**APLIKASI TEKNOLOGI NANO PADA PEMBUATAN *CHOCOLATE* *SPREAD* (Oles) DENGAN PENAMBAHAN NUTRISI BETA KAROTEN**

**TESIS**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Kelulusan*

*Program Studi Magister Teknologi Pangan*

**Oleh :**

**A Musabbiq Rahman**

**21.80.500.13**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI PANGAN**

**PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2024**

**APLIKASI TEKNOLOGI NANO PADA PEMBUATAN *CHOCOLATE* *SPREAD* (Oles) DENGAN PENAMBAHAN NUTRISI BETA KAROTEN**

A Musabbiq Rahman\*) ,

Prof.Dr.Ir. Tien R. Muchtadi,,M.S.\*\*) dan Dr. Ir. Sri Yuliani, MT.\*\*\*)

\*)Mahasiswa Magister Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Jl. Sumatera No.41, Babakan Ciamis,

\*\*)Dosen Pembimbing Utama, \*\*\*)Dosen pembimbing Pendamping

E-mail : rahman.abik@gmail.com

*The aim of this research is to determine the concentration of emulsifier and stabilizer in the β-carotene nanoemulsion formula as a nutrient for chocolate spread products.*

*In this preliminary research, an attempt was made from the main raw material, namely chocolate powder which will be made into a chocolate spread emulsion. The aim of this main research is first to make a chocolate spread emulsion with the addition of nano beta carotene, after that the second stage is a mixed chocolate spread emulsion. with nano beta carotene, it is fed repeatedly to reach nano-sized particles, thus becoming Nanoemulsion Chocolate spread. Main research consists of treatment design, experimental design, analysis design and response design.*

*The treatment factors used in this research are Tween 80 with concentrations (0.1%, 0.5%, and 0.3%) and chitosan with concentrations (0%, 0.5%, 1%), the analysis design of this research using a Randomized Block Design (RAK) ANOVA, for the response design, namely water content using the oven method, ash content using the gravimetric method, protein content using the Kjeldahl method, fat content using the Soxhlet (Proximate) viscosity method, sensory (organoleptic) tests, where the analysis was carried out on preliminary research to determine the selected sample to be carried out in the main research. Particle size Analyzer (PSA), and HunterLab color analysis methods were carried out in the main research to determine which samples would be selected for the*

*bestKeywords : NanoTeknologi, Beta Karoten, Tween 80, Kitosan dan Chocolate Spread*

**PENDAHULUAN**

Salah satu produk olahan cokelat antara lain *chocolate spread* yang terbuat dari pasta cokelat sebagai olesan pada roti. *Chocolate spread* mengandung coklat, minyak, susu, dan bahan tambahan makanan. Pada umumnya, *chocolate spread* terbuat dari bubuk coklat. *Chocolate spread* yang dikenal juga dengan sebutan dengan coklat oles adalah campuran yang bersifat emulsi yang terdiri tidak kurang dari 45 bagian bubuk coklat dan 55 bagian berat gula yang dikentalkan sampai kadar zat padat terlarut menjadi 65% (Ginting, 2011)

Nanoteknologi merupakan bagian gabungan dari bidang ilmu Fisika, Kimia, Biologi, dan rekayasa yang penting dan menarik beberapa tahun terakhir ini. Nanoteknologi merupakan ilmu yang mempelajari partikel dalam rentang ukuran 1-1000 nm (Jain 2008).

Sistem nanoemulsi dapat meningkatkan bioavailibilitas di dalam saluran pencernaan karena ukuran partikel yang kecil dan rasio antara luas permukaan dan volumenya yang tinggi (Acosta 2009), mudah untuk diangkut dan diserap melewati saluran pencernaan sehingga mudah digunakan tubuh sebagai sebagai substrat dari liposom dan vesikel tubuh (Liu 2012).

Untuk menghasilkan partikel nanoemulsi dengan ukuran minimum terdapat beberapa faktor yang perlu dikontrol. Menurut Mason (2007) faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan nanoemulsi adalah pemilihan formula yang tepat (jenis pengemulsi dan konsentrasi fase kontinu), kontrol terhadap urutan penambahan bahan, dan besar gaya yang paling efektif untuk memperkecil ukuran partikel

Dalam penggunannya kitosan dapat direaksikan dengan senyawa ester kitosan juga sangat mungkin berikatan kimia dengan logam, khususnya logam transisi membentuk kelat yang diperlukan dalam immobilisasi enzim (Shi et al., 2003)

Untuk menghasilkan partikel nanoemulsi dengan ukuran minimum terdapat beberapa faktor yang perlu dikontrol. Menurut Mason (2007) faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan nanoemulsi adalah pemilihan formula yang tepat (jenis pengemulsi dan konsentrasi fase kontinu), kontrol terhadap urutan penambahan bahan, dan besar gaya yang paling efektif untuk memperkecil ukuran partikel.

**METODE PENELITIAN**

## Bahan dan Alat

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah coklat serbuk (Soil Food), aquades, minyak, sukrosa, asam sitrat*, polyoxythylene sorbitan monooleate* (Tween 80), (Sigma,USA), larutan buffer fosfat 10 mM, kitosan, dan Beta Karoten (*Red Palm Oil*)

### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ultrsasonic Homogenizer ultra-turrax homogenizer* (model L4R, Silverson Co., England)Viskometer, Mixer Tangan, penangas, *freezer, HunterLab, HPLC (High Performance Liquid Chromatoghraphy)* neraca analitik, komputer dan Peralatan analisis kimia

## Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari metode penelitian pendahuluan dan metode penelitian utama.

### Penelitian pendahuluan

Dalam penelitian pendahuluan ini dicoba pembuatan dari bahan baku utama, yaitu coklat serbuk yang akan dijadikan dalam bentuk *emulsi chocolate spread*

### Penelitian utama

Tujuan dari penelitian utama ini pertama membuat emulsi *chocolate spread*  dengan penambahan nano beta karoten, setelah itu tahap kedua yakni emulsi *chocolate spread* yang telah dicampur dengan nano beta karoten di *feeding* berulang sehingga mencapaipartikel berukuran nano, sehingga menjadi Nanoemulsi *Chocolate spread.*

#### **Rancangan Respon**

Rancangan respon untuk karakteristik *“Spread”* yang terbuat dari Coklat Serbuk meliputi respon fisik

1. Kadar air, Metode Oven (AOAC, 1995)

Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan kesegaran dan daya tahan bahan. Untuk memperpanjang daya tahan bahan maka sebagaian air dalam bahan harus dihilangkan dengan cara yang sesuai dengan jenis bahan, seperti cara pengeringan. Bahan yang mempunyai kadar air tinggi biasanya lebih cepat busuk dibandingkan dengan bahan yang berkadar air rendah, karena adanya aktivitas mikroorganisme. Batas kadar air minimum dimana mikroba masih dapat tumbuh adalah 14 – 15% (AOAC,1995).

1. Kadar abu, Metode Gravimetri (Keith & Marshall, 2017)

Analisis bahan baku dilakukan untuk mengetahui kadar abu yang terdapat pada coklat serbuk yang akan digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan chocolate spread

1. Kadar protein, Metode Kjeldahl (AOAC,1995)

Analisis bahan baku dilakukan untuk mengetahui kadar protein yang terdapat pada coklat serbuk yang akan digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan chocolate spread

1. Kadar lemak, Metode Soxhlet (Wayne C. Ellefson, 2017)

Kadar lemak bubuk coklat cenderung meningkat dengan semakin lama perendaman terutama dengan menggunakan alkali kalsium hidroksida. Tetapi data pengukuran menunjukkan bahwa dari kedua macam alkali, kadar lemak yang tertinggi didapat dengan lama perendaman paling lama.

1. Viskositas (Widowati. dkk, 2019)

Analisa Viskositas pada penelitian ini untuk dapat memahami benda yang bergerak dalam fluida akan mengalami gesekan akibat dari kekentalan fluida dengan mempelejari viskositas maka dapat juga membantu dalam menentukan koefisien kekentalan dari fluida tersebut.

1. Uji Sensori (Organoleptik) (Meilgard *et al*, 2017)

Pada uji mutu hedonik ini bertujuan untuk melihat pengaruh dari konsentrasi Tween 80 dan kitosan yang terbaik yaitu konsentrasi tween 80, 10%, 20%, 30%, dan kitosan 0%, 0,5%, 1% dan juga pada uji organoleptik ini pada tween 80 terbaik dan kitosan terbaik akan digunakan pada penelitian utama

1. *Particle Size Analyzer* (PSA) (Qian C & McClements 2011)

Analisa *Particle Size Analyzer* ini bertujuan untuk mengindentifikasi unsur fase kimia dari bahan yang tidak diketahui serta mengkaraterisasi kontaminan dan hasil korosi dengan Analisa mikro dan untuk mengetahui partikel mana yang sudah bisa disebut nano partikel.

1. Analisa Warna HunterLab(deMan, 2013)

## Hasil Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilakukan 2 tahap : yaitu Analisa proksimat (kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak) dari serbuk coklat serta pemilihan konsentrasi formulasi dan *emulsifier dan* konsentrasi kitosanterbaik yang akan digunakan pada penelitian utama. *Emulsifier* yang digunakan yaitu tween 80 dengan konsentrasi 1%, 2% dan 3% dan konsentrasi kitosan 0%, 0,5%, dan 1%, penilaian organoleptik menggunakan uji hedonic

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Sampel** | **Analisis** | **Hasil (Rata-Rata)** |
| **1** | Coklat Bubuk | Kadar Air | 4.9871 ± |
| **2** | Coklat Bubuk | Kadar Abu | 2.8012 ± |
| **3** | Coklat Bubuk | Kadar Protein | 16.5077 ± |
| **4** | Coklat Bubuk | Kadar Lemak | 11.9675 ± |

1. **Analisis Kadar Air Coklat Serbuk**

Analisa kadar air yang terdapat pada coklat serbuk yang akan digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan *chocolate spread*

Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan kesegaran dan daya tahan bahan. Untuk memperpanjang daya tahan bahan maka sebagaian air dalam bahan harus dihilangkan dengan cara yang sesuai dengan jenis bahan, seperti cara pengeringan. Bahan yang mempunyai kadar air tinggi biasanya lebih cepat busuk dibandingkan dengan bahan yang berkadar air rendah, karena adanya aktivitas mikroorganisme. Batas kadar air minimum dimana mikroba masih dapat tumbuh adalah 14 – 15% (AOAC,1995).

### Analisis Kadar Abu Coklat Serbuk

Data hasil perhitungan analisis bahan baku didapat bahwa bahan baku coklat serbuk mengandung kadar abu sebesar 2.80% menunjukkan kadar abu coklat serbuk masih dibawah SNI (01-3836-2013) yakni maksimal 8,0%

Kadar abu dalam coklat bubuk umumnya tidak mempengaruhi rasa atau tekstur produk secara signifikan, kadar abu biasanya merujuk pada jumlah mineral yang terdapat dalam coklat bubuk, seperti kalsium, magnesium dan kalium. Namun kadar abu yang tinggi dalam coklat bubuk dapat mengidentifikasikan adanya kontaminasi atau pengotoran selama proses pembuatan. Kadar abu yang tinggi juga dapat mempengaruhi warna dan penampilan produk. (McClements, 2011)

1. **Analisa Kadar Protein Coklat Serbuk**

Analisis bahan baku dilakukan untuk mengetahui kadar protein yang terdapat pada coklat serbuk yang akan digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan chocolate spread

Kadar protein yang tinggi dalam coklat bubuk biasanya lebih berkaitan dengan kandungan kakao yang lebih tinggi. Namun dalam penggunaan sehari-hari, pengaruh kadar protein terhadap coklat bubuk biasanya tidak terlalu diperhatikan yang lebih penting adalah rasa, aroma dan tekstur. (McClements, 2011)

1. **Analisa Kadar Lemak Coklat Serbuk**

Kadar lemak mempengaruhi coklat bubuk. Kadar lemak yang tinggi biasanya menghasilkan coklat bubuk yang lebih kaya dan beraroma, sementara kadar lemak yang rendah menghasilkan coklat bubuk yang lebih ringan dan kurang beraroma

Coklat bubuk dengan kadar lema yang tinggi cenderung memiliki tekstur yang lebih lembut dan aroma yang lebih kuat, sementara coklat bubuk dengan kadar lemak yang rendah cenderung lebih kering dan memiliki aroma yang lebih ringan (Mason, 2007)

1. **Uji Organoleptik (Sensori)**

Pada uji mutu hedonik ini bertujuan untuk melihat pengaruh dari konsentrasi Tween 80 dan kitosan yang terbaik yaitu konsentrasi tween 80, 10%, 20%, 30%, dan kitosan 0%, 0,5%, 1% dan juga pada uji organoleptik ini pada tween 80 terbaik dan kitosan terbaik akan digunakan pada penelitian utama

**Tekstur**

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa konsentrasi Tween 80 (A) dan Kosentrasi Kitosan (B), juga untuk mencari kedua kosentrasi tersebut terbaik yang akan digunakan pada penelitian utama, serta interaksinya (AB) berpengaruh terhadap atribut tekstur *Chocolate spread*

Tabel. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Tween 80 (A) dan Konsentrasi Kitosan (B) Terhadap Atribut Tekstur Chocolate Spread

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Konsentrasi Tween 80 (A) (%) | Konsentrasi Kitosan (B) (%) | | | | | |
| b1 (0%) | | b2 (0,5%) | | b3 (1%) | |
| a1 (10%) | 3,16 | A | 4,06 | A | 4,47 | B |
| A | | B | | C | |
| a2 (20%) | 3,61 | B | 4,02 | B | 4,47 | B |
| A | | B | | B | |
| a3 (30%) | 3,51 | B | 4,52 | A | 3,93 | A |
| A | | B | | B | |

Keterangan : Setiap nilai rata-rata yang diikuti huruf berbeda menyatakan perbedaan nyata menurut uji duncan pada taraf nyata 5%. (huruf kecil dibaca horizontal, sedangkan huruf besar dibaca vertikal)

Data pada menunjukkan bahwa pada perlakuan a3b2 yang merupakan faktor (B) konsentrasi Tween 80 (30%) dan faktor (A) konsentrasi kitosan sebsar (0.5%) dan a2b3 yang merupakan faktor (A) konsentrasi (0.5%) menunjukkan hasil tertinggi pada pengujan organoleptic atribut tekstur, hal ini dikarenakan konsentrasi Tween 80 dan konsentrasi Kitosan yang dapat mempengaruhi tekstur *chocolate spread.* Konsentrasi kitosan yang terbaik pada penelitian ini adalah 0,5% dengan angka mutu hedonik yang paling tinggi, konsentrasi Tween 80 paling tinggi menunjukkan penilaian mutu hedonic yang terbaik serta terjadinya ikatan silang antara konsentrasi Tween 80 dengan konsentrasi kitosan (Rowe et al., 2009)

**Warna**

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa konsentrasi Tween 80 (A), berpengaruh nyata terhadap atribut warna *chocolate spread,* sedangkan konsentrasi Kitosan (B) serta interaksinya (AB) tidak berpengaruh nyata terhadap atribut warna *chocolate spread* yang dihasilkan

Tabel. Pengaruh Konsentrasi Tween 80 (A) Terhadap Atribut Warna Chocolate Spread

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Perlakuan | Rata-Rata Warna | Tarah Nyata 5% |
| a1 (10%) | 3,356 | A |
| a2 (20%) | 4,385 | A |
| a3 (30%) | 4,544 | B |

Keterangan : huruf yang sama pada kolom taraf nyata 5% menunjukkan tidak berbeda nyata, sedangkan huruf yang berbeda pada kolom taraf nyata 5% menunjukkan berbeda nyata

Data tabel menunjukkan konsentrasi Tween 80 Pada setiap taraf memberikan perbedaan nyata terhadap atribut warna *chocolate spread.* Konsentrasi Tween 80 (30%) memiliki penilaian yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan a1 konsentrasi Tween 80 (10%) dan a2 konsentrasi Tween 80 (20%). Hal ini disebabkan semakin banyak konsentrasi Tween 80 yang ditambahkan semakin menurun mutu hedonic terhadap warna *chocolate spread*

**Rasa**

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa konsentrasi Tween 80 (A), berpengaruh nyata terhadap atribut rasa *chocolate spread,* sedangkan konsentrasi Kitosan (B) serta interaksinya (AB) tidak berpengaruh nyata terhadap atribut rasa *chocolate spread* yang dihasilkan

Tabel. Pengaruh Konsentrasi Tween 80 dan Kitosan Terhadap Atribut Rasa Chocolate Spread

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Rasa | | Skoring |
| Kode Sampel | Rata – rata |
| a1b1 | 2.45 | 1 |
| a1b2 | 2.56 | 2 |
| a1b3 | 2.56 | 3 |
| a2b1 | 2.67 | 7 |
| a2b2 | 2.62 | 4 |
| a2b3 | 2.70 | 8 |
| a3b1 | 2.66 | 6 |
| a3b2 | 2.84 | 9 |
| a3b3 | 2.63 | 5 |

Data pada tabel menunjukkan konsentrasi Tween 80 dan Kitosan pada setiap perlakuan memberikan penilaian berbeda nyata terhadap atribut rasa *chocolate spread.* Konsentrasi Tween 80 (a) 30% dan Kitosan (b) 0,5% menujukkan penilaian yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan a3b3 dan yang lainnya.

**Aroma**

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa konsentrasi Tween 80 (A), berpengaruh nyata terhadap atribut aroma *chocolate spread,* sedangkan konsentrasi Kitosan (B) serta interaksinya (AB) tidak berpengaruh nyata terhadap atribut aroma *chocolate spread* yang dihasilkan

Tabel. . Pengaruh Konsentrasi Tween 80 dan Kitosan Terhadap Atribut Aroma Chocolate Spread

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Aroma | | Skoring |
| Kode Sampel | Rata – rata |
| a1b1 | 2.61 | 3 |
| a1b2 | 2.59 | 2 |
| a1b3 | 2.58 | 1 |
| a2b1 | 2.65 | 5 |
| a2b2 | 2.63 | 4 |
| a2b3 | 2.69 | 7 |
| a3b1 | 2.68 | 6 |
| a3b2 | 2.74 | 9 |
| a3b3 | 2.72 | 8 |

Data pada tabel menunjukkan konsentrasi Tween 80 dan Kitosan pada setiap perlakuan memberikan penilaian berbeda nyata terhadap atribut Aroma *chocolate spread.* Konsentrasi Tween 80 (a) 30% dan Kitosan (b) 0,5% menujukkan penilaian yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan a3b3 dan yang lainnya.

**Hasil Penelitian Sampel Terpilih**

Berdasarkan hasil respon organoleptic meliputi Tekstur, Warna, Rasa, dan Aroma. Perlakuan yang terpilih mengacu pada karakteristik *Chocolate spread* yang diinginkan. hasil perhitungan metode skoring maka dapat diambil suatu kesimpulan untuk menentukan sampel terpilih dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel. Penentuan Sampel Terpilih Metode Skoring

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode Sampel | Organoleptik | | | |
| Warna | Rasa | Aroma | Tekstur |
| a1b1 | 7.96 | 7.36 | 7.83 | 8.28 |
| a1b2 | 7.99 | 7.67 | 7.77 | 8.33 |
| a1b3 | 8.06 | 7.67 | 7.73 | 8.14 |
| a2b1 | 7.35 | 8.02 | 7.96 | 8.21 |
| a2b2 | 8.03 | 7.87 | 7.90 | 8.17 |
| a2b3 | 7.82 | 8.10 | 8.07 | 8.10 |
| a3b1 | 7.82 | 7.97 | 8.04 | 8.34 |
| a3b2 | 8.25 | 8.52 | 8.21 | 8.51 |
| a3b2 | 8.05 | 7.90 | 8.16 | 8.44 |

Berdasarkan tabel hasil metode skoring bahwa sampel yang terpilih adalah perlakuan a3b2, dikarenakan perlakuan tersebut memiliki jumlah paling banyak penilainnya. Sampel terpilih kemudian dilakukan viskositas dan digunakan pada penelitian utama untuk penambahan beta karoten nanoemulsi *chocolate spread*

# **Hasil Penelitian Utama**

### 

### Hasil Analisa *Particle Size*

Uji ukuran partikel ini dilakukan untuk mengetahui sampel yang berukuran nano. Prinsip kerja dari *Particle Size* ini adalah dengan menembakan Cahaya ke dalam sampel yang telah didispersi oleh air.

Tabel Hasil Analisa Nanoemulsi Beta Carotene

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konsentrasi minyak sawit merah**  **(g)** | **Tween 80**  **(g)** | **Tween 20**  **(g)** | ***Particle Size* (PSA)**  **Size (nm)** | **PDI** |
| **10%** | | | | |
| 10 g | 100 (10 g) | - | 78.86 | 0.461 |
| 10 g | 75 (7.50 g) | - | 124.94 | 0.321 |
| 10 g | 50 (5 g) | - | 142.55 | 0.281 |
| 10 g | - | 100 (10 g) | 129.8 | 0.307 |
| 10 g | - | 75 (7.50 g) | 136.15 | 0.337 |
| 10 g | - | 50 (5 g) | 144.5 | 0.283 |
| **20 %** | | | | |
| 20 g | 100 (20 g) | - | 177.35 | 0.215 |
| 20 g | 75 (15 g) | - | 201.55 | 0.264 |
| 20 g | 50 (5 g) | - | 206.55 | 0.298 |
| 20 g | - | 100 (20 g) | 169.1 | 0.255 |
| 20 g | - | 75 (15 g) | 211.2 | 0.298 |
| 20 g | - | 50 (5 g) | 216.4 | 0.304 |

Kadar Tween 80 dan Tween 20 dapat mempengaruhi ukuran partikel dalam berbagai sistem, seperti emulsi dan suspense. Tween adalah surfaktan non-ionik yang sering digunakan dalam formulasi produk makanan untuk menstabilkan partikel dan mencegah penggumpalan.(Mason. 2007)

Penurunan ukuran partikel, pada konsentrasi yang tepat, tween dapat menurunkan tegangan permukaan antara fase cair dan minyak, yang dapat membantu membentuk ukuran partikel yang lebih kecil dan lebih stabil dalam emulsi. Sufaktan seperti tween menstabilkan partikel dengan membentuk lapisan pelindung di sekelilingnya, mencegah koalesensi atau penggumpalan partikel.(Mason. 2007)

Tween 80 memiliki rantai hidrokarbon yang lebih Panjang dan lebih tidak jenuh dibandingkan tween 20. Tween 20 memiliki rantai hidrofilik yang lebih pendek yang mungkin kurang efekif dalam menstabilkan partikel yang sangat kecil karena kurangnya hidrofobisitas yang diperlukan utnuk stabilitas optimal. (Benichou et al., 2002)

Kemampuan tween 80 untuk menghasilkan partikel yang lebih kecil dibandingkan tween 20 terutama disebabkan oleh perbedaan struktur kimia dan efektivitas dalam menurunkan tegangan permukaan serta stabilitas antarmuka. Tween 80 lebih efektif dalam aplikasi ukuran partikel yang sangat kecil dan stabil. (Benichou et al., 2002)

PDI biasanya mengacu pada *Polydispersity Index*, yang merupakan dispersitas ukuran partikel dalam sebuah sistem koloid, secara umum penambahan surfaktan seperti tween 80 dan tween 20 dapat mengurangi PDI dengan mengendalikan ukuran partikel dan mendistribusikan partikel dengan lebih merata. Jika terlalu tinggi atau rendahnya konsentrasi surfaktan dapat menyebabkan agregasi partikel.

Tabel.Dwi arah Faktor M terhadap Faktor J dan N Particle Size Nanoemulsi

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Minyak Sawit Merah**  **(M)** | **j1 (Tween 80)** | | | **j2 (Tween 20)** | | |
| n1  (100%) | n2  (75%) | n3  (50%) | n1  (100%) | n2  (75%) | n3  (50%) |
| m1  (10%) | A | A | A | A | A | A |
| 78.86 | 125.25 | 142.55 | 129.80 | 136.15 | 144.50 |
| a | b | b | b | B | b |
| m2  (20%) | B | B | B | B | B | B |
| 177.35 | 201.55 | 206.55 | 169.10 | 211.20 | 216.40 |
| a | b | b | a | B | b |

Keterangan: Nilai yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut Uji Duncan. Huruf Kapital dibaca secara vertikal, sedangkan huruf kecil dibaca secara horizontal

Tabel.Dwi Arah Faktor J (Jenis Emulsifier) dan N (Konsentrasi Emulsifier) Terhadap PDI Nanoemulsi

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jenis Emulsifier**  **(J)** | **Konsentrasi Emulsifier (N)** | | |
| n1  (100%) | n2 (75%) | n3  (50%) |
| j1  (Tween 80) | B | A | A |
| 0.351 | 0.293 | 0.290 |
| B | a | a |
| j2  (Tween 20) | A | A | A |
| 0.264 | 0.318 | 0.294 |
| A | b | ab |

Keterangan: Nilai yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut Uji Duncan. Huruf Kapital dibaca secara vertikal, sedangkan huruf kecil dibaca secara horizontal

### Hasil Analisa Warna Nanoemulsi Minyak Sawit Merah

Tabel. Analisa Warna Nanoemulsi Minyak Sawit Merah

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sampel** | **L** | **a** | **b** | **Gloss** |
| Minyak Sawit Merah | 0.54 | 1.52 | 0.83 | 76.25 |
| T80\_10\_100 | 41.72 | 5.85 | 47.71 | 76 |
| T80\_10\_75 | 58.31 | 7.393 | 57.49 | 89.49 |
| T80\_10\_50 | 65.28 | 6.98 | 55.97 | 72.91 |
| T20\_10\_100 | 63.69 | 10.85 | 67.71 | 88.32 |
| T20\_10\_75 | 66.91 | 10.18 | 67.48 | 69.81 |
| T20\_10\_50 | 75.98 | 11.87 | 68.20 | 73.37 |
| T80\_20\_100 | 64.30 | 14.88 | 72.65 | 93.84 |
| T80\_20\_75 | 68.22 | 14.69 | 74.80 | 89.87 |
| T80\_20\_50 | 69.98 | 10.92 | 67.41 | 77.85 |
| T20\_20\_100 | 67.63 | 11.83 | 71.01 | 76.9 |
| T20\_20\_75 | 69.08 | 10.76 | 67.13 | 89.16 |
| T20\_20\_50 | 68.14 | 8.51 | 62.48 | 72.16 |

Berdasarkan Analisa warna menggunakan HunterLab dengan 3 kategori yakni, L(*Lightness*), a(*Redness*), dan b(*Yellowness*) yang dimaksud dari 3 kategori diatas yakni untuk membaca Tingkat kecerahan, dan Tingkat warna yang terdapat dalam sampel Pada tabel diatas menyatakan bahwa sampel Beta Karotene jumlah a (0,54), b (1,52) dan b (0,83) bisa dikatakan bahwa tingkat kecerahan dan warna yang terdapat dalam sampel beta karotene. Untuk sampel nanoemulsi betakaroten dengan konsentrasi surfaktan Tween 80 konsentrasi beta karotene 10%, dengan perbandingan antara surfaktan dan minyak 100% didapatkan cenderung lebih gelap dibandingkan dengan konsentrasi surfaktan Tween 20 konsentrasi beta karotene 10% dengan perbandingan surfaktan dengan beta karotene 50% cenderung lebih cerah, dilihat dari jumlah L,a,b yang didapatkan.

Konsentrasi Tween 80 dan Tween 20 dapat mempengaruhi warna emulsi, terutama jika zat-zat ini berinteraksi dengan bahan-bahan lain dalam formulasi emulsi. Keduanya adalah surfaktan nonionik yang sering digunakan dalam pembuatan emulsi untuk meningkatkan stabilitas dan dispersi partikel (Cazzonelli, 2011; Stahl & Sies, 2005).

Perubahan konsentrasi Tween 80 dan Tween 20 juga dapat mempengaruhi stabilitas emulsi secara keseluruhan dan dapat berpengaruh pada warna emulsi, terutama jika perubahan tersebut mempengaruhi kimia atau stabilitas emulsi secara keseluruhan (Cazzonelli, 2011; Stahl & Sies, 2005).

Kadar *redness* “a” pada warna emulsi bisa dipengaruhi oleh kandungan beta karotene dalam emulsi tersebut. Beta karoten adalah pigmen alami yang memberikan warna oranye, beta karotene dalam emulsi dapat mempengaruhi warna emulsi terutama jika konsentrasi beta karotene cukup tinggi. (Limantara dan heriyanto, 2010)

Semakin tinggi konsentrasi beta karoten dalam formulasi emulsi, semakin besar kemungkinannya untuk mempengaruhi parameter warna “a” yang dapat meningkatkan intensitas warna merah atau oranye dalam emulsi tersebut.

Tabel.Dwi Arah Faktor M terhadap Faktor J dan N Nilai L\* Nanoemulsi Minyak sawit merah

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kons entrasi Minyak Sawit Merah**  **(M)** | j1 (Tween 80) | | | j2 (Tween 20) | | |
| n1  (100%) | n2  (75%) | n3  (50%) | n1  (100%) | n2  (75%) | n3  (50%) |
| m1  (10%) | A | A | A | A | A | B |
| 41.72 | 58.31 | 65.28 | 63.69 | 66.91 | 75.98 |
| a | b | d | c | e | f |
| m2  (20%) | B | B | B | B | B | A |
| 64.30 | 68.22 | 69.98 | 67.63 | 69.08 | 68.14 |
| a | bc | d | b | cd | bc |

Keterangan: Nilai yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut Uji Duncan. Huruf Kapital dibaca secara vertikal, sedangkan huruf kecil dibaca secara horizontal.

Tabel.Dwi Arah Faktor J (Jenis Emulsifier) dan N (Konsentrasi Emulsifier) Terhadap Nilai a\* Nanoemulsi Minyak Sawit Merah

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jenis Emulsifier**  **(J)** | **Konsentrasi Emulsifier (N)** | | |
| n1  (100%) | n2  (75%) | n3  (50%) |
| j1  (Tween 80) | A | A | A |
| 10.37 | 11.04 | 8.95 |
| b | B | a |
| j2  (Tween 20) | B | A | B |
| 11.34 | 10.47 | 10.19 |
| B | A | a |

Keterangan: Nilai yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut Uji Duncan. Huruf Kapital dibaca secara vertikal, sedangkan huruf kecil dibaca secara horizontal.

Tabel.Dwi Arah Faktor J (Jenis Emulsifier) dan N (Konsentrasi Emulsifier) Terhadap Nilai b\* Nanoemulsi Minyak Sawit Merah

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jenis Emulsifier**  **(J)** | **Konsentrasi Emulsifier (N)** | | |
| n1  (100%) | n2  (75%) | n3  (50%) |
| j1  (Tween 80) | A | A | A |
| 60.18 | 66.15 | 61.69 |
| a | C | b |
| j2  (Tween 20) | B | B | B |
| 69.36 | 67.32 | 65.34 |
| c | B | a |

Keterangan: Nilai yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut Uji Duncan. Huruf Kapital dibaca secara vertikal, sedangkan huruf kecil dibaca secara horizontal.

Tabel.Dwi Arah Faktor M terhadap Faktor J dan N Nilai Gloss Nanoemulsi Minyak Sawit Merah

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Minyak Sawit Merah**  **(M)** | **j1 (Tween 80)** | | | **j2 (Tween 20)** | | |
| n1  (100%) | n2  (75%) | n3  (50%) | n1  (100%) | n2  (75%) | n3  (50%) |
| m1  (10%) | A | A | A | B | A | B |
| 76.00 | 89.49 | 72.91 | 88.32 | 69.81 | 73.37 |
| c | d | B | d | a | b |
| m2  (20%) | B | A | B | A | B | A |
| 93.84 | 89.87 | 77.85 | 76.90 | 89.16 | 72.16 |
| d | c | B | b | c | a |

Keterangan: Nilai yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut Uji Duncan. Huruf Kapital dibaca secara vertikal, sedangkan huruf kecil dibaca secara horizontal

### Hasil Analisa Viskositas Pada Nanoemulsi Minyak Sawit Merah

Tabel. Analisa Viskositas Nanoemulsi Minyak Sawit Merah

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Minyak Sawit Merah**  **(g)** | **Tween 80**  **(g)** | **Tween 20**  **(g)** | **Total**  **(%)** | **Viskositas**  **Centipoise**  **(cP)** |
| 10% |  |  |  |  |
| 10 g | 100 (10 g) | - | 100% | 13.40 cP |
| 10 g | 75 (7.50 g) | - | 100% | 11.44 cP |
| 10 g | 50 (5 g) | - | 100% | 10.31 cP |
| 10 g | - | 100 (10 g) | 100% | 11.90 cP |
| 10 g | - | 75 (7.50 g) | 100% | 7.78 cP |
| 10 g | - | 50 (5 g) | 100% | 9.65 cP |
|  |  |  |  |  |
| 20 % |  |  |  |  |
| 20 g | 100 (20 g) | - | 100% | 47.90 cP |
| 20 g | 75 (15 g) | - | 100% | 23.62 cP |
| 20 g | 50 (5 g) | - | 100% | 14.06 cP |
| 20 g | - | 100 (20 g) | 100% | 36.84 cP |
| 20 g | - | 75 (15 g) | 100% | 16.59 cP |
| 20 g | - | 50 (5 g) | 100% | 9.56 cP |

Berdasarkan Tabel Analisa viskositas pada nanoemulsi beta karoten didapatkan pada konsentrasi 10% beta carotene dalam minyak angka viskositas paling tinggi terdapat di konsentrasi tween 80 75% (11.44 cP), dan konsentrasi paling rendah terdapat di konsentrasi tween 20 75% (7.78 cP), serta pada konsentrasi beta carotene dalam minyak 20% angka viskositas paling tinggi terdapat di konsentrasi tween 80 100% (47.90 cP), dan konsentrasi paling rendah terdapat di konsentrasi tween 20 50% (9.56 cP).

Konsentrasi tween 20 dan minyak dapat mempengaruhi viskositas Nanoemulsi. Tween 20 adalah emulsifier non-ionik yang sering digunakan dalam pembuatan selai untuk membantu stabilisasi emulsi. Konsentrasi tween 20 yang lebih tinggi cenderung menghasilkan selai dengan viskositas yang lebih rendah, sementara konsentrasi yang lebih rendah cenderung menghasilkan selai dengan viskositas yang lebih tinggi, karena surfaktan untuk menstabilkan tetesan minyak dalam fase air, dan semakin banyak surfaktan yang ada, semakin baik kemampuannya untuk mencegah tetesan minyak berkumpul, yang dapat meningkatkan viskositas secara keseluruhan. (Mao dan McClements 2011).

Tabel.Dwi Arah Faktor M terhadap Faktor J dan N Viskositas Nanoemulsi Minyak Sawit Merah

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Minyak Sawit Merah**  **(M)** | **j1 (Tween 80)** | | | **j2 (Tween 20)** | | |
| n1  (100%) | n2  (75%) | n3  (50%) | n1  (100%) | n2  (75%) | n3  (50%) |
| m1  (10%) | A | A | A | A | A | A |
| 6.80 | 5.69 | 5.13 | 5.91 | 3.88 | 4.79 |
| D | c | B | c | a | b |
| m2  (20%) | B | B | B | B | B | A |
| 23.95 | 11.30 | 7.02 | 18.49 | 8.35 | 4.72 |
| F | d | B | e | c | a |

Keterangan: Nilai yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut Uji Duncan. Huruf Kapital dibaca secara vertikal, sedangkan huruf kecil dibaca secara horizontal

### Hasil Analisa Beta Karotene

Tabel. Hasil Analisa kadar Beta Karotene

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Jenis Sampel** | **Kadar Beta Karoten (mg.kg)** | **Method** |
| **1** | Minyak Sawit Merah Beta Karoten | 159.06 | 18-5-40/MU/SMM-SIG (HPLC-PDA) |
| **2** | NanoEmulsi | 13.73 | 18-5-40/MU/SMM-SIG (HPLC-PDA) |
| **3** | *Chocolate Spread* diperkaya dengan nanoemulsi Minyak Sawit Merah | 4.39 | 18-5-40/MU/SMM-SIG (HPLC-PDA) |
| **4** | *Chocolate Spread* diperkaya dengan Minyak Sawit Merah | 78.8 | 18-5-40/MU/SMM-SIG (HPLC-PDA) |

Hasil Analisa beta karoten menggunakan metode HPLC, yang pertama minyak sawit merah beta karoten, yang dimana minyak sawit merah murni yang terdapat kandungan beta karoten dianalisa kadar beta karoten, yang kedua itu ada Nanoemulsi dimana, minyak sawit merah yang telah diproses menjadi Nanoemulsi, yang ketiga *chocolate spread* yang diperkaya dengan nanoemulsi minyak sawit merah ialah chocolate spread yang telah jadi ditambahkan 10% Nanoemulsi minyak sawit merah, yang keempat ialah *chocolate spread* yang telah ditambahkan dengan minyak sawit merah.

### Hasil Olesan Setiap *Spread* Terhadap Roti

Tabel Olesan Chocolate Spread Terhadap Roti

|  |  |
| --- | --- |
| **Sampel (Olesan)** | **Berat (g)** |
| 1. | 6.38 |
| 2 | 4.02 |
| 3 | 5.55 |
| 4 | 8.94 |
| 5 | 5.87 |
| 6 | 8.10 |
| 7 | 7.60 |
| 8 | 12.10 |
| 9 | 12.17 |
| 10 | 5.44 |
| **Rata-rata** | **7.617** |

# BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan mengenai : (5.1) Kesimpulan dan (5.2) Saran

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

* + 1. Pada penelitian ini mendapatkan formula *chocolate spread* dan menentukan konsentrasi kitosan serta tween 80 untuk mendapatkan spredibility yang baik didapatkan pada konsentrasi a3b2 yaitu konsentrasi emulsifier yaitu tween 80 sebesar 0,3% dan konsentrasi kitosan sebesar 0,5% dilihat dari uji organoleptik sensori (Warna,rasa,aroma, dan tekstur) yang paling banyak disukai dilakukannya metode skoring yaitu sampel a3b2.
    2. Pada penelitian ini didapatkan formula nanoemulsi beta karotene untuk diperkaya pada chocolate spread dilihat dari formulasi yang peneliti lamprikan di laporan dapat disampaikan bahwa konsentrasi 10% : 20% minyak sawit merah dan emulsifier pada konsentrasi 100%,75%, dan 50% emulsifier (Tween 80 dan tween 20) kondisi emulsi stabil, disampaikan juga oleh peneliti bahwa, pada konsentrasi 10% perbandingan minyak dan emulsifier, konsentrasi 100% tween 80 dan minyak 10% dilakukannya Analisa ukuran partikel didapatkan (78,86 nm).
    3. Didapatkannya chocolate spread yang difortifikasi dengan penambahan nanoemulsi beta karotene
    4. Formulasi terpilih pada penelitian pendahuluan yakni a3b2 akan dipakai untuk penelitian utama, dan pada penelitian utama dilakukannya penentuan formulasi NanoEmulsi Beta Karotene lalu didapat pada konsentrasi surfaktan tween 80 dan 20 sebesar (100%,75% dan 50%) formulasi ini yang akan digunakan pada penelitian utama.
    5. Pada Analisa viskositas sampel nanoemulsi beta karoten didapatkan pada konsentrasi 10% beta karotene dalam minyak dan konsentrasi T20 75% didapat (7,78 CentiPoise) angka viskositas paling optimal, dan pada penelitian utama juga dilakukannya olesan *chocolate spread* terhadap roti, dilakukannya 10 kali ulangan dan didapat rata-rata perolesannya didapatkan (7,61 g)
    6. Pada Analisa PSA (*Particle Size Analyzer)* dilakukan untuk mengetahui sampel yang berukuran nano, dan prinsip PSA itu sendiri dengan menembakan Cahaya kedalam sampel yang didispersi oleh air, dan dilakukannya pengenceran sebanyak 10(kali), didapatkan hasil yang optimal pada konsentrasi 10% dengan perbandingan surfaktan Tween 80 (100%) menunjukkan ukuran partikel pada pembacaan pertama sebesar 82.29 nm, pembacaaan kedua sebesar 75.43nm menandakan ukuran partikel nanoemulsi beta karoten dalam minyak berukuran nano

## 5.2 Saran

1. Seharusnya sebelom penelitian dimulai harus cari atau ditemukan refernsi formulasi dari nanoemulsi dan konsentrasinya
2. Seharusnya dilakukan penelitian lanjut mengenai bioavability pada Chocolate Spread dengan penambahan nutrient beta karotene, untuk melihat apakah penelitian ini bisa dikatakan berhasil atau tidaknya.

# DAFTAR PUSTAKA

Arie, W., Nami, L., dan Mirna, I. 2015. Pengaruh Variasi Komposisi Lemak Cokelat, Olein Sawit dan Minyak Ikan Patin Terhadap Kandungan Nutrisi Cokelat Spread. Warta IHP. BBIA. Vol. 32 (2), 51-61

Ariningsih, E. Prospek Penerapan Teknologi Nano Dalam Pertanian Dan Pengolahan Pangan Di Indonesia. Forum Penelit. Agro Ekon. 2016, 34 (1), 1.https://doi.org/10.21082/fae.v34n1.2016.1-20

Acosta E. 2009. Bioavailability of nanoparticles in nutrient and nutraceutical delivery. Current Opinion in Colloid & Interface Science 14:3–15. doi:10.1016/j.cocis.2008.01.002

Afrizal. 2015. Metode Penelitian Kualitatif: Sebuah Upaya Mendukung Penggunaan Penelitian Kualitatif dalam Berbagai Disiplin Ilmu. Jakarta: Raja Grafindo Persada

Andarwulan, N., Kusnandar, F. dan Herawati, D. (2011). Analisis Pangan. Dian Rakyat, Jakarta

Angela. (2015). Pengelolaan Pemangkasan Tanaman Kakao (Theobroma cacao L.) di Cilacap, Jawa Tengah 3 (3) : 285-293

Anton, Gayet, JP Benoit ,. Saulnier, 2017. Nano-emulsi dan nanokapsul dengan metode pit: Investigasi tentang peran siklus suhu pada inversi fase emulsi, Int. J.Pharm. 344 (1–2) (2007) 44–52.

[AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1995. Official Methods of Analysis of The Association of Official Agriculture Chemist 16th edition. Virginia. AOAC International

Au Natural Herbal, 2011 Definisi Kitosan Terhadap bahan kimia

Benichou, aliez ,*,* 2002 Definisi Emulsifier terhadap zar pengemulsi emulsifier alami dan emulsifier buatan

Basset, J. 2010. Buku Ajar Vogel Kimia Analisa Kuantitatif Anorganik. Jakarta:EGC

Chaudhry Q, Scotter M, Blackburn J, Ross B, Boxall A, Castle L, Aitken R, Watkins R. 2008. Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. Food Addit Contam. 25(3):241-258

Chaudhry Q, Scotter M, Blackburn J, Ross B, Boxall A, Castle L, Aitken R, Watkins R. 2008. Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. Food Addit Contam. 25(3):241-258

Cazzonelli, C.I., Wurtzel,E.T., dan Pogson, B.J. 2011. Carotenoids.Biosynthesis of Vitamins in Plants Part A Vitamins A, B1, B3, B5, 1-36

Deannisa, Lubis, Zulkifli, Nurminah, Mimi. Study Pembuatan Selai Cokelat Kulit Pisang Barangan. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian, Vol. 2 No. 2, 2014

Duncan TV. 2011. Applications of nanotechnology infood packaging and food safety: barrier materials,antimicrobials and sensors. J Colloid Interface Sci.363(1):1-24

Dutta, D., Chaudhuri, U. R., dan Chakraborty, R. (2005). Structure, health benefits, antioxidant property and processing and storage of carotenoids. African Journal of Biotechnology 4(13): 1510–1520

De Man, J.M. 2013. Principles Of Food Chemistry 3rd ed, University Of Guelph,Canada

[FAO/WHO] Food and Agriculture Organization of the United States/World Health Organization. 2013. State of the art on the initiatives and activities relevant to risk assessment and risk management of nanotechnologies in the food and agriculture sectors. FAO/WHO Technical Paper. Rome (IT): Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization

[FAO/WHO] Food and Agriculture Organization of the United States/World Health Organization. 2010. FAO/WHO Expert meeting on the application of nanotechnologies in the food and agriculture sectors: potential food safety implications. Rome (IT): Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization

Fikriyah, Y. U., & Nasution, R. S. (2021). Analisis Kadar Air Dan Kadar Abu Pada Teh Hitam yang Dijual di Pasaran dengan Menggunakan Metode Gravimetri.Amina, 3(2), 50–54.

Gaspersz, V. 1995. Teknik Analisa Dalam Penelitian Percobaan. Edisi Pertama. Penerbit Tarsito. Bandung

Ginting, D. 2011. Pengaruh Substitusi Minyak Sawit dan Suhu Pemanasan Terhadap Mutu Selai Cokelat. Skripsi. Fakultas Pertanian. USU, Medan

Gutiérrez JM, González C, Maestro A, Solè I, Pey CM, Nolla J. 2008. Nano-emulsi: aplikasi baru dan optimalisasi persiapannya. Antarmuka Koloid Opin Curr Sci 13: 245- 251.

Hariyadi, P. 2014. Mengenal Sawit dengan Beberapa Karakter. GAPKI. Wordpress: Jakarta

H.K, 2003 Kitosan konstituen organic dan jenis-jenisnya berkoagulasi dengan protein

Huang, Q., Yu, H., dan Ru, Q. 2010. Bioavailability and delivery of nutraceuticals using nanotechnology. Journal of Food Science,75(1), R50–R57

Hoerudin, Harimurti N. 2014. Nanoformulations for enhancing bioavailability and biological activities of curcumin. In: Rostiana O, editor. Proceeding of International Seminar on Spice, Medicinal and Aromatic Plants (SMSPs); 2013 Aug 29; Jakarta, Indonesia. Jakarta (ID): IAARD Press

Hoerudin; Irawan, B. Prospek Nanoteknologi Dalam Membangun Ketahanan Pangan; Badan Litbang Pertanian: Jakarta, 2015

Hoerudin; Irawan, B. Prospek Nanoteknologi Dalam Membangun Ketahanan Pangan; Badan Litbang Pertanian: Jakarta, 2015

Isyanti, Mirna, dan Sumantri. 2012. Peneli-tian Pengembangan Pembuatan Produk Olahan Cokelat Spread (Chocolate Spread) Berbasis Sawit. Laporan Litbang BBIA, Bogor

Indarti, E. 2007. Efek Pemanasan terhadap Rendemen Lemak pada Proses Pengepresan Biji Kakao: Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Vol. 6 No. 2. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala. Hal 50 – 54.

Juraschek, S. P., Guallar, E., Appel, L. J., & Miller, E. R., 3rd (2012). Effects of vitamin C supplementation on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American journal of clinical nutrition*, *95*(5), 1079–1088.

Jain, K.K. 2008. The Handbook of Nanomedicine. Basel: Humana Press

Ketaren, S. 2005. Minyak dan Lemak Pangan. Penerbit UI-Press: Jakarta

Kubota, 1997 Sifat-Sifat Kimia kitosan

Limantara dan heriyanto, 2010, Rumus molekul beta karoten

Lu J, Bowles M. 2013. How will nanotechnology affect agricultural supply chains IFAMA Rev. 16(2):21-42

Liu Yuwei, Zhanqun Hou, Fei Lei, Yuanyuan Chang, Yanxiang Gao. 2012. Investigation into the bioaccessibility and microstructure changes of β-carotene emulsions during in vitro digestion. Innovative Food Science and Emerging Technologies 15 : 86–95

Li, Y., Zheng, J., Xiao, H., dan McClements, D. J. (2012). Nanoemulsion-based delivery systems for poorly water-soluble bioactive compounds: Influence of formulation parameters on Polymethoxyflavone crystallization. Food Hydrocolloids 27(2): 517–528. doi:10.1016/j.foodhyd.2011.08.01

Limantara, L., dan Heriyanto. (2010). Komposisi Pigmen dan Kandungan Fukosantin Rumput Laut Cokelat dari Perairan Madura dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. Indonesian Journal of Marine Sciences. 15: 23-32

Lestari,K.(2021).KekuranganVitaminA.https://www.sehatq.com/penyakit/defisiensi-vitamin-a.

Marbun, E.S. 2012. partikel nano berperan sebagai agen penguat . Skripsi. Program Studi Teknik Kimia Universitas Indonesia. Depok

Mason TG, JN Wilking, K Meleson, CB Chang, SM Graves. 2006. Nanoemulsions: formation, structure, and physical properties. Journal of Physics Condensed Matter (18): 635-666. doi:10.1088/0953-8984/18/41/R01.

Mao dan McClements 2011 (ao Y, DJ McClements. 2011. Modulation of bulk physicochemical properties of emulsions by hetero-aggregation of oppositely charged protein-coated lipid droplets. Food Hydrocolloids (25): 1201-1209.

[McClement, DJ (2012). Nanoemulsi versus mikroemulsi: Terminologi, perbedaan, dan persamaan. *Materi Lunak,* 8(6), 1719–1729.](http://refhub.elsevier.com/S0924-2244(21)00233-8/sref49)

McClements DJ, Decker EA, Park Y, Weiss J. 2009. Prinsip desain struktural untuk penyampaian komponen bioaktif dalam nutraceutical dan makanan fungsional. Crit Rev Makanan Sci Nutr 49: 577-606

Mathew, M. C., Ervin, A. M., Tao, J., & Davis, R. M. (2012). Antioxidant vitamin supplementation for preventing and slowing the progression of age-related cataract.

McClements David Julian. 2004. Food Emulsion Principles, Practices, and Techniques. New York: CRC Press.

Meilgard *et al*. 2017 Organoleptik Sensori

Meilgard M, Civille GV, Carr BT. 2017. Sensory Technique Evaluation, 4th Florida (USA): CRC Press LLC

Moores J. (2013). Vitamin C: a wound healing perspective. *British journal of community nursing*, *Suppl*, S6–S11.

Nabusa CD. Hubungan Riwayat Pola Asuh , Pola Makan, Asupan Zat Gizi terhadap Kejadian Stunting pada Anak Usia 24-59 Bulan di Kecamatan Biboki Utara Kabupaten Timor Tengah Utara Provinsi Nusa Tenggara Timur [Tesis]. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada; 2011.

No, H.K. Less, S.H, Park, N.Y dan Meyers, S.P. 2003. Comparsion Of Phsycochemical Binding And Antibacterial Propertis Of Chitosan Prepared Without And With Depotei Ization Process. Journal Of Agriculture and Food Chemistry 51: 7659-7663

Puspitasari, R.Y., Aini, H.Q. 2012. Pengaruh Suhu Terhadap Minyak. Laporan

Penelitian. Universitas Jendral Soedirman

Pérez-Esteve E, Bernardos A, Martínez-Máñez R, Barat JM. 2013. Nanotechnology in the development of novel functional foods or their package. An overview based in patent analysis. Recent Pat Food Nutr Agric. 5:35-43

Qian C, DJ McClements. 2011. Formation of nanoemulsions stabilized by model food-grade emulsifiers using high-pressure homogenization: Factors affecting particle size. Food Hydrocolloids, 25: 1000-1008. doi: 10.1016/j.foodhyd.2010.09.017

Rowe *,* 2009. sifat bahan kitosan dan jenis kitosan secara komersial

Ruwanti, 2010. Karotenoid sebagai provitamin A dan jenis-jenisnya

Stahl, W. dan Sies, H. (2005). Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. Biochimica et Biophysica Acta 1740(2): 101–107.doi:10.1016/j.bbadis.2004.12.006

Stephen, 1995 senyawa aktif kitosan dan aplikasi kitosan dibeberapa negara

Silva Hélder Daniel, Miguel Ângelo Cerqueira, António A. Vicente. 2012. Nanoemulsions for food applications: development and characterization. Food Bioprocess Technol 5:854–867.

Shi, Lei, Yan Zhao, Xiaodong Zhang, Haijia Su, Tianwei Tan. Antibacterial and anti-mildew behavior of chitosan/nano-TiO2 composite emulsion. State Key Laboratory of Chemical Resource Engineering, Beijing University of Chemical Technology, China. Korean Jurnal Chemistry. 2003. 25(6):1434-1438

Tadros T, Izquierdo P, Esquena J, Solans C. 2004. Pembentukan dan stabilitas nano-emulsi. Antarmuka Koloid Adv Sci 108-109: 303-318.

Vitamin C. (2021). Retrieved 1 March 2023

Wardana AA. 2014 Jun 17. Mengenal nanoteknologi & aplikasinya untuk nilai tambah komoditas hortikultura Indonesia [Internet]. Jakarta (ID): Masyarakat Nano Indonesia

Wardana AA. 2014. Mengenal nanoteknologi & aplikasinya untuk nilai tambah komoditas hortikultura Indonesia [Internet]. Jakarta (ID): Masyarakat Nano Indonesia

Wayne C, E. F. et al. (2017).Ekstraksi Minyak Akar Wangi dengan Metode Microwave Hydrodistillation dan Soxhlet Extraction.6(2):1–4.

Widowati, E., Sari, A.M., dan Ningsih, R.S. (2019). Kombinasi enzim poligalakturonase dan enzim pektinesterase pada klarifikasi sari buah naga super merah (Hylocereus costaricensis) dalam Pembuatan Sirup. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian. 12(1): 29-37.

Winarno, F.G. Teknologi pengolahan rumput laut. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan

Winarno F.G. 2004.Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: PT. Gramedia.

Wooster TJ, Golding M, Sanguansri P. 2008. Dampak jenis minyak terhadap pembentukan nanoemulsi dan stabilitas pematangan Ostwald Langmuir 24: 12758-12765

Yanda, Formulasi NanoEmulsi Minyak Sawit Dengan High-Pressure Homogenizer; IPB: Bogor, 2014

Yuan Y, Yanxiang G, Jian Z, Like M. 2008. Characterization and stability evaluation of b-carotene nanoemulsions prepared by high pressure homogenization under various emulsifying conditions. Food Research International 41: 61–68. doi:10.1016/j.foodres.2007.09.006