

Karakteristik Enkapsulat Ekstrak Etanol Kulit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dengan Perbandingan Maltodekstrin dan Gum Arab

Characteristics of Robusta Coffee Skin (Coffea canephora) Ethanol Extract Encapsulate with Comparison of Maltodekstrin and Arabic Gum

Desak Made Ayu Gayatri Rahayu, Ni Luh Ari Yusasrini*, Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali, Indonesia

*Penulis Korespondensi: Ni Luh Ari Yusasrini, Email: ariyusasrini@unud.ac.id

Diterima: 11 Juni 2024 / Disetujui: 18 Juli 2024

Abstract

Extracts from robusta coffee skin (*Coffea canephora*) contain antioxidant compounds such as phenols, flavonoids, beta-carotene, anthocyanins, and vitamin C. Because viscous extracts have limitations in application, further processing is required to convert them into powder using encapsulation technology. Maltodextrin is often used as a coating agent in encapsulation, but due to its low emulsifying properties, its combination with gum arabic is used to create a stable emulsion. The aim of this research is to determine how variations in the ratio between maltodextrin and gum arabic affect the encapsulation characteristics of Robusta coffee husk ethanol extract, as well as to determine the appropriate ratio to produce encapsulation with the best characteristics. This research used a Completely Randomized Design (CRD) with one factor, namely variations in the ratio of maltodextrin (M) and gum arabic (G), with a ratio of (10:0), (9:1), (7:3), (5:5), (3:7), and (1:9). Data analysis was carried out using analysis of variance, followed by Duncan's Multiple Range Test to determine significant differences between treatments. The results showed that the ratio of maltodextrin and gum arabic had a significant effect ($P < 0.05$) on yield, water content, solubility, total phenols, total flavonoids, antioxidant activity and encapsulation efficiency. The treatment (1:9) produced encapsulated robusta coffee skin ethanol extract with the best characteristics, namely with the criteria of yield 77.28%, moisture content 5.53%, solubility 93.06%, total phenols 99.16 mg GAE/g, total flavonoids 59.71 mg QE/g, antioxidant activity 81,25%, IC50 value 15.84 ppm, encapsulation efficiency 71,22%, and irregular particle shape, smoother and slightly hollow.

Keywords: Coffee skin, encapsulation, gum Arabic, maltodextrin

PENDAHULUAN

Kopi adalah salah satu dari komoditas perkebunan yang memegang peranan krusial bagi perkembangan ekonomi Indonesia (Made *et al.*, 2022). Indonesia merupakan negara dengan peringkat keempat sebagai produsen kopi terbesar di dunia menurut data ekspor tahun 2020 (*International Coffee Organization*, 2021). Kopi robusta dan kopi arabika merupakan varietas yang paling banyak dihasilkan di Indonesia. Pada

Tahun 2022, Indonesia memproduksi kopi sebesar 774.961 ton yang sebagian besar merupakan jenis kopi robusta dengan persentase 86,13%, kopi arabika sebesar 11,10%, dan jenis lainnya sebesar 2,77% dengan jumlah dan luas areal yang semakin meningkat setiap tahunnya (BPS, 2022).

Pengolahan kopi khususnya pada jenis kopi robusta dengan jumlah produksi yang relatif besar dan meningkat setiap tahunnya akan menghasilkan biji kopi

sebanyak 65% dan limbah kulit kopi sebanyak 35% (Azrin *et al.*, 2023). Pengolahan yang kurang baik terhadap limbah kulit kopi dapat mencemari lingkungan seperti polusi organik berupa limbah yang membusuk karena mengalami proses degradasi oleh mikroorganisme sehingga dapat menimbulkan adanya bau yang tidak sedap (Simanihuruk, 2010). Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan adanya pengolahan dan pemanfaatan lebih lanjut dikarenakan kulit kopi robusta memiliki kandungan antioksidan yakni fenol sebesar 1,8 – 8.56% (Hafsah *et al.*, 2020).

Ekstraksi adalah salah satu metode untuk memanfaatkan potensi senyawa antioksidan yang terdapat pada kulit buah kopi. Hal ini dikarenakan proses ekstraksi menggunakan pelarut tertentu bertujuan untuk memisahkan dan menarik komponen bioaktif yang ada pada bahan (Candra *et al.*, 2021). Ariadi (2015) melaporkan bahwa ekstrak kulit kopi robusta memiliki kadar antosianin sebesar 15,74 mg/L, polifenol 6,24 mg GAE/g, aktivitas antioksidan 84,32%, serta kadar flavonoid sebanyak 6,87 mg QE/g yang berpotensi dijadikan sebagai bahan pangan kaya antioksidan. Akan tetapi, sediaan antioksidan dalam bentuk ekstrak kental mempunyai kekurangan dari segi kepraktisan dalam aplikasinya sehingga diperlukan adanya pengolahan lebih lanjut dengan merubah ekstrak kental dari kulit kopi robusta menjadi dalam bentuk serbuk

dengan menerapkan teknologi enkapsulasi (Hutasoit *et al.*, 2023).

Enkapsulasi merupakan teknik penyalutan atau pelapisan bahan inti untuk melindungi komponen yang mudah rusak serta memperlambat kerusakan senyawa aktif pada bahan. (Palupi, 2014). Pemilihan bahan penyalut dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil enkapsulasi. Salah satu bahan penyalut yang umum digunakan adalah maltodekstrin yang merupakan suatu jenis karbohidrat seperti pati yang efektif sebagai enkapsulan karena viskositasnya yang rendah, kelarutan tinggi dan harga terjangkau tetapi mempunyai kelemahan dalam sifat sebagai emulsifier yang rendah (Balasubramani *et al.*, 2014). Untuk melengkapi kekurangan dari maltodekstrin, diperlukan adanya kombinasi dengan bahan penyalut yang bersifat sebagai pengemulsi yang baik. Gum arab merupakan bahan penyalut yang terbuat dari getah pohon akasia, memiliki sifat sebagai emulsifier, dan mampu melindungi partikel rasa serta sifat tahan panas pada produk yang dipanaskan. (Susianti *et al.*, 2020).

Penelitian terkait enkapsulasi telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan maltodekstrin dan gum arab sebagai penyalut. Marpaung *et al* (2009) melaporkan bahwa perlakuan terbaik proses mikroenkapsulasi ekstrak daun duku kumpeh dengan rasio maltodekstrin dan gum arab adalah 2 : 3 dengan total fenol sebesar 15,2 μ gGAE/g, total flavonoid 27,4

$\mu\text{g QE/g}$, dan aktivitas antioksidan 42,84%. Purwanti *et al* (2021) melaporkan bahwa perlakuan terbaik dihasilkan dari rasio maltodekstrin dan gum arab 1 : 9 pada mikro kapsul kelopak bunga rosela dengan total fenol 10,27 mg/100g, antosianin 13,03 mg/L, vitamin C 51,92 mg/100g, dan aktivitas antioksidan 8,94%. Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan maltodekstrin dan gum arab terhadap karakteristik enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta serta menentukan perbandingan bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab yang tepat untuk menghasilkan enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta terbaik.

METODE

Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan baku berupa kulit buah kopi robusta yang diperoleh dari kebun di Desa Belatungan, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali dalam kondisi segar dan berwarna merah, serta bahan kimia antara lain etanol (*Merck*), akuades, metanol (*Merck*), reagen Folin-Ciocalteu (*Merck*), kuersetin (*Sigma Aldrich*), 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazil (DPPH) (*Sigma Aldrich*), Na_2CO_3 (*Merck*), asam galat (*Sigma Aldrich*), AlCl_3 (*Merck*), NaNO_2 (*Merck*), NaOH (*Merck*), serta bahan enkapsulan yaitu maltodekstrin DE 10-12 (*Lihua-RRC*) dan gum arab (*TIC GUMS*).

Alat Penelitian

Alat yang digunakan terdiri dari lumpang besi, spektrofotometer UV-Vis (BIOCHROME SN 133467), oven pengering (*Cole Parmer*), *magnetic stirrer* (*DLAB MS-S*), vortex (*Maxi Mix II Type 367000*), rotary evaporator (*IKA RV 10*), timbangan analitik (*Shimadzu ATY224*), sentrifugasi (*Damon IEC Centrifuge*), *scanning electron microscope* (SEM), blender (*Miyako*), spatula, kertas saring Whatman No.1, desikator, kertas saring kasar, ayakan 60 mesh (*Retsch*), cawan aluminium, kertas saring Whatman No.42, tabung sentrifuge, gelas ukur (*Iwaki*), gelas beker (*Iwaki*), labu ukur (*Iwaki*), cawan petri, pipet tetes, tabung reaksi (*Iwaki*), pipet mikro (*DRAGONLAB*), pipet volume (*Iwaki*), labu Erlenmeyer (*Herma*), desikator, vial gelap, corong plastik, aluminium foil, dan tisu.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan variasi perbandingan antara maltodekstrin (M) dan gum arab (G) meliputi 6 taraf n yakni MG0 (10 : 0), MG1 (9 : 1), MG2 (7 : 3), MG3 (5 : 5), MG4 (3 : 7), MG5 (1 : 9). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 18 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) dan perlakuan yang berpengaruh nyata ($P < 0,05$) dilakukan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan program SPSS.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Bubuk Kulit Kopi Robusta

Pembuatan bubuk kulit kopi mengikuti prosedur dari Prayitno *et al* (2019). Buah kopi robusta dipilih dengan kondisi segar berwarna merah serta tidak dalam kondisi cacat (berlubang, menghitam, berkapang) agar menghasilkan mutu produk yang baik. Selanjutnya dilakukan sortasi buah kopi untuk memisahkan antara kotoran yang masih terbawa saat pemanenan. Setelah sortasi, buah kopi dicuci untuk menghilangkan sisa kotoran dan ditiriskan untuk mengurangi kandungan air. Selanjutnya buah kopi ditumbuk menggunakan lumpang besi untuk memisahkan kulit. Setelah itu, kulit kopi dicuci untuk memastikan kondisinya benar-benar bersih. Pengeringan dilakukan selama 20 jam dengan suhu 50°C, kulit kopi kering selanjutnya dihaluskan hingga berbentuk bubuk dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Pembuatan Ekstrak Kulit Kopi Robusta

Ekstrak etanol kulit kopi robusta dibuat berdasarkan prosedur penelitian Baihaqi *et al* (2021). Untuk membuat ekstrak digunakan metode maserasi selama 48 jam dengan merendam 50 gram bubuk kulit kopi robusta dalam 500 ml pelarut etanol 70% dan dilakukan pengadukan setiap 6 jam. Kertas saring kasar digunakan untuk penyaringan larutan yang telah tercampur, kemudian kertas saring Whatman No.1 digunakan untuk menyaring kembali.

Untuk memperoleh ekstrak kental, dilakukan pemekatan terhadap filtrat yang dihasilkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 50°C dan kecepatan 50 rpm.

Pembuatan Enkapsulat Ekstrak Etanol Kulit Kopi Robusta

Enkapsulasi ekstrak etanol kulit kopi robusta dilakukan dengan mengacu pada prosedur penelitian oleh Baihaqi *et al* (2021). Metode dalam pembuatan produk enkapsulasi ekstrak etanol kulit kopi robusta adalah pengeringan lapis tipis (*thin layer drying*). Larutan enkapsulasi dibuat sebanyak 100 ml dengan bahan penyalut ditimbang sebanyak 10% (10 g) sesuai variasi perbandingan dan ditambahkan akuades. Selanjutnya dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer*, lalu ditambahkan 2% ekstrak etanol kulit kopi robusta dari volume larutan dan ditepatkan volumenya hingga 100 ml dengan akuades. Campuran selanjutnya diaduk kembali menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit dengan kecepatan 1500 rpm. Larutan yang telah tercampur dituangkan dengan ketebalan ± 3 mm ke dalam cawan petri dan dikeringkan selama 15 jam dengan suhu 50°C. Enkapsulat kering kemudian dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Adapun dalam penelitian ini dilakukan pengamatan pada parameter yang meliputi rendemen (Gardjito, 2006), kadar air (AOAC, 2005), kelarutan (AOAC, 2005), total fenol terenkapsulasi (Beretta *et al.*, 2005), total flavonoid (Baba & Malik,

2015), aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (Xin *et al.*, 2022), total fenol permukaan (Saenz *et al.*, 2009), efisiensi enkapsulasi (Poomkokrak *et al.*, 2015), serta karakterisasi morfologi pada perlakuan kontrol dan perlakuan terbaik dengan uji *scanning electron microscope* (SEM) (Farikhin, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Karakteristik Kimia Ekstrak Etanol Kulit Kopi Robusta

Proses ekstraksi mengakibatkan senyawa fenolik yang terkandung dalam kulit kopi robusta dapat dijadikan sebagai sumber antioksidan alami. Kandungan fenol dan juga flavonoid dapat memberikan pengaruh terhadap nilai antioksidan. Semakin tingginya kadar fenol serta flavonoid maka semakin meningkat pula kemampuan antioksidan sebagai penangkal radikal bebas (Sukma *et al.*, 2022). Ariadi (2015) melaporkan bahwa ekstrak kulit kopi robusta memiliki aktivitas antioksidan (% inhibisi) sebesar 84,32%. Hasil analisis karakteristik kimia ekstrak etanol kulit kopi robusta disajikan pada Tabel 1.

Hasil Analisis Rendemen, Kadar Air, dan Kelarutan Enkapsulat

Hasil analisis enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta meliputi rendemen, kadar air, kelarutan disajikan pada Tabel 2.

Rendemen

Data pada Tabel 2 menunjukkan perbandingan maltodekstrin dan gum arab

berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap rendemen enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta. Perlakuan MG0 (10:0) menghasilkan rendemen tertinggi dengan nilai $82,86 \pm 0,38\%$ dimana tidak berbeda nyata dengan MG1 (9:1). Enkapsulat dengan rendemen terendah dihasilkan dari perlakuan MG5 (1:9) yakni sebesar $77,28 \pm 0,36\%$. Besarnya nilai rendemen pada enkapsulasi dipengaruhi oleh faktor viskositas emulsi campuran larutan sebelum dikeringkan. Viskositas dari gum arab terbilang tinggi yakni sebesar 38,0 cps pada konsentrasi 10% sementara maltodekstrin hanya mencapai 16,0 cps pada konsentrasi yang sama (Desmawarni, 2007). Menurut Murti (2012) semakin meningkat rasio gum arab yang ditambahkan maka rendemen akan semakin rendah karena viskositasnya yang tinggi akan membuat produk menjadi lengket. Hal tersebut mengakibatkan produk banyak tertinggal di cawan ketika proses pengeringan.

Maltodekstrin juga dapat berfungsi sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan total padatan produk (Nugroho *et al.*, 2006). Kania (2015) menyatakan penambahan maltodekstrin dalam jumlah tinggi akan meningkatkan rendemen produk akhir. Marpaung *et al* (2009) melaporkan enkapsulasi ekstrak daun duku kumpeh dengan rendemen tertinggi dihasilkan dari perbandingan maltodekstrin dan gum arab (100 : 0) yakni sebesar $94,43 \pm 2,33\%$.

Tabel 1. Karakteristik Kimia Ekstrak Kulit Kopi Robusta

| Parameter | Hasil |
|------------------------------------|---------------|
| Aktivitas antioksidan (% inhibisi) | 84,70 ± 0,34 |
| Total Flavonoid (mg QE/g) | 73,98 ± 1,62 |
| Total Fenol (mg GAE/g) | 135,27 ± 1,87 |

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Rendemen, Kadar Air, dan Kelarutan Enkapsulat Ekstrak Etanol Kulit Kopi Robusta dengan Perbandingan Maltodekstrin dan Gum Arab

| Perlakuan | Rendemen (%) | Kadar Air (%) | Kelarutan (%) |
|--------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| MG0 (10 : 0) | 82,86 ± 0,38 ^d | 2,78 ± 0,14 ^a | 97,89 ± 0,83 ^c |
| MG1 (9 : 1) | 82,18 ± 0,60 ^{cd} | 3,49 ± 0,09 ^b | 96,14 ± 1,08 ^{bc} |
| MG2 (7 : 3) | 81,55 ± 0,32 ^c | 3,71 ± 0,10 ^b | 95,47 ± 0,63 ^{abc} |
| MG3 (5 : 5) | 79,61 ± 1,02 ^b | 4,32 ± 0,36 ^c | 94,63 ± 2,07 ^{ab} |
| MG4 (3 : 7) | 79,23 ± 0,24 ^b | 4,52 ± 0,06 ^c | 94,09 ± 1,46 ^{ab} |
| MG5 (1 : 9) | 77,28 ± 0,36 ^a | 5,53 ± 0,07 ^d | 93,06 ± 2,42 ^a |

Keterangan : Nilai rata-rata ± standar deviasi (n=3). Perlakuan yang menunjukkan perbedaan signifikan (P < 0,05) dapat diketahui dengan adanya huruf berbeda pada nilai rata-rata dalam kolom yang sama

Kadar Air

Salah satu parameter penting untuk mengetahui kecenderungan kerusakan pada bahan atau produk adalah dengan pengujian kadar air dikarenakan pengujian ini menunjukkan kadar air yang terdapat pada suatu produk. Data pada Tabel 2 menunjukkan perbandingan maltodekstrin dan gum arab berpengaruh signifikan (P<0,05) bagi kadar air enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta. Enkapsulat MG5 (1:9) menghasilkan kadar air tertinggi dengan nilai 5,53 ± 0,07% sementara enkapsulat dengan kadar air terendah dihasilkan dari perlakuan MG0 (10:0) dengan nilai 2,78 ± 0,14%.

Jenis bahan penyalut yang digunakan dapat mempengaruhi kadar air enkapsulasi. Massa molekul maltodekstrin yang rendah (< 4000) serta struktur molekulnya yang

sedehana memungkinkan terjadinya penguapan air selama pengeringan. Sebaliknya, berat molekul gum arab yakni ± 500.000 yang lebih besar dibandingkan maltodekstrin serta struktur molekulnya yang kompleks menyebabkan kuatnya ikatan dengan molekul air sehingga mengalami kesulitan dalam penguapan pada proses pengeringan (Gardjito *et al.*, 2006).

Rendahnya sifat higroskopis dari maltodekstrin juga menyebabkan uap air tidak mudah terserap kembali, sehingga dengan peningkatan rasio maltodekstrin dapat mempengaruhi kualitas produk dengan menurunnya kadar air (Hui, 2002). Sementara itu, gum arab memiliki kemampuan mengikat air karena sifatnya yang hidrofilik. Kemampuan tersebut mengakibatkan air yang terikat dan terperangkap di dalam gum arab akan

menjadi gel yang membuatnya lebih sulit untuk menguap (Reineccius, 1995).

Kelarutan

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan perbandingan maltodekstrin dan gum arab berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) bagi kelarutan enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta. Kelarutan tertinggi dihasilkan dari perlakuan MG0 (10:0) dengan nilai $97,89 \pm 0,83\%$ dimana tidak berbeda nyata dengan MG1 (9:1) dan MG2 (7:3). Enkapsulat dengan kelarutan terendah dihasilkan dari perlakuan MG5 (1:9) dengan nilai $93,06 \pm 2,42\%$ dimana tidak berbeda nyata dengan MG2 (7:3), MG3 (5:5), dan MG4 (3:7).

Kelarutan pada enkapsulat dapat disebabkan oleh penggunaan bahan penyalut maltodekstrin (Khasanah, 2015). Tingkat kelarutan bahan penyalut dapat dipengaruhi oleh jumlah gugus hidroksil bebas. Gugus hidroksil dari maltodekstrin ketika dilarutkan akan terjadi interaksi dengan air, dimana diketahui bahwa tingkat kelarutan bahan pengisi akan semakin meningkat seiring dengan jumlah gugus hidroksil bebas (Yuliawaty, 2015). Tingkat kelarutan yang tinggi menandakan mutu produk semakin baik karena berkaitan dengan kemudahan dalam proses penyajian. Kelarutan dari gum arab yang tinggi pula menyebabkan kombinasi kedua bahan penyalut menghasilkan produk dengan kelarutan yang tinggi (BeMiller & Whister, 1996).

Kadar air pada produk juga dapat mempengaruhi nilai kelarutan, dimana penurunan tingkat kelarutan terjadi seiring dengan meningkatnya kadar air pada produk. Nilai kelarutan enkapsulat MG0 yang lebih tinggi disebabkan oleh kadar air yang terkandung sebesar $2,78 \pm 0,14\%$, sedangkan nilai kadar air enkapsulat MG5 lebih tinggi yaitu $5,53 \pm 0,07\%$. Hal tersebut mengakibatkan pori-pori tidak dapat terbentuk pada produk sehingga produk menjadi lengket dan sulit menyebar dalam air. Akibatnya kemampuan produk dalam menyerap air menjadi berkurang (Gardjito *et al.*, 2006).

Hasil Analisis Total Fenol, Total Flavonoid, Aktivitas Antioksidan, dan Efisiensi Enkapsulasi

Hasil analisis total fenol, total flavonoid, aktivitas antioksidan, dan efisiensi enkapsulasi disajikan pada Tabel 3.

Total Fenol

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3 menunjukkan perbandingan maltodekstrin dan gum arab berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) bagi total fenol enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta. Total fenol tertinggi dihasilkan dari perlakuan MG5 (1:9) dengan nilai $99,16 \pm 0,34$ mg GAE/g. Enkapsulat dengan total fenol terendah dihasilkan dari perlakuan MG0 (10:0) dengan nilai $76,37 \pm 4,61$ mg GAE/g yang tidak berbeda nyata dengan MG1 (9:1).

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Total Fenol, Total Flavonoid, Aktivitas Antioksidan, dan Efisiensi Enkapsulasi Enkapsulat Ekstrak Etanol Kulit Kopi Robusta dengan Perbandingan Maltodekstrin dan Gum Arab.

| Perlakuan | Total Fenol (mg GAE/g) | Total Flavonoid (mg QE/g) | Aktivitas Antioksidan (% inhibisi) | Efisiensi Enkapsulasi (%) |
|--------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| MG0 (10 : 0) | 76,37 ± 4,61 ^a | 37,43 ± 3,57 ^a | 68,67 ± 0,26 ^a | 51,36 ± 3,27 ^a |
| MG1 (9 : 1) | 81,37 ± 4,24 ^a | 40,17 ± 0,75 ^a | 71,95 ± 1,05 ^b | 55,67 ± 3,15 ^b |
| MG2 (7 : 3) | 87,11 ± 3,15 ^b | 46,77 ± 2,02 ^b | 75,18 ± 0,79 ^c | 60,65 ± 2,27 ^c |
| MG3 (5 : 5) | 92,99 ± 0,73 ^c | 52,60 ± 0,76 ^c | 77,41 ± 0,98 ^d | 65,80 ± 0,56 ^d |
| MG4 (3 : 7) | 93,90 ± 0,09 ^c | 54,13 ± 1,45 ^c | 78,97 ± 0,76 ^c | 66,99 ± 0,05 ^d |
| MG5 (1 : 9) | 99,16 ± 0,34 ^d | 59,71 ± 2,16 ^d | 81,25 ± 0,25 ^f | 71,22 ± 0,34 ^e |

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (n=3). Perlakuan yang menunjukkan perbedaan signifikan (P < 0,05) dapat diketahui dengan adanya huruf berbeda pada nilai rata-rata dalam kolom yang sama

Kadar total fenol pada enkapsulasi ekstrak etanol kulit kopi robusta meningkat seiring dengan menurunnya proporsi maltodekstrin. Hal tersebut dikarenakan sifat dari gum arab sebagai pengemulsi yang baik jika dibandingkan dengan maltodekstrin, karena viskositasnya yang tinggi maka gum arab dapat membantu menjaga dan meningkatkan stabilitas komponen bioaktif bahan inti. Viskositas gum arab akan meningkat seiring penambahan konsentrasinya (Marpaung *et al.*, 2009). Rendahnya viskositas larutan sebelum pengeringan akan mengakibatkan lapisan yang terbentuk kurang kuat sehingga komponen bioaktif yang terkandung banyak mengalami penguapan pada proses pengeringan. Hal tersebut dikarenakan perlindungan terhadap bahan inti kurang maksimal (Gardjito *et al.*, 2006).

Total Flavonoid

Hasil analisis pada Tabel 3 menunjukkan perbandingan maltodekstrin dan gum arab berpengaruh signifikan (P<0,05) bagi kadar flavonoid enkapsulat

ekstrak etanol kulit kopi robusta. Total flavonoid tertinggi dihasilkan dari perlakuan MG5 (1:9) dengan nilai 59,71 ± 2,16 mg QE/g. Enkapsulat dengan total flavonoid terendah dihasilkan dari perlakuan MG0 (10:0) dengan nilai 37,43 ± 3,57 mg QE/g yang tidak berbeda nyata dengan MG1 (9:1).

Kemampuan maltodekstrin sebagai pengemulsi yang kurang baik juga mempengaruhi kandungan flavonoid dikarenakan maltodekstrin tidak mampu membentuk lapisan yang kuat sehingga komponen bioaktif mengalami penguapan pada proses pengeringan yang disebabkan oleh bahan inti yang kurang terlindungi (Madene *et al.*, 2005). Selain itu, perlindungan yang tidak terlalu kuat juga dikarenakan maltodekstrin memiliki viskositas yang lebih rendah daripada gum arab. Flavonoid diketahui sebagai kelompok senyawa yang rentan terhadap panas dan cenderung mengalami oksidasi pada perlakuan suhu tinggi, sehingga diperlukan adanya perlindungan bahan inti yang lebih

maksimal (Rompas *et al.*, 2012).

Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan data pada Tabel 3 menunjukkan perbandingan maltodekstrin dan gum arab berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai aktivitas antioksidan enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta. Perlakuan dengan aktivitas antioksidan tertinggi dihasilkan oleh MG5 (1:9) dengan nilai $81,25 \pm 0,25\%$ sementara aktivitas antioksidan terendah dihasilkan dari perlakuan MG0 (10:0) dengan nilai $68,67 \pm 0,26\%$. Perlakuan MG5 (1:9) dengan % inhibisi tertinggi memiliki nilai IC_{50} sebesar 15,84 ppm.

Maltodekstrin memiliki viskositas yang rendah dan ketahanan terhadap oksidasi yang tinggi kemudian dikombinasikan dengan gum arab yang mempunyai peranan sebagai pengemulsi yang baik sehingga senyawa antioksidan yang terkandung pada produk dapat terlindungi atau terselimuti dengan baik (Purnomo *et al.*, 2014). Akan tetapi, pada Tabel 3 menunjukkan bahwa meningkatnya aktivitas antioksidan terjadi dengan peningkatan proporsi dari gum arab yang digunakan. Hal tersebut dikarenakan sifat gum arab yang dapat membentuk lapisan film dan sebagai pengikat atau pengemulsi yang baik sehingga dapat mempertahankan dan melindungi bahan inti dari proses perubahan destruktif (Thevenet, 1988). Purwanti *et al* (2021) pada penelitiannya menyatakan variasi rasio maltodekstrin :

gum arab (1 : 9) memberikan aktivitas antioksidan yang lebih baik yakni 8,94%.

Efisiensi Enkapsulasi

Hasil analisis pada Tabel 3 menunjukkan perbandingan maltodekstrin dan gum arab berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) bagi efisiensi enkapsulasi enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta. Hasil analisis efisiensi enkapsulasi menunjukkan enkapsulat MG5 (1:9) memiliki nilai efisiensi enkapsulasi tertinggi yakni $71,22 \pm 0,34\%$ sementara nilai efisiensi enkapsulasi terendah dihasilkan oleh enkapsulat MG0 (10:0) dengan nilai $51,36 \pm 3,27\%$.

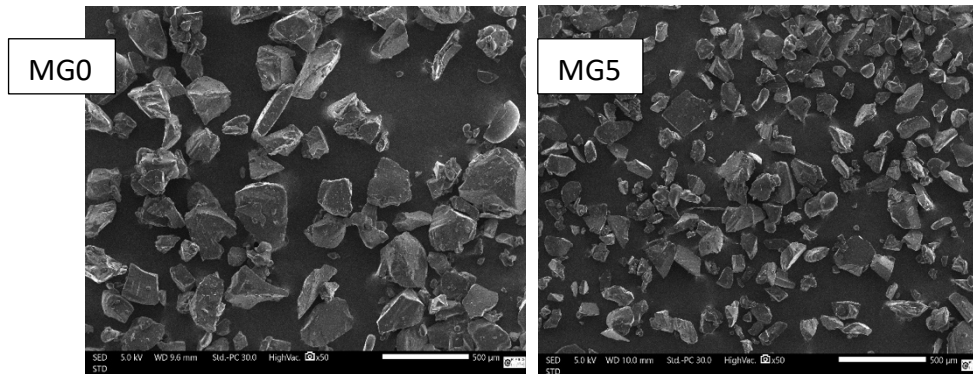
Gum arab dengan proporsi yang meningkat menghasilkan efisiensi enkapsulasi yang lebih tinggi. Bahan penyalut gum arab digunakan karena bersifat sebagai pengemulsi yang baik serta dapat membentuk lapisan film sehingga mampu melindungi material inti dikarenakan terbentuknya lapisan kulit yang kuat. Perbandingan total fenol terenkapsulasi dan total fenol permukaan enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta digunakan sebagai penentuan efisiensi enkapsulasi (Isailovic *et al.*, 2012). Fraksi yang berhasil terkapsulkan ditunjukkan dengan nilai efisiensi. Oleh karena itu, semakin tinggi nilai efisiensi enkapsulasi maka proses enkapsulasi yang dilakukan semakin optimal.

Morfologi Permukaan Enkapsulat

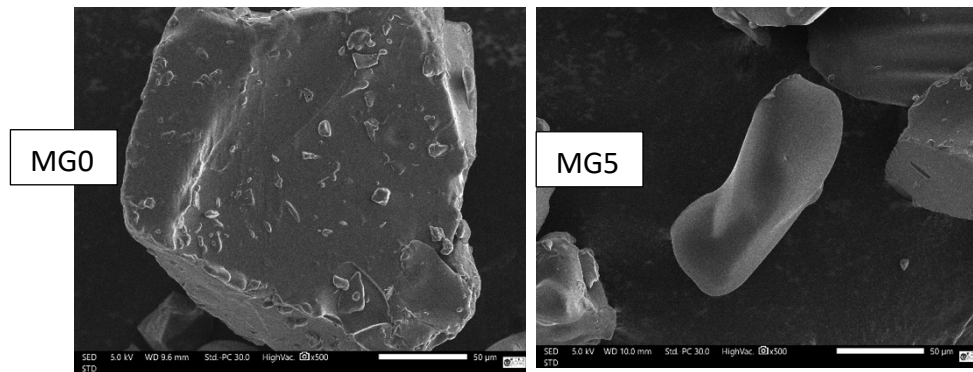
Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan teknik secara visual yang dapat

menggambarkan morfologi dari sebuah partikel. Analisis morfologi dilakukan pada perlakuan MG0 (10:0) sebagai kontrol dan MG5 (1:9) sebagai perlakuan terbaik

berdasarkan nilai efisiensi enkapsulasi tertinggi. Adapun hasil uji SEM enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Morfologi Permukaan Enkapsulat pada Perbesaran 50x



Gambar 2. Morfologi Permukaan Enkapsulat pada Perbesaran 500x

Hasil *scanning electron microscope* pada perbesaran 50x dan 500x menunjukkan bahwa sampel MG0 (10:0) sebagai kontrol dan perlakuan terbaik MG5 (1:9) memiliki bentuk yang menyerupai serpihan kaca, tidak berbentuk bulat, dan tidak beraturan. Enkapsulat MG5 (1:9) memiliki permukaan yang lebih halus dan sedikit rongga dibandingkan MG0 (10:0). Hal tersebut dikarenakan sifat dari gum arab yang mampu menyalut bahan inti dengan baik sehingga dapat membentuk lapisan

pelindung yang lebih tebal (Murti, 2012). Partikel yang tidak beraturan dan menyerupai serpihan kaca dapat disebabkan oleh metode pengeringan yang dapat memberikan pengaruh pada struktur enkapsulat yang dihasilkan. Pada penelitian ini digunakan metode pengeringan lapis tipis (*thin layer drying*) dengan enkapsulat yang dihasilkan memiliki bentuk lembaran tipis dan selanjutnya dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi ukuran partikel yang lebih kecil (Brishti *et al.*, 2020).

Berdasarkan penelitian Herman *et al* (2016) mengenai perbandingan antioksidan dan stabilitas enkapsulat ekstrak etanol batang sepag dengan variasi teknik pengeringan diperoleh mikrostruktur yang terbentuk pada metode *spray drying* lebih baik yakni berbentuk bulat yang tidak rata, pada metode oven menghasilkan partikel yang rusak, sedangkan pada metode *freeze drying* memiliki struktur yang pipih, keropos, dan berongga. Metode *spray drying* dilakukan dengan penyemprotan menggunakan udara panas atau udara penering yang menghasilkan butiran cairan halus kemudian mengering membentuk mikro kapsul yang bulat dan mengalir bebas. Sebaliknya, metode *freeze drying* melibatkan proses pembekuan cairan yang diikuti dengan sublimasi menggunakan suhu rendah sehingga mikro kapsul memiliki struktur yang keropos dan pipih dikarenakan proses pembekuan yang tidak memberikan gaya yang cukup untuk memecah cairan beku menjadi butiran butiran (Agustin & Wibowo, 2023).

KESIMPULAN

Perbandingan maltodekstrin dan gum arab pada pembuatan enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta berpengaruh signifikan terhadap rendemen, kadar air, kelarutan, total fenol, total flavonoid, aktivitas antioksidan, dan efisiensi enkapsulas. Enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta dengan perbandingan maltodekstrin (M) dan gum

arab (G) 1 : 9 menghasilkan enkapsulat ekstrak etanol kulit kopi robusta dengan karakteristik rendemen 77,28%, kadar air 5,53%, kelarutan 93,06 %, total fenol 99,16 mg GAE/g, total flavonoid 59,71 mg QE/g, aktivitas antioksidan 81,25%, nilai IC₅₀ 15,84 ppm, efisiensi enkapsulasi 71,22%, dan menghasilkan morfologi partikel yang lebih halus dan sedikit berongga.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, D. A., & Wibowo, A. A. (2023). Teknologi Enkapsulasi: Teknik dan Aplikasinya. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 202–209. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.210>.
- AOAC. (2005). Association of Official Analytical Chemists. In Official Method of Analysis. 16th Ed. Association of Official Analytical Chemistry International, Gaithersburg.
- Ariadi, H. P. (2015). Ekstraksi Senyawa Antioksidan Kulit Buah Kopi: Kajian Jenis Kopi dan Lama Maserasi. [Skripsi]. Tidak Dipublikasikan. Universitas Jember. Jawa Timur.
- Azrin, M., Bahri, S., Nurlaila, R., Meriatna, M., Muarif, A., & Fibarzi, W. U. (2023). Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Kopi Secara Fermentasi Menggunakan Ragi Roti. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(2), 151-162. <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i2.7868>
- Baba SA, M. S. (2015). Penentuan Kandungan Total Fenolik dan Flavonoid, Aktivitas Antimikroba dan Antioksidan Ekstrak Akar *Arisaema jacquemontii* Blume. *Jurnal Taibah Univ Sci*, 9(449–454). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2014.11.001>
- Baihaqi, Z. M., Ganda Putra, G. P., & Suhendra, L. (2021). Karakteristik Enkapsulat Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*) pada Perlakuan Variasi Jenis dan Konsentrasi Bahan Penyalut. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 9(3), 356-370. <https://doi.org/10.24843/jrma.2021.v09.i03.p09>

- Balasubramani, P., Palaniswamy, P.T., Visvanathan, R., Thirupathi, V., Subbayan, A. dan Maran, J. . (2014). Microencapsulation of Garlic Oleoresin using Maltodextrin as Wall Material by Spray Drying Technology. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72: 210-217
- BeMiller, J. dan W. (1996). Carbohydrates in Food Chemistry. O.R. Fennema (ed). Marcel Dekker Inc.
- Beretta G, Granata P, Ferrero M, Orioli M, M. F. R. (2005). Standardization of Antioxidant Properties of Honey by a Combination of Spectrophotometric/fluorimetric assays and Chemometrics. *Anal Chim Acta*, 533, 185–191.
- Brishti F.H., Chay S.Y., Muhammad K., Ismail-Fitry M.R., Zarei M., Karthikeyan S., S. N. (2020). Effects of Drying Techniques on the Physicochemical, Functional, Thermal, Structural and Rheological Properties of Mung Bean (*Vigna Radiata*) Protein Isolate Powder. 2020; 138(109783). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109783>.
- Candra, L. M. M., Andayani, Y., & Wirasisya, D. G. (2021). Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Kandungan Fenolik Total dan Flavonoid Total pada Ekstrak Etanol Buncis (*Phaseolus vulgaris L.*). *Jurnal Pijar Mipa*, 16(3), 397–405. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i3.2308>
- Desmawarni. (2007). Pengaruh Komposisi Bahan Penyalut dan Kondisi Spray Drying terhadap Karakteristik Mikrokapsul Oleoresin Jahe. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Farikhin, F. (2016). Analisa Scanning Electron Microscope Komposit Polyester dengan Filler Karbon Aktif. *Publikasi Ilmiah.*, 1–16.
- 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.
- Hafsah, H., I. Iriawati, dan T. S. S. (2020). Dataset of Volatile Compounds from Flowers and Secondary Metabolites from the Skin Pulp, Green Beans, and Peaberry Green Beans of Robusta Coffee. *Data in Brief*, 29 (105219). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105219>.
- Herman, M., Alimudin, A. H., & Ardiningsih, P. (2016). Perbandingan Aktivitas Antioksidan dan Stabilitas Enkapsulat Ekstrak Etanol Batang Sepang (*Caesalpinia sappan L.*) dengan Variasi Teknik Pengeringan. *Jurnal Ilmu dan Terapan Kimia*, 1(2), 31–43.
- Hui, Y. H. (2002). Encyclopedia of Food Science and Technology Handbook. VCH Publisher, Inc.
- Hutasoit, L. R. R., Puspawati, G. A. K. D., & Permana, D. M. (2023). Pengaruh Rasio Maltodekstrin dan Gum Arab terhadap Aktivitas Antioksidan dan Warna Serbuk Terung Belanda (*Solanum betaceum Cav*) yang Terkopigmentasi. *Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 12(2), 278–292.
- Indonesia, B. P. S. (2022). Statistik Kopi Indonesia.
- Isailovic, B., Kalusevic, A., Zurzul, N., Coelho, M. T., Dordevic, V., Alves, V. D., Sousa, I., M., & 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.
- Kania w., Andriani M MA., S. (2015). Pengaruh Rasio Bahan Pengikat terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Granul Minuman Fungsional Instan Kecambah Kacang Komak (*Lablab Purpureus L.Sweet*). *Jurnal Teknosains Pangan*. 4 (3). ISSN: 2302-0733
- Khasanah L. U., Anandito B. K., Rahmawaty T., U., & R., M. G. J. (2015). Pengaruh Rasio Bahan Penyalut Maltodekstrin, Gum Arab, dan Susu Skim terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Mikrokapsul Oleoresin Daun Kayu Manis (*Cinnamomun Burmanni*). *Jurnal. Agritechnologi*, 35(4). <https://doi.org/10.22146/agritech.9325>
- Made, N., Indrayani, K., Gagung, J., & Purwanti, E. W. (2022). Analisis Nilai Tambah Kulit Kopi Arabika (*Coffea arabica*) sebagai Produk Olahan Teh Celup Cascara Di Desa Taji Kecamatan Jabung Kabupaten Malang. 7(2), 67–74.
- Madene A., Jacquot M., Scher J., D. S. (2005). Flavour Encapsulation and Controlled Release- A Riview. *International. Journal*

- of Food Science and Technology*, 41(1), 1–21.
- Marpaung, A. L. R. P., Tafzi, F., & Rahmayani, I. (2009). The Effect of Comparison of Maltodekstrin and Gum Arabic on the Microencapsulation of Duku Kumpeh Leaf Extract (*Lansium Domesticum Corr.*). *Jurnal Biology Science and Education*, 4(2), 1–10.
- Murti, L. . (2012). Karakteristik Fisik dan Kimia Mikroenkapsulan Oleoresin Kayu Manis (*Cinnamomum Burmanii*) dengan Variasi Rasio Gum Arab dan Maltodekstrin sebagai Bahan Penyalut. [Skripsi]. Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.
- Nugroho E.S., S. T. & A. S. (2006). Pengaruh Konsentrasi Gum Arab dan Dekstrin terhadap Sifat Fisik dan Tingkat Kesukaan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*) Madu Instan. *Jurnal Logika.*, 3(2), 78–86.
- Organization., I. C. (2021). Total Production by All Exporting Countries. <https://www.ico.org/historical/1990onwards/PDF/1a-total-production.pdf>
- 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.
- Prayitno, S., Guntoro, & Utami, S. S. (2019). Jenis Alat dan Lama Pengeringan terhadap Kualitas Mutu pada Pembuatan Teh Cascara Kopi. Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat dan Penelitian. Pranata Laboratorium Pendidikan Politeknik Negeri Jember, 2012(1), 321–324.
- Poomkokrak, J., Niamnuy, C., Choicharoen, K., & Devahastin, S. (2015). Encapsulation of Soybean Extract using Spray Drying. *Journal of Food Science and Agricultural Technology*, 1(1), 105–110.
- Purnomo W., Khasanah L.U., A. B. K. (2014). Pengaruh Rasio Kombinasi Maltodekstrin, Karagenan dan Whey terhadap Karakteristik Mikroenkapsulan Pewarna Alami Daun Jati (*Tectona Grandis L.F*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan.*, 3(3).
- Purwanti, Y., Dwiyantri, H., Septiana, A., T. & Purbowati, I., S., M. (2021). Pengaruh Rasio Bahan Penyalut Maltodekstrin dan Gum Arab terhadap Mikroenkapsul Kelopak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdriffa L*). *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 6(5), 4422–4435.
- Reineccius, G. A. (1995). Liposomes for Controlled Release in the Food Industry. Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients. Risch, S.J., Reineccius, G.A (Eds). ACS Symposium Series 590. In American Chemical Society.
- Rompas, R.A., H.J. Edy, A. Y. (2012). Isolasi dan Identifikasi Flavonoid dalam Daun Lamun (*Syringodium isoetifolium*). *Pharmac.*, 1(2), 59–62.
- Saenz C, Tapia S, Chavez J, R. P. (2009). Microencapsulation by Spray Drying of Bioactive Compounds from Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica*). *Journal Food Chem*, 114, 616–622.
- Simanihuruk, K. dan J. S. (2010). Silase Kulit Buah Kopi sebagai Pakan Dasar pada Kambing Boerka Sedang Tumbuh. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- Sukma, G. U., Putra, G. P. G., & Wrsiati, L. P. (2022). Pengaruh Rasio Bahan Pelarut dan Waktu Ekstraksi dengan Gelombang Mikro terhadap Ekstrak Etanol Kulit Buah Kopi Robusta sebagai Sumber Antioksidan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 10(4), <https://doi.org/10.24843/jrma.2022.v10.i04.p01>
- Susianti, S., Amalia, U., & Rianingsih, L. (2020). Penambahan Gum Arab dengan Konsentrasi yang Berbeda terhadap Kandungan Senyawa Volatil Bubuk Rusip Ikan Teri (*Stolephorus sp.*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 2(1), 10–19. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2020.8083>
- Thevenet, F. (1988). Acacia Gums Stabilizers for Flavor Encapsulation. In American Chemical Society.: Vol. 14(37). DOI: 10.1021/bk-1988-0370.ch005
- Xin X, Essien S, Dell K, Woo MW, B. S. (2022). Effects of Spray-Drying and Freeze-Drying on Bioactive and Volatile Compounds of Smoke Powder Food Flavouring. *Journal Food Bioprocess Technol*, 15(4), 785–794.
- Yuliaty, 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.*, 39(1), 41–45.