



Ghidza: Jurnal Gizi dan Kesehatan

Volume 8 No 1 (2024): 39-47

P-ISSN: 2615-2851 E-ISSN: 2622-7622

Published by Tadulako University

Journal homepage: <http://jurnal.fkm.untad.ac.id/index.php/ghidza/index>

DOI: <https://doi.org/10.22487/ghidza.v8i1.1029>

Optimalisasi Pewarna Pangan Buah Carica (*Carica pubescens*) Melalui Teknologi Mikroenkapsulasi sebagai Sumber Antioksidan Alami

Optimization of Carica Fruits (*Carica pubescens*) Food Coloring Agent by Microencapsulation as Natural Antioxidant Sources

Umar Hidayat^{1*}, Chairunisa Nur Rarastiti¹, Risna Dwi Kirani¹

Correspondensi e-mail: hidayat.oem@gmail.com

¹Program Studi Gizi, Universitas Ivet, Kota Semarang, Indonesia

ABSTRAK

Buah carica (*C. pubescens*) mengandung 65,12 mg vitamin C, 1771,1 ug vitamin A, 24 ppm Ca, 1,2 ppm Fe dan 0,0254 % fosfor dalam setiap 100 gram buah. Selain itu, juga mengandung senyawa antioksidan flavanoid, polifenol, tanin, dan triterpenoid yang berperan menjaga kesehatan tubuh terutama pasca pandemi Covid-19. Buah carica (*C. pubescens*) matang belum dimanfaatkan optimal, sehingga memungkinkan dikembangkan sebagai alternatif pewarna pangan yang memiliki manfaat gizi dan kesehatan. Tujuan penelitian ini untuk meningkatkan pemanfaatan buah carica (*C. pubescens*) sebagai pewarna pangan alami melalui teknologi mikroenkapsulasi, mengetahui kadar senyawa vitamin C, serta senyawa karotenoid dalam mikrokapsul buah carica (*C. pubescens*). Metode: Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x2. Faktor perbandingan bahan enkapsulan terdiri dari 3 level dan faktor konsentrasi puree carica terdiri dari 2 level. Penelitian terbagi menjadi tiga tahap yaitu tahap preparasi sampel dan pembuatan puree carica, tahap pembuatan mikrokapsul carica, serta tahap analisis kadar vitamin C dan senyawa karotenoid mikrokapsul carica. Kadar vitamin C mikrokapsul sampel AB1 0,3030 mg; AB2 0,3913 mg; BB1 0,2199 mg; BB2 0,2999 mg; CB1 0,3540 mg; CB2 0,1697 mg. Kadar karotenoid total mikrokapsul per 100gram untuk sampel AB1 420,7 µg; AB2 447,6 µg; BB1 471,6 µg; BB2 585,2 µg; CB1 541,4 µg; CB2 552,8 µg. Hasil pembacaan SEM EDX menunjukkan bahwa terlihat bagian yang lebih gelap tersebar di seluruh bagian mikrokapsul. Perlu dipastikan sebaran tersebut adalah sebaran puree carica terlindung bahan enkapsulan atau sesuatu yang lain. Hasil SEM sampel AB2 dan BB2 menunjukkan gambaran persebaran yang jelas, sementara sampel CB2 tidak menunjukkan gambaran yang jelas. Metode enkapsulasi dapat digunakan untuk membuat produk mikrokapsul carica yang mengandung vitamin C dan senyawa karotenoid dalam kadar yang cukup sebagai sumber senyawa antioksidan. Namun, perlu evaluasi dalam metode mikroenkapsulasi untuk memperoleh hasil yang optimal.

ABSTRACT

Carica fruit (*C. pubescens*) contains 65.12 mg of vitamin C, 1771.1 ug of vitamin A, 24 ppm Ca, 1.2 ppm Fe and 0.0254% phosphorus in every 100 grams of fruit. In addition, it also contains flavanoid antioxidant compounds, polyphenols, tannins, and triterpenoids that play a role in maintaining a healthy body, especially after the Covid-19 pandemic. Ripe carica fruit has not been utilized optimally, so it may be developed as an alternative food coloring that has nutritional and health benefits. Increase the use of carica fruit as a natural food coloring through

INFO ARTIKEL

ORIGINAL RESEARCH

Submitted: 01 12 2023

Accepted: 29 05 2024

Kata Kunci:

Mikrokapsul, *Carica pubescens*, Antioksidan

Copyright (c) 2024 Authors.

Akses artikel ini secara online



Quick Response Code



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

microencapsulation technology, knowing the levels of vitamin C and carotenoid compounds in carica fruit microcapsules. The study used a Complete Randomized Design (RAL) 3x2 factorial pattern. The encapsulant material comparison factor consists of 3 levels and the carica puree concentration factor consists of 2 levels. The research is divided into three stages, namely the sample preparation stage and making carica puree, the stage of making carica microcapsules, and the analysis stage of vitamin C levels and carotenoid compounds levels of microcapsules. Vitamin C content of AB1 sample 0.3030 mg; AB2 0.3913 mg; BB1 0.2199 mg; BB2 0.2999 mg; CB1 0.3540 mg; CB2 0.1697 mg. Total carotenoid content per 100gram for AB1 samples 420.7 µg; AB2 447.6 µg; BB1 471.6 µg; BB2 585.2 µg; CB1 541.4 µg; CB2 552.8 µg. SEM-EDX showed that darker sections were scattered throughout the microcapsule. It should be ascertained that the distribution is the distribution of carica puree protected by encapsulant material or something else. The SEM-EDX results of AB2 and BB2 samples showed a clear picture of distribution, while CB2 samples did not show a clear picture. The encapsulation method can be used to make Carica microcapsule products that contain antioxidant compounds. However, it needs evaluation in the microencapsulation method to obtain optimal results.

Keywords: Microcapsule, *Carica pubescens*, Antioxidant

PENDAHULUAN

Buah carica (*C. pubescens*) merupakan buah yang populer di Kabupaten Wonosobo dan sekitarnya, karena dapat diolah menjadi produk minuman oleh-oleh khas wilayah tersebut. Proses pembuatan minuman carica diawali dengan sortasi tingkat kematangan dan kualitas buah carica. Pembuatannya menggunakan buah setengah matang hingga cukup matang untuk mendapatkan tekstur dan aroma yang khas. Buah yang terlalu matang tidak masuk dalam kriteria, sehingga belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan buah carica dalam kondisi terlalu matang menarik untuk diteliti, karena berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa Carica yang terlalu matang kaya vitamin C dan asam-asam organik. Secara detail, kandungan gizi pada Carica matang mengandung air 77% (b/b), protein 0,75% (b/b), lemak 0,07% (b/b), serat kasar 2,58% (b/b), karbohidrat 21,68% (b/b), Natrium 85,52 ppm, kalium 124,21 ppm, vitamin C 103,32 mg/100 g (Astuti, 2020). Selain itu, juga mengandung senyawa antioksidan flavanoid, polifenol, tanin, dan triterpenoid (Laily et al., 2018). Selain mengandung zat gizi, senyawa pewarna alami buah carica (*C. pubescens*) menarik untuk dikembangkan sebagai pewarna alami bahan pangan. Tanaman carica (*C. pubescens*) masih satu familia dengan tanaman pepaya (*C. papaya L.*) yang mengandung pewarna alami berupa senyawa karotenoid dengan jenis likopen 230,0-421,2 µg, β-karoten 120,3-233,2 µg, β-kriptosantin laurat 74,4-223,2 µg, dan lutein 922,5-1381,1 µg dalam setiap 100 gram berat buah segar (Lara-Abia et al., 2021).

Pewarna alami umumnya dibuat dengan cara ekstraksi/ perebusan dan hasilnya masih dalam bentuk larutan, sehingga memiliki kestabilan yang kurang baik selama penyimpanan. Salah satu cara meningkatkan kestabilan senyawa alami tersebut menggunakan metode mikroenkapsulasi. Bahan aktif dalam pewarna alami akan terlindung dari pengaruh oksidasi, hidrolisis, penguapan, atau degradasi panas. Keuntungan lainnya adalah penanganan, penakaran, dan pencampuran ke dalam makanan menjadi lebih mudah (Briegel Mandegani et al., 2020). Penelitian tentang pembuatan mikrokapsul dari ekstrak karotenoid buah pepaya (*C. papaya L.*) (Hidayat et al., 2023) dan mikroenkapsulasi beta karoten dengan metode foam mat drying menunjukkan bahwa teknologi mikroenkapsulasi umum digunakan dalam melindungi senyawa karotenoid yang rentan terhadap kondisi lingkungan (Ulumi et al., 2021), sehingga diperoleh mikrokapsul karotenoid sebagai alternatif sumber antioksidan. Penurunan produksi senyawa antioksidan alami tubuh disebabkan oleh perubahan pola hidup masyarakat seperti konsumsi makanan dengan zat gizi tidak seimbang, merokok, kurang olahraga, kurang istirahat, serta minum-minuman beralkohol didukung kondisi lingkungan yang buruk, sehingga menyebabkan penurunan kualitas kesehatan masyarakat (Maharani et al., 2021). Tanaman carica memiliki kemiripan dengan buah pepaya tetapi memiliki karakteristik yang berbeda. Buah tanaman carica mengandung zat antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas dan mengandung enzim pencernaan yang baik berfungsi untuk meningkatkan kinerja organ pencernaan (Az-Zahra et al., 2021). Berdasarkan uraian tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah optimalisasi pemanfaatan potensi buah carica (*C. pubescens*) sebagai sumber senyawa antioksidan yang dapat diaplikasikan sebagai pewarna bahan pangan melalui teknologi mikroenkapsulasi.

METODE

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x2. Faktor perbandingan enkapsulan terdiri dari 3 level, yaitu perbandingan gum arab : maltodextrin = A (2 : 1); B (1 : 1); C (1 : 2). Faktor konsentrasi puree carica terdiri dari 2 level, yaitu konsentrasi B1 (puree carica 25% b/b) dan B2 (puree carica 50% b/b). Kombinasi kedua faktor, yaitu AB1; AB2; BB1; BB2; CB1; CB2.

Penelitian terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu tahap preparasi sampel dan pembuatan puree carica. Tahap pembuatan mikrokapsul carica. Tahap analisis mikrokapsul meliputi uji kadar vitamin C, uji kadar karotenoid total, uji struktur mikrokapsul. Sampel penelitian buah carica (*C. pubescens*) terpilih dengan kondisi matang, ditandai dengan warna kulit buah kuning, aroma harum khas, tingkat kematangan sempurna, kondisi buah baik yang diperoleh di sekitar Kabupaten Wonosobo.

Penelitian diawali dengan preparasi sampel. Sampel buah carica dicuci bersih, dikupas, dan dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil kemudian dihaluskan menggunakan *blender/ food processor* hingga menjadi bubur buah (*puree*). Sampel disimpan di dalam freezer dengan suhu -18°C hingga digunakan untuk pembuatan mikrokapsul. Metode pembuatan mikrokapsul adalah modifikasi metode dari penelitian (Ulumi et al., 2021). *Puree* buah carica (*C. pubescens*) dan putih telur disiapkan dengan perbandingan 1:5. Putih telur dikocok hingga berbusa lalu ditambahkan *puree* buah carica dan bahan penyalut dengan rasio A (2:1); B (1:1); C (1:2) kemudian dihomogenisasi selama 5 menit. Campuran dituang pada loyang stainless steel dengan ketebalan 2 mm dan dikeringkan dalam oven. Setelah kering dihaluskan menggunakan *blender* dan diayak dengan ayakan 80 mesh. Analisis sampel mikrokapsul carica meliputi analisis kadar vitamin C, karotenoid total, dan uji struktur mikrokapsul menggunakan SEM-EDX. Analisis kadar vitamin C dilakukan dengan metode DPPH menggunakan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Hasil dapat diamati dengan perubahan larutan dari ungu menjadi kuning (Pratiwi, 2018). Metode uji karotenoid total menggunakan modifikasi metode pada penelitian (Hidayat et al., 2023). Sebanyak 0,1 gram mikrokapsul dilarutkan dalam aquades, ditepatkan hingga 10 mL. Ekstraksi pelarut menggunakan n-heksan/ petroleum eter (PE). Ambil fase organik (bagian atas), tepatkan volumenya hingga 10 mL dan diukur menggunakan spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang 449 nm untuk β -kriptosantin, 450 nm untuk β -karoten, dan 470 nm untuk likopen. Pengujian struktur mikrokapsul menggunakan alat Phenom Pro X Desktop Scanning Electron Microscope (SEM) with Energy Dispersive X-Ray (EDX) untuk mengetahui bentuk struktur mikrokapsul carica. Alat-alat dalam penelitian, antara lain *blender/ food processor*, alat-alat persiapan seperti pisau, talenan, baskom stainless steel, loyang stainless steel, oven, dan pengayak 80 mesh. Bahan-bahan yang digunakan adalah buah carica (*C. pubescens*), aquades, putih telur, gum arab, maltodextrin. Analisis data menggunakan analisis uji pengaruh One Way Anova.

HASIL

Penelitian dimulai dengan melakukan pengambilan sampel buah carica di CV. Gemilang Kencana, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah.



Gambar 1. Pengambilan Sampel Buah Carica

Setelah diperoleh buah carica, kemudian dilanjutkan dengan proses sortasi untuk menyeleksi kondisi buah yang akan digunakan sebagai sampel. Buah dengan kondisi busuk, tidak utuh, dan mengeluarkan aroma busuk disingkirkan. Buah yang digunakan hanya yang memiliki kondisi baik, utuh, dan beraroma segar khas buah carica.



Gambar 2. Proses Sortasi dan Pengupasan Kulit Buah Carica

Proses dilanjutkan dengan pengupasan, penghalusan, dan pembuatan mikrokapsul. Sampel mikrokapsul kemudian diuji kadar vitamin C, kadar senyawa karotenoid, dan struktur mikrokapsul.

Uji Karotenoid Total Mikrokapsul

Hasil pembacaan spektrofotometer UV-Vis untuk absorbansi senyawa karotenoid β -karoten, β -kriptosantin, dan likopen tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pembacaan Absorbansi Spektrofotometer UV-Vis Senyawa Karotenoid β -Karoten, β -kriptosantin, dan likopen Mikrokapsul Carica

Nama Sampel	Massa Sampel (g)	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Keterangan
AB1	0,1029	0,0750	0,0720	0,0720	β -karoten
AB2	0,1001	0,0760	0,0760	0,0740	
BB1	0,1023	0,0830	0,0810	0,0800	
BB2	0,1012	0,1030	0,1000	0,0980	
CB1	0,1021	0,1050	0,0900	0,0900	
CB2	0,1043	0,1060	0,1060	0,1060	
AB1	0,1029	0,0760	0,0720	0,0730	β -Kriptosantin
AB2	0,1001	0,0780	0,0770	0,0760	
BB1	0,1023	0,0840	0,0810	0,0810	
BB2	0,1012	0,1030	0,1000	0,0980	
CB1	0,1021	0,1050	0,0900	0,0900	
CB2	0,1043	0,0850	0,0860	0,0850	
AB1	0,1029	0,0740	0,0690	0,0710	Likopen
AB2	0,1001	0,0740	0,0730	0,0720	
BB1	0,1023	0,0820	0,0790	0,0780	
BB2	0,1012	0,1010	0,0960	0,0960	
CB1	0,1021	0,0870	0,0870	0,0880	
CB2	0,1043	0,1050	0,1010	0,1010	

Setelah dilakukan pembacaan absorbansi senyawa karotenoid β -karoten, β -kriptosantin, dan likopen pada sampel mikrokapsul, maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui kadar karotenoid total pada setiap formulasi mikrokapsul yang dibuat. Tabel 2 menyajikan tentang hasil uji kadar karotenoid total pada semua sampel formulasi mikrokapsul yang telah dibuat.

Tabel 2. Kadar Karotenoid Total Mikrokapsul Carica

Senyawa	Panjang Gelombang (nm)	Kadar Rata-Rata (μ g)/100 g sampel					
		AB1	AB2	BB1	BB2	CB1	CB2
β kriptosantin	449	165,9	178,2	185,7	229,7	215,6	189,6
β karoten	450	146,9	155,9	164,7	205,3	192,7	210,5
likopen	470	107,9	113,5	121,2	150,2	133,1	152,7
Karotenoid Total		420,7	447,6	471,6	585,2	541,4	552,8

Uji Vitamin C Mikrokapsul

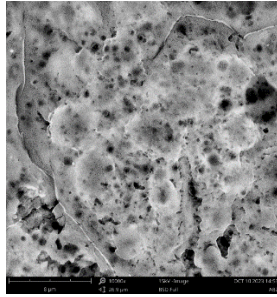
Uji kadar vitamin C sampel mikrokapsul dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Tabel 3 menyajikan hasil uji kadar vitamin C pada semua formulasi mikrokapsul yang telah dibuat.

Tabel 3. Kadar Vitamin C Mikrokapsul Carica

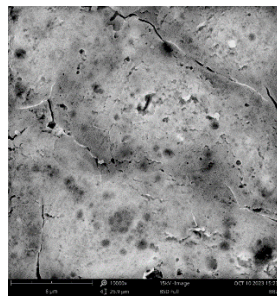
Sampel	Kadar Vitamin C (mg)/ 100 g sampel
AB1	0,3030
AB2	0,3913
BB1	0,2199
BB2	0,2999
CB1	0,3540
CB2	0,1697

Uji Struktur Mikrokapsul Carica

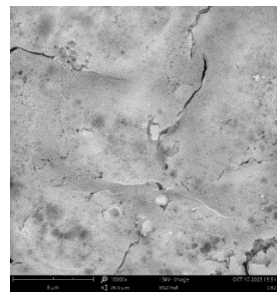
Pengujian struktur mikrokapsul carica bertujuan untuk mengetahui penampakan fisik dari struktur sampel yang dibuat. Sampel yang diuji hanya dilakukan pada sampel AB2, BB2, dan CB2. Berikut hasil pembacaan menggunakan alat SEM EDX.



Gambar 3. Hasil Pembacaan SEM Sampel AB2



Gambar 4. Hasil Pembacaan SEM Sampel BB2



Gambar 5. Hasil Pembacaan SEM Sampel CB2

PEMBAHASAN

Tahapan penelitian diawali dengan pengambilan sampel buah carica (*Carica pubescens*) matang. Buah dengan kondisi matang sempurna tidak digunakan dalam pembuatan produk oleh-oleh minuman carica, karena tekstur buah sudah lembek dan tidak masuk kriteria produksi. Hal ini menjadikan buah dengan kondisi tersebut hanya sekedar dibuang dan tidak dimanfaatkan secara optimal. Buah carica mempunyai berbagai senyawa bermanfaat seperti vitamin C dengan kadar 65,12; vitamin A dengan kadar 1771,1 ug; mineral Ca sebesar 24 ppm, Fe sebesar 1,2 ppm, dan fosfor sebesar 0,0254 % dalam 100 gram sampel buah carica (Astuti, 2020). Tahapan selanjutnya adalah proses sortasi buah carica dan proses pengupasan untuk membuang bagian kulit buah yang tidak dimanfaatkan, kemudian dilanjutkan dengan proses penghalusan buah dengan blender untuk memperoleh puree buah carica. Puree buah carica disiapkan untuk membuat mikrokapsul dan sisa puree disimpan dalam freezer.

Penelitian tahap kedua adalah membuat produk mikrokapsul carica dengan formulasi yang sudah disiapkan. Enkapsulasi dimaksudkan untuk meningkatkan stabilitas senyawa-senyawa biokatif. Enkapsulasi adalah proses untuk memerangkap suatu zat (senyawa aktif) di dalam zat lain (senyawa atau campuran senyawa sebagai bahan dinding atau penyalut). Mikroenkapsulasi merupakan suatu teknik dimana suatu bahan aktif/inti (padatan, cairan, atau bahkan gas) dilapisi oleh penyalut tipis dalam bentuk partikel mikroskopis yang menyelubungi sekeliling bahan (Aminah & Hersoelityorini, 2021).

Pada teknik mikroenkapsulasi bahan yang digunakan dalam penyalutan dapat berupa polimer. Polimer memiliki sifat fisikokimia tertentu sehingga memiliki struktur dan karakteristik yang berbeda.

Polimer yang digunakan harus mampu memberikan lapisan tipis yang kohesif dengan bahan inti, harus bercampur secara kimia, tetapi tidak boleh bereaksi dengan inti (*inert*) dan harus memiliki sifat yang sesuai untuk keperluan penyalutan (Wati et al., 2022). Bahan enkapsulan yang digunakan pada penelitian ini adalah kombinasi antara gum arab dan maltodekstrin. Kedua bahan ini dipilih karena merupakan bahan yang umum digunakan dalam produk pangan. Gum arab mempunyai beberapa manfaat kesehatan seperti memperlancar pencernaan, karena merupakan serat pangan larut yang dapat menjadi sumber prebiotik. Bahan ini juga memiliki tingkat kelarutan yang tinggi dalam air, sehingga mudah diaplikasikan pada produk pangan (Mariod, 2018). Campuran bahan enkapsulan antara gum arab dan maltodextrin dibuat dengan kombinasi berikut:

1. Kombinasi bahan enkapsulan A (2:1), 10 gram gum arab ditambah 5 gram maltodextrin, larutkan dalam 100 mL aquadest.
2. Kombinasi bahan enkapsulan B (1:1), 7,5 gram gum arab ditambah 7,5 gram maltodextrin, larutkan dalam 100 mL aquadest.
3. Kombinasi bahan enkapsulan C (1:2), 5 gram gum arab ditambah 10 gram maltodextrin, larutkan dalam 100 mL aquadest.

Bahan enkapsulan yang sudah siap kemudian dicampur dengan puree buah carica yang sudah dicampur dengan putih telur. Penggunaan putih telur pada pembuatan mikrokapsul menurut metode foam mat drying diharapkan mampu meningkatkan perlindungan pada bahan aktif di dalamnya. Metode ini seperti pada penelitian (Ulumi et al., 2021). Pada pembuatan mikrokapsul percobaan pertama, disiapkan puree buah carica (*C. pubescens*) dan bahan pembusa menggunakan putih telur dengan perbandingan (1:5). Kombinasi B1, disiapkan 125 gram putih telur yang dikocok hingga berbusa kemudian ditambahkan 25 gram puree buah carica (*C. pubescens*) dan dihomogenisasi selama 3 menit. Kombinasi B2, disiapkan 250 gram putih telur yang dikocok hingga berbusa lalu ditambahkan 50 gram puree buah carica.



Gambar 6. Pembuatan Mikrokapsul dengan Metode Foam Mat Drying

Percobaan pertama ini belum memberikan hasil yang diharapkan. Jumlah putih telur yang terlalu banyak menjadikan proses pengeringan tidak dapat berlangsung optimal, sehingga peneliti mencoba metode lain untuk membuat mikrokapsul carica. Pada percobaan kedua dilakukan proses pencampuran bahan enkapsulan dan puree buah carica, tanpa adanya penambahan putih telur. Metode ini sesuai dengan metode penelitian (Hidayat et al., 2023) dengan beberapa penyesuaian. Metode pengeringan dicobakan dengan memanfaatkan kelembaban udara rendah dalam lemari pendingin. Pengeringan dengan metode ini bertujuan untuk mengurangi tingkat kerusakan bahan aktif yang mengandung senyawa vitamin C dan karotenoid yang sensitif terhadap panas dan cahaya. Waktu yang dibutuhkan dalam pengeringan ini berkisar antara 3-4 hari setelah sampel dimasukkan.



Gambar 7. Pembuatan Mikrokapsul pada Percobaan Kedua

Setelah metode percobaan kedua sudah memberikan hasil yang sesuai, maka pembuatan mikrokapsul dilanjutkan dengan formulasi AB1;AB2;BB1; BB2;CB1;CB2 yang mana A adalah kombinasi (maltodekstrin: gum arab 2:1), B adalah kombinasi (maltodekstrin: gum arab 1:1), C adalah

kombinasi (maltodekstrin: gum arab 1:2), B1 adalah sampel carica 25%, dan B2 adalah sampel carica 50%. Berat mikrokapsul basah yang dibuat sebesar 50 gram. Setelah bahan ditimbang, dicampur dan homogen, kemudian dikeringkan dalam lemari pendingin selama 7 hari.



Gambar 8. Pembuatan Mikrokapsul Carica

Sampel mikrokapsul kemudian diuji kadar vitamin C dan karotenoid total. Kedua pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Semarang. Berdasarkan hasil pengujian kadar vitamin C, diketahui bahwa kadar vitamin C beragam pada sampel mikrokapsul, dengan kadar tertinggi ditunjukkan pada sampel mikrokapsul AB2 sebesar 39,175 ppm. Perbedaan kadar vitamin C antar formulasi menunjukkan hasil yang signifikan ($p < 0,05\%$) setelah diuji menggunakan analisis one way Anova, sehingga dapat disimpulkan bahwa formulasi bahan enkapsulan dan puree carica memberikan pengaruh berarti pada kadar vitamin C sampel mikrokapsul carica.

Pengujian kadar karotenoid sampel mikrokapsul ditujukan hanya untuk senyawa karotenoid β -karoten, β -kriptosantin, dan likopen. Hal ini merujuk pada penelitian (Hidayat et al., 2023) yang menyatakan bahwa karotenoid yang dominan pada buah pepaya (*Carica papaya L.*) adalah senyawa karotenoid β -karoten, β -kriptosantin, dan likopen. Buah carica (*Carica pubescens*) masih satu famili dengan buah pepaya (*Carica papaya L.*), sehingga peneliti menarik kesimpulan bahwa senyawa karotenoid yang terdapat pada buah carica (*Carica pubescens*) tidak jauh berbeda dengan buah pepaya (*Carica papaya L.*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar karotenoid β -karoten tertinggi pada sampel mikrokapsul CB2 sebesar 210,5 μg per 100 g sampel, β -kriptosantin tertinggi pada sampel mikrokapsul BB2 sebesar 229,7 μg , dan likopen tertinggi pada sampel mikrokapsul CB2 sebesar 152,7 μg . Setelah diperoleh kadar senyawa karotenoid β -karoten, β -kriptosantin, dan likopen pada semua formulasi mikrokapsul, dilakukan perhitungan kadar karotenoid total sampel mikrokapsul. Sampel mikrokapsul dengan penambahan puree carica B2 atau sebesar 50% dari total berat mikrokapsul yang dibuat menunjukkan kadar yang lebih tinggi pada setiap variasi bahan enkapsulan. Hal ini sudah sesuai dengan teori, bahwa semakin banyak puree carica yang ditambahkan, maka semakin tinggi pula kadar vitamin C dan kadar senyawa karotenoidnya. Perbedaan kadar senyawa karotenoid antar formulasi menunjukkan hasil yang signifikan setelah diuji dengan analisis one way ANOVA ($p < 0,05\%$), sehingga dapat disimpulkan bahwa formulasi bahan enkapsulan dan puree carica memberikan pengaruh berarti pada kadar senyawa karotenoid sampel mikrokapsul.

Adanya kandungan karotenoid dan vitamin C pada produk mikrokapsul Carica membuktikan bahwa mikrokapsul Carica dapat digunakan sebagai alternatif bahan antioksidan alami dari alam yang murah dan mudah ditemukan. Hal ini mengingat kebutuhan antioksidan oleh tubuh begitu tinggi sementara seiring bertambahnya usia menyebabkan produksi antioksidan dalam tubuh semakin berkurang sehingga kita memerlukan antioksidan dari luar tubuh. Antioksidan adalah molekul atau senyawa yang cukup stabil untuk mendonorkan elektron atau hidrogennya kepada molekul atau senyawa radikal bebas dan menetralkannya, sehingga mengurangi kemampuannya untuk melakukan reaksi berantai radikal bebas. Antioksidan ini menunda atau menghambat kerusakan sel terutama melalui sifat penangkal radikal bebasnya (Ibroham et al., 2022).

Ditemukannya kandungan vitamin C pada produk mikrokapsul Carica dapat digunakan untuk memperlambat atau mencegah kerusakan sel-sel tubuh sebagai akibat eksposur senyawa-senyawa radikal bebas, baik yang datang dari konsumsi makanan kurang sehat ataupun sebagai akibat stres oksidatif di tingkat seluler. Antioksidan dari kelompok vitamin telah terbukti secara ilmiah untuk meningkatkan fungsi imun tubuh dan menurunkan risiko infeksi maupun penyakit degeneratif dan kanker (Maharani et al., 2021).

Pengujian terakhir pada sampel mikrokapsul adalah uji SEM-EDX untuk mengetahui kenampakan fisik dari sampel mikrokapsul. Hal ini bertujuan untuk melihat secara jelas pembentukan struktur mikrokapsul carica. Pembacaan menggunakan alat SEM-EDX Phenom Pro X Desktop Scanning Electron Microscope (SEM) with Energy Dispersive X-Ray (EDX) dengan perbesaran 10.000 kali. Sampel mikrokapsul yang diuji hanya sampel mikrokapsul AB2, BB2, dan CB2 yang memiliki kadar vitamin C

dan karotenoid yang lebih tinggi dibandingkan formulasi lainnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terlihat ada bagian yang lebih gelap tersebar di seluruh bagian mikrokapsul yang dibaca. Hal tersebut perlu dipastikan kembali, yang dimaksud adalah sebaran puree carica yang terlindung bahan enkapsulan atau sesuatu yang lain. Hasil SEM sampel AB2 dan BB2 menunjukkan gambaran yang jelas terkait persebaran tersebut, sementara sampel CB2 tidak terlalu menunjukkan gambaran yang jelas.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian disimpulkan bahwa metode enkapsulasi dapat digunakan dalam upaya untuk membuat produk mikrokapsul carica. Mikrokapsul carica yang dibuat mengandung vitamin C dan senyawa karotenoid dalam kadar yang cukup sebagai sumber senyawa antioksidan. Intensitas warna yang dihasilkan pada semua produk mikrokapsul belum menunjukkan intensitas warna yang diharapkan. Saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya adalah perbaikan metode mikroenkapsulasi untuk menghasilkan mikrokapsul carica dengan kadar vitamin C dan senyawa karotenoid yang lebih terjaga dan intensitas warna yang lebih baik.

SUMBER DANA PENELITIAN: Penelitian ini didanai oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi sebagai penyandang dana melalui Program Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (PPM) Tahun Anggaran 2023

UCAPAN TERIMA KASIH: Ucapan terima kasih kami haturkan kepada Laboratorium *Common Use* Fakultas Kesehatan Universitas Ivet Semarang sebagai tempat penelitian, Laboratorium Kimia, dan Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang sebagai tempat analisis produk mikrokapsul.

KONFLIK KEPENTINGAN: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian maupun dalam penulisan artikel penelitian yang peneliti lakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, S., & Hersoelistyorini, W. (2021). Review Artikel: Enkapsulasi Meningkatkan Kualitas Komponen Bioaktif Minuman Instan. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 4.
- Astuti, S. D. (2020). *Diversifikasi Produk Berbasis Buah Carica; Ketahanan Dan Keamanan Pangan Indonesia: Sekarang Dan Ke Depan* (M. Mahendradatta, W. P. Rahayu, U. Santoso, Giyatmi, Ardiansyah, & D. L. N. Fibri, Eds.; 1st Ed.). Interlude.
- Az-Zahra, S., Aulia Nurul Hidayah, S., Nur Aini, S., Yuniarni, A., Sukma Visanda, A., Devy, A., Putri Hesanteri, A., Ronaldo Siregar, R., Satria Ramadhan Basar, D., Nur Widyaningsih, P., Budi Purnama, R., Wardana, T., Konservasi, D., Kedokteran Gigi, J., Kedokteran Gigi, F., Jenderal Seoedirman, U., Gumbreg No, J., Tengah, J., Material Dan Teknologi Kedokteran Gigi, I., & Biomedis, D. (2021). Potensi Senyawa Ekstrak Dari Carica Pubescens Terhadap Penyembuhan Luka Insisi Gingiva: Melalui Mekanisme Proliferasi, Differensiasi Dan Immunorespon Potential Compound Extract From Carica Pubescens On Gingiva Incision Wound Healing: Through Proliferation, Differentiation And Immunoresponse Mechanisms. In *Medical And Health Journal* (Vol. 1, Issue 1). [Http://String-Db.Org/](http://String-Db.Org/).
- Briegel Mandegani, G., Haerudin, A., Atika, V., Wiji Lestari, D., Kusuma Arta, T., & Yudi Satria Balai Besar Kerajinan Dan Batik Jl Kusumanegara, Dan. (N.D.). *Diterbitkan Oleh Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Aplikasi Bubuk (Powder) Zat Warna Alami Kulit Buah Kakao (Theobroma Cacao Spp) Pada Pewarnaan Batik Katun Application Of Natural Dye Powder From Cocoa Pod Husk Waste On Cotton Batik*.
- Hidayat, U., Murwani, R., & Cahyo Kumoro, A. (2023). Ekstraksi Pigmen Karotenoid Dari Buah Pepaya (Carica Papaya L.) Dan Aplikasinya Sebagai Pewarna Pangan Alami Nasi Instan Melalui Teknologi Mikroenkapsulasi. *Indonesian Journal Of Nutrition Science And Food*, 2(1), 35–46. [Http://E-Journal.Ivet.Ac.Id/Index.Php/Ijnufo/About](http://E-Journal.Ivet.Ac.Id/Index.Php/Ijnufo/About)
- Ibroham, M. H., Jamilatun, S., & Kumalasari, I. D. (2022). A Review: Potensi Tumbuhan-Tumbuhan Di Indonesia Sebagai Antioksidan Alami. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Lppm Umj*, 1(1).
- Laily, A. N., Alfiah, I., Khoiri, A. N., Biologi, J. T., Tulungagung, I., Uin, J. B., Malik, M., & Malang, I. (N.D.). *Prosiding Seminar Nasional Vi Hayati 2018 Karakterisasi Carica Pubescens Lenne & K. Koch Di Jawa Timur*.
- Lara-Abia, S., Lobo-Rodrigo, G., Welte-Chanes, J., & Pilar Cano, M. (2021). Carotenoid And Carotenoid Ester Profile And Their Deposition In Plastids In Fruits Of New Papaya (Carica Papaya L.) Varieties From The Canary Islands. *Foods*, 10(2), 1–26. <https://doi.org/10.3390/Foods10020434>

- Maharani, A. I., Riskierdi, F., Febriani, I., Kurnia, K. A., Rahman, N. A., Ilahi, N. F., & Farma, S. A. (2021). Peran Antioksidan Alami Berbahan Dasar Pangan Lokal Dalam Mencegah Efek Radikal Bebas. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 1(2), 390–399.
- Mariod, A. A. (2018). *Gum Arabic: Structure, Properties, Application And Economics*. <https://www.researchgate.net/publication/328273860>
- Pratiwi, R. (2018). Metode Analisis Kadar Vitamin C. *Farmaka*, 16(2).
- Ulumi, M. L. N. N., Wirandhani, D. S., Ardhani, R. F., Andhani, C. O., & Putri, D. N. (2021). Mikroenkapsulasi Pigmen Beta-Karoten Dengan Metode Foam Mat Drying Menggunakan Gelatin Tulang Ikan Kakap Merah Sebagai Bahan Penyalut. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(4), 1183–1195. <https://doi.org/10.21107/Agrointek.V15i4.11689>
- Wati, R. R., Sriwidodo, S., & Chaerunisa, A. Y. (2022). Peningkatan Stabilitas Fitokonstituen Melalui Pendekatan Mikroenkapsulasi. *Majalah Farmasetika*, 7(1), 39. <https://doi.org/10.24198/Mfarmasetika.V7i1.35265>