

**Karakteristik kimia, kandungan karotenoid dan tokoferol
mikroenkapsulat minyak buah merah (*pandanus conoideus* Lamk.)
Degumming dengan variasi konsentrasi maltodekstrin sebagai penyalut**

*Chemical characteristics, carotenoid and tocopherol content of microencapsulated red fruit (*pandanus conoideus* Lamk.) Oil degummed with varying maltodextrin concentrations as a coating agent*

Monica Jupiter Arung Padang¹, Zita Letviany Sarungallo¹, Budi Santoso^{1*}

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua, Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari 98314.

*Email: bd.santoso@unipa.ac.id

Disubmit: 24 Oktober 2025, direvisi: 16 April 2026, diterima: 27 April 2026

Doi : 10.30862/cassowary.cs.v9.2.505

ABSTRACT : *The development of red fruit (*Pandanus conoideus* Lamk.) oil as a food additive, both as a fortificant and a natural colorant, through microencapsulation technology has been proven to produce stable microencapsulates. However, its chemical characteristics and active component content have not been widely reported. Therefore, this study aims to determine the chemical properties and active components of the resulting red fruit oil microencapsulates. This study aims to determine the chemical properties and active components of the microencapsulated red fruit oil produced. The research was conducted in two stages: (1) the production of microencapsulated degummed red fruit oil through emulsification and drying processes, and (2) the analysis of the chemical properties and active components of the resulting microcapsules. The formulations used involved different ratios of maltodextrin and water: M1 (16% : 59.5%), M2 (17% : 58.5%), M3 (18% : 57.5%), and M4 (19% : 56.5%). The results showed that microencapsulated degummed red fruit oil with a 20% oil concentration could be produced using maltodextrin as the encapsulating agent in the range of 16–18%. The best formulation was M3 (18% maltodextrin), which had characteristics of 9.112% moisture content, 40.043% fat content, and contained 1,835 ppm total carotenoids and 835 ppm tocopherol.*

Keywords: *Red fruit (*Pandanus conoideus* Lamk.) oil, microencapsulation, carotenoids, maltodextrin*

PENDAHULUAN

Buah merah (*Pandanus conoideus* Lamk.) umumnya dimanfaatkan sebagai suplemen dengan cara diekstrak untuk diambil minyaknya. Ekstrak minyak buah merah dilaporkan mengandung komponen aktif yaitu karotenoid, tokoferol dan senyawa fenol, serta mengandung asam lemak tidak jenuh yang menyehatkan (Sarungallo *et al.*, 2015a;

Sarungallo *et al.*, 2015b). Kadar karotenoid dalam minyak buah merah kasar sebesar 6.784 ppm (Sarungallo *et al.*, 2020) lebih tinggi dibandingkan kandungan karotenoid dalam wortel sebesar 2.000 ppm (Marliyati dkk., 2012) dan minyak sawit merah sebesar 500-700 ppm (Sumarna, 2014). Namun, minyak buah merah kasar masih mengandung komponen pengotor seperti gum, yang menyebabkan

tekstur lengket serta rasa getir di mulut saat dikonsumsi, dan adanya gum menghambat dalam proses emulsifikasi dalam pembuatan produk emulsi. Oleh karena itu aplikasi minyak buah merah dalam berbagai produk pangan masih sangat terbatas. Untuk meningkatkan kualitas minyak buah merah, dilakukan proses degumming yang bertujuan menghilangkan komponen pengotor seperti gum, getah, atau lendir (Ketaren, 2005; Mayalibit dkk., 2019). Upaya penghilangan gum minyak buah merah dilaporkan Sarungallo *et al.*, (2020) menghasilkan kadar karotenoid dan tokoferol yang masih cukup tinggi yaitu berturut-turut 6,446 ppm dan 1,711 ppm.

Dalam rangka mengembangkan minyak buah merah sebagai Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang stabil, baik sebagai fortifikan maupun pewarna, dapat dilakukan melalui teknologi mikroenkapsulasi. BTP dalam bentuk mikroenkapsulat atau bubuk kering lebih mudah diaplikasikan dalam berbagai produk pangan maupun dikonsumsi secara langsung, karena memiliki kelarutan yang cukup baik dalam air. Selain itu, dalam mikroenkapsulasi, bahan inti dilindungi oleh bahan penyalut, sehingga lebih terlindungi dari pengaruh lingkungan dan tetap stabil. Produk mikroenkapsulat minyak buah merah diharapkan memiliki umur simpan lebih panjang dibandingkan minyak dalam bentuk cair, sehingga memperluas potensinya sebagai sumber karotenoid dan tokoferol dalam fortifikasi pangan, serta sebagai pewarna alami oranye-merah dalam produk seperti permen, es krim, dan makanan formula lainnya.

Pembuatan mikroenkapsulat minyak buah merah menggunakan *spray dryer* dengan konsentrasi minyak 20–40% serta bahan penyalut isolat protein kedelai dan natrium kaseinat telah dilaporkan Yanuwar dkk., (2007). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi minyak 20% dengan natrium kaseinat sebagai bahan penyalut. Sementara itu, Sarungallo dkk., (2019) memproduksi mikroenkapsulat minyak buah merah menggunakan formulasi minyak 11%, pengemulsi (Tween 80, CMC, gum arab, dan gelatin), serta maltodekstrin 18% sebagai bahan penyalut, yang menghasilkan mikroenkapsulat dengan kadar total karotenoid sebesar 1.089 ppm. Selanjutnya, Pratiwi dkk., (2020)

memproduksi mikroenkapsulasi dengan formulasi yang terdiri dari minyak buah merah degumming (MBMD) (11%), maltodekstrin (18%), gum arab (1,8%), gelatin (0,9%), CMC (0,4%), tween 80 (0,9%), dan air (67%), yang menghasilkan produk dengan kadar air 0,55%, bilangan peroksida 0,49 mg O₂/gr bahan, kadar lemak 38,31%, dan total karotenoid sebesar 635 ppm.

Pengaplikasian mikroenkapsulat minyak buah merah sebagai Bahan Tambahan Pangan (BTP) bertujuan meningkatkan kadar karotenoid dan tokoferol dalam berbagai produk pangan tanpa memengaruhi rasa dan aroma. Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi minyak buah merah dalam formula emulsi pada pembuatan mikroenkapsulat perlu dilakukan. Namun, penggunaan kadar minyak yang lebih tinggi dapat menurunkan efektivitas bahan penyalut dalam melapisi minyak (Yanuwar dkk., 2007). Oleh karena itu, diperlukan informasi konsentrasi maltodekstrin yang optimum sebagai bahan penyalut pada konsentrasi minyak buah merah tinggi. Padang dkk., (2022) telah melakukan penelitian tentang optimasi konsentrasi maltodekstrin sebagai bahan penyalut dalam proses mikroenkapsulat dengan konsentrasi minyak buah merah 20%, dimana diperoleh hasil bahwa penggunaan maltodekstrin sebesar 18% merupakan konsentrasi terbaik terhadap kestabilan mikroenkapsulat dengan warna oranye, rendemen 32,1%, dan tingkat kelarutan sebesar 92,1%, dibandingkan dengan konsentrasi maltodekstrin 16%, 17%, dan 19%. Namun, karakteristik kimia dan komponen aktifnya belum dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan sifat kimia dan komponen aktif mikroenkapsulat minyak buah merah yang dihasilkan.

MATERI DAN METODE

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: (1) bahan baku utama yaitu minyak buah merah *degumming* (MBMD), maltodekstrin, gum arab, gelatin dan *carboxy methyl cellulose* (CMC); (2) bahan-bahan kimia untuk analisis adalah indikator fenolftalin (pp), kalium hidroksida (KOH), asam oksalat, klorofom, wijs, kalium iodida

(KI), natrium tiosulfat pentahidrat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), pati, kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), asam klorida (HCl). Selain itu digunakan pula etanol, *butylated hidroxytoluene* (BHT), hexan, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (feri klorida hexahidrat, toluen, biperidin, aseton yang seluruhnya berasal dari Merck, Jerman.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: (1) alat untuk *degumming* dan pembuatan mikroenkapsulat minyak buah merah seperti pengering kabinet, timbangan analitik (Radwag, AS220 R2, Polandia), timbangan digital, *handmixer* (Kris, Ace Hardware, Amerika), *mixer*, nampan stainless, dandang, tabung plastik, rak tabung reaksi, pipet tetes, gelas ukur plastik, penangas air, sudip, kemasan botol gelap, kemasan plastik, aluminium foil, kertas koran, *wrapping plastic* dan sendok; (2) alat untuk analisis kimia dan komponen aktif yaitu oven (Memmert UNB 400, Germany), spektrofotometer (Shimadzu UV-2450, Kyoto, Jepang), water bath, desikator (Cable Reel 250 V, Frankfurt, Germany), viskometer (VT-04F, RION CO, Jepang), pompa vakum, *vorteks* (Heidolph type reax top, Germany), corong *buchner*, tabung *soxhlet*, tabung reaksi berulir, peralatan gelas, erlenmeyer, labu ukur, gegap, buret, mikropipet, cawan aluminium dan tip.

Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen laboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan formula yang

mengacu pada laporan Padang dkk., (2022) yaitu perbandingan maltodekstrin dan air. Keempat formula tersebut terdiri dari M1 (16% : 59,5%), M2 (17% : 58,5), M3 (18% : 57,5%) dan M4 (19% : 56,5%), dengan 2 kali ulangan. Untuk setiap perlakuan. Formula mikroenkapsulat minyak buah merah *degumming* ditampilkan pada Tabel 1.

Pembuatan mikroenkapsulat minyak buah merah *degumming*

Tahap ini dimaksudkan untuk menghasilkan mikroenkapsulat minyak buah merah *degumminng* yang stabil dan bermutu. Mula-mula ekstrak minyak buah merah kasar di-*degumming*. Proses *degumming* dimaksudkan untuk menghilangkan *gum* minyak buah merah secara kimia, yang dilakukan berdasarkan penelitian Sarungallo *et al.*, (2020). Proses *degumming* diawali dengan penyiapan minyak buah merah kasar dalam gelas ukur plastik lalu ditambahkan air hangat bersuhu 40°C (perbandingan minyak dan air adalah 1 : 2) dan asam sitrat 2%, kemudian di homogenisasi menggunakan *mixer* selama 3 menit. Minyak yang telah homogen kemudian dimasukkan ke dalam tabung berulir dan di-sentrifugasi selama 5 menit sehingga terjadi pemisahan antara minyak, *gum* dan air. Minyak yang terdapat di bagian atas dipisahkan dan dikumpulkan. Selanjutnya dilakukan proses pencucian dengan cara penambahan air dengan perbandingan 1:2, sampai air pencucian minyak *degumming* netral yaitu pH berkisar antara 6-7.

Tabel 1. Formula mikroenkapsulat MBMD*

Bahan	Formula (%)			
	M1	M2	M3	M4
MBMD	20	20	20	20
Air	59,5	58,5	57,5	56,5
Maltodekstrin	16	17	18	19
Gum Arab	2	2	2	2
Gelatin	1,5	1,5	1,5	1,5
CMC	1	1	1	1

*Padang dkk., (2022)

MBMD selanjutnya dikemas dalam botol gelap yang telah steril dan tertutup rapat.

Proses pembuatan produk

mikroenkapsulat minyak buah merah *degumming* mengacu pada Padang dkk. (2022), yang terdiri dari dua tahap (1) yaitu

pembuatan emulsi dan (2) proses pengeringan emulsi menggunakan *cabinet dryer*. Pada tahap pembuatan emulsi pertama-tama dilakukan penimbangan bahan-bahan kering sesuai formulasi (CMC, maltodekstrin, gum arab dan gelatin), kemudian diaduk rata dan ditambahkan air. Setelah itu dilakukan penimbangan MBMD diaduk hingga merata, lalu ditambahkan ke dalam bahan kering secara perlahan dan dihomogenisasi untuk menghasilkan emulsi. Emulsi yang dihasilkan selanjutnya dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* (suhu 50 °C, selama 4 jam) untuk menghasilkan mikroenkapsulat. Bubuk mikroenkapsulat minyak buah merah *degumming* yang dihasilkan kemudian dikemas menggunakan kemasan plastik steril yang ditutup dengan kertas koran dan dilapisi lagi dengan aluminium foil dan disimpan dalam freezer.

Analisis kadar air

Pengukuran kadar air mikroenkapsulat minyak buah merah *degumming* berdasarkan AOAC (2012) dengan metode oven. Sampel sebanyak 0,2 gram ditimbang dan dimasukkan dalam cawan aluminium yang telah dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 15 menit. Sampel dan cawan dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 6 jam. Cawan yang berisi sampel dipindahkan ke desikator selama 30 menit, setelah dingin dilakukan penimbangan dan pengeringan dilanjutkan sampai diperoleh berat konstan. Kadar air sampel dihitung berdasarkan Persamaan 1.

$$\text{Kadar Air (\% bb)} = \frac{W-(W_1-W_2)}{W} \times 100\% \dots\dots 1$$

Keterangan:

- W = berat sampel sebelum dikeringkan (g)
- W1 = berat sampel dan cawan kering kosong (g)
- W2 = berat cawan kosong (g)

Analisis kadar lemak

Pengukuran kadar lemak mikroenkapsulat minyak buah merah *degumming* berdasarkan AOAC (2012). Sampel dalam bentuk halus diletakan dalam kertas saring sebagai pembungkus sampel, tutup dengan kapas.

Kemudian sampel yang telah terbungkus kertas saring tadi dimasukan dalam alat ekstraksi soxhlet. Dibagian atasnya dipasang alat kondensor dan dibagian bawahnya dipasang labu lemak. Pelarut hexan dituang dalam labu lemak, kemudian dilakukan refluks selama 5 jam atau sampai pelarut yang turun kembali ke labu lemak menjadi berwarna jernih. Selanjutnya labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C. Setelah labu dikeringkan kemudian didinginkan, selanjutnya ditimbang bersama lemak yang ada didalamnya. Penetapan kadar lemak dihitung berdasarkan Persamaan 2.

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{\text{Berat lemak (g)}}{\text{Berat Sampel (g)}} \times 100 \% \dots\dots\dots 2$$

Analisis total karotenoid

Pengukuran total karotenoid mikroenkapsulat minyak buah merah *degumming* berdasarkan metode Al-Farsi *et al.* (2005), dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 0,01 gram dari masing-masing sampel ditambahkan 0,1% *butylated hydroxytoluene* (BHT) dihitung dari basis volume 10 ml, lalu ditambahkan aseton/etanol (1:1, v/v) hingga volume 10 ml. Larutan divortex untuk mengekstrak karoten selama 15 menit dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 470 nm. Blanko dibuat tanpa menggunakan sampel. Total karotenoid dihitung berdasarkan Persamaan 3.

$$\text{Total Karotenoid (ppm)} = \frac{A \times V \times 10^6}{A1\% \times 100 \times G} \dots\dots\dots 3$$

Keterangan:

- A = Absorbansi pada 470nm
- V = Total volume ekstrak
- A1%= *extinction coefficient* untuk campuran 1% karotenoid yaitu 2500
- G = Berat sampel (g)

Analisis Total Tokoferol

Pengukuran total tokoferol minyak buah merah kasar, *degumming* dan mikroenkapsulat minyak buah merah menggunakan metode Wong *et al.* (1988). Sebanyak 0,01 gram sampel dimasukkan labu takar 10 ml dan ditambahkan 5 ml toluene, 3,5 ml 2,2 bipirin

(0,07% w/v dalam etanol 95%), 0,5 ml $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,2% w/v dalam etanol 95%). Larutan ditepatkan sampai 10 ml etanol 95%, lalu divorteks dan didiamkan selama 10 menit. Absorbansi larutan diukur pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 520 nm. Blanko dibuat dengan cara yang sama tanpa sampel. Konsentrasi tokoferol dihitung berdasarkan kurva standar α -tokoferol dibuat dengan cara yang sama pada kisaran 100-1500 ppm dalam toluene. Total tokoferol dihitung berdasarkan Persamaan 4.

Total Tokoferol (ppm) =

.....4

Keterangan :

- A = absorbansi sample
- a = intersep pada kurva standar
- b = gradient pada kurva standar
- W = berat sampel (g)

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam (*Analisis of varians*) pada tingkat kepercayaan 95% dan jika perlakuan berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test*) menggunakan Program *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kimia mikroenkapsulat minyak buah merah

Karakterisasi kimia minyak buah merah dari ke-4 formula mikroenkapsulat minyak buah merah diuji terhadap kadar air dan kadar lemak disajikan pada Tabel 2. Kadar air mikroenkapsulat MBMD dinyatakan sebagai persentase kandungan air. Dalam penelitian ini, kadar air dari keempat formula mikroenkapsulat MBMD berkisar 7,58-9,11% (Tabel 2). Analisis ragam menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi maltodekstrin secara nyata mempengaruhi kadar air mikroenkapsulat MBMD ($p < 0,05$). Hasil *'uncan's Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa perlakuan M1 (maltodekstrin 16%), M2 (maltodekstrin 17%), dan M3 (maltodekstrin

18%) tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan, tetapi lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan M4 (maltodekstrin 19%). Data ini mengindikasikan bahwa formula mikroenkapsulat dengan konsentrasi maltodekstrin 16-18% memiliki kemampuan pelepasan air yang lebih rendah selama proses pengeringan dibandingkan dengan M4 (19% maltodekstrin), yang memiliki kadar air terendah. Srihari dkk. (2010) melaporkan bahwa maltodekstrin memiliki kelarutan yang tinggi, sehingga peningkatan konsentrasinya meningkatkan pelepasan zat yang terlarut.

Kadar air mikroenkapsulat MBMD yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air mikroenkapsulat minyak buah merah yang dilaporkan oleh Sarungallo dkk. (2019), yaitu 1,1-1,7%, yang diperoleh menggunakan metode *spray drying*. Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh perbedaan metode pengeringan yang digunakan.

Rachmawan (2001) menjelaskan bahwa semakin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengering, semakin cepat proses pengeringan terjadi, karena energi panas yang lebih besar memungkinkan lebih banyak cairan menguap dari bahan. Dalam penelitian ini, pengeringan mikroenkapsulat MBMD menggunakan *cabinet dryer* dilakukan pada suhu 50°C selama 4 jam. Suhu pengeringan yang relatif rendah dan waktu pengeringan yang terbatas, dibandingkan dengan *spray drier* (Sarungallo dkk., 2019) kemungkinan menyebabkan kadar air dalam mikroenkapsulat MBMD lebih tinggi. Perbedaan tersebut terjadi karena pada konsentrasi maltodekstrin 18% viskositas dan sifat higroskopis masih dominan sehingga air lebih banyak terikat dan sulit teruapkan selama pengeringan oven 50 °C (kadar air 9,11%), sedangkan pada 19% total padatan lebih tinggi sehingga proporsi air awal lebih rendah dan struktur matriks lebih rapat sehingga proses pengeringan lebih efektif dan kadar air turun menjadi 7,58%. Hal ini sejalan dengan temuan Riansyah dkk. (2013), yang melaporkan bahwa tingginya kadar air ikan sepat siam yang dikeringkan pada suhu 50 °C menggunakan oven disebabkan jumlah air yang diuapkan masih sedikit.

Umumnya pengeringan produk bubuk sayur pada suhu 60 °C selama 6-7 jam untuk menghasilkan kadar air minimal. Kadar air mikroenkapsulat MBMD yang dihasilkan dalam penelitian ini masih berada di atas batas

maksimal kadar air susu bubuk, yaitu 5% (SNI, 2006). Namun, kadar air tersebut masih berada di bawah batas maksimal kadar air produk rempah kering bubuk simplisia kencur, yaitu 10% (SNI, 2005).

Tabel 2. Kadar air dan kadar lemak ke-empat formula mikroenkapsulat MBMD dengan perlakuan konsentrasi maltodekstrin

Formulasi	Parameter	
	Kadar Air (% bb)*	Kadar Lemak (%)*
M1 (Maltodekstrin 16%)	8,28±0,34 ^{ab}	39,23±0,74 ^{ab}
M2 (Maltodekstrin 17%)	8,65±0,26 ^{ab}	38,93±2,43 ^{ab}
M3 (Maltodekstrin 18%)	9,11±0,33 ^a	40,05±1,66 ^a
M4 (Maltodekstrin 19%)	7,58±0,69 ^b	35,59±0,60 ^b

*Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05)

Kadar lemak mikroenkapsulat mencerminkan kandungan lemak yang berasal dari bahan baku. Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar lemak dari keempat formula mikroenkapsulat MBMD berkisar 35,78%-40,04%. Analisis ragam menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi maltodekstrin secara signifikan memengaruhi kadar lemak mikroenkapsulat MBMD (P < 0,05). Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa perlakuan M1 (maltodekstrin 16%), M2 (maltodekstrin 17%), dan M3 (maltodekstrin 18%) tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan, tetapi secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan M4 (maltodekstrin 19%). Data ini mengindikasikan bahwa formula mikroenkapsulat dengan konsentrasi maltodekstrin 16-18% memiliki kemampuan mempertahankan kadar MBMD lebih tinggi selama proses pengeringan dibandingkan dengan M4 (19% maltodekstrin), yang memiliki kadar lemak terendah. Kadar lemak keempat formula mikroenkapsulat ini relatif lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Sarungallo dkk. (2019) yang melaporkan kadar lemak sebesar 19,6-26,3%, kemungkinan karena penelitian ini menggunakan konsentrasi minyak yang lebih tinggi (20%).

Data pada Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa semakin tinggi kadar maltodesktrin

dalam formula mikroenkapsulat MBMD, kadar lemak cenderung menurun pada M4 dengan konsentrasi maltodekstrin tertinggi. Lestari dkk. (2021) juga melaporkan bahwa kadar lemak dalam serbuk minyak buah merah menurun dari 35,60% pada formulasi dengan perbandingan minyak terhadap maltodekstrin 1:2 menjadi 24,38% pada perbandingan 1:3. Hal ini memperkuat bahwa peningkatan jumlah penyalut berbanding lurus dengan penurunan kadar lemak dalam serbuk yang dihasilkan. Kadar lemak pada konsentrasi maltodekstrin 18% meningkat (40%) kemungkinan karena rasio minyak terhadap bahan penyalut berada pada kondisi optimum, sehingga lebih banyak minyak yang berhasil terenkapsulasi dan kehilangan minyak selama proses pengeringan dapat diminimalkan. Sementara konsentrasi maltodekstrin 19%, kadar lemak menurun (35%) karena proporsi maltodekstrin yang lebih tinggi meningkatkan total padatan dinding, sehingga terjadi efek pengenceran terhadap kandungan lemak per satuan bobot serta kemungkinan penurunan efisiensi enkapsulasi akibat viskositas yang terlalu tinggi. Walaupun demikian, data hasil penelitian ini lebih rendah dari kadar lemak mikroenkapsulat minyak sawit merah yang diproduksi menggunakan minyak 20% dengan penyalut pati sagu dengan pengeringan menggunakan metode *foam mat drying* yaitu sebesar 49,48% (Ngatirah &

Saputri, 2019). Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan ingredien dan jenis penyalut dalam formulasinya serta metode pengeringan yang digunakan.

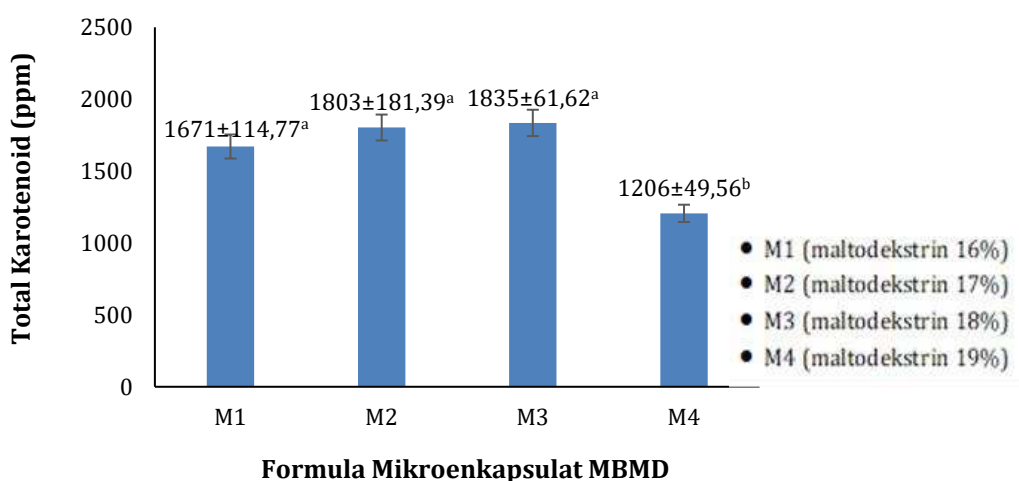
Komponen Aktif Mikroenkapsulat MBMD

Total karotenoid dan tokoferol merupakan parameter penting pada produk mikroenkapsulat, karena menunjukkan kemampuan penyalut (maltodekstrin) dalam mempertahankan komponen aktif setelah proses pengeringan. Hasil pengujian terhadap total karotenoid mikroenkapsulat MBMD disajikan dalam Gambar 1.

Total karotenoid dari keempat formula mikroenkapsulat MBMD berkisar antara 1.206-1.835 ppm (Gambar 1). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi maltodekstrin berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap total karotenoid mikroenkapsulat MBMD yang dihasilkan. Selanjutnya hasil DMRT menunjukkan bahwa perlakuan M1 (maltodekstrin 16%), M2 (maltodekstrin 17%) dan M3 (maltodekstrin 18%) tidak berbeda nyata satu sama lain. tetapi Namun ketiganya memiliki total karotenoid yang secara nyata lebih tinggi dibandingkan M4 (maltodekstrin 19%). Formula M3 mengandung total karotenoid tertinggi sebesar 1.835 ppm, formula M2 mengandung total karotenoid 1.803 ppm, serta formula M1 mengandung total karotenoid 1.671 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan maltodekstrin 16-18%

mampu menyalut karotenoid lebih banyak. Hal yang sama dilaporkan Supriyadi & Rujita (2013), dimana semakin tinggi konsentrasi penyalut maltodekstrin (8%, 10% dan 20%) yang digunakan mampu meningkatkan efisiensi mikroenkapsulat minyak atsiri lengkuas.

Formula M4 berbeda nyata paling rendah dari M1, M2 dan M3 yang mengandung total karotenoid sebesar 1.206 ppm. Penurunan total karotenoid pada formula M4 disebabkan oleh penurunan kemampuan maltodekstrin (19%) untuk menyalut minyak buah merah (20%). Hal yang sama dilaporkan Sarungallo dkk. (2019), dimana semakin tinggi konsentrasi penyalut maltodekstrin yang digunakan untuk menyalut minyak 11% menyebabkan penurunan kandungan karotenoidnya. Penurunan kemampuan maltodekstrin dalam kadar yang lebih tinggi dalam menyalut juga dilaporkan oleh Wanda dkk. (2017), yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang digunakan dalam enkapsulasi pigmen klorofil daun pepaya, efisiensi enkapsulasi justru menurun. Menurut Andhikari *et al.* (2004) semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka efisiensi molekulnya semakin kecil. Akibatnya, molekul air akan lebih mudah berdifusi melewati molekul maltodekstrin sehingga efisiensi air akan meningkat, sehingga mengakibatkan

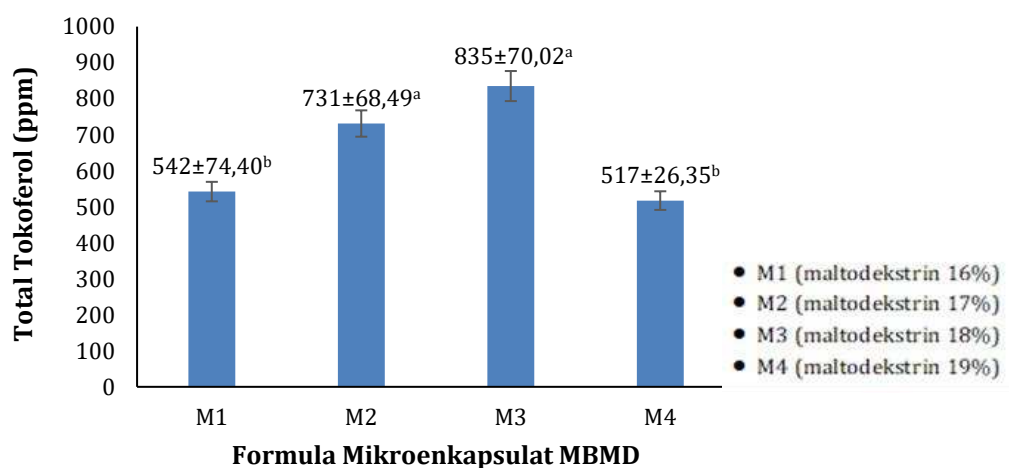


Keterangan: Huruf yang berbeda pada nilai rata2 menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)
Gambar 1. Total Karotenoid Keempat Formula Mikroenkapsulat MBMD.

proses pemisahan berlangsung cepat dan menurunkan kemampuan penyalutan pigmen.

Total karotenoid dari keempat formula mikroenkapsulat yang dihasilkan dalam kajian ini lebih tinggi dibandingkan dengan mikroenkapsulat minyak sawit merah yang menggunakan konsentrasi minyak 20% dan penyalut pati sagu melalui metode *foam mat drying*, yang menghasilkan kadar karotenoid sebesar 131,61 ppm. Lebih lanjut, diketahui bahwa produksi mikroenkapsulat minyak sawit merah menurun seiring dengan peningkatan suhu pengeringan, yaitu pada suhu 50°C, 60°C, dan 70°C, masing-masing menghasilkan kadar karotenoid sebesar 106,79 ppm, 117,59 ppm,

dan 96,21 ppm (Ngatirah & Saputri, 2019). Sementara itu, Pratiwi dkk. (2020) melaporkan kadar total karotenoid yang lebih rendah pada mikroenkapsulat yang dibuat dari MBMD (11%) dan maltodekstrin (18%), yaitu sebesar 635 ppm. Perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain konsentrasi minyak BM yang lebih rendah, metode ekstraksi minyak BM yang dilakukan secara basah, serta proses pengeringan mikroenkapsul menggunakan *spray dryer* pada suhu 170-180°C. Sebaliknya, dalam kajian ini, minyak BM diekstraksi menggunakan metode kering (Sarungallo dkk., 2014) dan dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 50°C.



Keterangan : Huruf yang berbeda pada nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Gambar 2. Total Tokoferol Keempat Formula Mikroenkapsulat MBMD.

Kandungan total tokoferol dalam mikroenkapsulat MBMD disajikan pada Gambar 2. Total tokoferol dari keempat formula mikroenkapsulat MBMD berkisar antara 517-835 ppm. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi maltodekstrin dalam formula mikroenkapsulat MBMD berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan total tokoferol. Selanjutnya, hasil uji DMRT menunjukkan bahwa kadar total tokoferol pada formula M1 (maltodekstrin 16%) secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan formula M2 dan M3, namun tidak berbeda nyata dengan formula M4 (maltodekstrin 19%).

Formula M3 (maltodekstrin 18%) memiliki kandungan tokoferol tertinggi (835 ppm) dan tidak berbeda nyata dengan formula

M2 (maltodekstrin 17%) yang mengandung tokoferol sebesar 731 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan maltodekstrin dengan konsentrasi 17-18% sebagai penyalut minyak 20% mampu mempertahankan lebih banyak tokoferol dalam mikroenkapsulat MBMD. Sementara itu, formula M1 (maltodekstrin 16%) memiliki kandungan tokoferol lebih rendah (542 ppm) dan tidak berbeda nyata dengan formula M4 (maltodekstrin 19%) yang mengandung tokoferol sebesar 517 ppm. Penurunan kadar tokoferol ini disebabkan oleh ketidakmampuan maltodekstrin 16% dalam menyalut minyak 20% secara optimal, sedangkan pada konsentrasi 19%, maltodekstrin sudah tidak mampu lagi menyalut minyak 20% dengan baik.

KESIMPULAN

Mikroenkapsulat minyak buah merah *degumming* (MBMD) dengan konsentrasi minyak 20% dapat dihasilkan menggunakan maltodekstrin sebagai penyalut dalam kisaran 16-18%. Konsentrasi penyalut terbaik terdapat pada maltodekstrin 18% (formula M3) dengan karakteristik mikroenkapsulat bubuk berwarna oranye, rendemen 32,101%, kadar air 9,112%, kadar lemak 40,043%, serta mengandung total karotenoid sebesar 1.835 ppm dan tokoferol sebesar 835 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M., & Sahidi, F. (2005). Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7592-7599. <https://doi.org/10.1021/jf050579q>.
- Andhikari, K., Mustapha, A., & Grun, I. U. (2004). Survival And Metabolic Activity of Microencapsulated *Bifidobacterium Longum* in Stirred Yogurt. *Food Science*, 68, 5-6.
- AOAC [Association of Official Analytical Chemist]. (2012). Official Methods of Analysis of AOAC International. AOAC International. Washington DC.
- Ketaren, S. (2005). Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Lestari, N. Junaidi, L., Wijaya, H., Wardayanie, NIA & Ariningsih, S. (2021). Pengembangan Teknologi Pengolahan Serbuk Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk) untuk Sediaan Bahan Tambahan Pangan. *Warta IHP/Journal of Agro-based Industry*. 38(2), 117-125
- Marliyati, S. A., Sulaeman, A., & Rahayu, M. P. (2012). Aplikasi Serbuk Wortel Sebagai Sumber β -Karoten Alami pada Produk Mi Instan. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 7(2), 127-134.
- Mayalibit, A.P., Sarungallo, Z. L., & Paiki, S.N.P. (2019). Pengaruh Proses *Degumming* Menggunakan Asam Sitrat Terhadap Kualitas Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk). *Agritechnology*. 2(1): 23-31.
- Ngatirah & Saputri, N. E. (2019). Mikroenkapsulasi Minyak Sawit Merah dengan Variasi Suhu Pengerinan dan Jenis Bahan Penyalut dengan Metode *Foam Mat Drying*. *Jurnal Teknologi Pangan*, 2 (2),35-50.
- Padang, M.J.A., Sarungallo, Z.L., & Santoso, B. (2022) Pengaruh formulasi maltodekstrin terhadap stabilitas mikroenkapsulat minyak buah merah (*Pandanus conoideus* Lamk.). *Jurnal Teknologi Pangan dan Kesehatan*. 4(2),67-74. <https://doi.org/10.36441/jte-pakes.v4i2.1323>
- Pratiwi, I., Sarungallo, Z.L., & Santoso, B. (2020). Sifat Fisikokimia Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk.) *Degumming* dan Karakteristik Mikroenkapsulat Minyak Buah Merah yang dihasilkan. *Agritechnology*, 3(2), 50-58. <https://doi.org/10.51310/agritechnology.v3i2.54>.
- Rachmawan, O. (2001). Pengerinan, Pendinginan dan Pengemasan Komoditas pertanian. Buletin Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Riansyah, A., Supriyadi, A., & Nopianti, R. (2013). Pengaruh Perbedaan Suhu Dan Waktu Pengerinan Terhadap Karakteristik Ikan Asin Sepat Siam (*Trichogaster Pectoralis*) Dengan Menggunakan Oven. *Fish Technology*, 2 (1), 53-68.
- Sarungallo, Z. L., Hariyadi, P., Andarwulan, N. & Purnomo, E. H. (2014). Pengaruh metode ekstraksi terhadap mutu kimia dan komposisi asam lemak minyak buah merah (*Pandanus conoideus*). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 24 (3), 209-217.
- Sarungallo, Z. L., Hariyadi, P., Andarwulan, N. & Purnomo, E. H. (2015a). Characterization of Chemical Properties, Lipid Profile, Total Phenol and Tocopherol Content of Oils Extracted from Nine Clones of Red Fruit (*Pandanus conoideus*). *Kasetsart Journal (Nature Science)*. 49: 237-250.

- Sarungallo, Z. L., Hariyadi, P., Andarwulan, N. & Purnomo, E., H. (2015b). Analysis of α -cryptoxanthin, β -cryptoxanthin, α -carotene, and β -carotene of *Pandanus conoideus* Oil by High-performance Liquid Chromatography (HPLC). *Procedia Food Science*. 3: 231-243. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.026>.
- Sarungallo, Z. L., Santoso, B., Murtiningrum., Roreng, M. K., & Murni, V. (2019). Karakteristik Mutu Mikroenkapsulat Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus*) dengan Perbandingan Bahan Pengemulsi dan Bahan Pelapis. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (JITP)*, 5(2), 528-539.
- Sarungallo, Z. L., Santoso, B., Situngkir, R. U., Roreng, M. K., & Lisangan, M. M. (2020). Determination of Chemical Properties, Composition of Fatty Acid, Carotenoids and Tocopherols of Degummed and Neutralized Red Fruit (*Pandanus Conoideus*) Oil. *Jurnal Teknologi (Sciences and engineering)*, 82(6), 71-78.
- SNI (Standar Nasional Indonesia). (2005). *Simplisia Kencur*. SNI 01-7085-2005. Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta.
- SNI (Standar Nasional Indonesia). (2006). *Minyak Kelapa Sawit Mentah (Crude Palm Oil)*. SNI 01-2901-2006. Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta.
- Srihari, E., Lingganingrum, F. S., Hervita, R., & Wijaya, H. (2010). Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 4-5 Agustus 2010*, ISSN : 1411-4216. Fakultas Teknik Universitas Surabaya. Surabaya
- Sumarna, D. (2014). Proses Degumming CPO (*Crude Palm Oil*) menggunakan Membran Ultrafiltrasi. *Jurnal Teknologi Pertanian* 2(1), 24-30.
- Supriyadi., & Rujita, A. S. (2013). Pengaruh Suhu Dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Pewarna Alami Buah Pandan (*Pandanus Tectorius*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 24 (2), 201-208.
- Wanda, P., Wibowo, M.A., & Destiarti, L. (2017). Enkapsulasi Dan Uji Stabilitas Ekstrak Metanol Daun Pepaya (*Carica papaya*. Linn). *Jurnal Kimia dan Katulistiwa*. 6 (1), 25-29.
- Wong, M.L., Timms, R.E., & Goh, E.M. (1988). Colorimetric determination of total tocopherols in palm olein and stearin. *Journal American Oil Chemist's Society*. 65, 258-261.
- Yanuwar, W., Widjanarko, S. B., & Wahono, T. (2007). Karakteristik dan stabilitas antioksidan mikrokapsul minyak buah merah (*Pandanus conoideus* Lam) dengan bahan penyalut berbasis protein. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(2), 127-135.