



Pengaruh Suhu Pengeringan terhadap Kualitas dan Karakteristik Enkapsulat Minyak Sawit Merah

Sri Wahyuni¹, Nina Veronika²

^{1,2} Program Studi Teknik Pengolahan Sawit, Politeknik Kampar

Jl. Tengku Muhammad KM. 2 Bangkinang, Riau

Korespondensi penulis: yuni.tip@gmail.com

Abstract. Red palm oil is rich in carotene, particularly beta-carotene, which is a provitamin A, making it an excellent supplement for boosting immunity. However, carotene is highly sensitive to heat and oxidation, which can reduce its efficacy. To protect carotene levels, encapsulation technology is employed, which shields the active ingredients in red palm oil, preserving product stability and prolonging shelf life. This study aimed to investigate the encapsulation process of red palm oil, the impact of drying temperature on the quality of the encapsulated product, and the characteristics of the resulting encapsulates. The research involved raw material preparation, encapsulation, and characterization of the encapsulated red palm oil. The drying temperatures tested were 40°C, 50°C, and 60°C. The findings revealed that drying temperature significantly influenced the quality of the red palm oil encapsulates. The best encapsulate characteristics were obtained at 40°C, with the highest carotene content of 233.09 ppm and solubility of 55.57%.

Keywords: Red palm oil, Encapsulation, Carotene, Drying temperature, Encapsulated product,

Abstrak. Minyak sawit merah merupakan sumber karotenoid yang bernilai tinggi, terutama beta-karoten yang berfungsi sebagai provitamin A, memberikan manfaat dalam meningkatkan daya tahan tubuh. Namun, kandungan karoten dalam minyak sawit merah sangat rentan terhadap kerusakan akibat panas dan oksidasi. Untuk melindungi kadar karoten dan meningkatkan stabilitas serta umur simpan minyak sawit merah, teknologi enkapsulasi diterapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji proses enkapsulasi minyak sawit merah, mengevaluasi pengaruh suhu pengeringan terhadap kualitas produk enkapsulasi, dan menganalisis karakteristik enkapsulat yang dihasilkan. Persiapan bahan baku, proses enkapsulasi, dan karakterisasi minyak sawit merah enkapsulasi dilakukan pada tiga suhu pengeringan yang berbeda, yaitu 40°C, 50°C, dan 60°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pengeringan berpengaruh signifikan terhadap kualitas enkapsulasi minyak sawit merah. Karakteristik enkapsulat terbaik, termasuk kadar karoten tertinggi 233,09 ppm dan kelarutan sebesar 55,57%, diperoleh pada suhu pengeringan 40°C.

Kata kunci: Minyak sawit merah, Enkapsulasi, Karoten, Suhu pengeringan, Produk enkapsulasi

1. LATAR BELAKANG

Tingginya permintaan terhadap minyak kelapa sawit dan produk turunannya menjadikan tanaman ini sebagai salah satu komoditas utama yang sangat dibutuhkan secara global. Minyak kelapa sawit digunakan dalam berbagai sektor industri karena kandungan nutrisinya yang lengkap, baik untuk industri pangan maupun nonpangan. Kandungan karoten (provitamin A), tokoferol, dan tokotrienol (vitamin E) pada minyak sawit berkontribusi positif terhadap kesehatan manusia, seperti berperan sebagai antioksidan, anti-kanker, serta membantu menurunkan kadar kolesterol. Oleh karena itu, minyak sawit banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi dan kosmetik. Permintaan yang tinggi terhadap minyak kelapa sawit tidak

hanya didorong oleh kegunaannya dalam berbagai industri, tetapi juga oleh potensi pengembangan produknya yang lebih bermanfaat bagi kesehatan, seperti minyak sawit merah.

Kandungan karotenoid, terutama beta-karoten yang merupakan provitamin A, dalam minyak sawit merah dapat dijaga agar tetap bermanfaat untuk dikonsumsi dengan mengolahnya menjadi produk minyak sawit merah. Produk ini dapat digunakan sebagai suplemen untuk meningkatkan daya tahan tubuh. Selain kaya akan karoten, minyak sawit merah juga mengandung sekitar 800 ppm vitamin E, yang terdiri atas 70% tocotrienol dan 30% tokoferol. Tocotrienol memiliki sifat antioksidan yang tinggi sehingga dapat memperkuat sistem imun tubuh. Selain itu, minyak sawit merah juga mengandung vitamin A, vitamin E, serta 42% asam palmitat (asam lemak jenuh), yang berperan dalam menjaga dan melindungi kesehatan paru-paru (Aini, 2021)..

Selain manfaatnya bagi kesehatan, pengolahan minyak sawit merah memerlukan perhatian khusus, terutama dalam menjaga kandungan karoten yang sangat sensitif terhadap suhu tinggi dan reaksi oksidasi. Salah satu cara untuk melindungi kadar karoten dalam minyak sawit merah adalah melalui penerapan teknologi enkapsulasi. Teknologi ini melibatkan pelapisan suatu bahan inti atau bahan aktif menggunakan bahan lain yang berfungsi sebagai penyalut atau pelindung. Proses enkapsulasi tidak hanya bertujuan untuk melindungi zat yang mudah terpengaruh oleh lingkungan, tetapi juga untuk menjaga sifat organoleptik, seperti warna, rasa, dan aroma dari minyak sawit merah (Agustin dan Wibowo, 2021).

Proses enkapsulasi minyak sawit merah bertujuan untuk menjaga kandungan karoten agar dapat dimanfaatkan secara luas dalam berbagai produk pangan (Saputri dan Ngatirah, 2019). Hasil dari proses ini berupa serbuk kering yang lebih praktis dalam penggunaan, penakaran, serta distribusi. Teknologi enkapsulasi juga membantu mempertahankan stabilitas bahan inti, sehingga meningkatkan daya simpan dibandingkan dengan penyimpanan dalam bentuk cair. Penelitian ini dilakukan sebagai langkah untuk melindungi kadar karoten dalam matriks polimer melalui penerapan teknologi enkapsulasi.

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan utama dan bahan analisis. Bahan utama terdiri atas minyak sawit merah yang diperoleh dari pemurnian minyak sawit kasar (Crude Palm Oil), pati sagu sebagai bahan penyalut, albumin, tween 80, dan air destilasi (aquadest). Bahan analisis yang digunakan meliputi indikator fenolftalein, alkohol 95%, larutan NaOH 0,1 N, larutan KOH 0,1 N, dan n-heksan.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup peralatan gelas, mixer, pemanas, timbangan analitik, buret, statif, oven, loyang, desikator, termometer, penyaring vakum, spektrofotometer, cawan, sudip, serta alat pengecil ukuran.

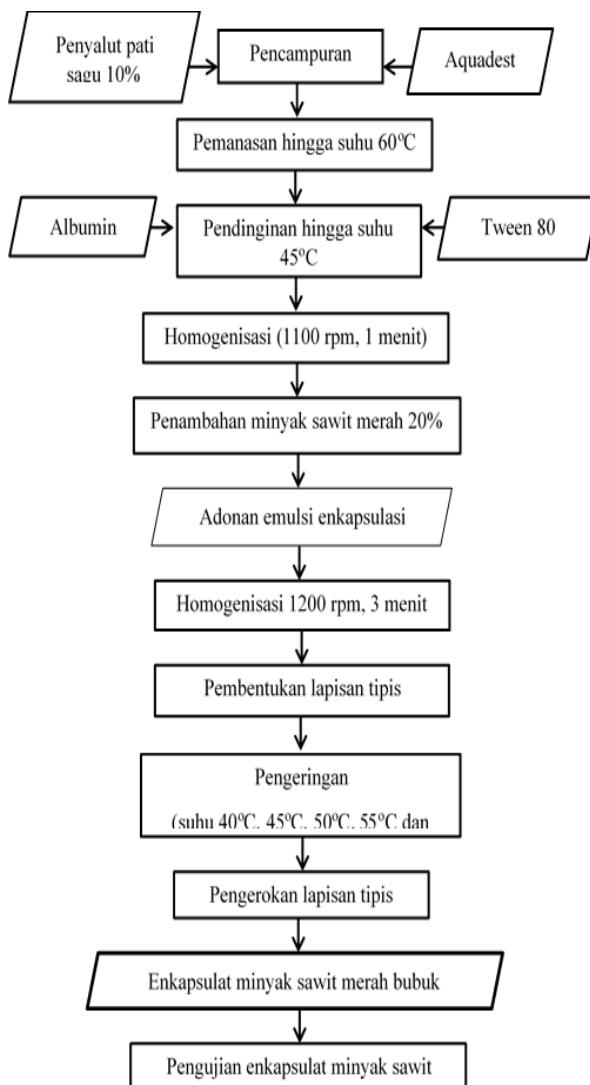
Pelaksanaan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan menyajikan hasil pengamatan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dibahas secara deskriptif. Langkah kerja penelitian pembuatan enkapsulasi minyak sawit merah ini terdiri dari beberapa tahapan proses yaitu tahap persiapan bahan baku, pembuatan enkapsulasi minyak sawit merah dan pengujian produk hasil.

Persiapan bahan baku meliputi karakterisasi minyak sawit kasar, dan pembuatan minyak sawit merah. Pembuatan minyak sawit merah terdiri dari empat tahapan yaitu proses degumming, netralisasi, deodorisasi dan fraksinasi.

Pembuatan enkapsulasi minyak sawit merah merujuk pada formulasi penyalut terbaik hasil penelitian Saputri dan Ngatirah (2019), yaitu dengan metode foam mat drying dengan penambahan bahan penyalut sebanyak 10% (b/v) dari total volume yaitu 100 ml. Adapun variasi suhu pengeringan yang akan digunakan adalah 40 oC, 45 oC 50 oC, 55 oC dan 60 oC.

Tahap akhir dilakukan pengujian terhadap produk enkapsulat minyak sawit merah yaitu meliputi kadar air (SNI 01-2901-2006), kadar karotenoid (Metode Spektrofotometri), asam lemak bebas (SNI 01-2901-2006), kelarutan (SNI 01-4239-1996 BSN) dan uji organoleptik (25 responden). Diagram alir penelitian pembuatan enkapsulasi minyak sawit merah disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan enkapsulasi minyak sawit merah

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai metode percobaannya. Model rancangan terdiri atas satu faktor perlakuan, yaitu suhu pengeringan., yang terdiri dari 5 taraf yaitu A₁ = 40°C, A₂ = 45°C, A₃ = 50°C, A₄ = 55°C dan A₅ = 60°C. Setiap kombinasi faktor perlakuan diulang dua kali. Model matematis dari rancangan percobaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_k(ij)$$

Keterangan:

Y_{ijk} = hasil pengamatan pengaruh metode perhitungan taraf ke-i ($i=1,2,3$) pada ulangan ke-j (1,2)

μ = nilai rata-rata yang sebenarnya

A_i = pengaruh metode perhitungan (A) taraf ke-i (suhu pengeringan).

$\epsilon_k(ij)$ = galat percobaan pada ulangan ke-j karena faktor persentase taraf ke-i

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Minyak Sawit Kasar

Minyak sawit yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak sawit kasar yang belum melalui proses pemurnian, sehingga diharapkan memiliki kandungan karotenoid yang tinggi. Karakterisasi bahan baku dilakukan untuk mengevaluasi kualitas minyak sawit kasar berdasarkan standar mutu yang telah ditetapkan, yang mencakup pengujian kadar asam lemak bebas dan kandungan karoten. Spesifikasi mutu minyak sawit kasar yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi mutu minyak sawit kasar

| Kriteria Uji | Rerata | Standar Acuan | |
|----------------------|---------------|--|-----------------|
| | | SPB (<i>Special Prime Bleach</i>) | Ordinary |
| ALB (%) | 1,38 | 1-2% | 3-5% |
| Karoten (ppm) | 613,8 | 500 | 500-700 |

Sumber : Ketaren (1986)

Menurut Sumarna (2019), asam lemak bebas adalah asam lemak yang tidak terikat dalam bentuk trigliserida dan berada sebagai asam bebas. Asam lemak bebas terbentuk melalui proses hidrolisis dan oksidasi, di mana biasanya bergabung dengan lemak netral. Hidrolisis minyak sawit menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas, dengan reaksi yang dapat dipercepat oleh faktor-faktor seperti panas, air, tingkat keasaman, dan adanya katalis berupa enzim. Semakin lama proses ini berlangsung, semakin tinggi kadar asam lemak bebas yang dihasilkan. Dalam perhitungan kadar asam lemak bebas, minyak sawit dianggap sebagai asam palmitat.

Daging kelapa sawit mengandung enzim lipase yang dapat menyebabkan kerusakan pada mutu minyak ketika struktur seluler terganggu. Enzim yang berada di dalam jaringan daging buah tidak aktif karena terselubung oleh lapisan vakuola, sehingga tidak dapat berinteraksi dengan minyak yang banyak terkandung pada daging buah. Masih aktif di bawah suhu 15°C dan non aktif dengan temperatur di atas 50°C. Apabila trigliserida bereaksi dengan air maka akan menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas.

Hasil pengukuran kadar ALB minyak sawit kasar yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebesar 1,38%. Berdasarkan standar acuan Ordinary, ALB minyak sawit kasar berkisar antara 3-5%. Dengan demikian kualitas dari minyak sawit kasar yang digunakan memenuhi persyaratan karena asam lemak bebasnya rendah.

Total karoten yang terkandung dalam minyak sawit kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah 613,8 ppm. Berdasarkan standar acuan Ordinary, kadar karoten minyak sawit kasar berkisar antara 500-700 ppm. Oleh karena itu, minyak sawit kasar yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikategorikan sebagai bahan baku berkualitas baik karena memenuhi persyaratan mutu yang telah ditetapkan..

Proses Pembuatan Minyak Sawit Merah

Proses pembuatan minyak sawit merah diawali dengan tahap *degumming*. *Degumming* merupakan proses pemisahan getah atau lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, residu, karbohidrat, air dan resin. Menurut Sumarna (2019), salah satu cara *degumming* adalah dengan cara pemanasan dengan penambahan H_3PO_4 . Asam Fosfat (H_3PO_4) dalam proses degumming ini berguna untuk memisahkan fosfatida yang merupakan sumber rasa dan warna yang tidak diinginkan.

Langkah berikutnya adalah proses netralisasi. Menurut Ketaren (2005), netralisasi merupakan proses pemisahan asam lemak bebas dari minyak atau lemak dengan cara mereaksikannya dengan basa atau pereaksi lain hingga membentuk sabun. Penggunaan NaOH dalam netralisasi banyak diterapkan pada skala industri karena lebih efisien dan ekonomis dibandingkan metode lainnya. Kondisi reaksi yang optimal pada tekanan atmosfer terjadi pada suhu 70°C, di mana reaksi tersebut merupakan reaksi kesetimbangan yang akan bergeser ke arah pembentukan produk. Biasanya, soda kaustik yang digunakan berlebih, sekitar 5% dari jumlah yang diperlukan secara stoikiometrik. Sabun yang terbentuk kemudian dipisahkan melalui proses pengendapan.

Setelah itu, dilakukan proses deodorisasi. Menurut Sihotang (2021), deodorisasi bertujuan untuk menghilangkan bau yang terdapat dalam minyak. Prinsip utama dari deodorisasi minyak sawit adalah pemanasan pada suhu tinggi dalam kondisi vakum. Pada suhu tinggi, komponen yang menyebabkan bau akan mudah teruapkan. Suhu yang optimal untuk proses ini adalah 120°C. Proses deodorisasi sangat penting dilakukan pada minyak yang akan digunakan sebagai bahan pangan.

Langkah selanjutnya dalam pembuatan minyak sawit merah adalah proses fraksinasi. Fraksinasi dilakukan pada suhu 20°C menggunakan shaker inkubator, diikuti dengan pemisahan stearin dan olein menggunakan serangkaian alat vakum. Menurut Sumarna (2019), proses fraksinasi didasarkan pada pendinginan minyak dengan kondisi terkendali tanpa penambahan bahan kimia apapun yang selanjutnya didinginkan sampai temperatur 20°C dan

dipertahankan sampai proses kristalisasi dianggap selesai. Minyak sawit merah hasil pemurnian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Minyak sawit merah

Karakteristik minyak sawit merah yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Hasil analisis karakteristik minyak sawit kasar dengan minyak sawit merah

| Karakteristik | Satuan | Minyak Sawit Kasar | Minyak Sawit Merah |
|----------------------|--------|--------------------|--------------------|
| ALB | % | 1,38 | 0,26 |
| Total Karoten | Ppm | 613,8 | 514,17 |

Enkapsulasi Minyak Sawit Merah

Proses pembuatan enkapsulasi minyak sawit merah dimulai dengan pembentukan emulsi. Pembentukan emulsi ini melibatkan campuran air, bahan penyalut, agen pembuih (foam agent), dan minyak sawit. Sebanyak 10% pati sagu dilarutkan dalam aquadest dan dipanaskan hingga mencapai suhu 60°C sambil diaduk menggunakan stirrer bar hingga terbentuk emulsi yang cukup homogen. Pati dengan konsentrasi tinggi (biasanya 10%) cenderung lebih efektif dalam membentuk enkapsulasi dan memerangkap molekul flavor dibandingkan dengan gum.

Pengadukan saat pemanasan bertujuan untuk mencegah terjadinya kegosongan ketika bahan dipanaskan hingga mencapai kekentalan yang diinginkan. Menurut Novia (2009), tujuan pemanasan ini adalah untuk membuka molekul-molekul bahan penyalut agar dapat berinteraksi satu sama lain. Proses ini menghasilkan suspensi bahan penyalut dalam air, yang kemudian membentuk dinding pelapis (shell) enkapsulasi. Ketika pati dilarutkan dalam air dingin, granula pati akan menyerap air dan mengembang, tetapi jumlah air yang dapat diserap serta tingkat pengembangan terbatas hingga 30%. Peningkatan pengembangan granula pati terjadi pada suhu 55-65°C, yang merupakan suhu optimal untuk proses ini.

Proses selanjutnya yaitu penurunan suhu larutan bahan penyalut hingga suhu 45°C lalu ditambahkan albumin dan tween 80 dan dilanjutkan dengan proses homogenisasi dengan kecepatan 1100 rpm selama 1 menit sampai terbentuk buih. Proses pendinginan dilakukan untuk mencegah rusaknya karotenoid karena proses homogenisasi pada suhu 60°C. Sedangkan pengadukan dilakukan agar campuran lebih homogen dari sebelumnya. Selanjutnya, minyak sawit merah ditambahkan dan dilakukan proses homogenisasi kembali dengan kecepatan 1200 rpm selama 3 menit untuk memastikan terbentuknya emulsi antara minyak sawit merah dan larutan bahan penyalut.

Menurut Novia (2009), homogenisasi adalah proses yang bertujuan untuk mengurangi ukuran globula. Ukuran globula ini berhubungan langsung dengan stabilitas emulsi yang terbentuk, di mana semakin kecil ukuran globula, semakin stabil emulsi tersebut. Proses homogenisasi juga dapat mencegah atau mengurangi kecenderungan lemak untuk bergabung kembali, karena ukuran globula lemak menjadi lebih kecil. Peningkatan kecepatan homogenisasi dari 1100 rpm menjadi 1200 rpm bertujuan untuk memperkecil ukuran globula minyak agar globula tersebut dapat terselubungi atau dilapisi oleh larutan bahan penyalut. Selain itu, menurut Yudha (2008), homogenisasi pada kecepatan 1200 rpm selama 3 menit bertujuan untuk mencegah peningkatan suhu yang berlebihan, yang dapat mempengaruhi kualitas emulsi dan merusak karotenoid dalam minyak sawit merah..

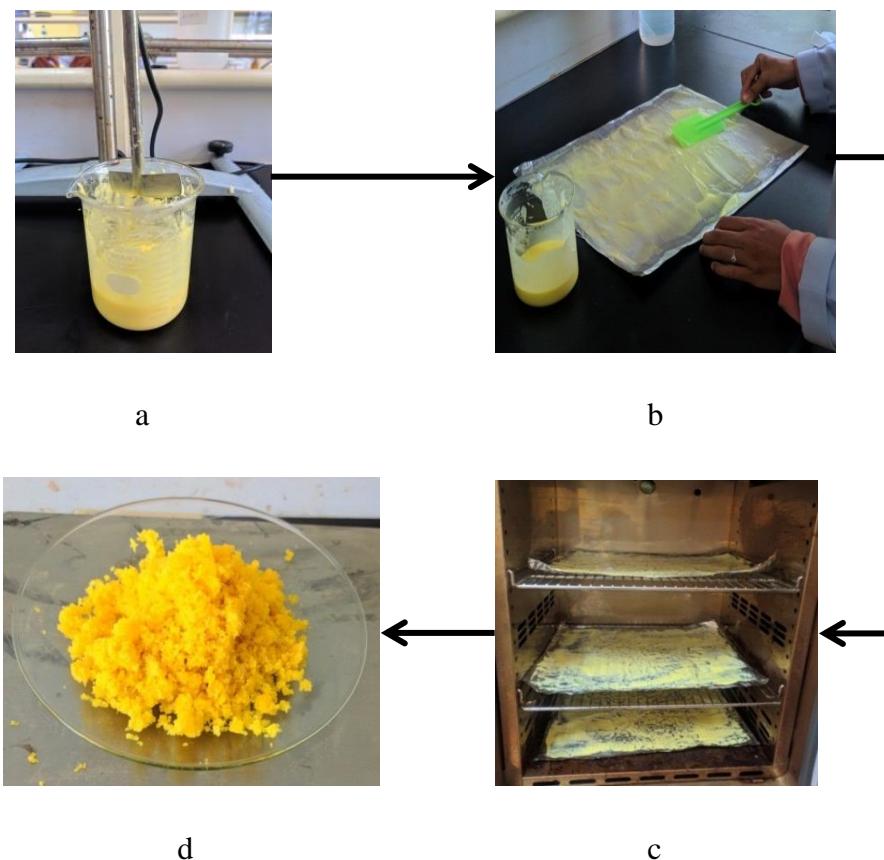
Emulsi minyak dan air terbentuk karena adanya *Tween 80* yang berperan sebagai salah salah pengemulsi sintetik. *Tween 80* ini berfungsi untuk memperbanyak busa serta menurunkan tegangan permukaan dua fasa. Selanjutnya, emulsi minyak sawit tersebut dibentuk menjadi lapisan tipis di atas aluminium foil yang kemudian dikeringkan di dalam oven dengan suhu 40°C – 60°C. Pengeringan yang digunakan adalah dengan metode *foam-mat drying*. Pengeringan dilakukan selama 24 jam hingga lapisan tipis tersebut mengering.

Menurut Hariyadi (2019), keuntungan dari pengeringan menggunakan metode *foam-mat drying* adalah suhu pengeringan tidak terlalu tinggi yaitu berkisar antara 50 sampai 80 °C sehingga hasil produk mempunyai kepadatan yang rendah dan kadar air berkisar antara 2 - 4% dengan kualitas warna dan rasa cukup bagus karena dipengaruhi suhu penguapan yang tidak terlalu tinggi sehingga warna produk tidak rusak, zat aroma dan rasa tidak banyak yang hilang, produk yang dihasilkan juga lebih stabil selama proses penyimpanan sehingga umur produk akan lebih tahan lama.

Berdasarkan keunggulan yang disebutkan oleh penelitian terdahulu bahwa *foam-mat drying* cocok untuk bahan yang tidak tahan panas, kandungan senyawa nutrisi yang mudah rusak, sensitif dan mudah terhidrolisis, maka metode pengeringan *foam-mat drying* diterapkan

untuk pengeringan enkpasul minyak sawit merah, mengingat karakteristik dan potensi dari minyak sawit merah.

Pembentukan lapisan tipis (thin layer drying) dilakukan untuk mempercepat proses pengeringan enkapsulat. Metode ini bekerja dengan prinsip pengeringan bahan yang diratakan dalam bentuk lapisan tipis. Dengan luas permukaan yang lebih besar, laju pengeringan menjadi lebih cepat, sehingga prosesnya lebih efisien dan menghasilkan produk kering dengan lapisan tipis yang merata. Proses pembuatan enkapsulat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan enkapsulasi (a)emulsi; (b)*Thin Layer Drying*; (c) pembentukan lapisan; (d) pengeringan

Serbuk enkapsulat minyak sawit merah yang dihasilkan berdasarkan variasi suhu pengeringan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Enkapsulat minyak sawit merah (a) suhu 40°C (b) suhu 50°C (c) suhu 60°C

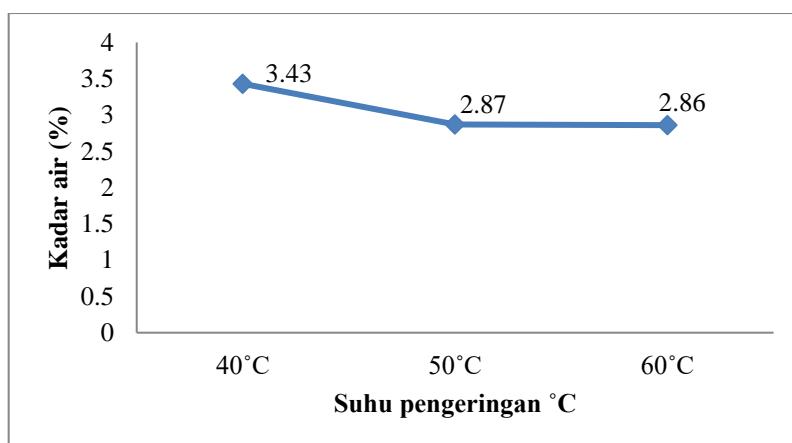
Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa pada suhu 40°C bentuk enkapsulat minyak sawit merah bergumpal-gumpal. Pada suhu 50°C serbuk yang dihasilkan berbentuk serbuk kering sedangkan pada suhu 60°C tidak terbentuk serbuk pada produk enkapsulat yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa suhu pengeringan terbaik untuk enkapsulat minyak sawit merah adalah 50°C. Temuan ini sejalan dengan penelitian terkait pembuatan serbuk markisa merah (*Passiflora edulis f. edulis Sims*), yang menunjukkan bahwa parameter fisik dan kimia terbaik diperoleh pada perlakuan konsentrasi tween 80 sebesar 1% dan suhu pengeringan 50°C. Pada suhu 40°C, proses pengeringan belum sempurna dalam waktu 24 jam sehingga penyerbukan tidak tercapai, sedangkan pada suhu 60°C, penyerbukan juga tidak terjadi. Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa penggunaan foaming agent tween 80 paling efektif pada suhu 50°C selama proses pengeringan.

Karakteristik Enkapsulat Minyak Sawit Merah

Karakteristik enkapsulat minyak sawit merah dapat dilihat dari beberapa parameter uji yaitu nilai kadar air, total karoten, asam lemak bebas, dan kelarutan

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan mutu atau kualitas bahan dan produk. Kadar air didefinisikan sebagai persentase kandungan air yang terdapat dalam suatu bahan. Menurut Huda (2020), kadar air menjadi faktor utama yang memengaruhi daya tahan produk selama masa penyimpanan. Kadar air yang tinggi pada produk enkapsulat dapat menyebabkan ketahanan produk menurun akibat kerusakan biologis yang lebih cepat terjadi. Persentase kadar air enkapsulat minyak sawit merah dapat dilihat pada Gambar 5.



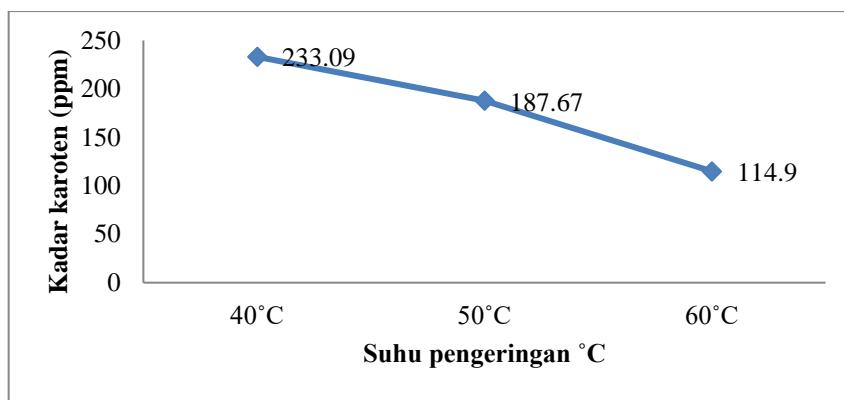
Gambar 5. Grafik kadar air enkapsulat minyak sawit merah

Persentase kadar air yang diperoleh dalam penelitian ini memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Wulandari (2015) yaitu $1,15 \pm 0,04$ dan Saputri dan Ngatirah (2019) yaitu 2,08%. Namun perolehan kadar air pada penelitian ini lebih tinggi yaitu pada suhu 40°C sebesar 3,43%, suhu 50°C sebesar 2,87%, dan suhu 60°C sebesar 2,86%.. Semakin tinggi suhu pengeringan yang digunakan, maka semakin rendah kadar air enkapsulat minyak sawit merah. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu yang digunakan maka uap air akan semakin banyak keluar dari bahan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Desrosier (1988), bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka nilai kadar air akan semakin kecil karena akan semakin banyak air yang menguap dari bahan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa kadar air terbaik dari enkapsulat minyak sawit merah diperoleh pada suhu pengeringan 60°C dengan kadar air terendah sebesar 2,86%. Meskipun demikian, rentang kadar air yang dihasilkan dari ketiga suhu pengeringan masih berada dalam batas toleransi. Secara umum, sampel berbentuk bubuk enkapsulat biasanya memiliki kadar air antara 5-6%. Kadar air yang berlebihan pada produk, termasuk obat tradisional, dapat meningkatkan pertumbuhan mikroba dan memicu proses hidrolisis terhadap senyawa kimia di dalamnya, yang pada akhirnya menurunkan kualitas produk tersebut (PerBPOMRI, 2014).

Kadar Karoten

Karoten adalah pigmen organik yang memiliki warna kuning, oranye, atau merah oranye. Pigmen ini bersifat larut dalam lemak, tidak larut dalam air, dan mudah mengalami kerusakan akibat oksidasi pada suhu tinggi. Hasil pengujian kadar karoten enkapsulat minyak sawit merah dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik kadar karoten enkapsulat minyak sawit merah

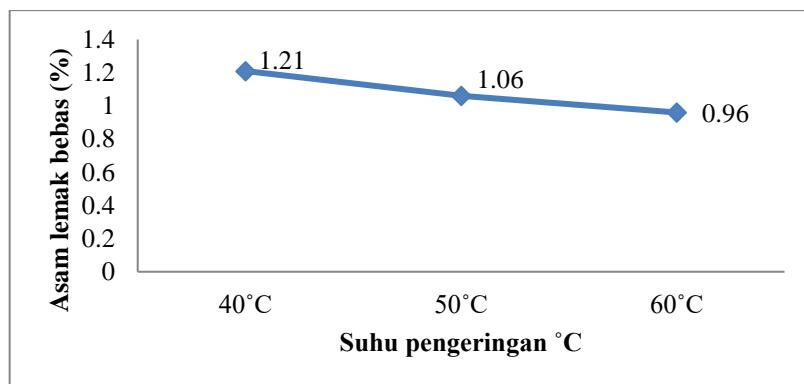
Hasil pengujian karoten enkapsulat minyak sawit merah ini tidak jauh berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Wulandari (2015) yaitu $123,42 \pm 29,22$ dan Saputri dan Ngatirah (2019) yaitu 131,61 ppm. Sedangkan karoten yang diperoleh dari penelitian ini yaitu pada suhu 40°C sebesar 223,09 ppm, suhu 50°C sebesar 187,67 ppm, dan suhu 60°C sebesar 114,9 ppm. Maka dapat dilihat bahwa kadar karoten terbaik dari enkapsulat minyak sawit merah pada penelitian ini adalah dengan suhu pengeringan 40°C karena memiliki kadar karoten yang paling tinggi yaitu 233,09 ppm.

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin rendah kadar karoten enkapsulat yang dihasilkan. Hal ini diduga karena sifat dari karotenoid yang sangat sensitif terhadap suhu panas sehingga mudah menyebabkan kerusakan terhadap kadar karoten. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kumalaningsih yaitu karotenoid memiliki sifat yang sangat sensitif terhadap udara dan suhu tinggi.

Jumlah total vitamin A dinyatakan dalam mikrogram retinol ekuivalen (RE). Menurut Nagendran dkk. (2000), 1 RE setara dengan 1 μg retinol, 6 μg beta karoten, atau 12 μg provitamin A karotenoid. Angka kecukupan gizi (AKG) vitamin A yang disarankan untuk masyarakat Indonesia adalah 600 RE atau setara dengan 3600 μg beta karoten, sesuai dengan SK Menteri Kesehatan RI No. 28 Tahun 2019. Berdasarkan FDA (2009), suatu produk pangan dapat dikategorikan sebagai sumber karotenoid yang baik jika memenuhi 10% atau lebih AKG vitamin A per takaran saji. Oleh karena itu, kadar minimal beta karoten yang harus ada dalam suatu produk adalah 360 μg per takaran saji (Yuliasari dkk., 2014). Satu mikrogram per gram setara dengan satu ppm.

Asam Lemak Bebas

Pada reaksi hidrolisis, minyak atau lemak diubah menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Asam lemak bebas merupakan asam lemak yang ada dalam bentuk bebas, tidak terikat sebagai trigliserida. Hasil pengujian kadar asam lemak bebas pada enkapsulat minyak sawit merah dapat dilihat pada Diagram 7.

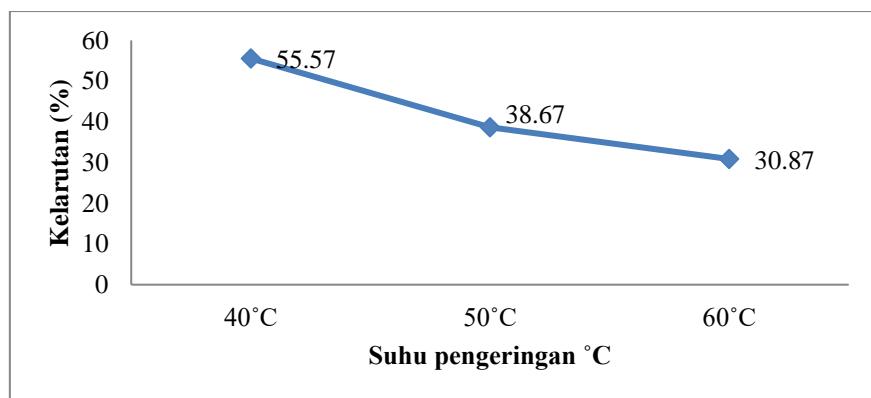


Gambar 7. Grafik asam lemak bebas enkapsulat minyak sawit merah

Hasil pengujian asam lemak bebas enkapsulat minyak sawit merah ini sedikit lebih tinggi daripada penelitian yang telah dilakukan oleh Wulandari (2015) yaitu $0,14 \pm 0,01\%$ dan Saputri dan Ngatirah (2019) yaitu 0,63%. Sedangkan asam lemak bebas yang diperoleh dari penelitian ini pada suhu 40°C sebesar 1,21%, suhu 50°C sebesar 1,06%, dan suhu 60°C sebesar 0,96%. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa persentase asam lemak bebas dari enkapsulat minyak sawit merah pada ketiga suhu pengeringan tidak memenuhi karakteristik acuan yang digunakan karena memiliki asam lemak bebas yang lebih tinggi.

Pada Gambar 7 terlihat bahwa semakin tinggi suhu pengeringan, semakin rendah kadar asam lemak bebas dalam enkapsulat. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penurunan kadar air pada suhu tinggi, yang mengurangi reaksi hidrolisis lemak. Menurut Ketaren (2005), reaksi hidrolisis yang dapat merusak minyak atau lemak terjadi ketika terdapat air dalam minyak tersebut. Proses ini menghasilkan ketengikan, yang menghasilkan rasa dan bau tengik pada minyak. Kelebihan air juga dapat mempengaruhi aktivitas mikroba, di mana enzim lipase yang dihasilkan oleh mikroba tersebut akan mengurai lemak, menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol.

Kelarutan, atau solubilitas, mengacu pada kemampuan suatu zat untuk larut dalam zat pelarut, yang biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase (%). Pengukuran kelarutan bertujuan untuk memastikan bahwa enkapsulasi yang dihasilkan dapat diterapkan pada produk pangan. Sebagian besar bahan pangan mengandung air, sehingga produk yang akan diterapkan seharusnya larut dalam air. Hasil pengujian kelarutan enkapsulat minyak sawit merah dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik kelarutan enkapsulat minyak sawit merah

Hasil pengujian kelarutan enkapsulat minyak sawit merah ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Saputri dan Ngatirah (2019) yaitu sebesar 57.03%. Sedangkan kelarutan enkapsul yang diperoleh dari penelitian ini yaitu pada suhu 40°C sebesar 55.57%, suhu 50°C sebesar 38.67%, dan suhu 60°C sebesar 30.87%.

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu pengeringan, semakin rendah kelarutan enkapsulat yang dihasilkan. Hal ini diduga disebabkan oleh semakin rapatnya struktur enkapsulat pada suhu yang lebih tinggi, yang menyebabkan produk enkapsulat menjadi lebih kering dan sulit larut.

Persentase kelarutan terbaik pada penelitian ini adalah pada suhu pengeringan 40°C karena memiliki kelarutan yang tinggi. Semakin tinggi kelarutan produk maka akan mempermudah penggunaan produk saat diaplikasikan dengan bahan lain. Tingkat kelarutan enkapsul dipengaruhi oleh rasio bahan penyalut dan sifat kelarutan dari bahan penyalut yang digunakan (Huda, 2020).

Uji Organoleptik

Uji organoleptik atau uji inderawi adalah pengujian yang dilakukan berdasarkan tingkat sensitivitas indera panelis. Dalam penelitian ini, dilakukan uji inderawi tipe uji kesukaan, yang mencakup dua aspek, yaitu tekstur dan bau dari enkapsulat minyak sawit merah.

Tabel 3. Rerata analisis uji organoleptik enkapsulat minyak sawit merah

| Kategori | Tekstur | | | Bau | | |
|--------------------------|---------|------|------|------|------|------|
| | 40°C | 50°C | 60°C | 40°C | 50°C | 60°C |
| Sangat suka | 8% | 56% | - | 8% | 28% | - |
| Suka | 4% | 36% | - | 24% | 44% | 24% |
| Biasa / netral | 60% | 8% | 32% | 8% | 14% | 8% |
| Tidak suka | 28% | - | 24% | 16% | 16% | 40% |
| Sangat tidak suka | - | - | 44% | 44% | - | 28% |

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa penilaian pada setiap produk dilakukan menggunakan skala tingkat kesukaan 5, yaitu: 1 = Sangat tidak suka, 2 = Tidak suka, 3 = Netral, 4 = Suka, dan 5 = Sangat suka, dengan dua kategori penilaian, yaitu tekstur dan bau. Persentase tertinggi terhadap kesukaan tekstur (56%) dan bau (44%) enkapsulat ditemukan pada suhu pengeringan 50°C. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa rata-rata panelis menyukai tekstur dan bau produk enkapsulat yang dihasilkan pada suhu pengeringan 50°C. Hal ini diduga karena enkapsulat tersebut berbentuk serbuk dengan aroma yang tidak terlalu menyengat, jika dibandingkan dengan suhu pengeringan 40°C dan 60°C.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembuatan enkpasulasi minyak sawit merah dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pembuatan enkpasulasi minyak sawit merah melibatkan tahapan karakterisasi minyak sawit kasar, pembuatan minyak sawit merah, enkapsulasi, dan karakterisasi enkapsulat.
2. Suhu pengeringan memengaruhi kualitas enkapsulat, dengan suhu lebih tinggi menghasilkan kadar air, karotenoid, dan asam lemak bebas (ALB) yang lebih rendah, serta kelarutan yang lebih tinggi.
3. Enkapsulat terbaik diperoleh pada suhu pengeringan 40°C, dengan kadar karoten tertinggi 233,09 ppm dan kelarutan 55,57%..

Saran

Perlu penelitian lanjutan dengan variasi suhu, waktu pengeringan, atau konsentrasi bahan penyalut untuk mengoptimalkan karakteristik enkapsulasi. Uji ketahanan enkapsulat juga penting untuk menilai stabilitas karoten selama penyimpanan. Agar teknologi enkapsulasi dapat diterapkan secara komersial, penelitian tentang kelayakan ekonomi dan efisiensi pada skala industri perlu dilakukan, termasuk biaya dan penerapannya pada produk pangan atau suplemen kesehatan. Selain itu pengembangan formulasi bahan penyalut dan aplikasinya dalam produk pangan juga dapat meningkatkan manfaat praktis penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, Y. H. M., Farzadnia, N., & Ali, A. A. A. (2015). Properties and applications of foamed concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 101(1), 990–1005. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.112>
- Cavitch, S. M. (1959). *The soapmaker's companion: A comprehensive guide with recipes, techniques & know-how*. Storey Publishing. ISBN 978-0-88266-965-6
- Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia. (2017). *Reflection palm oil industry outlook for 2016 and 2017*. Indonesian Palm Oil Association.
- Goon, P., Bhirud, R. G., & Kumar, V. V. (1999). Detergency and foam studies on linear alkylbenzene sulfonate and secondary alkyl sulfonate. *Journal of Surfactants and Detergents*, 2(4), 489–493. <https://doi.org/10.1007/s11743-999-0097-0>
- Hasenhuettl, G. H. (2000). Design and application of fat-based surfactants. In R. D. O'Brien & P. J. A. Farr Wan (Eds.), *Introduction to fats and oils technologies* (2nd ed.). AOCS Press.
- Holmberg, K., Jonsson, B., Kronberg, B., & Lindman, B. (2002). *Surfactants and polymers in aqueous solution*. John Wiley & Sons Ltd.
- Ketaren, S. (2012). *Pengantar teknologi minyak lemak pangan*. UI Press.
- Kozeta, V., Mevlude, D., & Marku, J. (2011). Production of the anionic surfactant from soapstock of the sunflower oil. *Natura Montenegrina*, 9(3), 773–783.
- Mizuki, H., Kazuya, U., Tomonori, K., Takashi, K., Masataka, K., Shuichi, H., Yoshihiko, O., Shinji, I., Shota, M., & Yoshio, N. (2007). Novel environmental friendly soap-based fire-fighting agent. *Journal of Environmental Engineering and Management*, 17(6), 403–408.
- Ophardt, Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (1989). *Analisa bahan makanan dan pertanian*. UGM Press.
- Pradesi, J., Hambali, E., & Warsiki, E. (2017). Sintesis foaming agent asam laurat sawit.
- Rivai, M., Hambali, E., Suryani, A., Fitria, R., Firmansyah, S., & Pradesi, J. (2017). Synthesis of palm oil fatty acid as foaming agent for firefighting agent application. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 65, 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/65/1/012047>
- Rondinini, S., Buck, R. P., & Covington, A. K. (2001). The measurement of pH: Definition, standards and procedures. *Journal of Pure and Applied Chemistry*, 74(11), 2169–2200.
- Spitz, L. (1996). *Soaps and detergents: A theoretical and practical review*. AOAC Press.
- Suryani, A., Sailah, I., & Hambali, E. (2002). *Teknologi emulsi*. IPB Press.