sempit untuk dibasahi karena butirannya besar sehingga saling lengket diantara butiran tersebut.

4. Total Fenol

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis dan konsentrasi bahan penyalut serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap total fenol enkapsulat ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata enkapsulat ekstrak kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata total fenol (mg GAE/g) enkapsulat ekstrak kulit buah kakao pada perlakuan variasi jenis dan konsentrasi bahan penyalut.

Jenis Bahan Penyalut	Konsentrasi Bahan Penyalut				
	M1(5%)	M2(10%)	M3(15%)	M4(20%)	M5(25%)
S1(Malto)	103,41±0,23 ^c	95,33±0,21 ^f	96,77±0,49 ^e	94,79±0,53 ^f	82,68±0,23 ^g
S2(G. Arab)	113,77±0,24 ^a	107,24±0,23 ^b	98,60±0,21 ^d	97,35±0,23 ^{de}	97,29±0,74 ^{de}

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$). Data merupakan ratarata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan.

Tabel 4. menunjukkan bahwa nilai rata-rata total fenol enkapsulat ekstrak kulit buah kakao tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi bahan penyalut 5% dengan jenis bahan penyalut gum arab sebesar 113,77±0,24 mg GAE/g, sedangkan total fenol terendah diperoleh pada perlakuan konsentrasi bahan penyalut 25% dengan bahan penyalut maltodekstrin sebesar 82,68±0,23 mg GAE/g. Tabel diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan penyalut maka total fenol enkapsulat semakin rendah. Hal ini

disebabkan oleh semakin tinggi konsentrasi bahan penyalut mengakibatkan rasio antara ekstrak dengan bahan penyalut semakin besar.

Perlakuan jenis bahan penyalut tertinggi diperoleh gum arab dan yang terendah diperoleh maltodekstrin. Jenis bahan penyalut gum arab menghasilkan kadar total fenol lebih tinggi dibandingkan bahan penyalut maltodekstrin. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat pengemulsi yang dimiliki oleh gum arab lebih baik dibandingkan maltodekstrin. Semakin rendah

konsentrasi maltodekstrin memberikan peningkatan pada kandungan total fenol enkapsulat ekstrak kulit buah kakao. Hal ini sesuai dengan penelitian Widarta (2014), pada mikroenkapsulasi bekatul beras dengan bahan penyalut maltodekstrin, gum arab dan kombinasi maltodekstrin dan gum arab dimana dari penelitian tersebut total fenol tertinggi terdapat pada jenis bahan penyalut gum arab dengan nilai 623,99 mg/g pada konsentrasi 10%, sedangkan nilai total fenol terendah terdapat pada jenis bahan penyalut maltodekstrin yaitu 302,34 mg/g pada konsentrasi 20%. Kadar total fenol pada jenis bahan penyalut gum arab lebih tinggi dibandingkan pada jenis bahan penyalut maltodekstrin. Gum arab dapat meningkatkan dan mempertahankan stabilitas dari senyawa yang disalut dengan meningkatkan viskositasnya. Viskositas dari gum arab akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi yang digunakan. Viskositas gum arab yang lebih tinggi dari maltodekstrin disebabkan gum arab mempunyai gugus arabinogalactan protein AGP dan glikoprotein GP yang berperan sebagai pengemulsi dan pengental (Gaonkar, 1995). Protein terdiri dari asam amino yang memiliki gugus amino dan gugus hidroksil yang bersifat hidrofilik. Gugus hidrofilik inilah yang dapat membentuk ikatan hidrogen

dengan satu atau lebih molekul air, sehingga mampu menyerap air dan menahannya dalam struktur molekul. Sehingga terbentuk suatu cairan atau koloid yang kental dengan struktur gel (Winarno, 2002). Gum arab juga salah satu jenis penyalut yang tahan terhadap suhu panas (Dauqan dan Abdullah, 2013). Tingginya konsentrasi maltodekstrin menyebabkan kadar total fenol pada mikrokapsul menjadi rendah. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya total padatan yang terkandung dalam bahan yaitu maltodekstrin sebagai bahan pengisi sehingga total fenol yang terukur semakin sedikit, dimana maltodekstrin berwarna putih sedangkan warna kompleks adanya senyawa fenol yaitu berwarna biru sehingga ketika diukur dengan spektrofotometer intensitas warna biru menjadi semakin berkurang sehingga kadar total fenol yang terukur menjadi rendah (Yuliawati, 2015).

5. Kapasitas Antioksidan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis dan konsentrasi bahan penyalut serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap kapasitas antioksidan enkapsulat ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata enkapsulat ekstrak kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mg GAEAC/g) enkapsulat ekstrak kulit buah kakao pada perlakuan variasi jenis dan konsentrasi bahan penyalut.

Jenis Bahan Penyalut	Konsentrasi Bahan Penyalut				
	M1(5%)	M2(10%)	M3(15%)	M4(20%)	M5(25%)
S1(Malto)	75,71±0,37 ^c	75,27±0,75 ^c	72,26±0,50 ^{de}	70,76±0,87 ^e	67,23±0,12 ^f
S2(G. Arab)	80,12±0,24 ^a	78,00±0,22 ^b	76,41±0,12 ^{bc}	73,41±0,37 ^d	72,53±0,62 ^d

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNT dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$). Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan.

Tabel 5. menunjukkan bahwa nilai rata-rata kapasitas antioksidan enkapsulat ekstrak kulit buah kakao tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi bahan penyalut 5% dengan jenis bahan penyalut gum arab sebesar 80,12±0,24 mg GAEAC/g,

sedangkan kapasitas antioksidan terendah diperoleh pada perlakuan konsentrasi bahan penyalut 25% sebesar 67,23±0,12mg GAEAC/g. Hasil diatas menunjukkan bahwa semakin rendah konsentrasi bahan penyalut maka kapasitas antioksidan enkapsulat

semakin tinggi. Hal ini berlaku kepada semua jenis bahan penyalut baik maltodekstrin dan gum arab. Keduanya mendapatkan kapasitas antioksidan tertinggi pada konsentrasi 5% dan terendah pada konsentrasi 25%.

Perlakuan jenis bahan penyalut menunjukkan gum arab memiliki kapasitas antioksidan lebih besar daripada maltodekstrin. Penggunaan penyalut maltodekstrin memiliki sifat ketahanan oksidasi yang tinggi dan dapat menurunkan viskositas emulsi dan dikombinasikan dengan penyalut lain yang memiliki sifat pengemulsi yang lebih baik yang menyebabkan antioksidan dalam enkapsulat dapat terselimuti dan terlindungi dengan baik (Purnomo *et al.*, 2014). Meskipun begitu, ternyata bahan penyalut gum arab memiliki sifat pengemulsi lebih baik dibandingkan dengan maltodekstrin. Menurut Thevenet (1998) dalam Desmawarni (2007), persentase kapasitas antioksidan dipengaruhi oleh sifat bahan pengikat gum arab yang dapat membentuk tekstur, membentuk film, mengikat dan mengemulsi yang baik sehingga gum arab dapat mempertahankan material inti dari produk karena bahan

pengikat gum arab dapat membentuk lapisan yang dapat melindungi bahan inti dari proses perubahan destrukatif.

Nilai kapasitas antioksidan enkapsulat ini terkait dengan kadar total fenol yang dihasilkan. Kadar total fenol enkapsulat yang tinggi akan menghasilkan aktivitas antioksidan yang tinggi pula, sehingga kemampuan antioksidan dalam mendonorkan elektronnya dalam hal menekan perkembangan radikal bebas juga semakin tinggi. Perlindungan dengan menggunakan proses enkapsulasi dapat mencegah degradasi karena radiasi cahaya atau oksigen dan juga memperlambat terjadinya evaporasi. Hal ini akan meminimalisir turunnya antioksidan akibat pengaruh oksidasi (Dityanawarman *et al.*, 2009).

6. Efisiensi Enkapsulasi

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis dan konsentrasi bahan penyalut serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap efisiensi enkapsulasi enkapsulat ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata enkapsulat ekstrak kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-rata efisiensi enkapsulasi (%) enkapsulat ekstrak kulit buah kakao pada perlakuan variasi jenis dan konsentrasi bahan penyalut.

Jenis Bahan Penyalut	Konsentrasi Bahan Penyalut				
	M1(5%)	M2(10%)	M3(15%)	M4(20%)	M5(25%)
S1(Malto)	71,04±0,55 ^c	65,49±0,50 ^f	66,48±0,70 ^e	65,12±0,72 ^f	56,80±0,47 ^g
S2(G. Arab)	78,16±0,60 ^a	73,67±0,25 ^b	67,74±0,23 ^d	66,88±0,21 ^{de}	66,84±0,87 ^{de}

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNT dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$). Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan.

Tabel 6. menunjukkan bahwa efisiensi enkapsulasi tertinggi diperoleh pada perlakuan jenis bahan penyalut gum arab dengan konsentrasi 5% yaitu sebesar 78,16±0,60 persen, sedangkan terendah diperoleh pada perlakuan jenis enkapsulan maltodekstrin dengan konsentrasi 25% yaitu sebesar 56,80±0,47 persen. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan penyalut maka efisiensi

enkapsulasi semakin rendah. Efisiensi enkapsulasi dihitung berdasarkan perbandingan total fenol yang berada di dalam ekstrak kulit buah kakao dengan total fenol yang terdapat pada enkapsulat ekstrak kulit buah kakao (Isailovic *et al.*, 2012). Efisiensi yang tinggi menunjukkan tingginya jumlah fraksi yang terkapsulkan (Mustikawati, 1998). Tingginya persentase dari efisiensi enkapsulasi menandakan proses

enkapsulasi yang terjadi bekerja secara maksimal. Hal ini ditunjukkan oleh nilai total fenol yang semakin rendah sejalan dengan peningkatan konsentrasi bahan penyalut.

Perlakuan jenis bahan penyalut menunjukkan efisiensi enkapsulasi dengan jenis bahan penyalut gum arab lebih besar dibandingkan bahan penyalut maltodekstrin. Menurut Gharsallaoui *et al.* (2007), jenis bahan penyalut sangat mempengaruhi proses efisiensi enkapsulasi. Gum arab digunakan sebagai bahan penyalut karena memiliki sifat mengemulsi yang baik dan mampu membentuk lapisan/film. Sifat mengemulsi yang baik dari gum arab disebabkan oleh kandungan proteinnya. Krishnan *et al.* (2005), melaporkan bahwa gum arab merupakan bahan penyalut yang lebih baik dibandingkan maltodekstrin pada proses mikroenkapsulasi cardamom oleoresin.

7. Indeks Efektivitas

Uji indeks efektivitas dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik dalam menghasilkan enkapsulan ekstrak kulit buah kakao. Variabel yang diamati pada pengujian ini adalah rendemen, kadar air, kelarutan, total fenol, kapasitas antioksidan, dan efisiensi enkapsulasi. Hasil uji indeks efektivitas ekstrak kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 7.

Perlakuan terbaik ditunjukkan dengan jumlah nilai hasil tertinggi. Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan jenis bahan penyalut gum arab dan konsentrasi bahan penyalut 5% memiliki nilai tertinggi yaitu 0,84 sehingga merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan enkapsulat ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan.

Tabel 7. Hasil uji indeks efektivitas untuk menentukan perlakuan terbaik pada proses enkapsulasi ekstrak kulit buah kakao

Perlakuan	Variabel							Jumlah
	Rendemen	Kadar Air	Kelarutan	Kapasitas Antioksidan	Total Fenol	Efisiensi Enkapsulasi		
S1M1	BV	4,60	4,20	5,00	5,20	3,60	5,40	0,74
	BN	0,24	0,22	0,26	0,27	0,19	0,28	
	Ne	0,18	0,44	0,00	0,65	0,67	0,67	
S1M2	Nh	0,04	0,10	0,11	0,18	0,13	0,19	0,70
	Ne	0,36	0,63	0,04	0,61	0,41	0,41	
S1M3	Nh	0,09	0,14	0,11	0,17	0,08	0,12	0,66
	Ne	0,62	0,71	0,13	0,38	0,45	0,45	
S1M4	Nh	0,15	0,16	0,04	0,11	0,09	0,13	0,71
	Ne	0,78	0,83	0,29	0,27	0,39	0,39	
S1M5	Nh	0,19	0,18	0,08	0,07	0,07	0,11	0,57
	Ne	1,00	1,00	0,42	0,00	0,00	0,00	
S2M1	Nh	0,24	0,22	0,11	0,00	0,00	0,00	0,84
	Ne	0,00	0,00	0,34	1,00	1,00	1,00	
S2M2	Nh	0,00	0,00	0,09	0,27	0,19	0,28	0,77
	Ne	0,16	0,14	0,40	0,83	0,79	0,79	
S2M3	Nh	0,04	0,03	0,11	0,23	0,15	0,22	0,71
	Ne	0,31	0,25	0,53	0,71	0,51	0,51	
S2M4	Nh	0,07	0,06	0,14	0,19	0,10	0,15	0,47
	Ne	0,48	0,39	0,79	0,47	0,47	0,47	

	Nh	0,12	0,09	0,11	0,13	0,09	0,13	0,67
S2M5	Ne	0,51	0,66	1,00	0,40	0,47	0,47	
	Nh	0,12	0,15	0,11	0,11	0,09	0,13	0,71

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Jenis dan konsentrasi bahan penyalut berpengaruh terhadap rendemen, kadar air, kelarutan, kapasitas antioksidan, total fenolik dan efisiensi enkapsulasi enkapsulat ekstrak kulit buah kakao. Interaksi antar perlakuan berpengaruh terhadap rendemen, kelarutan, kapasitas antioksidan, total fenolik dan efisiensi enkapsulasi namun tidak berpengaruh terhadap kadar air enkapsulat ekstrak kulit buah kakao.
2. Perlakuan terbaik untuk menghasilkan enkapsulat ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan adalah menggunakan jenis bahan penyalut gum arab dan konsentrasi bahan penyalut 5%, dengan karakteristik rendemen $84,81 \pm 0,15$ persen, kadar air 7,10 persen, kelarutan $84,26 \pm 0,06$ persen, kapasitas antioksidan $80,12 \pm 0,24$ mg GAEAC/g, total fenolik $113,77 \pm 0,24$ mg GAE/g, dan efisiensi enkapsulasi sebesar $78,16 \pm 0,60$ persen.

Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk menghasilkan enkapsulat ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan, disarankan menggunakan jenis bahan penyalut gum arab dan konsentrasi bahan penyalut 5%.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut seperti pengkombinasian jenis bahan

penyalut dan pengaplikasian pada produk kakao di bidang kosmetik, pangan, dan obat-obatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adline, A.A. 2013. Antimicrobial and Antioxidant Activities of Microwave Assisted Extracts From Coffee Ground Residue in Chiang Rai Province, Thailand. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- AOAC, 1984. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Awuah R.T., dan Frimpong, M. 2003. Cocoa-based media for culturing *Phytophthora palmivora*. Butl., causal agent of black pod disease of cocoa. Mycopathologia. 155:143-147.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature. 181: 1199-1200.
- De Garmo, E.G., W.G. Sullivan and J.R. Cerook. 1984. Engineering Economy. 7th Ed. Macmilland Publ. Co., New York.
- Desmawarni. 2007. Pengaruh Komposisi Bahan Penyalut dan Kondisi Spray Drying Terhadap Karakteristik Mikrokapsul Oleoresin Jahe. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2020. Produksi Kakao Menurut Provinsi di Indonesia 2016 – 2020. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.

- Dwipayani, N.K.Y., dan Ganda-Putra, G.P. 2020. Karakteristik ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai sumber antioksidan pada perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut dan waktu maserasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 8(2): 210-222.
- Fapohunda dan Afolayan. 2012. Fermentation of Cocoa Beans and Antimicrobial Potentials of the pod Husk Phytochemicals, *Journal of Physiology and Pharmacology Advances*. 2(3): 158-164.
- Gardjito, M., Murdiati, A., dan Aini, N. 2006. Mikroenkapsulasi β -karoten buah labu kuning dengan enkapsulan whey dan karbohidrat. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2(1): 13-18.
- Gharsallaoui A, Roudaut G., Chambin O., Voilley A., and Saurel R. 2007. Applications of spray drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food Res Int*. 40:1107–1121
- Glicksman, M., dan Sand, R.E. 1973. Gum Arabic. Di dalam *Industrial Gums : Polysaccharides And Their Derivatives*. Whistler, R.L., dan Be-Miller, J.N (Eds). Academic Press, New York. p. 197-263.
- Gaonkar, A.G. 1995. *Ingredient Interactions Effects on Food Quality*. Marcell Dekker, Inc., New York
- Hartiati, A., dan Mulyani, S. 2015. The effect of maltodextrin concentration and drying temperature to antioxidant content of sinom beverage powder. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 3:231–234.
- Hii, C.L., Law, C.L., Suzannah, S., Misnawi, dan Cloke, M. 2009. Polyphenols in cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. 2(4): 702-722.
- Hui, Y.H. 2002. *Encyclopedia of Food Science and Technology Handbook*. VCH Publisher, Inc. New York.
- Isailovic, B., Kalusevic, A., Zuzul, N., Coelho, M.T., Dordevic, V., Alves, V.D., Sousa, I., Moldao Martins, M., Bugarski, B., dan Nedovic, V.A. 2012. Microencapsulation of natural antioxidants from *Pterospartum tridentatum* in different alginate and inulin systems. *Central European Congress on Food*. 6: 1075-1081.
- Kenyon, M.M. 1995. Modified Starch, Maltodextrin, and Corn Syrup Solids as Wall Materials for Food Encapsulation. Di dalam *Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients*. Risch, S.J. dan Reineccius, G.A (Eds). American Chemical Society, Washington, p. 42–50.
- Krishnan S., Bhosale R., Singhal RS. 2005. Microencapsulation of cardamom oleoresin: Evaluation of blends of gum arabic, maltodextrin and a modified starch as wall materials. *Carbohydrate Polymers*. 61:95–102.
- Kim, Y.D., dan Morr, C.V. 1996. Microencapsulation properties of gum arabic and several food protein: spray dried orange oil emulsion particles. *J Agriculture Food Chem*. 44:1314-1320.
- Merliem, Y.W. 2015. Pengaruh Penambahan Gum Arab Sebagai Bahan Enkapsulasi Pada Pembuatan Serbuk Instan Temumangga Dengan Metode Freeze Drying. Sripsi. Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang.
- Nasrullah, F. 2010. Pengaruh Komposisi

- Bahan Pengkapsul Terhadap Kualitas Mikro kapsul Oleoresin Lada Hitam (*Piper nigrum* L.). Skripsi. Tidak dipublikasikan. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Novita I.P., Melvern J.C., Priska A.C.R., dan Victoria, K.A. 2019. Pengaruh konsentrasi dan jenis enkapsulan dalam proses pembuatan serbuk antosianin dari kubis merah dan bunga telang. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 18(1):19.
- Nuraini dan Maria, E.M. 2009. Pemanfaatan kulit buah kakao fermentasi sebagai pakan alternatif ternak di daerah sentra kakao padang pariaman. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Peternakan Dikjen Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Dikti Depdiknas Program IPTEK*.
- Palupi, N.W., Setiadi P.K., dan Yuwanti, S. 2014. Enkapsulasi cabai merah dengan teknik coacervation menggunakan alginat yang disubstitusi dengan tapioka terfotooksidasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi pangan*. 3(3):1-5.
- Prakash, A. 2001. Antioxidant activity. *Medallion Laboratories Analytical Progress*. 19(2):23-32.
- Purnomo, W., Khasanah, L.U., dan Anindito, R.B.K. 2014. Pengaruh ratio kombinasi maltodekstrin, karagenan dan whey terhadap karakteristik mikroenkapsulan pewarna alami daun jati (*Tectona grandis* L. f.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(3):121-129.
- Rachmawaty, A., Mu'nisa, dan Hasri. 2017. Analisis Fitokimia Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) Sebagai Kandidat Antimikroba. Seminar Nasional LP2M. Universitas Negeri Malang, Malang.
- Reineccius, G.A. 1995. Liposomes for controlled release in the food industry. Di dalam *Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients*. Risch, S.J., dan Reineccius, G.A (Eds). ACS Symposium Series 590. American Chemical Society. Washington, DC. Pp. 113–131
- Sakanaka S., Tachibana, Y., Okada, and Yuki. 2003. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (Kakinocha-Cha). *Food Chemistry*. 89:569-575.
- Sinha, V.R., Singla, A.K., Wadhawan, S., Kaushik, R., Kumria, R., Bansal, K., dan Dhawan, S. 2004. Chitosan microspheres as a potential carrier for drugs. *International Journal of Pharmaceutics*. 2(74):1-33.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Sugindro, Mardiyati E., Djajadisastra J. 2008. Pembuatan dan mikroenkapsulasi ekstrak etanol biji jinten hitam pahit (*Nigella sativa* Linn.). *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 5(2): 57 – 66
- Supriyanto. 1990. Karakteristik Tepung Kulit Buah Coklat. Laporan Penelitian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Thevenet, F. (1988). Acacia gums stabilizers for flavor encapsulation. *American Chemical Society*. 14(37):40-44.
- Tranggono, S., Haryadi, Suparmo, A., Murdiati, S., Sudarmadji, K., Rahayu, S., Naruki, dan Astuti, M. 1991. *Bahan Tambahan Makanan (Food Additives)*. PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 15(2): 0854-6177.

- Triyono, A. 2010. Mempelajari Pengaruh Penambahan Beberapa Asam Pada Proses Isolasi Protein Terhadap Tepung Protein Isolat Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L). Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. 10(1): 1411-4216
- Wahyudi, T., dan Rahardjo, P. 2008. Kakao: Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir. *Dalam* Sejarah dan Prospek. Wahyudi T., Panggabean T. R., Pujiyanto (eds). Penebar Swadaya, Depok, p. 21-23.
- Wartini, N.M., dan Ganda-Putra, G.P. 2018. Karakteristik enkapsulat pewarna buah pandan pada perlakuan jenis dan konsentrasi enkapsulan. *Media Ilmiah Teknologi Pangan*. 5(2):139 – 148.
- Yogaswara, I.B., Wartini, N.M., dan Wrsiati, L.P. 2017. Karakteristik enkapsulat ekstrak pewarna buah pandan (*Pandanus tectorius*) pada perlakuan enkapsulan gelatin dan maltodekstrin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 5(4) : 31-40.
- Young, S.L., Sarda, X., dan Rosenberg, M. 1993. Microencapsulation properties of whey proteins. 1. microencapsulation of anhydrous milk fat. *Journal of Dairy Science*. 7(6):2868–2877.
- Yudiono, K. 2011. Ekstraksi antosianin dari ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) dengan teknik ekstraksi subcritical water. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 2(1): 15-18.
- Yuliawaty, S. 2015. Pengaruh lama pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin terhadap karakteristik fisik kimia dan organoleptik minuman instan daun mengkudu (*Morinda Citrifolia* L). *Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian*. Universitas Brawijaya. Malang. 39(1): 41-45.