

# Desain Produk Suplemen Labu dan Minyak Sawit Merah untuk Pencegahan Kekurangan Vitamin A

Anton Rahmadi, Ilyas, Sukmiyati Agustin, Miftakhur Rohmah, Bernatal Saragih

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

**Abstract.** Tema sentral di sektor pangan adalah pemenuhan gizi melalui pemberdayaan pangan lokal. Gizi buruk seperti kekurangan vitamin A merupakan permasalahan yang hingga kini belum tuntas ditangani. Desain produk suplemen labu dan minyak sawit merah merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi kekurangan vitamin A sekaligus menjawab tantangan pemberdayaan pangan lokal. Kedua bahan baku secara alamiah mengandung pro-vitamin A dalam kadar yang sangat tinggi, tetapi kurang terutilisasi dalam pemanfaatan aspek fungsional. Produk hasil desain yaitu 90% labu dan 10% minyak sawit merah, yang kemudian diencerkan 1:4 dengan air, secara umum dapat diterima konsumen dengan ciri produk manis, agak asam, tidak terasa pahit, tidak tercium aroma tengik dan tidak terasa mentah. Dari sisi fungsional, produk ini memiliki konsentrasi trans  $\beta$ -karoten  $141,65 \pm 0,46$  mg/L atau setara 236,667 UI aktivitas vitamin A. Dosis yang dapat diberikan untuk dewasa, ibu melahirkan dan ibu menyusui adalah maksimal 15 mL per konsumsi, sementara dosis untuk anak-anak adalah maksimal 5 mL per konsumsi. Perhitungan dosis dilakukan dengan asumsi produk akan dikonsumsi sebanyak tiga kali per hari. Emulsi labu dan minyak sawit dapat dibuat dengan biaya Rp. 15.000 pada basis produksi 500 mL. Pengembangan produk suplemen berkaitan dengan upaya intervensi gizi buruk lainnya dapat dilakukan dengan cara serupa, yaitu memanfaatkan produk lokal hasil bumi Indonesia

**Kata kunci :** *vitamin A, suplemen, karoten*

## PENDAHULUAN

Seiring dengan program pemerintah tentang kedaulatan pangan dan pemberdayaan produk lokal, diperlukan suatu upaya diversifikasi produk yang juga ditujukan untuk mencegah masalah akibat gizi buruk, misalnya kekurangan vitamin A. Berdasarkan data yang disampaikan Nadya [1], di Indonesia terdapat satu orang per menit yang mengalami kebutaan akibat kurang vitamin A. Cakupan program vitamin A secara nasional berkisar 85-90% untuk balita dan 60-75% untuk ibu nifas (Nadya [1]).

Masalah ini berkomplikasi dengan ketidakseimbangan konsumsi ataupun kemiskinan dan keterpencilan yang menyebabkan masyarakat tidak mampu mengakses suplemen kaya vitamin A, umumnya merupakan produk impor. Sebenarnya, sumber-sumber vitamin A dalam bentuk karotenoid dapat diperoleh dari laut berupa minyak ikan, atau darat berupa sayuran, buah-buahan, dan telur. Desain produk suplemen lokal kaya vitamin atau pro-vitamin A kombinasi pangan lokal yaitu labu dan minyak sawit merah menjadi signifikan. Ini disebabkan potensi wilayah Indonesia sebagai pusat produksi kelapa sawit sekaligus tanaman hortikultura seperti labu.

Penelitian terkait labu sebagai suplemen telah dimulai 20 tahun silam oleh Setyahartini [2], sementara produk diet kaya minyak sawit telah disampaikan oleh Wulandari [3] dan Bell et al. [4]. Untuk mengembangkan upaya-upaya terdahulu, Rahmadi et al. [5] mendesain produk emulsi dengan bahan

baku labu dan minyak sawit merah yang telah dibiayai oleh Pemerintah Propinsi Kalimantan Timur sebagai salah satu penelitian unggulan daerah.

Berkaitan dengan misi yang ingin disampaikan buku ini, tulisan disajikan dalam kerangka penyediaan informasi dan ide kepada generasi muda terkait potensi riset dan pengembangan produk berbasis lokal di Indonesia. Pada bagian awal akan dijelaskan tentang vitamin A berkaitan dengan karotenoid, sintesis karoten pada tumbuhan, sumber-sumber vitamin A, intervensi vitamin A, dan dosis vitamin A. Bagian selanjutnya menjelaskan proses desain produk emulsi, uji penerimaan produk, uji kadar karotenoid, analisis biaya produksi, dan perhitungan dosis.

## VITAMIN A

Vitamin A merupakan salah satu zat gizi mikro esensial yang dibutuhkan oleh tubuh untuk mendukung pertumbuhan, pemeliharaan penglihatan, dan perkembangan sel juga embrio (Tang [6]). Dalam klasifikasi vitamin, vitamin A atau yang biasa disebut retinol merupakan salah satu vitamin yang larut dalam lemak/minyak, sehingga seringkali ditemukan pada produk berbasis minyak dan lemak, seperti susu, telur, hati dan minyak hati, serta mentega.

Kekurangan vitamin A sudah diindikasikan terjadi di komunitas balita dari masyarakat Indonesia, utamanya di Kalimantan Timur, sejak dua dekade yang lalu berdasarkan hasil penelitian Setyahartini [2]. Padahal, Kalimantan Timur memiliki potensi buah-buahan dan sayuran yang kaya akan karotenoid. Labu (*Cucurbita moschata*) adalah salah satu tanaman hortikultura yang banyak ditemukan di Kalimantan Timur. Produk kaya karotenoid merupakan salah satu pasar makanan fungsional yang memiliki tingkat penjualan yang tinggi (Rahmadi et al. [5]).

## KAROTENOID SEBAGAI PRO-VITAMIN A

Selain dalam bentuk aktif (retinol), terdapat prekursor vitamin A, yaitu karotenoid yang ditemukan pada kloroplas tanaman dan berfungsi sebagai katalisator dalam fotosintesis. Karotenoid umum terdapat di alam dan merupakan antioksidan alami larut lemak. Karotenoid, selain sebagai prekursor vitamin A, juga berperan dalam pemberian warna pada beberapa jenis buah, sayuran, dan kerang-kerangan (Jaswir et al. [7]).

Di dalam tubuh, selama masa penyerapan, karotenoid akan dikonversi menjadi retinol. Aktivitas pro-vitamin A dari  $\beta$ -karoten terjadi secara enzimatik di dalam mukosa intestinal melalui bantuan enzim dioksigenase menjadi senyawa retinal yang kemudian direduksi menjadi retinol (Groeber [8]). Aktivitas antioksidan karotenoid diperoleh dari senyawa likopen,  $\beta$ -karoten, dan lutein yang semuanya membantu proses penghambatan peroksidasi lemak dengan mekanisme peningkatan resistensi low density lipoprotein (LDL) dari proses oksidasi. Perlindungan oksidatif terhadap cahaya ditemukan pada proses penghambatan inflamasi sel kulit dan pembentukan katarak. Efek antioksidatif selanjutnya diperoleh dengan cara inaktivasi oksigen singlet pada sitoplasma (Groeber [8]).

Salah satu bentuk karotenoid yang paling aktif adalah  $\beta$ -karoten, sebuah padatan berwarna merah dengan ukuran molekul yang lebih besar bila dibandingkan dengan retinol dan merupakan hidrokarbon tak jenuh, bukan alkohol (Lean [N]).  $\beta$ -karoten merupakan salah satu prekursor vitamin A, dicirikan dengan cincin  $\beta$ -ionon (Groeber [8]).

Selain  $\beta$ -karoten, lutein, likopen, zeaxanthin, cryptoxanthin, dan  $\alpha$ -karoten juga merupakan karotenoid penting sumber pro-vitamin A (Almatsier [10]). Karotenoid dan turunannya seperti retinol dan asam trans-retinoat memiliki fungsi menjaga kesehatan syaraf pengelihat dan motorik, juga berguna dalam menjaga jalinan komunikasi antar sel syaraf sendiri (Rahmadi [11]). Ayustaningwarno [12] menyebutkan bahwa  $\alpha$ -karoten merupakan antioksidan kuat

yang berpotensi mengurangi resiko beberapa kanker seperti kanker hati, paru-paru, pankreas, dan lambung, selain itu juga berpotensi mengurangi atherosclerosis di dalam arteri.

## SINTESIS KAROTEN PADA TUMBUHAN

Berdasarkan beberapa penelitian (Hannoufa dan Hossain [13]; Norman [14]; Setyahartini [2]), karotenoid dapat dibiosintesis dari asam asetat, asam absisat dan D-glukosa melalui proses kondensasi enzimatik yang ketiganya akan bertemu pada jalur farnesil pirofosfat untuk kemudian membentuk  $\beta$ -karoten. Pembentukan karotenoid ini berbanding lurus dengan kematangan buah dan berbanding terbalik dengan kadar klorofil daging buah. Semakin tua, kadar karotenoid buah akan semakin meningkat, sementara kadar klorofilnya menurun. D-glukosa dan asam asetat diubah melalui jalur terpenoid membentuk GGPP dan selanjutnya fitoen dengan rantai C-40 (Hannoufa dan Hossain [13]; Setyahartini [2]). Dehidrogenasi, siklisasi, dan isomerasi fitoen akan menghasilkan isomer-isomer senyawa karotenoid. Isomer  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\tau$ -, dan  $\delta$ -karoten terdapat pada daging buah labu merah secara bersamaan. Pada pematangan buah, peningkatan karoten juga diikuti dengan penurunan kadar glukosa, fruktosa, dan sukrosa, serta asam askorbat. Ditinjau dari siklus biosintesis karotenoid, perubahan D-glukosa menjadi  $\beta$ -karoten menjelaskan sebab penurunan kadar glukosa di buah labu matang (Hannoufa dan Hossain [13]).

Sintesis karoten pada pematangan buah dipengaruhi oleh iklim yang terdiri dari komposisi gas di udara, cahaya ultraviolet, dan suhu. Selain itu, kandungan mineral tanah dan varietas tanaman. Pemberian senyawa pengontrol aktivitas enzim seperti difenil amin, 2-hidroksi bifenil, dan 9-feroorema akan menghambat dehidrogenasi fitofluen, tetapi memacu siklisasi dan isomerase karoten. (Setyahartini [2])

## SUMBER VITAMIN A

Sumber-sumber vitamin A secara umum banyak terdapat pada sayuran, buah-buahan, hati, minyak ikan, dan kuning telur. Dilihat dari sumbernya, minyak hati ikan dan minyak sawit merah merupakan penyedia terbesar yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku produk emulsi kaya pro-vitamin A.

## LABU

*Cucurbita moschata* dikenal sebagai labu merah atau labu kuning. Labu kuning, dikenal di Kalimantan Timur dan Selatan sebagai waluh, merupakan tumbuhan menjalar yang

memiliki potensi tinggi sebagai penyedia mikronutrien  $\beta$ -karoten. Labu kuning mudah ditanam dan dipelihara. Disamping kandungan  $\beta$ -karoten yang cukup tinggi, buah labu kuning memiliki daya tahan yang kuat dan dapat disimpan dalam waktu yang lama tanpa mengurangi kualitas. Labu dapat memiliki umur simpan mencapai enam bulan setelah dipanen, asalkan kulit buah tidak mengalami kerusakan dan tempat penyimpanan bersih dan tidak lembab (Santosa dan Kusumayanti [15]).

Labu memiliki komposisi dominan karbohidrat dalam bentuk senyawa fruktosa, glukosa, sukrosa, maltosa, selulosa, pektin dan oligosakarida lainnya. Labu memiliki kandungan lemak sekitar 0,3 g/100 g buah dalam bentuk senyawa tidak berbau, tidak berwarna, namun mudah teroksidasi pada pH netral. Karoten pada labu terdapat pada daging buah yang didominasi oleh  $\beta$ -karoten sekitar 832  $\mu\text{g/g}$  buah, atau 37,2 % total karoten dari buah labu (Setyahartini [2]).

Schoefs [16] menyebutkan bahwa karotenoid merupakan salah satu komponen pigmen yang umum ditemukan di sayuran dan buah-buahan. Setyahartini [2] menemukan beberapa komponen karotenoid di dalam labu seperti  $\beta$ -karoten dan cucurbitaxanthin. Penelitian terbaru (Jacobo-Valenzuela et al. [17]) menghasilkan karakterisasi kimia dan fisikokimia dari *C. moschata*, dimana kadar total serat sebanyak 19,1%, pektin 7,3%, dan karotenoid 2,7 mg  $\beta$ -karoten/g produk. Dari sisi mineral, daging buah *C. moschata* unggul dalam kandungan K sebanyak 42,194 g/kg, Ca sebanyak 6,685 g/kg, dan P sebanyak 3,040 g/kg. Buah-buahan, termasuk labu, memiliki karakteristik sensoris, kandungan  $\beta$ -karoten dan antioksidan (dalam %DPPH) yang berkaitan dengan kualitas kultivar yang ditanam (Gajewski et al. [18]).

Menurut Wijayakusuma [19] labu kuning menyimpan beragam manfaat bagi kesehatan karena mengandung Vitamin A, B1, B2, C, lemak tak jenuh, protein, dan mineral. Berdasarkan penelitian terdahulu, bioavailabilitas dari sari labu sebagai sumber karotenoid terhadap balita termasuk yang cukup baik dibandingkan dengan sayuran hijau dan wortel (Setyahartini [2]). Ekstrak labu kuning juga mampu

menurunkan kadar kolesterol total, trigliserida, LDL (Low Density Lipoprotein), dan meningkatkan kadar HDL (High Density Lipoprotein) atau kolesterol baik dalam darah dengan memberi 130 g labu atau 40 ml ekstrak labu kuning kepada 27 tikus putih yang sebelumnya diberi diet tinggi lemak (Trubus [20]). Labu kuning juga mengandung inulin dan serat pangan yang sangat dibutuhkan untuk pemeliharaan kesehatan (Ramadhani et al. [21]).

## MINYAK SAWIT

Minyak sawit, berasal dari ekstrak buah sawit (*Elaeis guineensis*), merupakan salah satu sumber karotenoid yang tinggi (Sirait [22]; Rossi et al. [23]). Minyak sawit merah mengandung setidaknya 12 komponen karotenoid dengan komponen dominan  $\alpha$ - dan  $\beta$ -karoten. Komponen lainnya adalah mono- dan di-epoksida,  $\alpha$ - dan  $\beta$ -hidrokarbon isomerik dari karoten, serta fitoene. Konsentrasi  $\alpha$ - dan  $\beta$ -karoten dari minyak sawit yang diperoleh adalah minimum 506 ppm sebelum dibuat menjadi konsentrat (Ng dan Tan, [24]). Pemekatan total karotenoid dengan proses distilasi molekuler mampu menghasilkan 30,000 ppm karotenoid dari minyak sawit merah (Batistella et al, [25]).

Minyak sawit diketahui memiliki nutrisi makro dan mikro yang bermanfaat untuk kesehatan manusia, antara lain  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - karoten, vitamin E (tokoferol dan tokotrienol), likopene, lutein, sterol, asam lemak tidak jenuh dan ubiquinone. (Ayustaningwarno [12]). Karoten terdapat dalam jumlah 500-700 ppm dengan didominasi oleh  $\alpha$  dan  $\beta$ -karoten dengan variasi konsentrasi 1-30%. Syahputra et al. [26] menyebutkan kandungan karoten dalam minyak sawit kasar (CPO) dipengaruhi oleh varietas dan kematangan buah. Kandungan karotenoid CPO dari varietas Tenera berkisar antara 500-700 ppm, sedangkan varietas Dura yang berasal dari Nigeria berkisar antara 800-1600 ppm. Hal ini menjadi perhatian utama setelah adanya persyaratan minimum kadar total karoten sebesar 500 mg/kg CPO dari negara-negara importir.

Tabel 1. Nilai rata-rata kandungan vitamin A dalam makanan

Makanan	Equivalensi Retinol ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )
Makanan yang mengandung retinol	
Minyak hati ikan halibut*	90.000
Minyak hati ikan kod*	18.000
Hati sapi**	13.170
Mentega*	1.059
Kuning telur bebek**	861
Makanan yang mengandung karoten	
Minyak sawit merah*	20.000
Daun pepaya**	5.475
Daun katuk**	3.111
Ubi jalar merah**	2.310
Wortel*	2.233
Labu**	7.385 (UI)

Sumber : \* Almtsier [10], \*\* USDA [41]

Vitamin E juga terdapat pada minyak sawit dengan kisaran konsentrasi 600-1000 ppm, terdapat dalam bentuk tokotrienol (70%) dan tokoferol (30%). Minyak sawit juga mengandung sterol dengan kisaran 250-620 ppm, dengan didominasi oleh  $\beta$ -sitosterol yang bersifat hipokolesterolemik (Basiron [27]).

Minyak sawit merah telah digunakan sebagai intervensi untuk menurunkan prevalensi penyakit terkait defisiensi vitamin A. Misalnya, serum ibu untuk  $\alpha$ -karoten dan  $\beta$ -karoten meningkat dua kali setelah intervensi minyak sawit merah selama 10 hari pada konsentrasi 90 mg setara  $\beta$ -karoten. Hasil ini juga menunjukkan bahwa keterserapan minyak sawit merah adalah 67% lebih baik daripada suplemen  $\beta$ -karoten murni (Canfield et al. [28]). Salah satu penyebab bioavailabilitas minyak sawit merah yang tinggi dibandingkan dengan suplemen  $\beta$ -karoten murni adalah sinergisme antara tokotrienol dan karotenoid sebagai antioksidan di minyak sawit merah (Rossi et al. [23]; Batistella et al. [25]).

Minyak sawit dahulu sering diklaim meningkatkan kolesterol darah dibandingkan dengan minyak jagung, minyak kedelai, minyak biji bunga saff, dan minyak biji bunga matahari. Akan tetapi, total kolesterol endogenus ternyata berkurang. Fenomena ini dijelaskan sebagai peningkatan ketersediaan tokotrienol dengan posisi isomer yang unik dan mampu menurunkan risiko trombosis arteri, aterosklerosis, agregasi platelet, dan sekaligus menurunkan biosintesis kolesterol (Edem [29]). Akan tetapi, diet kaya minyak sawit merah harus diimbangi dengan minyak kaya PUFA,

dikarenakan diet eksklusif minyak sawit (>50% CPO) yang diujikan pada ikan salmon ternyata menurunkan kadar omega-3 dan omega-6 dari ikan salmon (Bell et al. [4]).

## INTERVENSI VITAMIN A

Di negara-negara berkembang, kecenderungan anak-anak mengalami defisiensi vitamin A cukup banyak. Sebagai contoh, di Kongo, Afrika, terdapat 0,7% anak terindikasi rabun senja, 7,7% memiliki titik-titik bitot pada mata (Samba et al. [30]). Di Indonesia pada tahun 2008 terdapat pernyataan bahwa setiap satu menit, terdapat satu orang yang mengalami kebutaan akibat gizi buruk, utamanya karena kurang vitamin A (Nadya [1]). Intervensi vitamin A perlu dilakukan utamanya di daerah pedesaan yang asupan gizinya tidak imbang disebabkan oleh kemiskinan atau keterbelakangan. Serum  $\beta$ -karoten balita di Kalimantan timur setelah intervensi vitamin A menurut Setyahartini [2] meningkat sebesar 30-80  $\mu\text{g}/\text{dl}$  setelah balita mengkonsumsi daging buah labu setara 250-400  $\mu\text{g}$  ekivalen retinol. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang menyatakan bahwa dua minggu pasca intervensi vitamin A dalam dosis tinggi, kadar retinol, retinol terikat protein, hemoglobin, hematokrit, besi darah, dan transferrin meningkat (Bloem et al. [31]).

Model-model intervensi vitamin A menurut WHO [32] terbagi ke dalam tiga kategori: (a) suplementasi, (b) fortifikasi, dan (c) diversifikasi diet. Suplementasi dilakukan

setiap enam bulan untuk balita berusia 6 bulan hingga 5 tahun. Penyediaan vitamin A dosis tinggi terbukti aman, murah, dan efisien dalam mencegah defisiensi vitamin A dan ketahanan balita. Suplementasi juga dapat diberikan kepada ibu menyusui untuk meningkatkan kemampuan bertahan hidup bayi pada usia sangat muda. Selain itu, suplementasi vitamin A bagi ibu juga mengembalikan konsentrasi vitamin A yang umumnya terkikis dalam periode kehamilan dan menyusui (WHO [32]).

Fortifikasi dilakukan di beberapa negara untuk meningkatkan kontrol ketersediaan vitamin A dalam jangka panjang. Produk-produk yang dapat difortifikasi adalah gula, minyak goreng, susu, margarin, makanan balita, dan beberapa jenis tepung. Dalam banyak kasus, fortifikasi baru akan memberikan hasil lebih lama dibandingkan suplementasi. Fortifikasi bertujuan sebagai alat untuk menjaga ketersediaan vitamin A setelah proses suplementasi dilakukan, utamanya di negara-negara Amerika latin untuk anak-anak berusia 6 hingga 24 bulan. Kontrol fortifikasi dilakukan secara reguler melalui lembaga seperti posyandu (WHO [32]).

Diversifikasi diet dilakukan dengan meningkatkan konsumsi sumber-sumber makanan nabati. Diversifikasi makanan ini berpengaruh terhadap 80% dari intake vitamin A di masyarakat negara maju. Peningkatan diversifikasi asupan dari sumber-sumber nabati perlu dilakukan dikarenakan bioavailabilitas dari vitamin A asal nabati sangat baik, misalnya dari buah dan sayuran (WHO [32]).

## DOSIS VITAMIN A

Rekomendasi asupan vitamin A dan nutrisi lain yang disediakan dalam rekomendasi asupan diet (DRIs) bervariasi menurut usia dan jenis kelamin. Batas asupan maksimal (recommended dietary allowance, RDA) untuk vitamin A diberikan sebagai mcg ( $\mu\text{g}$ ) setara aktivitas retinol (RAE) untuk menjelaskan bioavailabilitas yang berbeda antara retinol dan karotenoid sebagai provitamin A. Tubuh akan mengkonversi semua sumber makanan dari vitamin A ke dalam bentuk retinol. Secara fisiologis, 1  $\mu\text{g}$  retinol setara dengan 12  $\mu\text{g}$   $\beta$ -karoten, atau 24  $\mu\text{g}$   $\alpha$ -karoten atau  $\beta$ -cryptoxanthin. Apabila sumber  $\beta$ -karoten berasal dari produk suplemen, tubuh akan mengkonversi 2  $\mu\text{g}$   $\beta$ -karoten untuk 1  $\mu\text{g}$  retinol (Otten et al. [33]).

Bentuk lain dari pengukuran aktivitas vitamin A sebanyak 1 UI dapat diperoleh dengan konversi sebanyak 0,6  $\mu\text{g}$   $\beta$ -karoten, sehingga 20-30 mg  $\beta$ -karoten setara dengan

33.000 – 50.000 UI (Groeber [8]). Dalam perhitungan berbasis nilai equivalen setara retinol (retinolic activity equivalent, RAE) 1 UI retinol setara dengan 0,3  $\mu\text{g}$  RAE, 1 UI  $\beta$ -karoten (suplemen) setara 0.15  $\mu\text{g}$  RAE, 1 UI  $\beta$ -karoten (makanan) setara 0.05  $\mu\text{g}$  RAE, dan 1 UI  $\alpha$ -karoten atau  $\beta$ -cryptoxanthin setara 0.025  $\mu\text{g}$  RAE (Otten et al. [33]).

Asupan maksimal (RDA) vitamin A bagi pria remaja dan dewasa adalah 900  $\mu\text{g}$  RAE atau setara dengan 3.000 UI suplemen retinol. Akan tetapi, RDA ini juga setara dengan 6.000 UI  $\beta$ -karoten dari suplemen, 18.000 UI  $\beta$ -karoten dari makanan, atau 36.000 UI alfa-karoten atau  $\beta$ -cryptoxanthin dari makanan. Diet campuran yang mengandung 900  $\mu\text{g}$  RAE perlu menyediakan antara 3.000 dan 36.000 IU vitamin A, tergantung pada jenis makanan yang dikonsumsi (Otten et al. [33]). Status karotenoid yang baik menurut Groeber [8] adalah  $\beta$ -karoten > 0,4  $\mu\text{mol/L}$  (21  $\mu\text{g/dL}$ ), likopen > 0.5  $\mu\text{mol/L}$ , lutein > 0,6  $\mu\text{mol/L}$ . Seseorang dikatakan menderita defisiensi vitamin A apabila kadar serum  $\beta$ -karotennya < 0,3  $\mu\text{mol/L}$ .

Status vitamin A berdasarkan konsentrasi plasma pada wanita dan pria normal berturut-turut adalah 40-70  $\mu\text{g/dL}$  dan 42,5-83  $\mu\text{g/dL}$  (Groeber [8]), sedangkan dalam Asfianti et al. [34], defisiensi vitamin A terjadi apabila kadar vitamin A serum < 20  $\mu\text{g/dL}$ . Apabila kekurangan vitamin A, penderita akan mengalami buta senja (penurunan fungsi penglihatan), perubahan pada kulit, gangguan pertumbuhan, infeksi, dan keratinisasi sel rasa pada lidah. Namun, konsumsi vitamin A wajib memperhatikan batas maksimal karena kelebihan vitamin A akan memicu beberapa masalah kesehatan seperti pusing, rasa nek, rambut rontok, kulit kering, anoreksia, dan sakit pada tulang. Akan tetapi, menurut Almatsier [10], gejala kelebihan ini hanya terjadi apabila Vitamin A dikonsumsi dalam bentuk retinol.

Batas asupan maksimal vitamin A diatur berdasarkan usia, jenis kelamin, dan keadaan biologis seperti kehamilan dan menyusui (Institute of Medicine [35]). Kelebihan vitamin A akan menyebabkan keracunan yang berujung pada peningkatan risiko penyakit jantung dan kanker (Solomons [36]).

Karoten tidak menimbulkan gejala kelebihan asupan, karena penyerapan karoten akan menurun/terhenti apabila kebutuhan telah terpenuhi. Karoten yang berlebih tidak diubah menjadi vitamin A, akan tetapi disimpan di dalam lemak. Apabila lemak di bawah kulit mengandung banyak karoten, warna kulit akan menjadi kekuningan. Konsumsi karoten akan lebih aman dalam pemenuhan kebutuhan vitamin A harian. (Groeber [8]).

Tabel 2. Asupan maksimal vitamin A menurut kelompok umur, jenis kelamin, dan kondisi biologis.

Umur	Laki-laki	Perempuan	Ibu Hamil	Ibu Menyusui
0–12 bulan	600 µg RAE (2.000 UI)	600 µg RAE (2.000 UI)		
1–3 tahun	600 µg RAE (2.000 UI)	600 µg RAE (2.000 UI)		
4–8 tahun	900 µg RAE (3.000 UI)	900 µg RAE (3.000 UI)		
9–13 tahun	1.700 µg RAE (5.667 UI)	1.700 µg RAE (5.667 UI)		
14–18 tahun	2.800 µg RAE (9.333 UI)	2.800 µg RAE (9.333 UI)	2.800 µg RAE (9.333 UI)	2.800 µg RAE (9.333 UI)
19+ tahun	3.000 µg RAE (10.000 UI)	3.000 µg RAE (10.000 UI)	3.000 µg RAE (10.000 UI)	3.000 µg RAE (10.000 UI)

Sumber: Institute of Medicine [35].

## DESAIN PRODUK SUPLEMEN PRO-VITAMIN A

Untuk mengatasi kekurangan vitamin A, sekaligus diversifikasi pangan berbasis lokal, maka dilakukan desain produk emulsi kaya pro-vitamin A dengan bahan dasar labu dan minyak sawit merah.

### PERSIAPAN BAHAN

Dalam persiapan bahan yang terpenting untuk diperhatikan adalah kesegaran bahan baku. Labu dipilih yang berwarna kuning tua dan matang. Selanjutnya labu dikupas, dicecilkan ukurannya, diambil sari buahnya menggunakan food processor, untuk selanjutnya di pasteurisasi dan disaring. Sari labu yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk pembuatan produk emulsi.

CPO harus dicek kadar asam lemak bebas awal, dimana standar CPO segar memiliki kadar FFA < 3 %. Proses netralisasi asam lemak bebas dan penghilangan gum dilakukan dengan penambahan air hangat dan penambahan NaOH 10 % sebanyak perkiraan mL yang cukup untuk menetralkan kadar FFA awal (3 %). Pembilasan dilakukan secara berulang untuk memastikan gum dan Na-FFA atau sabun terbuang sempurna. Selanjutnya, produk didiamkan selama satu malam untuk proses pemisahan fraksi olein dan stearin. Dalam hal ini, minyak sawit merah diambil hanya dari fraksi olein dengan yield berkisar 60-70 % CPO. Proses deodorisasi dilakukan

menggunakan rotavapor dengan beberapa alternatif cara sesuai kemampuan alat dan kapasitas produksi.

Berbagai proses deodorisasi pada minyak sawit merah telah diteliti sebelumnya. Wulandari [3] menggunakan suhu 180 °C selama 20 menit untuk menghasilkan produk minyak sawit merah dengan kadar karotenoid 249 ppm dan asam lemak bebas 0,2 %. Siahaan et al. [4] melaporkan bahwa deodorisasi pada suhu 160 °C selama 120 menit di bawah tekanan 15 cmHg menghasilkan minyak sawit merah dengan kandungan karoten 518 ppm dan asam lemak bebas 0,171 %.

Teknik deodorisasi yang digunakan dalam penelitian Rahmadi et al. [5] mengacu pada prosedur Rismawati [6]. Deodorisasi dilakukan pada suhu disekitar titik didih air (100 °C) dibantu dengan kondisi tekanan yang rendah (60 mmHg) agar mampu menjaga kadar karotenoid total untuk olein dan stearin minyak sawit merah sampai dengan lama waktu deodorisasi 6 jam. Berdasarkan hasil penelitian Rismawati [6], kandungan karotenoid pada olein dan stearin minyak sawit merah sebelum dideodorisasi adalah 494,070 ppm dan 221,870 ppm, diukur menggunakan metode PORIM. Kadar karotenoid total setelah proses deodorisasi selama 6 jam pada olein dan stearin minyak sawit merah adalah 458,600 ppm dan 218,370 ppm.

### FORMULASI

Proses formulasi emulsi labu dan minyak sawit merah dilakukan dengan penambahan stabilizer yang berfungsi untuk menstabilkan emulsi. Selain itu digunakan pula emulsifier

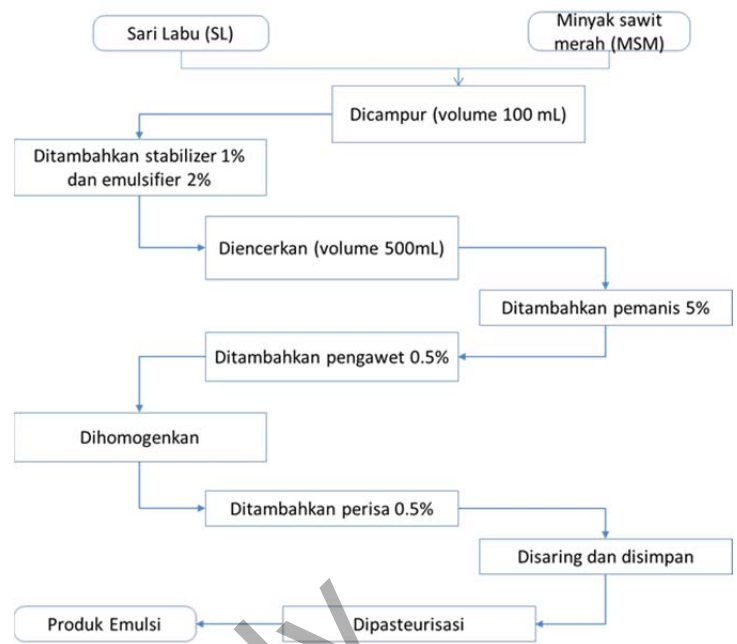
yang berfungsi untuk menjaga tegangan permukaan antara droplet lemak di dalam minyak tetap dalam kondisi stabil dan tidak berpisah (Rahmadi et al. [39]). Dalam formulasi ini digunakan gum sebagai emulsifier dan karboksi metil selulose (CMC) sebagai stabiliser. Adapun penentuan konsentrasi gum dan CMC dilakukan dengan cara trial and error sehingga diperoleh konsentrasi optimal per batch produksi. Basis produksi yang digunakan untuk setiap resepnya adalah 500 mL.

Proses penambahan emulsi dan stabilizer dilakukan diawal sebelum proses pengenceran ,yang berfungsi untuk pembentukan produk emulsi dengan lebih baik untuk kemudian diencerkan dengan perbandingan 1:4 untuk memudahkan perhitungan dosis. Beberapa jenis pemanis yang mungkin digunakan adalah pemanis buatan foodgrade, gula, ataupun pemanis berbasis buah-buahan (fruktosa). Hasil awal formulasi menunjukkan properti rasa manis dan enak lebih muncul pada pemanis berbasis fruktosa. Pengawet asam sitrat ditambahkan dengan kadar 0,5% disertai dengan penambahan perasa oranye/lemon dengan konsentrasi 0,5%. Penambahan pewarna dan perasa makanan dilakukan untuk menyembunyikan rasa dan aroma khas minyak sawit. Produk akhir disimpan di botol gelap kemasan 100mL. Selanjutnya, pasteurisasi dilakukan di akhir yang bertujuan untuk memusnahkan bakteri patogen yang mungkin mengkontaminasi selama proses pengolahan.

**PENERIMAAN DAN KARAKTERISTIK PRODUK**

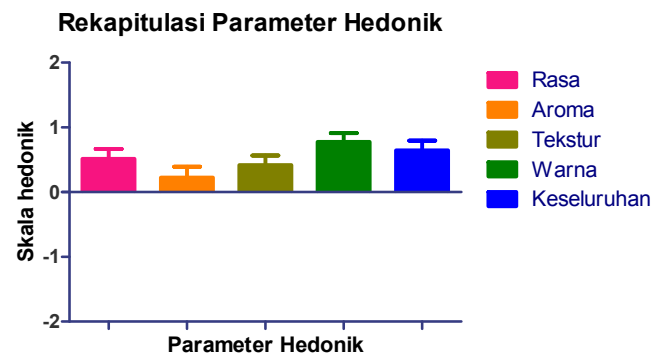
Uji mutu hedonik digunakan untuk mengetahui preferensi panelis terhadap ke-enam formulasi emulsi labu-minyak sawit merah. Sebanyak 30 panelis diminta penilaiannya akan parameter palatabilitas yang terdiri dari rasa (manis, asam, dan pahit), aroma (mentah dan tengik). Angka yang diperoleh kemudian ditransformasikan dalam skala positif dan negatif, yaitu: minus dua (-2) untuk sangat tidak terasa, minus satu (-1) untuk tidak terasa, nol (0) untuk netral, positif satu (1) untuk terasa, dan positif dua (2) untuk sangat terasa. Bila terdapat pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $\alpha$  5% pada sidik ragam maka dilakukan uji lanjut dengan metode Tukey test.

Berdasarkan hasil penelitian Rahmadi et al. [5] didapatkan bahwa produk sari labu dan minyak sawit (90%:10%) adalah yang terbaik dari sisi penerimaan konsumen. Produk emulsi ini selanjutnya dikarakterisasi berdasarkan parameter penerimaan yang terdiri dari rasa, aroma, tekstur, warna, dan penerimaan keseluruhan. Dari Gambar 2, didapatkan profil produk emulsi 90% labu memiliki tingkat penerimaan netral untuk aroma (skor mendekati nol) dan cenderung disukai (skor mendekati 1) untuk parameter-parameter hedonik lainnya.



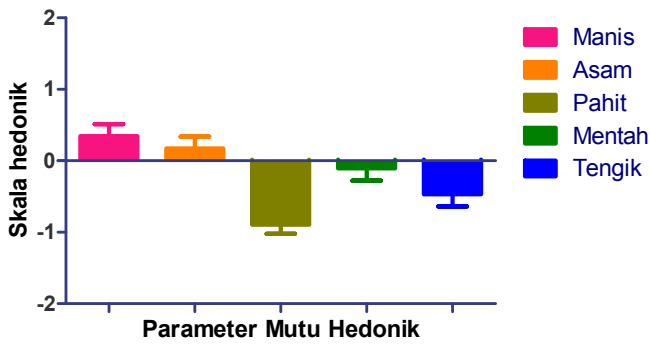
Gambar 1. Bagan alir tahap formulasi produk emulsi sari labu dan minyak sawit merah (Rahmadi et al. [5])

Produk emulsi 90% labu selanjutnya dikarakterisasi berdasarkan parameter penerimaan yang terdiri dari rasa manis, rasa asam, rasa pahit, aroma mentah, dan aroma tengik. Angka yang diperoleh kemudian ditransformasikan dalam skala positif dan negatif, yaitu: minus dua (-2) untuk sangat tidak disukai, minus satu (-1) untuk tidak disukai, nol (0) untuk netral, positif satu (1) untuk disukai, dan positif dua (2) untuk sangat disukai. Didapatkan profil produk emulsi 90% labu memiliki tingkat penerimaan netral untuk aroma mentah dan rasa asam, mendekati manis, tidak pahit, dan tidak tengik (Gambar 3).



Gambar 2. Rekapitulasi hasil uji hedonik produk emulsi 90% labu (Rahmadi et al. [5])

**Rekapitulasi Parameter Mutu Hedonik**

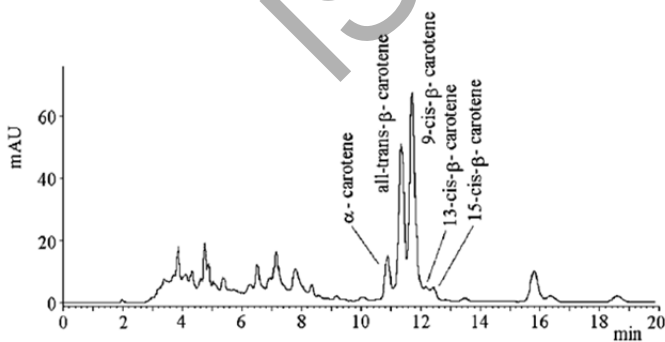


Gambar 3. Rekapitulasi hasil uji mutu hedonik produk emulsi 90% labu (Rahmadi et al. [5])

**KADAR KAROTENOID**

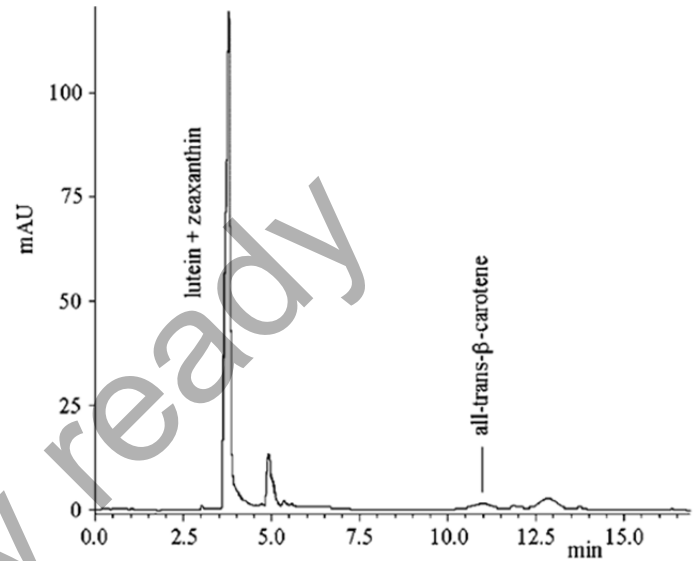
Dalam proses deteksi karotenoid menggunakan HPLC, urutan senyawa terdeteksi adalah  $\alpha$ -karoten, all-trans- $\beta$ -karoten, 9-cis- $\beta$ -karoten, 13-cis- $\beta$ -karoten, dan 15 cis- $\beta$ -karoten (Bononi et al. [40]). Hasil ini identik dengan laporan Syahputra et al. [26] yang menyebutkan bahwa  $\alpha$ -karoten, all-trans- $\beta$ -karoten akan terdeteksi lebih awal dibandingkan dengan senyawa-senyawa cis- $\beta$ -karoten.

Selain senyawa  $\alpha$ -zeakaroten,  $\beta$ -zeakaroten,  $\alpha$ -karoten, all-trans- $\beta$ -karoten, 9-cis- $\beta$ -karoten, 13-cis- $\beta$ -karoten, dan 15 cis- $\beta$ -karoten, terdapat senyawa lutein dan zeaxanthin alami pada buah-buahan, misalnya pada labu merah. Lutein dan zeaxanthin akan memiliki puncak di awal deteksi seperti yang dilaporkan oleh Bononi et al. [40]. Hasil ini memperkuat penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa komponen zeaxanthin terdapat secara alamiah di dalam labu (Setyahartini [2]).



Gambar 4. Deteksi puncak  $\alpha$ -karoten, all-trans- $\beta$ -karoten, 9-cis- $\beta$ -karoten, 13-cis- $\beta$ -karoten, dan 15 cis- $\beta$ -karoten dengan HPLC-DAD (Bononi et al. [40]).

Hasil analisis HPLC terhadap produk emulsi sari labu 90% dan minyak sawit 10% menunjukkan bahwa komponen karotenoid dari produk emulsi didominasi oleh lutein, zeaxanthin, trans- $\beta$ -karoten dan cis- $\beta$ -karoten. Keempat komponen ini menjadi kekhasan dari produk emulsi yang diteliti. Dikarenakan keterbatasan standar, maka hanya dilakukan perhitungan berdasarkan kandungan trans- $\beta$ -karoten, dimana produk emulsi memiliki kadar trans- $\beta$ -karoten sebesar  $141,65 \pm 0,47 \text{ mg/L}$ .

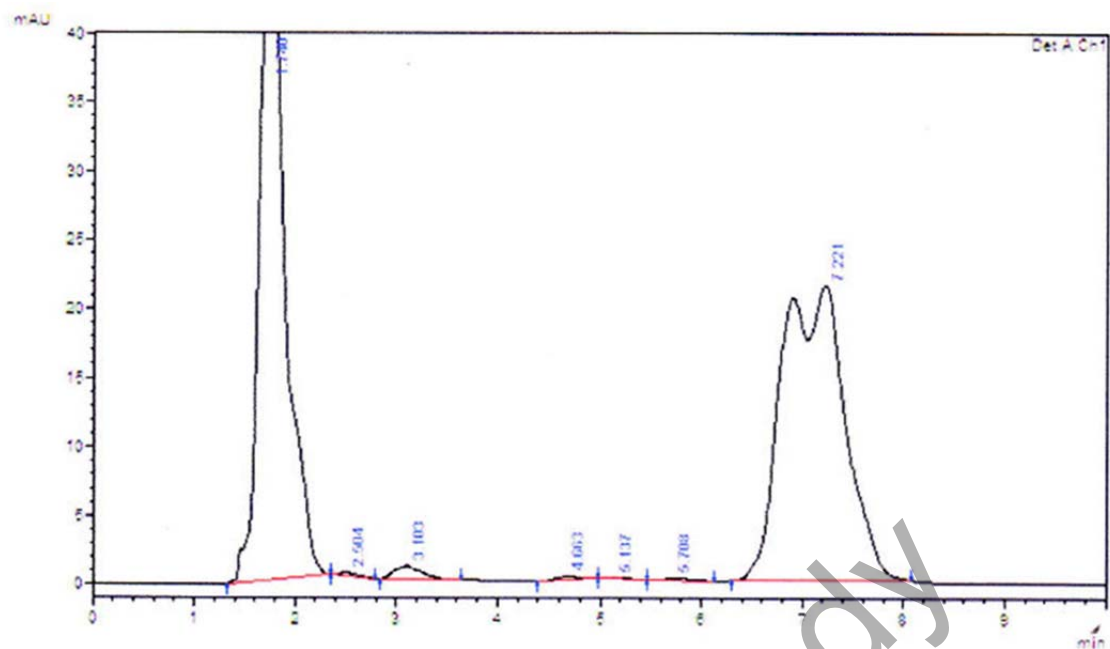


Gambar 5. Puncak lutein, zeaxanthin, dan all-trans- $\beta$ -karoten dalam uji HPLC-PDA (Bononi et al. [40]).

**ANALISIS BIAYA PRODUKSI SEDERHANA**

Diperlukan 1 buah labu segar sekira dua kg untuk menghasilkan 500 mL sari labu, sedangkan CPO akan menghasilkan rendemen sekitar 60-70% minyak sawit merah fraksi olein yang selanjutnya di deodorisasi selama lima jam. Penggunaan bahan tambahan pangan (BTP) adalah pada stabilizer sebanyak 0,2% (b/v), emulsifier 0,4% (b/v), pemanis berbasis fruktosa 5% (b/v), pengawet 0,5% (b/v), pewarna dan perasa makanan 0,5% (b/v). Komponen air ditambahkan sebagai pengencer konsentrat emulsi labu da minyak sawit merah. Faktor produksi yang termahal selain proses deodorisasi adalah bahan baku, kemasan, dan biaya tenaga kerja (Tabel 3). Berdasarkan analisis sederhana terhadap faktor-faktor produksi, diperoleh harga dasar produk emulsi labu dan minyak sawit merah ini adalah Rp. 15,000 per Desember 2014. Bila menggunakan kemasan 300 mL, produk diharapkan mampu bertahan selama 3 minggu untuk konsumsi rutin seorang anak.





Gambar 6. Hasil analisis HPLC terhadap produk emulsi labu dan minyak sawit merah (Rahmadi et al. [5]).

**PERHITUNGAN DOSIS**

Hasil analisis total karotenoid dengan metode HPLC memberikan hasil rata-rata 142 mg/L setara trans β-karoten. Berdasarkan Groeber [8], pengukuran aktivitas vitamin A sebanyak 1 UI dapat diperoleh dengan konversi sebanyak 0,6 µg β-karoten. Artinya, setiap liter produk emulsi labu dan minyak sawit merah mengandung 236,667 UI aktivitas vitamin A, atau 237 UI/mL produk. Adapun asupan harian maksimal vitamin A menurut Institute of Medicine [35] adalah 3,000 UI untuk anak-anak usia 4-8 tahun dan 10.000 UI untuk dewasa, ibu melahirkan, dan ibu menyusui.

Berdasarkan asumsi tiga kali konsumsi per hari, maka ditetapkan dosis maksimal harian per konsumsi adalah 3 sendok makan (sdm) atau 15 mL untuk dewasa dan 1 sendok makan (sdm) atau 5 mL untuk anak-anak. Adapun dosis rekomendasi harian dengan asumsi tiga kali konsumsi per hari adalah 1-2 sendok makan (sdm) atau 9 mL untuk dewasa dan 1-2 sendok teh (sdt) atau 4 mL untuk anak-anak.

Tabel 3. Analisis biaya produksi sederhana dengan basis produksi 500 mL (Rahmadi et al. [5])

Komponen harga	Persen	Satuan	Unit	Biaya (Rp)
Sari labu	18%	90	ML	3.000
Minyak Sawit Merah	2%	10	ML	2.400
Air	75,0%	400	ML	250
Stabiliser (b/v)	0,2%	1	G	500
Emulsifier (b/v)	0,4%	2	G	500
Pemanis (b/v)	5,0%	25	G	500
Pengawet (b/v)	0,5%	2,5	G	250
Perisa (b/v)	0,5%	2,5	G	250
Botol dan kemasan				3.500
Biaya tenaga kerja dan energi				3.850

Harga dasar per basis produksi

500 mL

15.000

Tabel 4. Dosis per konsumsi produk emulsi untuk anak-anak dan dewasa (Rahmadi *et al.* [5])

Usia/Kondisi	Asupan harian		Dosis*	
	Rekomendasi (UI)	Maksimal (UI)	Rekomendasi (mL)	Maksimal (mL)
Anak-anak	2,600	3,000	4	5
Dewasa	6,000	10,000	9	15
Ibu Melahirkan	5,000	10,000	7	15
Ibu Menyusui	8,600	10,000	12	15

\* asumsi tiga kali konsumsi sehari

## PENUTUP

Desain produk suplemen labu dan minyak sawit merupakan suatu contoh pengembangan produk berbasis sumberdaya lokal yang dimaksudkan untuk pencegahan kekurangan vitamin A. Kedua bahan baku secara alamiah mengandung pro-vitamin A dalam kadar yang sangat tinggi yang kurang terutilisasi dalam pemanfaatan aspek fungsionalnya. Emulsi labu dan minyak sawit merah secara umum dapat diterima konsumen dengan ciri produk manis, agak asam, tidak pahit, tidak tengik dan tidak terasa aroma mentah. Dari sisi fungsional, produk emulsi memiliki kadar trans  $\beta$ -karoten sebesar  $141,65 \pm 0,46$  mg/L atau setara 236,667 UI aktivitas vitamin A. Dosis yang diberikan maksimal untuk dewasa, ibu melahirkan dan ibu menyusui adalah 15 mL per konsumsi, sementara dosis maksimal untuk anak-anak adalah 5 mL per konsumsi. Dari sisi harga, emulsi labu dan minyak sawit dapat dibuat dengan biaya Rp. 15.000 pada basis produksi 500 mL. Pengembangan produk suplemen berkaitan dengan upaya intervensi gizi buruk lainnya dapat dilakukan dengan cara serupa, yaitu memanfaatkan produk lokal hasil bumi Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nadya, R. 2010. Pengaruh Penyuluhan Terhadap Pengetahuan Ibu Yang Mempunyai Balita Tentang Pemberian Kapsul Vitamin A Di Lingkungan IX Kelurahan Paya Pasir Kecamatan Medan Marelana Tahun 2009. [Diakses 4 Juni 2014] <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/16580>
- [2] Setyahartini, S. 1994. Identifikasi Senyawa Karoten pada Labu Merah (*Cucurbita moschata*). Makalah Seminar Bulanan Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, tanggal 25 Juli 1994.
- [3] Wulandari, OV. 2000. Pemanfaatan Minyak Sawit untuk Produksi Emulsi Kaya Beta-Karoten Sebagai Suplemen Vitamin A. Skripsi Sarjana Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta IPB. Bogor.
- [4] Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., McGhee, F., Dick, J.R., Porter, A., Smullen, R.P., Sargent, J.R. J. 2002. Substituting Fish Oil with Crude Palm Oil in the Diet of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Affects Muscle Fatty Acid Composition and Hepatic Fatty Acid Metabolism. *Nutr.* 132(2): 222-230.
- [5] Rahmadi, A., Agustin, S., Rohmah, M. 2014. Laporan Hasil Penelitian Unggulan PTN/PTS Kalimantan Timur: Produk Olahan Emulsi Labu dan Minyak Sawit untuk Intervensi Balita Kurang Vitamin A di Kalimantan Timur. Universitas Mulawarman dan Balitbangda Prop. Kaltim, 2014.
- [6] Tang, Guangwen. 2010. Bioconversion of Dietary Provitamin A Carotenoids to Vitamin A in Humans. *Am J Clin Nutr* 2010;91(suppl):1468S-73S.
- [7] Jaswir, I., Noviendri, D., Hasrini, R. F., dan Octavianti F.. 2011. Carotenoids : Sources, Medicinal Properties and Their application in Food and Nutraceutical Industry. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 5 (33), pp. 7119-7131, 31 December, 2011.
- [8] Groeber, U. 2013. Mikronutrien: Penyelesaian Metabolik, Pencegahan, dan Terapi. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- [9] Lean, M. E. J. 2013. Ilmu Pangan, Gizi & Kesehatan Edisi ke-7. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- [10] Almatier, S. 2006. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [11] Rahmadi, A. 2013. Establishment of High Content Co-culture Screening for Anti-Inflammatory Drugs in Alzheimer's Disease. Disertasi S3. University of Western Sydney, Campbelltown, Australia.
- [12] Ayustaningwarno, F. 2012. Proses Pengolahan dan Aplikasi Minyak Sawit Merah pada Industri Pangan. *Vitasphere*, volume II, Agustus 2012, hal. 1-11.
- [13] Hannoufa, A., Hossain, Z. 2011. Carotenoid biosynthesis and regulation in plants. *Plant Lipid Biochemistry. The AOCs Lipid Library*. [Diakses tanggal: 26 September 2014]. <http://lipidlibrary.aocs.org/plantbio/carotenoids/index.htm>
- [14] Norman, S.M. 1991.  $\beta$ -carotene from the abscisic acid producing strain of *Cercospora roscicola*. *Plant Growth Regulation* 10: 103-108.
- [15] Santosa, H., Kusumayanti, H. 2012. Likuifasi Enzimatis  $\beta$ -karoten Sebagai Functional Food yang Terdapat Dalam Pomace Dari Buah Labu Kuning (*Cucurbitae moschata*). *TEKNIK – Vol. 33 No.2*, ISSN 0852-1697
- [16] Schoefs, B. 2002. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products: Properties of the pigments and methods of analysis. *Trends in Food Science & Technology* 13: 361-371.

- [17] Jacobo-Valenzuela, N., Zazueta-Morales J.D.J., Gallegos-Infante, A., Aguilar-Gutierrez, J., Camacho-Hernández, I.L., Rocha-Guzman, N.L., Gonzalez-Laredo, R.F. 2011. Chemical and Physicochemical Characterization of Winter Squash (*Cucurbita moschata* D.) *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 39(1): 34-40.
- [18] Gajewski, M., Radzanowska, J., Danilcenko, H., Jariene, E., Cerniauskiene, J. 2008. Quality of Pumpkin Cultivars In Relation To Sensory Characteristics. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 36 (1): 73-79.
- [19] Wijayakusuma, M. H. 2005. *Penyembuhan dengan Labu Parang*. Pustaka Populer Obor. Jakarta.
- [20] Trubus. 2013. *100 Plus Herbal Indonesia Bukti Ilmiah dan Racikan*. Trubus vol. 11. Jakarta.
- [21] Ramadhani, G. A., Izzati, M., dan Parman, S.. 2012. Analisis Proximat, Antioksidan dan Kesukaan Sereal Makanan Dari Bahan Dasar Tepung Jagung (*Zea mays* L.) Dan Tepung Labu Kuning (*Cucurbita moschata* Durh). *Buletin Anatomi dan Fisiologi Volume XX, Nomor 2, Oktober 2012*.
- [22] Sirait, K.E.E. 2007. Kinetika Adsorpsi Isotermal B-Karoten Olein Sawit Kasar dengan Menggunakan Atapulgit. Skripsi. Fateta, IPB. [Diakses tanggal: 20 Mei 2014] <http://repository.ipb.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/11778/F07kee.pdf>.
- [23] Rossi, M., Gianazza, M., Alamprese, C., Stanga, F. 2001. The effect of bleaching and physical refining on color and minor components of palm oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 78(10): 1051-1055.
- [24] Ng, J.H., Tan, B. 1988. Analysis of Palm Oil Carotenoids by HPLC with Diode-Array Detection. *J Chromatogr Sci* (1988) 26 (9): 463-469.
- [25] Batistella, C.B., Moraes, E.B., Maciel Filho, R., Wolf Maciel, M.R. 2002. Molecular Distillation Process for Recovering Biodiesel and Carotenoids from Palm Oil. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 2002: 1149-1159.
- [26] Syahputra, M. R., Karwur, F. F., Limantara, L.. 2008. Analisis Komposisi dan Kandungan Karotenoid Total dan Vitamin A Fraksi Cair dan Padat Minyak Sawit Kasar (CPO) Menggunakan KCKT Detektor PDA. *Jurnal Natur Indonesia* 10 (2), April 2008: 89-97
- [27] Basiron, Y., dan Weng, C. K.. 2004. The Oil Palm and Its Sustainability. *Journal of Oil Palm Research* Vol. 16 No. 1, June 2004, p. 1-10
- [28] Canfield, L.M., Kaminsky, R.G., Taren, D.L., Shaw, E., Sander, J.K. 2001. Red palm oil in the maternal diet increases provitamin A carotenoids in breastmilk and serum of the mother-infant dyad. *European Journal of Nutrition* 40(1): 30-38.
- [29] Edem, D.O. 2002. Palm oil: Biochemical, physiological, nutritional, hematological and toxicological aspects: A review. *Plant Foods for Human Nutrition* 57(3-4): 319-341.
- [30] Samba C, Tchibindat F, Houze P, Gourmel B, Malvy D. 2006. Prevalence of infant Vitamin A deficiency and undernutrition in the Republic of Congo. *Acta Trop.* 97(3):270-83.
- [31] Bloem, M.W., Wedel, M., van Agtmaal, E.J., Speek, A.J., Saowakontha, S. Schreurs, W.H.P. 1990. Vitamin A intervention: short-term effects of a single, oral, massive dose on iron metabolism. *Am J Clin Nutr* 51:76-9.
- [32] WHO. 2009. *Global Prevalence of Vitamin A Deficiency in Populations at Risk: WHO global database on vitamin A deficiency*, WHO, Geneva.
- [33] Otten J.J., Hellwig J.P., Meyers L.D., eds. 2006. *Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements*, The National Academies Press, Washington DC.
- [34] Asfianti, F., Nazir, H. M., Husin, S., dan Theodorus. 2013. Pengaruh Suplementasi Seng dan Vitamin A Terhadap Kejadian ISPA dan Diare pada Anak. *Sari Pediatri*, Vol. 15, No. 2, Agustus 2013.
- [35] Institute of Medicine. 2001. *Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. National Academy Press, Washington DC.
- [36] Solomons NW. Vitamin A. In: Bowman B, Russell R, eds. *Present Knowledge in Nutrition*. 9th ed. Washington, DC: International Life Sciences Institute; 2006:157-83.
- [37] Siahaan D, Sinaga J, dan Tumanggor A. 2003. Pengembangan Deodorizer dan Proses Deodorisasi Skala Bench Berbahan Baku Olein Sawit Kasar. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit Medan* 11(2): 95-106.
- [38] Rismawati. 2009. *Pengaruh Waktu Deodorisasi Terhadap Olein dan Stearin Minyak Sawit Merah serta Aplikasinya Sebagai Medium Penggorengan Tempe dan Ubi Jalar Putih*. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [39] Rahmadi, A., Abdiah, A., Sukarno, M.D., Ningsih, T.P. 2013. Karakteristik Fisikokimia dan Antibakteri Virgin Coconut Oil Hasil Fermentasi Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 24(2): 178-183.
- [40] Bononi, M., Commissati, I., Lubian, E., Fossati, A. 2002. A simplified method for the HPLC resolution of  $\alpha$ -caroten and  $\beta$ -caroten (trans and cis) isomers. *Short Communication. Anal. Bioanal. Chem.* 372: 401-403. DOI: 10.1007/s00216-001-1144-3.
- [41] USDA. 2014. *Nutrient data for: 0405 - Oil, palm and 11422 - Pumpkin, raw*. USDA National Nutrient Database for Standard Reference 27 Software v.2.0b <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/>