

Nanoemulsi Ekstrak Wortel dan *Virgin Coconut Oil* sebagai suplemen Pro-Vitamin A untuk Mencegah Kekurangan Vitamin A

Nanoemulsion of Carrot Extract and Virgin Coconut Oil as Pro-Vitamin A Supplement to Prevent Vitamin A Deficiency

Diah Ayu Puspitasari^{1*}, Nurlaili Rahmawati¹, Nindya Kirana Putri², Mokhammad Fajar Pradipta¹

¹Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Bulaksumur, Sleman, Yogyakarta 55281, Indonesia

²Departemen Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Bulaksumur, Sleman, Yogyakarta 55281, Indonesia

*Penulis korespondensi: Diah Ayu Puspitasari, Email: diahayup@mail.ugm.ac.id

Submisi: 16 Juli 2019; Revisi: 6 April 2020, 26 April 2020, 3 Februari 2021; Diterima: 28 Februari 2021

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat formulasi suplemen nanoemulsi tipe *oil in water* (O/W) dari ekstrak wortel dan VCO, serta mengetahui kandungan beta-karoten dan mineral K dalam suplemen. Suplemen nanoemulsi dibuat menggunakan dua campuran surfaktan *food grade* yaitu surfaktan *hidrophylic-lipophylic balance* (HLB) rendah (span 80) dan HLB tinggi (tween 80), dengan berbagai rasio surfaktan minyak. Selain itu, dilakukan optimasi pada sediaan nanoemulsi yang meliputi ukuran, karakterisasi nilai pH, viskositas, turbiditas, serta kandungan mineralnya. Berdasarkan hasil optimasi ukuran menggunakan metode Taguchi, diperoleh faktor yang memberikan pengaruh yang signifikan adalah HLB dan kecepatan homogenizer. Suplemen nanoemulsi yang baik diperoleh dari HLB 10,3A dengan ukuran diameter globula sebesar 65,9 nm dengan PI 0,311, pH sebesar 7,03, turbiditas sebesar 0,46 cm⁻¹, viskositas sebesar 2,4 cP, dan kandungan beta-karoten sebesar 926,89 µg/100 g kandungan mineral K sebesar 0,058 µg/L, sehingga suplemen pro-vitamin A yang dibuat berpotensi untuk mencegah KVA.

Kata kunci: KVA; nanoemulsi; suplemen; VCO, wortel

ABSTRACT

This study was aimed to make formulations of oil in water (O/W) nanoemulsion supplement from carrot extract and virgin coconut oil and to determine the content of beta-carotene as well as mineral K in supplements. Nanoemulsion supplements were made using two mixes of food grade surfactants, low *hidrophylic-lipophylic balance* (HLB) surfactant (span 80) and high HLB (tween 80), with various oil surfactant ratios. The optimization of nanoemulsions evaluated according to the size, characterization of pH, viscosity, turbidity, and mineral content. The results of size optimization using the Taguchi method showed that HLB and the speed of the homogenizer have significant effects on the size of nanoemulsion. Good nanoemulsion supplements are at HLB 10.3A with a globule diameter of 65.9 nm and PI 0.311, pH of 7.03, turbidity of 0.46 cm⁻¹, viscosity of 2.4 cP, and beta-carotene content of 926.89 µg / 100 g of K mineral content of 0.058 µg/L, so that pro-vitamin A supplements made have the potential to prevent vitamin A deficiency

Keywords: Carrot; KVA; nanoemulsion; supplement; VCO

PENDAHULUAN

Kurang gizi atau malnutrisi merupakan masalah besar yang harus mendapatkan perhatian khusus terutama pada negara-negara berkembang seperti Indonesia (Harianto dkk., 2014). Malnutrisi merupakan keadaan tubuh tidak mendapatkan asupan gizi yang cukup dan ketidakseimbangan antara pengambilan makanan dengan kebutuhan gizi untuk mempertahankan kesehatan (Burton, 2007). Permasalahan kurang gizi dapat terjadi pada semua orang terutama pada bayi, anak-anak, ibu hamil dan menyusui. Kasus kekurangan gizi yang sering terjadi di berbagai wilayah di Indonesia salah satunya adalah kekurangan vitamin A.

Kekurangan Vitamin A (KVA) merupakan penyebab utama penyakit mata dan mampu menyebabkan kebutaan. KVA lebih banyak diderita oleh kalangan anak-anak, karena mereka memiliki kebutuhan vitamin A yang tinggi akibat dari peningkatan pertumbuhan fisik (Achadi dkk., 2010). Lebih dari 127 juta anak di dunia mengalami kekurangan asupan vitamin A (West, 2002). Hasil studi masalah gizi mikro di Indonesia pada tahun 2006 menunjukkan bahwa kadar serum vitamin A balita rata-rata hanya 11 µg/dL (Herman, 2006). Kadar serum vitamin A dapat dikatakan normal apabila mencapai 20 µg/dL atau lebih (Sommer dan West, 1998). KVA menyebabkan fungsi kekebalan tubuh menurun sehingga mempertinggi risiko anak terhadap penyakit infeksi.

KVA pada anak-anak juga disebabkan karena kebanyakan dari mereka tidak suka untuk mengkonsumsi sayuran terutama wortel. Anak-anak kurang menyukai wortel karena menurut mereka rasanya kurang manis atau pahit. Mereka lebih menyukai jika wortel diolah terlebih dahulu menjadi olahan seperti jus wortel dikombinasikan dengan buah yang lainnya ataupun masakan. Padahal kita tahu bahwa kandungan vitamin dalam wortel tidak dapat larut sempurna di dalam air melainkan larut dalam minyak sehingga jika seseorang mengkonsumsi wortel sebanyak-banyaknya tapi tidak diolah secara benar akan percuma saja.

Semua informasi di atas menunjukkan bahwa KVA merupakan subjek yang penting dan menarik untuk diatasi. Salah satu cara penanggulangannya adalah dengan pembuatan suatu suplemen pro-vitamin A dalam bentuk nanoemulsi dari *Virgin Coconut Oil* (VCO) dan ekstrak wortel. Wortel dipilih karena dalam 100 g berat basah wortel berdasarkan SDA National Nutrient Database for Standard Reference (2019) terdapat kandungan mineral Zn, Ca, K dan Fe berturut-turut adalah 0,24; 33; 320; dan 0,3 mg. Aktivitas Vitamin A sebesar 835 µg-RAE dan β-karoten sebesar 8.285 µg. Wortel dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah penurunan serta pencegahan permasalahan gizi mikro yaitu KVA karena memiliki kandungan pro-vitamin A yaitu β-karoten yang

tinggi (Lietz dkk., 2001). Pemanfaatan wortel sebagai bahan dasar suplemen pro-vitamin A dapat dijadikan suatu inovasi dan alternatif usaha fortifikasi secara alami dalam upaya pencegahan KVA. Selain itu juga karena pro-vitamin A dalam wortel merupakan sumber vitamin yang alami sehingga jauh lebih aman bila dikonsumsi daripada vitamin A yang dibuat secara sintesis. Sedangkan VCO digunakan sebagai pelarut β-karoten yang terdapat pada wortel sesuai dengan prinsip *like dissolves like* yang mana senyawa non polar akan larut dalam pelarut non polar dan sebaliknya.

Sediaan pada penelitian ini berbentuk emulsi *oil in water* (O/W). Zat aktif fase minyak yang digunakan berupa ekstrak wortel-VCO dan fase air yang digunakan adalah akuades. Tetesan minyak yang digunakan akan terdispersi ke dalam fase air. Fase minyak membentuk droplet dalam medium dispersi dengan adanya bantuan surfaktan dan ko-surfaktan. Fase minyak tersebut berperan sebagai pembawa yang dapat melarutkan zat aktif yang bersifat lipofilik. Emulgator yang digunakan adalah tween 80 dan span 80. Menurut Marriott dkk, (2010) emulsi tipe O/W akan terbentuk apabila HLB berada dalam range 8-18. Nilai HLB adalah suatu nilai polaritas dari surfaktan atau emulgator, dimana nilai ini menerangkan keseimbangan antara hidrofil-lipofil yang diberikan dari ukuran dan kuatnya gugus lipofil dan gugus hidrofil. Penelitian yang telah dilakukan oleh Indirasvari dkk. (2018) menunjukkan bahwa sediaan emulsi yang paling stabil dan jernih adalah pada HLB 13 sedangkan HLB 15 memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi. HLB merupakan angka yang menunjukkan indikasi afinitas total pada pengemulsi untuk fase minyak dan air (Permana dan Suhendra, 2015). Oleh karena itu dalam penelitian ini akan digunakan range HLB 7-13 menggunakan metode Taguchi dengan perbandingan emulgator. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan HLB rentang HLB 7-13.

Bentuk nanoemulsi dipilih karena dapat meningkatkan stabilitas fisik suatu komponen bioaktif, melindungi kerusakan kimiawi dan interaksi dengan bahan tambahan makanan (*food ingredient*), dan dapat terdispersi dengan baik dalam sistem *aqueous* (Agustinisari dkk., 2014). Penggunaan bentuk nanoemulsi pada suplemen ini dapat meningkatkan dan memaksimalkan kerja suplemen. Peningkatan tersebut disebabkan karena luas permukaan pada nanoemulsi besar yang dapat memungkinkan penetrasi dari bahan aktif cepat sehingga bisa sebagai pembawa obat dengan ukurannya yang kecil akan tidak merusak sel normal manusia atau hewan (Yuliani dkk., 2016).

Suplemen pro-vitamin A yang dihasilkan merupakan suplemen yang bebas dari alkohol dalam pembuatan ekstrak wortel-VCO. Hal tersebut dikarenakan jika alkohol berada dalam obat dapat memberikan pengaruh buruk untuk jantung. Penggunaan alkohol untuk anak juga

kurang dianjurkan karena anak sangat peka terhadap alkohol (Mursyidi, 2002). Selain itu juga kebutuhan obat halal saat ini menjadi incaran banyak konsumen karena mereka membutuhkan produk yang aman untuk dikonsumsi. Oleh karena itu, pada pembuatan suplemen pro-vitamin A tidak menggunakan alkohol ataupun bahan kimia yang berbahaya sehingga suplemen yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi. Berdasarkan uraian di atas, tujuan dari penelitian ini adalah pembuatan formulasi suplemen nanoemulsi dari ekstrak wortel dan VCO serta menentukan hasil karakterisasi dari suplemen nanoemulsi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang dipergunakan: wortel yang digunakan berasal dari daerah Temanggung, *Virgin Coconut Oil* (VCO) (PT. Krambil Idjo, Yogyakarta), span 80 (*sigma-food grade*), tween 80 (*merck-food grade*), dan akuades. Alat yang digunakan: *Hot Plate Magnetic Sigma* (Staufen, Jerman), neraca analitik, kabinet cahaya sederhana, spektrofotometer UV-Vis Shimizu (San Francisco, Amerika Serikat), pH meter schott, viscometer Brookfield, sentrifus, homogenizer ultra turax T25, sonikator *water bath* (Transsonic Digital), ultra sonikator (Hielscher model UP200St buatan Teltow, Jerman), mikroskop (Olympus model BX51), peralatan gelas, penyaring *Buchner*, alat parut tradisional, dan pisau.

Pembuatan Serbuk Wortel

Preparasi sampel dilakukan dengan mencuci dan mengupas wortel, kemudian wortel diparut menggunakan parutan konvensional. Setelah itu, wortel dikeringkan sesuai dengan prosedur uji kadar air SNI 01-2891-1992 hingga kadar air dalam wortel $\leq 10\%$. Pada penelitian ini pengeringan dilakukan dengan kabinet cahaya sederhana dengan digunakan lampu 4 x 5 Watt selama 10 jam pada temperatur berkisar 60-70 °C dengan pembalikan wortel setiap 1 jam sekali dengan pengaduk kaca dan setelah itu disaring menggunakan ayakan 30 mesh. Wortel dikeringkan untuk mengurangi kadar air didalamnya dan membuat kandungan yang ada dalam wortel dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama.

Pembuatan Ekstrak Wortel-VCO

Serbuk wortel yang didapat dan dihitung kadar airnya kemudian dimaserasi dengan VCO selama 48 jam di ruangan tertutup dengan rasio antara serbuk wortel:VCO adalah 1:5. Waktu maserasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 48 jam (2 hari). Hal ini didasarkan pada penelitian Juniarti (2016) bahwa waktu

maserasi untuk mendapatkan kadar karotenoid yang optimal yaitu selama 4 atau 6 hari tidak jauh berbeda hasilnya dengan waktu maserasi selama 2 hari. Akan tetapi, pada maserasi selama 6 hari terjadi penurunan kadar karotenoid. Oleh karena itu digunakan waktu maserasi 2 hari agar lebih efektif dan efisien, sehingga dapat diperoleh kadar β -karoten yang optimal. Hasil maserasi kemudian disaring menggunakan penyaringan *Buchner*. Ekstrak wortel-VCO yang diperoleh diukur volumenya.

Pembuatan Sediaan Nanoemulsi

Penggunaan nilai HLB pada penelitian ini yaitu antara 7-13. Formula yang digunakan untuk pembuatan sediaan nanoemulsi disajikan pada Tabel 1. Sediaan nanoemulsi yang dibuat pada penelitian ini menggunakan *mixed surfactant* yaitu kombinasi 2 macam surfaktan non ionik, yaitu span 80 yang memiliki HLB rendah (HLB 4,3) dan tween 80 yang memiliki HLB tinggi (HLB 15). Jumlah surfaktan kombinasi yang ditambahkan sebanyak 1%. Penentuan jumlah surfaktan yang ditambahkan bergantung pada masing-masing sediaan HLB dan jumlah sediaan yang akan dibuat menggunakan Persamaan 1.

$$(a \times HLB \text{ tween } 80) + ((1-a) \times HLB \text{ span } 80) = (1 \times HLB \text{ dipilih}) \quad (1)$$

Keterangan: a = tween 80; b = span 80

Teknik pembuatan nanoemulsi adalah dengan menimbang bahan sesuai dengan variasi, dengan perbandingan emulgator:fase minyak adalah 1:1; 1:2; dan 1:3 dan penambahan fase air sebanyak 20 mL sesuai pada Tabel 1 dan *Design of Experiment* (DOE) yang ditunjukkan pada Tabel 2. Larutan tersebut *distirrer* selama 10 menit dengan dilakukan penambahan 20 mL akuades secara pertetes dan *stirrer* kembail selama 30 menit. Sediaan yang diperoleh kemudian dilakukan *homogenizer* selama 15 menit dengan kecepatan sesuai variasi kecepatan pada *Design of Eksperimen* (DOE) yang ditunjukkan pada Tabel 2. Campuran yang telah dilakukan *homogenizer* selanjutnya ditunggu busanya sampai hilang, kemudian disonikasi *water bath* selama 20 menit dan dilanjutkan ultrasonikasi selama 30 menit. Suplemen

Tabel 1. Formulasi sediaan nanoemulsi

Formulasi	Jumlah (g)		
	HLB 7,3	HLB 10,3	HLB 13
Tween 80	0,056	0,112	0,163
Span 80	0,144	0,088	0,037
Akuades	20	20	20

yang didapatkan dianalisis ukurannya menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) dan mikroskop dengan perbesaran 400x. Formula yang menghasilkan sediaan nanoemulsi ditandai dengan kenampakan yang jernih (transparan), satu fasa, memiliki viskositas yang rendah dan stabil secara kinetik (Rahmaniyah, 2018).

Pembuatan *Design of Experiment*

Design of Experiment (DOE) dibuat menggunakan aplikasi Minitab versi 16, dengan level 3 x 3 sehingga diperoleh 9 variasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Variasi *design of experiment*

HLB	Jumlah ekstrak wortel-VCO (mg)	Kecepatan homogenizer (rpm)
7,3 A	100	7.600
7,3 B	200	10.000
7,3 C	300	12.600
10,3 A	100	10.000
10,3 B	200	12.600
10,3 C	300	7.600
13 A	100	12.600
13 B	200	7.600
13 C	300	10.000

Karakterisasi Sediaan Nanoemulsi

Hasil sediaan nanoemulsi dikarakterisasi pH, turbiditas, viskositas, ukuran, beta-karoten dan mineralnya. Karakterisasi pH dengan pH meter hingga diperoleh angka pada pH meter stabil pada setiap variasi. Karakterisasi turbiditas dilakukan dengan mensentrifugasi setiap variasi sebanyak 10 g diletakkan dalam tabung tertutup dan di set pada 2.300 g selama 15 menit, diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 600 nm dengan blanko akuades. Hasil absorbansi yang diperoleh dari spektrofotometer UV-Vis dikonversi menjadi nilai turbiditas dengan Persamaan 2.

$$Turbiditas = \left(\frac{2,302 \times A \times f}{L} \right) \quad (2)$$

dimana A, f, dan L, berturut-turut adalah absorbansi setiap variasi, faktor pengenceran, dan lebar kuvet.

Karakterisasi viskositas dilakukan dengan cara sampel setiap variasi dimasukkan dalam viscometer Brookfield dengan volume minimal 75 mL dan digunakan kecepatan 60 rpm. Karakterisasi ukuran

pada nanoemulsi dilakukan menggunakan PSA model Horiba dan mikroskop dengan perbesaran 400x, didokumentasikan dengan aplikasi *OptiLab* dan diolah menggunakan *ImageJ Raster*. Karakterisasi beta-karoten dilakukan dengan cara pengujian menggunakan spektrometer. Karakterisasi mineral K menggunakan *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS) dengan larutan standar K variasi 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm.

Analisis Pengolahan Data

Analisis pengolahan data menggunakan metode Taguchi dengan tujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pembuatan nanoemulsi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Serbuk Wortel

Wortel yang digunakan berasal dari daerah Temanggung yang dibeli di pasar Kranggan, Yogyakarta. Wortel awal yang digunakan sebanyak 1 kg, setelah dikupas dan diparut massa wortel menjadi 729 g. Massa wortel kering didapatkan sebesar 81,31 g. Hasil preparasi tersebut diperoleh serbuk wortel kering yang telah disaring dengan ayakan 30 mesh (tidak diamati ukuran serbuk) dengan kadar air sebesar 10,27%. Hasil yang diperoleh secara umum sesuai dengan teori dimana saat suhu pengeringan sesuai akan mempertahankan kadar beta karoten. Suhu pengeringan yang tidak melebihi suhu yang telah ditetapkan dapat menjaga kandungan β -karoten dalam wortel. Pada penelitian ini digunakan suhu 60-70°C dikarenakan apabila suhu pengeringan dibuat lebih rendah lagi, waktu yang digunakan akan menjadi lebih lama sehingga tidak efisien (Ruwanti, 2010). Penentuan kadar air ini penting untuk mengetahui massa simpan serbuk wortel dan sebagai salah satu syarat bahan baku herbal, dengan kadar air 10% maka sampel dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Hal ini disebabkan karena pada tingkat air tersebut sampel dapat terhindar dari pertumbuhan kapang yang cepat. Menurut Depkes RI (1995), jika suatu bahan herbal memiliki kadar air 10% maka sampel dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama karena pertumbuhan mikroba menjadi terhambat dan terhindar dari jamur. Pada penelitian ini serbuk wortel dapat disimpan lama, hal ini dibuktikan masa simpan serbuk wortel sudah mencapai 3 bulan tidak mengalami perubahan warna, bau tetap segar, dan tidak terjadi penggumpalan antar partikel serbuk.

Pembuatan Ekstrak Wortel-VCO

Pembuatan ekstrak wortel-VCO dilakukan dengan metode ekstraksi yang dilakukan dalam satu wadah

sehingga akan ada beberapa komponen yang dapat terekstrak secara langsung dalam satu wadah. Teknik ekstraksi tersebut biasanya disebut dengan *one-pot*. Keuntungan dari reaksi *one-pot* ini adalah efektif terhadap biaya, waktu reaksi yang pendek, efisiensi energi, dan ramah lingkungan (Patel dkk., 2017). Metode ekstraksi yang dilakukan adalah maserasi. Metode maserasi merupakan metode yang paling sederhana jika dibandingkan dengan metode ekstraksi yang lainnya. Mekanisme kerja maserasi yaitu sesuai dengan prinsip *like dissolves like* (Voight, 1994).

Pemilihan pelarut berdasarkan polaritasnya akan dapat memudahkan pemisahan bahan dalam sampel dan proses isolasinya akan menjadi lebih efektif. Pada penelitian ini pelarut yang digunakan adalah VCO. Pada penelitian ini digunakan VCO sebagai pelarut wortel dikarenakan kandungan dalam wortel larut dalam minyak nabati (Ghazali dkk., 2009). Asam laurat dalam VCO memiliki polaritas rendah sehingga semakin polar suatu fase minyak maka semakin mudah kelarutannya dalam air. Akibatnya fase minyak yang membawa zat aktif tersebut akan lebih mudah berinteraksi satu sama lain dan saling menggabungkan diri. Hal ini mengakibatkan semakin luas permukaan zat aktif yang harus dilingkupi oleh surfaktan untuk menurunkan tegangan permukaan. Selama proses maserasi, sampel yang diekstrak terhindar dari paparan sinar matahari secara langsung. Penghindaran cahaya ini untuk mencegah reaksi yang dikatalisis oleh cahaya yang dapat menyebabkan perubahan warna dan tidak memaksimalkan proses absorpsi. Proses maserasi dilakukan pada suhu ruang, tidak perlu dilakukan pemanasan atau pendinginan.

Waktu maserasi yang digunakan adalah selama 48 jam (2 hari). Menurut penelitian yang telah dilakukan Juniarti (2016) waktu maserasi untuk mendapatkan kadar karotenoid yang optimal adalah selama 2 hari. Diperkirakan waktu tersebut adalah waktu optimal maserasi untuk mendapatkan kadar karotenoid yang optimal. Proses maserasi tidak dilakukan lebih lama lagi karena jika terlalu lama dan melewati batas optimum dikhawatirkan senyawa dalam zat terlarut akan hilang atau rusak. Serbuk wortel yang akan dimaserasi harus tercelup ke dalam VCO secara keseluruhan agar senyawa dalam wortel dapat terekstrak secara optimal pada VCO.

Ekstrak wortel-VCO yang dihasilkan berwarna jingga cerah, yang menandakan bahwa kandungan β -karoten dalam wortel sudah terabsorb dalam VCO. Perubahan warna tersebut menandakan bahwa VCO dapat melarutkan β -karoten dalam wortel. Volume hasil maserasi diperoleh sebesar 350 ml.

Pada proses ekstraksi tidak ditambahkan alkohol dan sejenis turunannya. Hal ini dikarenakan penggunaan alkohol jika dikonsumsi dalam jangka panjang akan menimbulkan penyakit seperti penyakit jantung. Alkohol sangat cepat diserap oleh darah sehingga akan cepat diedarkan ke seluruh tubuh dan dibakar menghasilkan $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan kalori. Proses kerja tersebut dapat memberikan pengaruh buruk untuk jantung karena dapat mengurangi kontraktilitas otot jantung dan menurunkan tekanan darah. Apabila suplemen pro-vitamin A ini mengandung alkohol maka saat dikonsumsi oleh anak harus sangat hati-hati, karena anak sangat peka terhadap alkohol (Mursyidi, 2002).

Sediaan Nanoemulsi

Pembuatan sediaan nanoemulsi dilakukan menggunakan *low energy* dan *high energy*. Proses pembuatan sediaan nanoemulsi yang pertama adalah pembentukan emulsi secara *low energy* yang akan dihasilkan suatu mikroemulsi secara spontan, akan tetapi sediaan mikroemulsi yang diperoleh kestabilannya relatif rendah walaupun kenampakan secara fisik jernih. Oleh karena itu, pembuatan sediaan nanoemulsi dilanjutkan secara *high energy* yang dapat memudahkan terbentuknya sediaan nanoemulsi dengan ukuran droplet yang kecil <100 nm yang mana memiliki kenampakan jernih dan kestabilan tinggi karena tidak mengalami pemisahan. Hasil sediaan nanoemulsi yang diperoleh kemudian dikarakterisasi pH, turbiditas, viskositas, ukuran, beta-karoten dan mineralnya. Setelah itu, hasil karakterisasi diolah menggunakan metode Taguchi untuk mengetahui faktor-faktor yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pembuatan nanoemulsi.

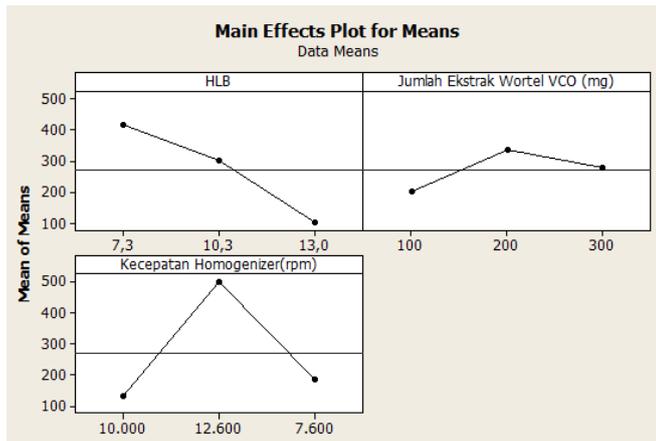
Metode ini merupakan metode yang baru dalam bidang teknik dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas produk, proses, menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin (Muharom dan Siswadi, 2015). Metode taguchi merupakan salah satu metode yang biasa digunakan pada kegiatan *Off-line quality control* pada tahap desain suatu proses produksi. Hal ini dapat diartikan bahwa produk yang mempunyai karakteristik mutu yang hanya memenuhi spesifikasi toleransi tidak cukup sebagai hasil produk yang ideal (Harahap dkk., 2018). Oleh karena itu metode ini cukup efektif dalam peningkatan kualitas dan dapat mengurangi biaya produksi atau penelitian. Rekrayasa kualitas yang diusulkan dalam metode taguchi bertujuan agar performansi produk atau prosesnya tidak sensitif atau tangguh terhadap faktor yang sulit dikontrol atau sulit dikendalikan (Zayendra dkk., 2016).

Tabel 3. Karakterisasi ekstrak wortel-VCO

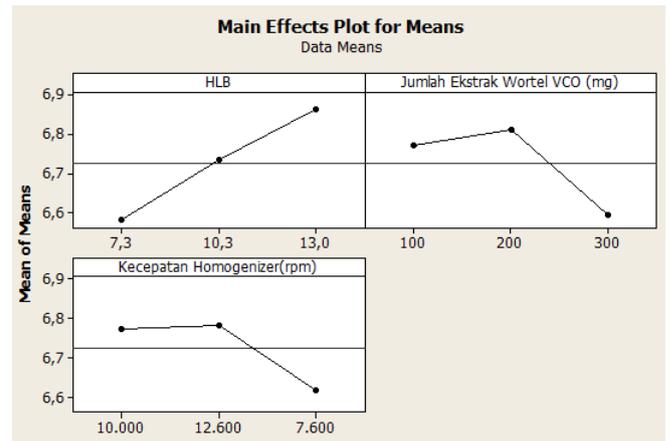
Karakterisasi	Nilai
Warna	Jingga cerah
Bentuk	Cairan kental
Aroma	Khas wortel

Pengolahan data hasil Taguchi dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut. Pada penelitian ini dipakai *signal-to-noise ratio* (SNR) dalam metode Taguchi untuk mengevaluasi kualitas dari suatu produk. Istilah "*signal*"

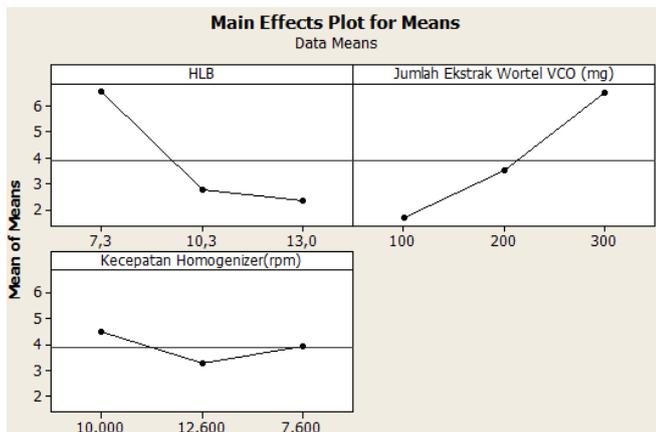
adalah nilai yang diinginkan sebagai karakteristik hasil sedangkan istilah "*noise*" adalah nilai yang tidak diinginkan sebagai karakteristik hasil. Rasio S/N adalah parameter untuk mengukur tingkat kinerja sekaligus stabilitas kinerja



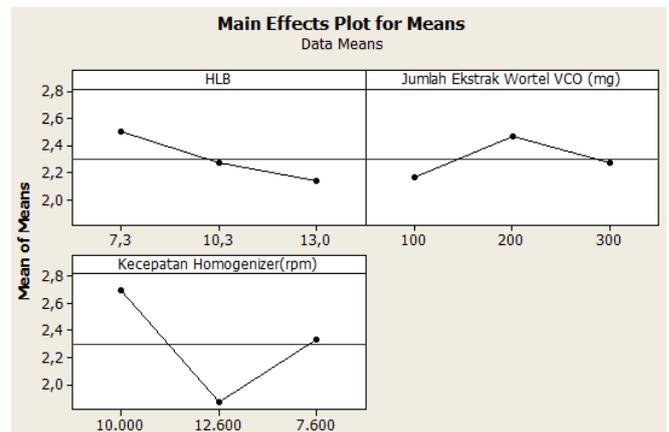
(a)



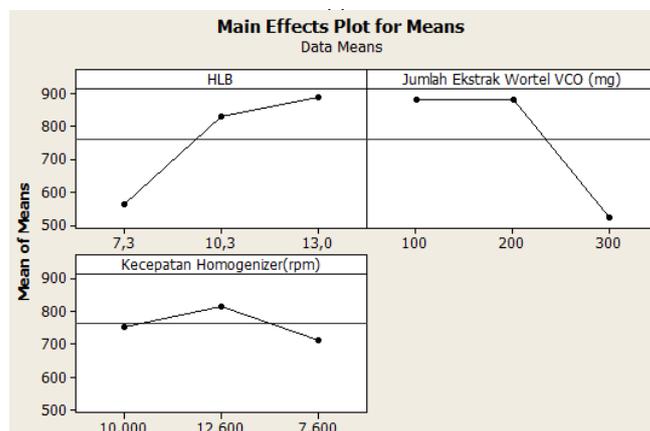
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 1. Grafik *hydrophilic-lipophylic balance* (HLB), Jumlah ekstrak wortel-VCO, dan Kecepatan Homogenizer terhadap (a) ukuran partikel (b) pH, (c) turbiditas, (d) viskositas, dan (e) beta-karoten

dari karakteristik hasil terhadap gangguan faktor *noise*. Ukuran nanoemulsi diharapkan sekecil mungkin, sehingga SNR yang dipilih yaitu *smaller is better* sesuai dengan grafik pada Gambar 1. Pada Gambar 1 menunjukkan hasil dari sediaan nanoemulsi yang memiliki sediaan yang paling stabil. Grafik dibawah merupakan perbandingan antara variasi yang digunakan pada sb x dan hasil kestabilan sediaan pada sb y. Dimana pada tabel dijelaskan bahwa sediaan yang stabil ditunjukkan pada grafik yang memiliki kestabilan tertinggi.

Pada penelitian ini, interpretasi menggunakan prinsip *smaller is better*, dimana sediaan yang memiliki ukuran partikel paling kecil dan jernih adalah sediaan yang terbaik dan stabil. Apabila didasarkan pada Gambar 1(a) maka diperoleh hasil pengaruh terhadap ukuran partikel dipengaruhi oleh HLB dan kecepatan homogenizer. Secara umum, ukuran partikel terkecil diperoleh dengan perpaduan HLB 13, kecepatan homogenizer 10.000 rpm, dan jumlah ekstrak wortel-VCO 100 mg. Pada Gambar 1(b) diketahui bahwa pH dipengaruhi oleh HLB, kecepatan homogenizer, dan jumlah ekstrak wortel-VCO. Secara umum, pH terbaik didapatkan dengan perpaduan HLB 7,3, jumlah ekstrak wortel-VCO 300 mg, dan kecepatan homogenizer 7.600 rpm. Pada Gambar 1c diketahui bahwa turbiditas dipengaruhi oleh HLB dan jumlah ekstrak wortel-VCO. Secara umum, turbiditas terkecil diperoleh dengan perpaduan HLB 13, kecepatan homogenizer 12.600 rpm, dan jumlah ekstrak wortel-VCO 100 mg. Pada Gambar 1(d) diketahui bahwa viskositas dipengaruhi oleh kecepatan homogenizer. Secara umum, viskositas terkecil diperoleh dengan perpaduan HLB 13, kecepatan homogenizer 12.600 rpm, dan jumlah ekstrak wortel-VCO 100 mg. Pada Gambar e diketahui bahwa beta-karoten dipengaruhi oleh HLB dan jumlah ekstrak

wortel-VCO. Secara umum, viskositas terkecil diperoleh dengan perpaduan HLB 7,3, kecepatan homogenizer 7.600 rpm, dan jumlah ekstrak wortel-VCO 300 mg. Kecepatan homogenizer pada grafik 1 tidak urut dari nilai kecil ke besar karena sistem membaca data yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap ukuran nanoemulsi. Pada penelitian ini, faktor yang mempengaruhi ukuran partikel dalam setiap formula nanoemulsi adalah nilai HLB dan kecepatan homogenizer seperti yang disajikan pada Gambar 1(a), akan tetapi menurut Jusnita (2014) faktor yang mempengaruhi ukuran partikel nanoemulsi adalah kecepatan dan lama pengadukan yang digunakan. Kedua faktor tersebut menurut Jusnita akan menghasilkan ukuran partikel pada sediaan nanoemulsi yang kecil. Ukuran partikel yang semakin kecil disebabkan karena adanya peningkatan gaya yang diberikan. Kecepatan putar yang semakin tinggi akan meningkatkan gaya geser yang diterima oleh fluida, sehingga menyebabkan minyak terpecah menjadi ukuran doplet yang semakin kecil. Apabila pengadukan terlalu lambat, maka komponen bahan akan sulit menjadi homogen karena kurangnya tumbukan antar partikel. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat satu faktor yang tidak mempengaruhi ukuran partikel dari hasil penelitian yaitu lama pengadukan. Faktor lama pengadukan tidak berpengaruh terhadap ukuran partikel nanoemulsi hasil penelitian, karena lama pengadukan tidak termasuk dalam faktor variasi yang digunakan dalam penelitian sehingga lama pengadukan untuk setiap formula nanoemulsi dibuat sama atau konstan yaitu selama 105 menit mulai dari *stirrer* 40 menit, homogenizer 15 menit, sonikasi *water bath* 20 menit dan ultrasonikasi 30 menit.

Faktor yang mempengaruhi jumlah kandungan beta-karoten dalam setiap formulasi nanoemulsi pada

Tabel 2. Pengaruh variasi terhadap berbagai parameter pada sampel

Variasi	HLB	Ukuran (nm)	PI	pH	Turbiditas (cm ⁻¹)	Viskositas (cP)	Beta-Karoten (µg/ 100 g)	Mineral K (µg/L)
A	7,3	121,8	0,305	6,18	4,48	2,5	757,8	0,048
B	7,3	186,7	0,216	6,85	7,36	3,1	576,94	0,058
C	7,3	226,2	0,271	6,71	7,83	1,9	358,03	0,068
A	10,3	65,9	0,311	7,03	0,46	2,4	926,89	0,058
B	10,3	121,9	0,199	6,54	1,83	2,1	1130,12	0,048
C	10,3	178,2	0,271	6,63	6,05	2,3	442,2	0,058
A	13	73,4	0,438	7,1	0,14	1,6	967,65	0,058
B	13	105,3	0,429	7,04	1,29	2,2	946,63	0,048
C	13	165,0	0,373	6,44	5,61	2,6	762,57	0,087

Karakterisasi Suplemen Nanoemulsi

penelitian ini disajikan pada Gambar 1(e) yaitu nilai HLB dan jumlah ekstrak wortel VCO. Hasil yang diperoleh ini telah sesuai karena ekstrak wortel VCO adalah satu-satunya komponen dalam nanoemulsi yang mengandung beta-karoten, sehingga apabila penambahan ekstrak wortel VCO semakin banyak maka kandungan beta karoten dalam nanoemulsi juga akan semakin banyak. Nilai HLB juga mempengaruhi kandungan beta-karoten dalam nanoemulsi karena semakin kecil nilai HLB yang digunakan maka nanoemulsi yang terbentuk akan bersifat lipofilik sehingga dapat melarutkan beta-karoten dengan sempurna di dalam nanoemulsi. Dengan demikian, akan diperoleh sediaan nanoemulsi yang bersifat homogen.

Berdasarkan Tabel 2 secara umum, nanoemulsi yang mempunyai karakterisasi terbaik secara kuantitatif dan kualitatif adalah HLB 10,3 A. Pada HLB tersebut, mempunyai ukuran partikel yang tergolong nano, meskipun pada HLB 13 B memiliki ukuran partikel yang lebih kecil namun secara turbiditas tidak memenuhi standar kestabilan emulsi yang semestinya kurang dari 1 cm^{-1} . Sediaan nanoemulsi yang dihasilkan merupakan tipe emulsi o/w, dimana pada saat dikarakterisasi menggunakan mikroskop partikel minyak berada di dalam fasa air seperti pada Gambar 2. Gambar 2 tersebut menunjukkan bahwa fase minyak telah terdispersi dalam fase air, sehingga nanoemulsi yang dihasilkan merupakan tipe nanoemulsi *oil in water* (O/W). HLB 10,3 A memiliki nilai pH sebesar 7,03 dimana pH tersebut layak untuk dikonsumsi dalam tubuh manusia, karena pH dalam mulut yang cocok berkisar 6,5-7, perut 1,5-6, usus 5-7, dan pH darah berkisar 6,8-7 sehingga pH 7,03 dari HLB 10,3 dapat terlarut dalam darah serta dapat diedarkan ke seluruh tubuh. Nilai PI menyatakan keseragaman dan homogenitas ukuran dari droplet. Berdasarkan nilai PI yang telah diperoleh dari hasil pengujian menunjukkan bahawa ukurannya homogen dan seragam. Jusnita (2014) menyatakan bahwa nanoemulsi dikatakan terbentuk jika ukuran diameter partikel $< 200\text{ nm}$ dengan nilai indeks polidispersitas $0,2 < \text{PdI} < 0,6$ yang akan stabil dari kemungkinan terjadinya pertumbuhan partikel

dan pemisahan gravitasi. Pada penelitian ini nilai PdI masih berada pada rentang tersebut, sehingga sediaan nanoemulsi yang dihasilkan menggunakan energi tinggi cukup stabil.

Viskositas yang dihasilkan pada HLB 10,3 A sebesar 2,4 cP, dimana viskositas adalah sifat aliran emulsi suatu sediaan. Nilai viskositas yang besar menyebabkan suplemen menjadi kental, sulit didispersikan, dan sukar untuk dituang sehingga dapat mempengaruhi penerimaan suplemen dalam tubuh. Hal ini dapat dibuktikan bahwa suplemen pro-vitamin A yang dihasilkan cocok menjadi suplemen berpotensi mencegah KVA dengan kemudahannya masuk dalam tubuh tanpa meninggalkan rasa lendir di dalam tenggorokan.

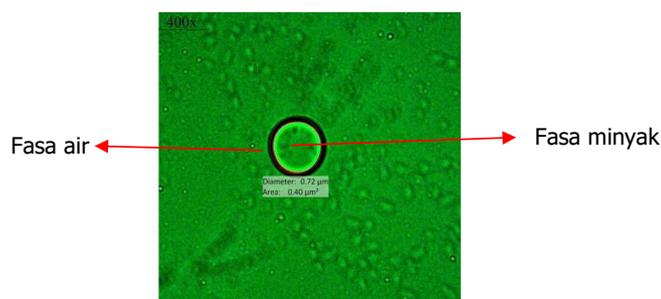
Kandungan beta-karoten dalam wortel sangat menonjol diantara tanaman umbi yang lain. Hal ini dibuktikan dengan pengukuran beta-karoten dalam suplemen pro-vitamin A menggunakan spektrometer diperoleh rata-rata kandungan beta-karoten pada HLB 10,3 A sebesar $926,89\mu\text{g}/100\text{ g}$. Kebutuhan vitamin A pada balita adalah sebesar 375-450 $\mu\text{g}/\text{perhari}$ sehingga suplemen pro-vitamin A ini dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan vitamin A pada balita. Hal ini disebabkan karena balita hanya membutuhkan suplemen pro-vitamin A sebesar 40,5 g/perhari untuk memenuhi kebutuhan vitamin A. Beta-karoten yang terdapat dalam wortel akan menjadi sumber pro-vitamin A yang mana ketika dikonsumsi dan dicerna dalam tubuh berubah menjadi vitamin A yang aktif. Karakterisasi kandungan mineral dalam suplemen ditentukan dengan menggunakan AAS, pada HLB 10,3 A mineral K sebesar $0,058\mu\text{g}/\text{L}$.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian diperoleh sediaan nanoemulsi dengan tipe o/w dibuktikan pada formulasi suplemen nanoemulsi yang baik yaitu pada HLB 10,3 A. Pada formulasi tersebut, diperoleh hasil karakterisasi berupa ukuran partikel 65,9 nm dengan PI 0,311, nilai pH 7,03, turbiditas $0,46\text{ cm}^{-1}$, viskositas 2,4 cP, beta-karoten $926,89\mu\text{g}/100\text{ g}$, dan mineral K sebesar $0,058\mu\text{g}/\text{L}$. Dengan demikian, sediaan nanoemulsi yang dibuat berpotensi sebagai suplemen pro-vitamin A untuk mencegah KVA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Kemeristekdikti yang telah memberikan dana hibah penelitian melalui program kreativitas mahasiswa yaitu pada Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional tahun 2019. Ucapan terima kasih juga kepada Prof. Dr. Bambang Setiaji selaku senior konsultan dari penelitian ini.



Gambar 2. Karakterisasi tipe emulsi dengan mikroskop

KONFLIK KEPENTINGAN

Dalam penelitian ini tidak ada mengenai adanya konflik kepentingan pribadi ataupun antar sesama penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Achadi, E., Arifah, S., Muslimatun, S., Anggondowati, T., & Setiarini, A. (2010). Efektivitas program fortifikasi minyak goreng dengan vitamin A terhadap status gizi anak sekolah di Kota Makasar. *J. Kesehat. Masy. Nas.*, 16424, 255–261.
- Agustinisari, I., Yuli P. E., Harimurti, N., & Yuliani, S. (2014). Aktivitas antimikroba nanoemulsi minyak biji pala. *J. Pascapanen*, 11, 1–8.
- Allen, V. L., Popovich, N. G., & Ansel, H.C. (2005). *Ansel's Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems* (8th ed.). Baltimore, Md: Lippincott Williams & Wilkins. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1636965/>
- Burton, J. L. (2007). *Oxford Concise Medical Dictionary* (7th ed.). New York: Oxford University Press.
- Ghazali, H. M., Tan, A., Abdulkarim, S. M., & Dzulkifly, M. H. (2009). Oxidative stability of virgin coconut oil compared with RBD palm olein in deep-fat frying of fish crackers. *J. Food, Agric. Environ.*, 7, 23–27.
- Harahap, H. (2004). Masalah gizi mikro utama dan tumbuh kembang anak di Indonesia. *Makal. Pribadi Falsafah Sains*, 1–8. https://www.rudyc.com/ppp702-ipb/09145/heryudarini_harahap.pdf
- Harianto, M. N. S., Wardani, A. K., & Sutrisno, A. (2014). Penanggulangan Malnutrisi pada anak-anak melalui pembuatan "Stiff Oorid Mango" dengan bahan baku lokal kenya. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(4), 268–277.
- Herman, S. (2007). Masalah kurang vitamin A (KVA) dan prospek penanggulangannya. *Media Litbang Kesehatan*, 17(4), 40-44. <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/MPK/article/view/824>
- Indirasvari, N., Permana, I. D. G. M., & Suter, I. K. (2018). Stabilitas mikroemulsi VCO dalam air pada variasi HLB dari tiga surfaktan selama penyimpanan. *J. Ilmu dan Teknol. Pangan*, 7, 184–191. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i04.p05>
- Juniarti, M. F. (2016). Kajian konsentrasi pelarut aseton dan lama waktu maserasi terhadap karakteristik pigmen karotenoid buah campolay (*Pouteria campechiana*) sebagai zat warna alami. [Skripsi, Universitas Pasundan]. Repository Unpas. <http://repository.unpas.ac.id/id/eprint/11931>
- Jusnita, N. (2014). Produksi nanoemulsi ekstrak temulawak dengan metode homogenisasi. [Tesis, Institut Pertanian Bogor]. IPB University Scientific Repository. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/71104>
- Lietz, G., Henry, C. J. K., Mulokozi, G., Mugyabuso, J. K. L., Ballart, A., Ndossi, G. D., Lorri, W., & Tomkins, A. (2001). Comparison of The Effects of Supplemental Red Palm Oil and Sunflower Oil on Maternal Vitamin A Status. *Am. J. Clin Nutr*, 74(50), 1–9. <https://doi.org/10.1093/ajcn/74.4.501>
- Marriott, J. F. & Park, S.H. (1996). *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*. London: Chapman&Hill.
- Muharom & Siswadi. (2015). Desain eksperimen Taguchi untuk meningkatkan kualitas batu bata berbahan baku tanah liat. *Jemis*, 3(1), 43–46. <https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2015.003.01.7>
- Mursyidi, A. (2002). Alkohol dalam obat dan kosmetika. *TARJIH*, 4, 26–36.
- Patel, G. K., Misra, N. M., Vekariya, R. H., & Shettigar, R. R. (2017). One-pot multicomponent synthesis in aqueous medium of 1,4-dihydropirano[2,3-c]-5carbonitrile and derivatives using a green and reusable nano-SiO₂ catalyst from agricultural waste. *Research Chemical Intermediete*.
- Permana, L. D. G. M. & Suhendra, L. (2015). Optimasi konsentrasi VCO dalam mikroemulsi O/W dengan tiga surfaktan sebagai pembawa senyawa bioaktif. *Media Ilm. Teknol. Pangan*, 2, 106–114. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/pangan/article/view/18724>
- Rahmaniyah, D. N. K. (2018). Perbandingan Formulasi Sistem Nanoemulsi dan Nanoemulsi Gel Hidrokortison dengan Variasi Konsentrasi Fase Minyak Palm Oil. [Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang]. <http://etheses.uin-malang.ac.id/13390/1/13670001.pdf>
- Ruwanti, S. (2010). Optimasi kadar β-Karoten pada proses pembuatan tepung ubi jalar oranye (*Ipomoea batatas* L.) dengan menggunakan response surface methodology (RSM). [Skripsi, Universitas Sebelas Maret].
- Sommer, A. & West, K.P. (1998). Vitamin A deficiency: Health, survival, and vision. *Am. J. Epidemiol*, 147(7), 1175–1176. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009416>
- Voight, R. (1994). *Buku Pengantar Teknologi Farmasi*, diterjemahkan oleh Soedani. Edisi V. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- West, K. P. (2002). Extent of vitamin A deficiency among preschool children and women of reproductive age. *The Journal of Nutrition*, 132(9), 2857S–2866S, <https://doi.org/10.1093/jn/132.9.2857S>

Yuliani, S. H., Hartini, M., Stephanie, Pudyastuti, B., & Istyastono, E. P. (2016). Perbandingan stabilitas fisis sediaan nanoemulsi minyak biji delima dengan fase minyak long-chain triglyceride dan medium-chain triglyceride. *Tradit. Med. J.*, 21, 93–98.

Zayendra, S., Yozza, H., & Maiyastri. (2016). Penerapan metode Taguchi untuk optimalisasi hasil produksi roti di usaha roti Meyza Bakery, Padang Sumatera Barat. *J. Mat. UNAND*, 5, 113–121.