

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT,
DAN BUAH NAGA



Editor

Anton Rahmadi, Bernatal Saragih, Bohari

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT,
DAN BUAH NAGA

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT,
DAN BUAH NAGA

Editor

Anton Rahmadi
Bernatal Saragih
Bohari



Penerbit IPB Press
Jalan Taman Kencana No. 3,
Kota Bogor - Indonesia

C.01/01.2020

Judul Buku:

Monograf Oximata Emulsi Labu, Minyak Sawit, dan Buah Naga

Editor:

Anton Rahmadi
Bernatal Saragih
Bohari

Penyunting Bahasa:

Ahmad Syahrul Fakhri

Desain Sampul & Penata Isi:

Army Trihandi Putra

Jumlah Halaman:

114 + 14 halaman romawi

Edisi/Cetakan:

Cetakan 1, Januari 2020

PT Penerbit IPB Press

Anggota IKAPI

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: penerbit.ipbpress@gmail.com

www.ipbpress.com

ISBN: 978-623-256-045-1

Dicetak oleh Percetakan IPB, Bogor - Indonesia

Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2020, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
tanpa izin tertulis dari penerbit

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
1 RINGKASAN.....	1
2 ANALISIS TINGKAT KESIAPAN TEKNOLOGI.....	9
3 PENDAHULUAN	13
3.1. Latar Belakang.....	13
3.2. Tujuan.....	14
3.3. Peta Jalan Pengembangan Produk.....	14
4 ANALISIS POTENSI PASAR	15
4.1. Potensi Pasar dan Segmen Pasar yang Dituju Produk Emulsi Berbasis Beta-Karoten dan Alfa-Tokoferol.....	15
4.1. Survei Pasar tentang Produk Emulsi Berbasis Beta-Karoten dan Alfa-Tokoferol ..	16
5 TINJAUAN TEKNOLOGI	19
5.1. Vitamin A.....	19
5.2. Karotenoid sebagai Pro-Vitamin A.....	19
5.3. Sintesis Karoten pada Tumbuhan	20
5.4. Sumber Vitamin A.....	20
5.4.1. Labu.....	21
5.4.2. Minyak Sawit	22
5.5. Intervensi Vitamin A	23
5.6. Bioaksesibilitas dan Bioavailabilitas.....	24
5.7. Toksisitas dan Efikasi.....	25
5.8. Peran molekuler senyawa turunan β -karoten	26

6	TAHAPAN RISET	29
6.1.	<i>Research Plan dan Research Protocol</i>	29
6.2.	Hipotesa-hipotesa	29
7	DESAIN PRODUK SUPLEMEN PRO-VITAMIN A.....	31
7.1.	Persiapan Bahan	31
7.2.	Formulasi.....	32
7.3.	Penerimaan dan Karakteristik Produk.....	33
7.4.	Kadar Karotenoid	34
8	PROFIL PRODUK	37
8.1.	Profil Produk.....	37
8.1.1.	Pembuatan FO-MSM (Fraksi Olein Minyak Sawit Merah).....	37
8.1.2.	Pembuatan emulsi	37
8.1.3.	Kadar β -karoten Fraksi Olein Minyak Sawit Merah (FO-MSM) dan Oximata	38
8.1.4.	Derajat Keasaman (pH).....	39
8.1.5.	Viskositas	40
8.1.6.	Vitamin C	41
8.1.7.	Total Karotenoid.....	42
8.1.8.	Aktivitas Antioksidan	44
8.2.	Uji Hedonik dan Mutu Hedonik.....	46
8.2.1.	Uji Hedonik Warna	46
8.2.2.	Uji Mutu Hedonik Warna	47
8.2.3.	Uji Hedonik Kekentalan	48
8.2.4.	Uji Mutu Hedonik Kekentalan	49
8.2.5.	Uji Hedonik Rasa.....	49
8.2.6.	Uji Mutu Hedonik Rasa (Buah Naga Merah).....	50
8.2.7.	Uji Mutu Hedonik Rasa (CPO)	51
8.2.8.	Uji Mutu Hedonik Rasa (Frambozen).....	52
8.2.9.	Uji Hedonik Aroma	53
8.2.10.	Uji Mutu Hedonik Aroma (Buah Naga Merah)	53
8.2.11.	Uji Mutu Hedonik Aroma (CPO).....	54
8.2.12.	Uji Mutu Hedonik Aroma (Frambozen)	55

DAFTAR ISI

9	VALIDASI KADAR β-KAROTEN DAN α-TOKOFEROL PROTOTYPE EMULSI.....	57
9.1.	Ekstraksi β -karoten	57
9.2.	Kurva Kalibrasi β -karoten.....	57
9.3.	Determinasi β -karoten di produk Emulsi.....	59
9.4.	Rekoveri β -karoten	60
9.5.	Kurva kalibrasi dan konsentrasi α -tokoferol	60
10	PERBAIKAN PROSES DEODORISASI SUMBER MINYAK SAWIT DARI PRODUK.....	63
10.1.	Asam Lemak Bebas, Bilangan Peroksida, dan Bilangan Asam.....	63
10.2.	Deteksi β -karoten dan α -tokoferol.....	63
10.3.	Pengukuran β -karoten dan α -tokoferol dari Produk Emulsi yang Terbuat dari Vakum Evaporated FO-MSM, SLK, dan SBN oleh HPLC	65
10.4.	Pengujian Anti-Oksidan dengan Metode ABTS dan FRAP	66
11	PENGUJIAN TOKSISITAS PRODUK DENGAN <i>ARTEMIA SALINA</i> DAN MENCIT	67
11.1.	Uji Toksisitas Metode BSLT (<i>Brine Shrimp Lethality Test</i>).....	67
11.2.	Viabilitas Mencit	69
11.3.	Perubahan Berat Mencit	69
11.4.	Perubahan Kolesterol Mencit.....	70
12	UJI EFIKASI DAN TOKSISITAS SUBKRONIS MENCIT TAHAP II	73
12.1.	Skenario Uji Efikasi dan Toksisitas Sub-Kronis.....	73
12.2.	Observasi Umum dan Perubahan Bobot.....	74
12.3.	Total Cholesterol Changes.....	76
12.4.	Sub-chronic Toxicity	77
13	EFIKASI PRODUK EMULSI TERHADAP ANTROPOMETRI DAN GULA DARAH TIKUS DIABETES	79
13.1.	Antropometri.....	79
13.1.1.	Berat Badan.....	79
13.1.2.	Panjang Tubuh	80
13.1.3.	Indeks Massa Tubuh	80
13.1.4.	Lingkar Kepala dan Lingkar Badan.....	81
13.2.	Gula Darah.....	82

14	UJI PADA MANUSIA	83
14.1.	Profil Relawan	83
14.2.	Perubahan Kolesterol.....	84
14.3.	Asam Urat	85
14.4.	Gula Darah.....	85
14.5.	Delta Kolesterol, Asam Urat, dan Gula Darah	86
15	EFEK PROTEKTIF TERHADAP SEL SARAF.....	89
16	ANALISIS ASPEK PRODUKSI	91
16.1.	Dosis Vitamin A.....	91
16.2.	Perhitungan Dosis	92
16.3.	Analisis Biaya Produksi Sederhana	93
16.4.	Analisis Risiko Produksi.....	94
	DAFTAR PUSTAKA	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Peta jalan pengembangan produk Oximata.....	14
Gambar 2	Hasil survei Pasar tentang produk jelly/emulsi	17
Gambar 3	Proses pencernaan pangan mengandung β -karoten	24
Gambar 4	Proses penyimpanan β -karoten di dalam tubuh	25
Gambar 5	Peranan β -karoten sebagai antioksidan di dalam tubuh	26
Gambar 6	Proses intake Retinoic Acid ke dalam sel saraf yang berada di otak.....	26
Gambar 7	Peran retinol dalam sistem molekuler sel saraf.....	27
Gambar 8	Pengaruh penambahan retinol bagi sel saraf.....	27
Gambar 9	Bagan alir tahap formulasi produk emulsi sari labu dan minyak sawit merah ...	33
Gambar 10	Rekapitulasi hasil uji hedonik produk emulsi 90% labu.....	34
Gambar 11	Rekapitulasi hasil uji mutu hedonik produk emulsi 90% labu	34
Gambar 12	Deteksi puncak α -karoten, all-trans- β -karoten, 9-cis- β -karoten, 13-cis- β -karoten, dan 15 cis- β -karoten dengan HPLC-DAD	35
Gambar 13	Puncak lutein, <i>zeaxanthin</i> , dan all-trans- β -karoten dalam uji HPLC-PDA	35
Gambar 14	Hasil analisis HPLC terhadap produk emulsi labu dan minyak sawit merah ...	36
Gambar 15	Hasil analisa β -karoten Oximata dan FO-MSM dengan variasi tanpa karbon aktif 0%, dengan karbon aktif 2% dan 4%.	38
Gambar 16	Perbandingan pH setiap perlakuan produk emulsi pasteurisasi segar dan penyimpanan suhu ruang selama 3 minggu.....	39
Gambar 17	Perbandingan viskositas setiap perlakuan produk emulsi pasteurisasi segar dan penyimpanan suhu ruang selama 3 minggu.....	40
Gambar 18	Perbandingan kandungan vitamin C setiap perlakuan produk emulsi pasteurisasi segar dan penyimpanan suhu ruang selama 3 minggu.....	41
Gambar 19	Perbandingan total karoten setiap perlakuan produk emulsi sterilisasi segar dan penyimpanan suhu ruang selama 2 minggu.....	42

Gambar 20	Penghambatan radikal bebas DPPH oleh produk emulsi sterilisasi segar pada setiap perlakuan.....	44
Gambar 21	Nilai IC ₅₀ produk emulsi sterilisasi segar pada setiap perlakuan.....	45
Gambar 22	Hasil uji hedonik warna.....	47
Gambar 23	Hasil uji mutu hedonik warna	48
Gambar 24	Hasil uji hedonik kekentalan	48
Gambar 25	Hasil uji mutu hedonik kekentalan	49
Gambar 26	Hasil uji hedonik rasa	50
Gambar 27	Hasil uji mutu hedonik rasa (buah naga merah).....	51
Gambar 28	Hasil uji mutu hedonik rasa (CPO)	52
Gambar 29	Hasil uji mutu hedonik rasa (Frambozen).....	53
Gambar 30	Hasil uji hedonik aroma	53
Gambar 31	Hasil uji mutu hedonik aroma (buah naga merah).....	54
Gambar 32	Hasil uji mutu hedonik aroma (CPO)	54
Gambar 33	Hasil uji mutu hedonik aroma (Frambozen)	56
Gambar 34	Puncak standar β-karoten dengan kolom RP-18.....	58
Gambar 35	Kurva standar β-karoten	58
Gambar 36	Konsentrasi β-karoten di produk emulsi	59
Gambar 37	Kromatogram α-tokoferol pada konsentrasi standar 10 ppm.	61
Gambar 38	Kurva standard α-tokoferol.....	61
Gambar 39	Penurunan konten α-tokoferol selama deodorisasi	62
Gambar 40	Komparasi kadar β-karoten dan α-tokoferol dari FO-MSM	62
Gambar 41	Asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan bilangan asam dari minyak sawit mentah, fraksi oleat yang dideodorisasi dari minyak sawit merah, dan produk emulsi.....	63
Gambar 42	Puncak panjang gelombang deteksi dan kurva standar β-karoten dan α-tokoferol oleh spektrofotometri	64
Gambar 43	β-Kadar karoten dan α-tokoferol	65
Gambar 44	<i>Percentage of ABTS inhibition, and total antioxidant by emulsion products and components in comparison to standard.....</i>	66
Gambar 45	Nilai LC ₅₀ Oximata pada kadar 0%, 2% dan 4%.....	67

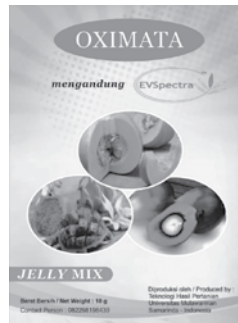
DAFTAR GAMBAR

Gambar 46	Pemberian produk emulsi terhadap % <i>viability A.salina</i>	68
Gambar 47	Populasi mencit setelah aklimatisasi.....	69
Gambar 48	Perubahan berat badan akibat perbedaan konsumsi ransum mencit.....	69
Gambar 49	Delta perubahan berat badan akibat perbedaan konsumsi ransum mencit.....	70
Gambar 50	Perubahan kolesterol akibat perbedaan konsumsi ransum mencit	70
Gambar 51	Delta perubahan kolesterol akibat perbedaan konsumsi ransum mencit.....	71
Gambar 52	Perubahan berat badan antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15.....	79
Gambar 53	Perubahan panjang tubuh antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15 ...	80
Gambar 54	Perubahan IMT antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15	81
Gambar 55	Perubahan lingkaran kepala antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15 ...	81
Gambar 56	Perubahan lingkaran badan antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15....	82
Gambar 57	Perubahan gula darah antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15.....	82
Gambar 58	Profil berat badan dan %-lemak dari responden	84
Gambar 59	Kadar kolesterol pada semua relawan dan yang diduga hiperkolesterolemik.....	84
Gambar 60	Kadar asam urat pada semua relawan dan yang diduga hiperurisemik.....	85
Gambar 61	Kadar gula darah semua panelis dan yang diduga obesitas.....	86
Gambar 62	Selisih Kadar kolesterol, asam urat, dan gula darah antara test-pretest dan posttest-test.....	87
Gambar 63	Efek protektif ATRA bagi sel saraf dalam <i>co-culture</i> sel saraf dan imun yang diaktivasi	89

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Pemetaan Produk	15
Tabel 2	Nilai rata-rata kandungan vitamin A dalam makanan	21
Tabel 3	Rekoveri kadar β -karoten.....	60
Tabel 4	<i>Individual consumption in treatment group</i>	73
Tabel 5	<i>Average daily individual consumption per treatment group</i>	75
Tabel 6	<i>Changes in body weight of mice with diets rich in β-caroten</i>	75
Tabel 7	<i>General observation</i>	76
Tabel 8	<i>Changes in blood cholesterol of mice with diets rich in β-carotene</i>	78
Tabel 9	<i>Changes in creatinine, renal weight and ratios of renal weight and body weight of mice with a diets rich in β-carotene</i>	78
Tabel 10	Konsumsi individu dalam kelompok perlakuan	80
Tabel 11	Karakteristik subjek penelitian	83
Tabel 12	Asupan maksimal vitamin A menurut kelompok umur, jenis kelamin, dan kondisi biologis.....	92
Tabel 13	Dosis per konsumsi produk emulsi untuk anak-anak dan dewasa	93
Tabel 14	Analisis biaya produksi sederhana dengan basis produksi 500 mL.....	93
Tabel 15	Perkiraan sebaran komponen biaya dalam <i>scale-up</i> produksi	94
Tabel 16	Analisis risiko produks	94

Produk:



Oximata® Jelly dan Oximata® Emulsi

Tim Peneliti:

Anton Rahmadi, Bernatal Saragih, Bohari Yusuf, Miftakhur Rohmah

Kontributor Internal dan Eksternal:

Deny Sumarna, Sukmiyati Agustin, Ayu Via Nurmawaty, Siti Maimunah, Syifa Arum Sari, Fitri Ulandari, Ilma Yanti, Ilyas, Siti Ma'rifatul Jannah, M. Ari Yadi, Wahyudi, Nurul Fitria Anwar, Mujihana, Isak Budi Sadega, Fenny Dian Lestari, Muhammad Muhadir, Kartika Sari, Fressy Nugroho (UIN Malang), Sri Rahardjo (UGM), Unang Supratman (Unpad), Nur Hidayat (UB).

Short Excerpt

Functional food is food that has two benefits of nutritional function and health claim. The nutritional function may be defined as components that show nutritional physiological in the development and maintenance of the human body. Health claims may be defined as

a reduction of risk of a particular disease or to increase the quality of life due to a specific condition. Functional food is consumed in the form of food needed for improved quality of life, prevention and metabolism pre-cursor, and complementary reduction of a disease. Functional food is different from nutraceutical and pharma. Functional foods may be delivered in the form of fresh vegetables and fruits, jelly, jam, emulsion, snack bars, roasted bean, smoothies, bread, fermented food, juice, and others.

The nutraceutical and pharma are consumed in the form of extracts, capsules, or other types of supplements. However, the intended functional properties from functional food, nutraceutical, and pharma are purchased for General Health, Immunity, Child/Baby, Sports/Energy, Brain/Mental, Cardio/Heart, Joint/Bone, Gastrointestinal, Weight Management, and Diabetes.

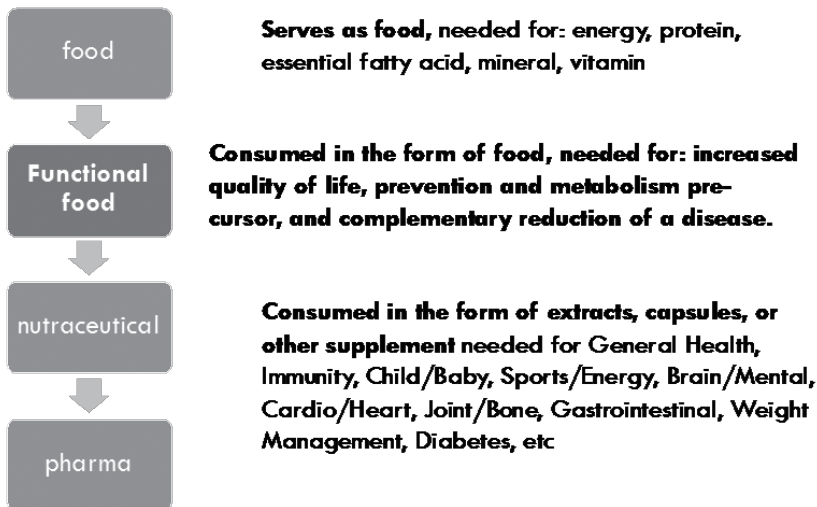


Figure 1 From food to pharma

The term functional food should not be attached if it is not verified or at least referenced well in literature. The development of functional food, as well as other natural products, may come from traditional knowledge. Initial rumor verification, species confirmation, hypothesis development, literature study from the traditions are the first step in the event of functional food development. Scientific evidence of the respected functional foods includes isolation of compounds, characterization of product, verified mechanism of action, verified clinical efficacy, and, most importantly, assessment of acute and sub-chronic toxicity. The commercialization of functional food includes formulation, license and certification, and product release. Regardless of the health effect confirmation, the functional food in the modern term has to consider environmental sustainability. Balanced use and environmental consideration may include

1. RINGKASAN

effective use of functional food based on verified bio-active compound, efficient use indicated by no overuse and overexploitation of the plant and the raw material, and applied concept of waste management.

The functional food, or food for unique health usage, may be developed in the systematic framework include market analysis, product characterization, toxicity test with brine shrimp, toxicity test with mice, efficacy test with mice or other mammals, verification of toxicity test, pre-clinical study and sub-chronic non-invasive toxicity test with human volunteer.

In line with the framework, we developed an emulsion prototype from red palm oil, dragon fruit, and pumpkin. The product has received patent granted number IDS000002040 from the Indonesian Government and being marketed under the brand name of Oximata®. There are currently two forms of product, emulsion and jelly premix. The emulsion is intended for ready to drink, while the jelly premix is designed to be consumed after resolution in hot water.

We account for supplements for post-(eye) surgery patients, malnutrition patients, pregnant and lactating mothers, and general fitness as the designation of the products with competitors mainly from multi-vitamin supplements. Although the area of business may be saturated, we offer the products as functional food rather than a nutraceutical/pharma supplement. The retail price set is in the range of low to medium pricing.

β -carotene and lipid contents of Oximata® are quantitated with HPLC and GC-MS, respectively. The active groups within the product are evaluated with FTIR and are compared to standards of β -carotene and α -tocopherol. The additional treatment of β -carotene and emulsion successfully prevents the increase in creatinine levels. The addition of β -carotene and emulsion treatment at the tested concentration does not cause sub-chronic poisoning for up to 15 days of treatment. In the efficacy test of cholesterol-reducing ability, β -carotene standard and emulsion can overcome the increase in cholesterol on the 7th day. The treatment of β -carotene and emulsion is thought to be insufficient to cope with cholesterol changes on the 15th day as a result of regular consumption of hams feed that may contain increasing cholesterol agents. In the human test, the reduction of cholesterol is not significant. However, limited blood glucose reduction is shown. Hence, this complicated evidence should be further corroborated. We also measure the digestion of the emulsified product with a simulated gut digestion system. The measurement includes the number of oil particles, oil micelle sizes, and β -carotene availabilities in the mouth, stomach, and intestine. Also, we measure the flow of β -carotene fluxes in the simulated diffusion system.

As per industrialized product development criteria, there are four areas of functional food prototype that should be satisfied, namely accepted taste, affordable, practical delivery, and proven benefit. In mass production, it is necessary to measure the stability of the product based on predicted deterioration marker, in this case, free fatty acids and peroxide value.

As a conclusion: We have successfully developed a functional food concept based on the known benefit of β -carotene that should follow the Indonesian regulation. The framework may include (1) Market Analysis, (2) Product Characteristics, (3) Toxicity Test, (4) Efficacy and Verification of Efficacy Test (Mice or other mammals), (5) Efficacy Test (Human), (6) optionally Molecular Efficacy Test (In Vitro), and (7) Product Launch.

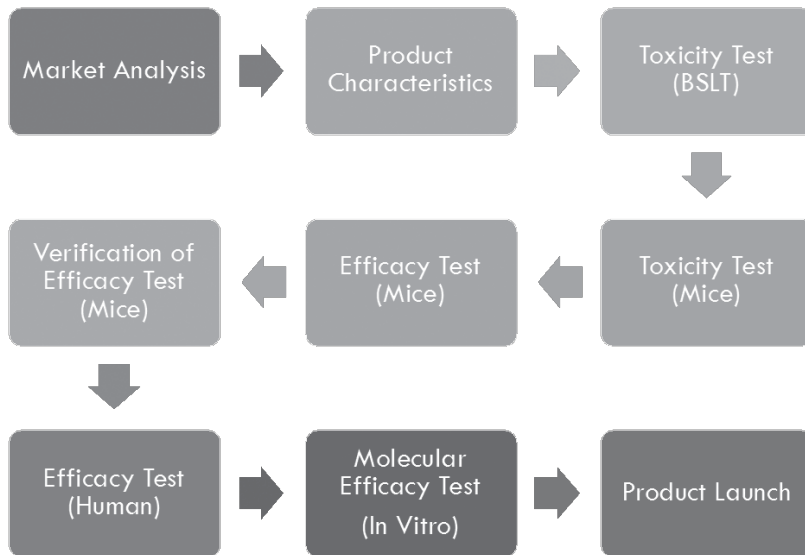


Figure 2 Functional Food Development Framework.

Ringkasan

Kami mengembangkan prototipe emulsi dari minyak sawit merah, buah naga, dan labu. Produk ini telah mendapatkan paten dengan nomor IDS000002040 dari Pemerintah Indonesia dan dipasarkan dengan nama merek Oximata®. Saat ini terdapat dua bentuk produk, emulsi, dan jeli premiks. Produk emulsi dimaksudkan untuk siap minum, sedangkan jeli premix dirancang untuk dikonsumsi setelah dilarutkan kembali dengan air panas.

Tujuan pengembangan suplemen ini adalah untuk pasien pasca operasi (mata), pasien kurang gizi, ibu hamil dan menyusui, dan kebugaran umum sebagai desain produk dengan pesaing terutama dari suplemen multi-vitamin. Meskipun termasuk dalam kelompok produk yang pasarnya mungkin jenuh, kami menawarkan produk sebagai makanan fungsional daripada suplemen *nutraceutical/pharma*. Harga eceran ditetapkan dalam kisaran harga rendah hingga sedang.

1. RINGKASAN

Kandungan β -karoten dan lipid dari Oximata[®] secara kuantitatif dikuantifikasi dengan HPLC dan GC-MS. Kelompok aktif dalam produk dievaluasi dengan FTIR dan dibandingkan dengan standar β -karoten dan α -tokoferol. Penggunaan β -karoten dan emulsi berhasil mencegah peningkatan kadar kreatinin. Penambahan β -karoten dan emulsi pada konsentrasi yang diuji tidak menyebabkan keracunan sub-kronis hingga 15 hari pemberian produk. Dalam uji efikasi, kemampuan pengurangan kolesterol diujicobakan. Standar β -karoten dan emulsi dapat mengatasi peningkatan kolesterol pada hari ke-7. Penggunaan emulsi berbasis β -karoten dianggap tidak cukup untuk mengatasi perubahan kolesterol pada hari ke-15, sebagai akibat dari konsumsi rutin makanan yang mungkin mengandung agen penyebab peningkatan kolesterol. Dalam uji menggunakan relawan manusia, pengurangan kolesterol tidak terjadi secara signifikan. Namun, pengurangan glukosa darah terbatas ditunjukkan dalam hasil tersebut. Oleh karena itu, pembuktian ini harus diperkuat lebih lanjut. Kami juga mengukur pencernaan produk emulsi dengan sistem pencernaan usus yang disimulasikan. Pengukuran meliputi jumlah partikel minyak, ukuran misel minyak, dan ketersediaan β -karoten di mulut, perut, dan usus. Juga, kami mengukur aliran fluks β -karoten dalam sistem difusi simulasi.

Sesuai kriteria pengembangan produk industri, ada empat bidang prototipe makanan fungsional yang harus dipenuhi, yaitu rasa yang dapat diterima, terjangkau, distribusi dan penggunaan yang praktis, dan manfaat yang terbukti. Dalam produksi massal, perlu untuk mengukur stabilitas produk berdasarkan perkiraan marka deteriorasi yang dalam hal ini, asam lemak bebas dan nilai peroksida.

Sebagai kesimpulan: Kami telah berhasil mengembangkan konsep makanan fungsional berdasarkan manfaat diketahui dari β -karoten yang harus mengikuti peraturan Indonesia. Kerangka kerja tersebut dapat meliputi (1) Analisis Pasar, (2) Karakteristik Produk, (3) Uji Toksisitas, (4) Kemampuan dan Verifikasi Uji Kemampuan (Tikus atau mamalia lain), (5) Uji Kemampuan (Manusia), (6) Uji Efektivitas Molekuler (In Vitro), dan (7) Peluncuran Produk.

Tahapan Penelitian dan Tahun Pelaksanaan:

1. Studi Peluang Pasar (2019)
2. Studi Pustaka (2017)
3. Formulasi Awal Produk (2017)
4. Penerimaan Konsumen: Prototipe I (2017)
5. Pembuktian kadar Beta Karoten dan Alfa Tokoferol Metode Spektro (2017)
6. Perbaikan Produk (Penggunaan Evaporasi Vakum) (2018)

7. Penerimaan Konsumen: Prototipe II (2018)
8. Pembuktian kadar Beta Karoten dan Alfa Tokoferol Metode HPLC (2018)
9. Pengujian Toksisitas dengan metode BLST (2018)
10. Pengujian Toksisitas Subkronis dengan Mencit (2019)
11. Studi Digesti dan bioavailabilitas Beta Karoten dan Alfa Tokoferol (2019)
12. Pengujian Efikasi Anti-Kolesterol dengan Mencit (2019)
13. Pengujian Efikasi Anti-diabetes dengan Mencit (2019)
14. Pengujian Efikasi Penurunan kolesterol dan gula darah pada manusia (2017)
15. Analisis Aspek Produksi (2019)

Luaran Penelitian:

1. Oximata® (No. Paten: IDS000002040 dan No. Registrasi Merek: DID2019015708);
2. Peluncuran dalam bentuk sediaan emulsi dan *premix jelly* yang diluncurkan bertepatan dengan RITech Expo dalam rangka Hakteknas 2019;
3. Buku Profil Prototipe Oximata® yang akan diluncurkan tahun 2020;
4. Buku referensi (ISBN: 978-602-6834-56-0, HKI: EC00201946430): Pangan Fungsional berkhasiat antioksidan;
5. Dua artikel *published* di jurnal nasional terakreditasi dan satu artikel jurnal internasional terindeks.

Tahun	Judul	Volume(issue): pages	Journal Name
2018	Quantitation and Optimation of β -Carotene and α -Tocopherol in Emulsion Prototype with Reversed Phase Chromatography	In review	IJASEIT (Q2 Scopus)
2019	Body Weight, Cholesterol Changes and Sub-Chronic Toxicity of Mice Treated with An Emulsion Product Rich in b-Carotene	In press	Molecular Cellular Biomedical Sciences (nationally accredited) (inpress no: 85-417-1)
2018	Vacuum evaporation and nitrogen-assisted deodorization affects the antioxidant capacity in the olein fraction of red palm oil and its emulsion products	7: 1729 (accepted, in review)	F1000 Research (Q1/Q2 Scopus) (indeks no: 7-1729)
2017	Dragon Fruit Juice Addition In Palm Oil-Pumpkin Emulsion: Panelist Acceptance and Antioxidant Capacity	28(2): 122-128	Jurnal Teknologi dan Industri Pangan (nationally accredited) (indeks no: 16696)

1. RINGKASAN

6. Seminar-seminar:

Nama Seminar	Judul	Tempat dan tanggal pelaksanaan
International CME Seminar on Medical Food Products	Development of Carotenoid and Tocopherol Emulsion Aiming for Children (INVITED SPEAKER)	Aligarh India, 11 November 2019
18 th Society of Pharmacovigilance India	FUNCTIONAL FOOD PRODUCT DEVELOPMENT: Emulsion Prototype of Red Palm Oil, Dragon Fruit, and Pumpkin (INVITED SPEAKER)	Gujarat, India, 8-9 November 2019
Seminar Nasional Pertanian	Perubahan Kadar β -Karoten dan α -Tokoferol dalam Oximata Selama Proses Pencernaan Menggunakan Simulasi Digesti In Vitro	Balikpapan 7 Agustus 2019
HI SEA International Conference	Toxicity Evaluation of BSLT And Ability Cholesterol Reducing of Mice on β -Carotene And α -Tocopherol Rich Emulsion	Jakarta, 27-29 Maret 2018
International Conference on Food Security and Innovation Untirta	The Development of Imaging Analysis to Quantitate Physical Changes and Neural Morphological Changes in the Consumption of β -carotene Rich Emulsion	Anyer, 22-24 Oktober 2018
International Conference on Tropical Agricultural, Food and Feed Unmul	Changes in Droplet Size, pH, β -Carotene and α -Tocopherol in Oximata with Simulated Digestion System and Horizontal Trans-Diffusion Methods	Samarinda, 13 November 2018
International Conference on Tropical Studies Unmul	Analysis of Carotenoids and β -Karoten in FO-MSM, Yellow Pumpkin and Fruit Dragon Emulsion Products	Samarinda, 9-10 November 2017

ANALISIS TINGKAT KESIAPAN TEKNOLOGI

2

Jabaran TKT		Deskripsi dan Data yang diperlukan
1	Prinsip dasar dari teknologi diteliti dan dilaporkan	
1	Telah dilakukan survei awal tentang <i>market</i> dan penilaiannya	(1) Kajian pustaka tentang kekurangan vitamin A pada: balita, ibu hamil dan menyusui, dan pasien pasca operasi. Kajian pustaka tentang manfaat vitamin E bagi kesehatan kulit dan jantung; (2) Hasil Analisis Pasar; (3) Hasil analisis penerimaan konsumen terhadap formulasi yang dilakukan (formula I dan II)
2	Telah ada penjelasan tentang penerapan ilmiah potensial untuk masalah-masalah yang ditentukan	Kajian pustaka tentang manfaat karotenoid bagi kesehatan: sumber pro-vitamin A dan sumber antioksidan, kajian manfaat tokoferol bagi kesehatan: sumber vitamin E dan sumber antioksidan
3	<i>Review</i> dan penilaian ilmiah sebagai pondasi untuk penggolongan teknologi baru	Kajian pustaka tentang sumber-sumber lokal penghasil karotenoid dan tokoferol
2	Formulasi konsep dan/ atau aplikasi formulasi	
1	Telah dikembangkan, diulas, dan disetujuinya <i>research plan</i> atau <i>research protocol</i>	<i>Roadmap</i> penelitian hingga TKT 6
2	Telah dihasilkannya hipotesa	Formulasi fraksi olein minyak sawit, labu, dan buah naga memberikan efek fungsional bagi kesehatan disebabkan oleh kandungan betakaroten, tokoferol, dan antioksidannya

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA

Jabaran TKT		Deskripsi dan Data yang diperlukan
3	Pembuktian konsep fungsi dan/atau karakteristik penting secara analitis dan eksperimental	
1	Telah dilakukan dan dibuktikannya <i>proof of concept</i> awal sebagai obat kandidat dalam model riset <i>in vitro</i> dan <i>in vivo</i> dalam jumlah terbatas	In vitro: Uji HPLC prototipe I; in vivo kolesterol, gula darah prototipe I
2	Telah dimulainya riset dasar, pengumpulan data dan analisa untuk menguji hipotesa, mengeksplorasi konsep alternatif, dan mengidentifikasi serta mengevaluasi teknologi yang mendukung pengembangan obat	Riset dasar mengeksplorasi bahan baku, pengolahan dan perlakuan terhadap bahan baku, dua formulasi awal
4	Validasi komponen/ subsistem dalam lingkungan laboratorium	
1	Riset dilakukan di laboratorium non GLP (<i>Good laboratory Practice</i>) dalam suatu desain percobaan yang ketat (kondisi terburuk).	Riset dilakukan di laboratorium-laboratorium di lingkungan Fakultas Pertanian Unmul, dimana produk dibuat tidak dalam kondisi ideal pabrik yang melaksanakan GLP
2	Telah dilakukan riset eksplorasi obat kandidat (yaitu formulasi, cara pemberian obat, metode sintesa, sifat fisik dan kimiawi, jalur metabolisme dan ekskresi atau pengeluaran dari tubuh, dan pengukuran dosis pemakaian)	(1) Kajian pustaka tentang karotenoid: formulasi, sifat fisik dan kimiawi, jalur metabolisme dan metode ekskresi, (2) Hasil uji total karotenoid (3) Penentuan dosis dan cara pemberian
3	Telah dilakukan pengujian obat kandidat pada hewan model untuk mengidentifikasi dan menilai potensi keamanan dan toksisitasnya, ketidakcocokan, dan efek samping	(1) Kajian pustaka efek samping pemberian CPO dan labu pada dosis tinggi. (2) Hasil uji thd. <i>Artemia salina</i>
4	Telah dilakukan dan dibuktikannya <i>proof of concept</i> (bukti konsep) dan keamanan formulasi kandidat obat pada skala laboratorium atau pada hewan model yang ditetapkan	(1) Kajian pustaka toksisitas CPO dan labu pada dosis tinggi. (2) Hasil uji terhadap <i>Artemia salina</i>

2. ANALISIS TINGKAT
KESIAPAN TEKNOLOGI

Jabaran TKT		Deskripsi dan Data yang diperlukan
5	Validasi komponen/subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan	
1	Tercapainya poin keputusan dimana dipastikan adanya kecukupan data terkait obat kandidat dalam <i>draft technical data package</i> untuk mendukung kelanjutan proses dengan persiapan permohonan <i>Investigational New Drug</i> (IND)	Data yang tersedia terdiri dari: (1) hasil optimasi formula dan hasil deodorisasi menggunakan arang aktif (2) bukti kandungan karotenoid dan tokoferol dengan metode HPLC, (3) kadar antioksidan
2	Telah dilakukan riset non-klinis dan klinis secara ketat meliputi pengumpulan data parameter dan analisis dalam metode yang dirumuskan dengan baik dengan <i>pilot lot</i> (prototipe yang tervalidasi) obat kandidat.	Data yang tersedia terdiri dari: (1) Penurunan kolesterol, dan gula darah pada tikus uji, (2) kadar serum betakaroten pada tikus yang diujikan, (3) kadar serum retinol pada tikus yang diujikan, (4) kadar karotenoid total pada tikus yang diujikan, (5) data bioaksesibilitas vitamata pada sistem digesti <i>in vitro</i>
3	Hasil riset menggunakan <i>pilot lot</i> memberikan landasan untuk proses produksi yang memenuhi cGMP (<i>current Good Manufacturing Practice</i>)-compliant <i>pilot lot production</i> .	Optimasi: (1) produksi fraksi olein dengan menggunakan arang aktif, (2) kerjasama produksi dengan UKM yang telah tersertifikasi GMP
4	Telah dilakukannya kajian keamanan dan toksisitas secara GLP menggunakan hewan model	Data yang tersedia terdiri dari: (1) Toksisitas dengan hewan uji tikus
5	Telah dilakukan identifikasi endpoint khasiat klinis (<i>clinical efficacy</i>) atau <i>surrogate</i> -nya	Data yang tersedia terdiri dari: (1) uji pemberian vitamata setelah didigesti pada sel saraf (Neuro2a) dengan parameter: panjang neurite, jumlah neurite, dan jumlah sel yang hidup.
6	Telah dilakukan kajian untuk mengevaluasi farmakokinetik dan farmakodinamik obat kandidat	(1) Kajian pustaka tentang farmakokinetik (mencari model <i>loading</i> dan <i>unloading</i> yang sesuai). (2) Permodelan <i>loading</i> dan <i>unloading</i> betakaroten dan tokoferol dalam darah
7	Telah dimulai riset stabilitas.	Data yang diperlukan: (1) Penentuan umur simpan produk dalam jangka waktu dua bulan

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA

Jabaran TKT		Deskripsi dan Data yang diperlukan
6	Demonstrasi model atau prototipe sistem/subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan	
	1	Aplikasi IND disiapkan dan diajukan (submit). Aplikasi registrasi PIRT dikirimkan
	2	Teknologi produksi dibuktikan melalui kualifikasi fasilitas cGMP. Persiapan MoU dengan industri
3	Hasil dari uji Fase 1 telah dilakukan dan memenuhi persyaratan keamanan klinis dan mendukung proses ke uji klinis Fase 2. Dokumen Pengembangan Prototipe	

3.1. Latar Belakang

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. Terdapat satu orang per menit yang mengalami kebutaan akibat kurang vitamin A. Kalimantan Timur merupakan salah satu sentra produksi labu, minyak sawit, dan buah naga, sehingga ketersediaan bahan melimpah dan dapat kontinu. Riset mengenai produk emulsi labu dan minyak sawit merah dimulai sebagai hibah Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur menghasilkan produk unggulan diberi nama Oximata. Penelitian ini mengacu pada visi dari Universitas Mulawarman salah satunya yaitu melakukan pengkajian yang mendalam akan sumber daya alam tropis beserta lingkungannya. Penelitian ini sejalan dengan riset unggulan yaitu bidang Pangan dalam Rencana Strategis Penelitian Universitas Mulawarman. Ini sejalan pula dengan RPJMD Kalimantan Timur yang menitikberatkan pembangunan agroindustri dan turunannya. Beberapa UKM yang bergerak di bidang pangan fungsional ataupun obat-obatan herbal, utamanya yang menjadi binaan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, telah menyatakan ketertarikan untuk memproduksi produk ini. Produk emulsi tersebut memiliki kandungan trans β -karoten dan α -tokoferol. Produk bersifat asam dengan pH 3,6 dengan kandungan vitamin C sebesar 13,2 mg/100 g produk. Bilangan peroksida dari produk emulsi adalah 0,8 meq/kg dan bilangan asam lemak bebas berada pada kisaran 1,59-1,73 % (3). Oximata telah dipresentasikan dan dipublikasikan dalam beberapa kesempatan, misalnya: (1) Borneo Studies Network Workshop di University of Brunei Darussalam, tahun 2014; (2) Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, IPB (Nasional terakreditasi) (terbit Desember 2015); (3) Bab buku dalam Indonesian Scholar Journal – Insight 2015 (4); Hasil dalam skema PTUPT 2017-2019 terdiri dari: (1) paten sederhana: granted dengan nomor IDS000002040; (2) Buku ber ISBN dan ber HKI: Pangan Fungsional berkhasiat antioksidan; (3) artikel jurnal nasional terakreditasi: *published* di Jurnal Teknologi dan Industri Pangan (<http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/index>); (4) artikel jurnal internasional terindeks: *accepted* di F1000research (<https://F1000research.com>); (5) artikel jurnal internasional terindeks: *in review* di IJASEIT; (6) artikel jurnal internasional terindeks: *in review* di MCBS; (7) Artikel di Prosiding Seminar Nasional BaristanIndag; (8)

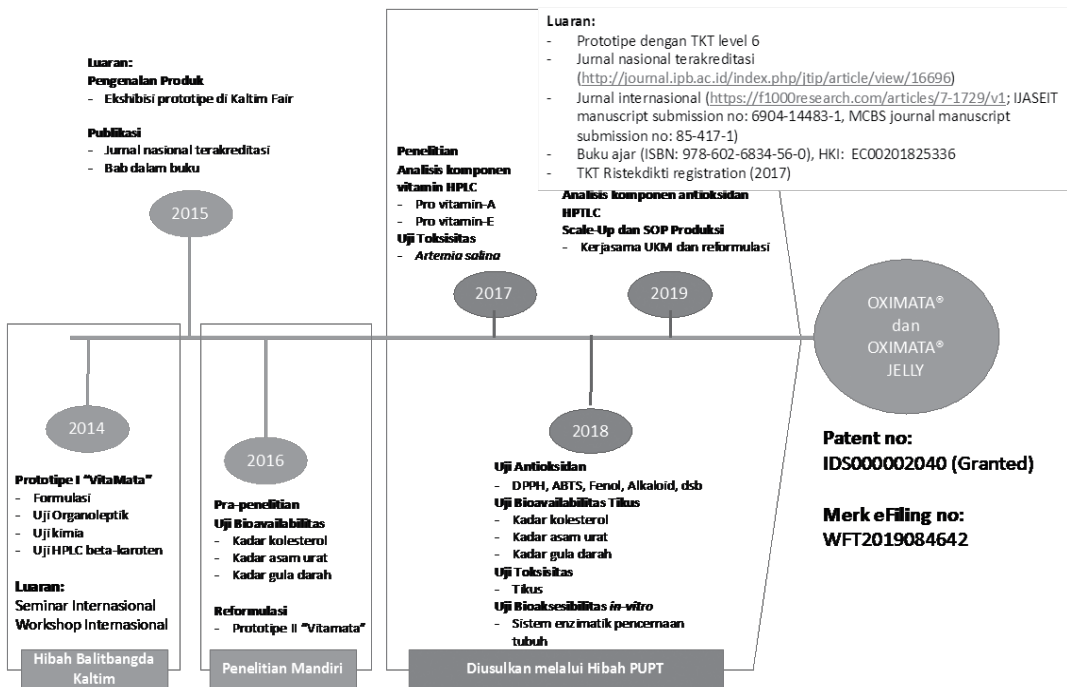
Artikel di Prosiding Seminar Internasional ICICS 2017; (9) HKI merek: Oximata dalam proses pendaftaran. Hasil lain yang sudah siap dipublikasikan terdiri dari uji toksisitas produk dengan menggunakan larva *Artemia salina* dan tikus, uji bioavailabilitas produk emulsi *in vitro*.

3.2. Tujuan

Produksi formula terstandar asal bahan baku lokal memerlukan uji-uji lanjutan yang diperlukan dalam rangka sertifikasi dan justifikasi klaim pada produk, yaitu membantu proses penyembuhan pasca operasi dan perkembangan mata. Untuk itu, diperlukan upaya lanjutan dalam menghasilkan produk siap pasar yang berguna untuk meningkatkan pemanfaatan bahan baku lokal di Kalimantan Timur.

3.3. Peta Jalan Pengembangan Produk

Peta jalan pengembangan produk Oximata dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta jalan pengembangan produk Oximata

4.1. Potensi Pasar dan Segmen Pasar yang Dituju Produk Emulsi Berbasis Beta-Karoten dan Alfa-Tokoferol

Dalam proses industrialisasi produk emulsi berbasis beta-karoten dan alfa-tokoferol diperlukan konseptualisasi dan implementasi produksi suatu produk baru yang memiliki empat kriteria: (1) *accepted taste*, (2) *affordable*, (3) *practical*, dan (4) *proven benefit*. Untuk itu dilakukan pemetaan potensi dan segemen pasar yang dituju sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pemetaan Produk

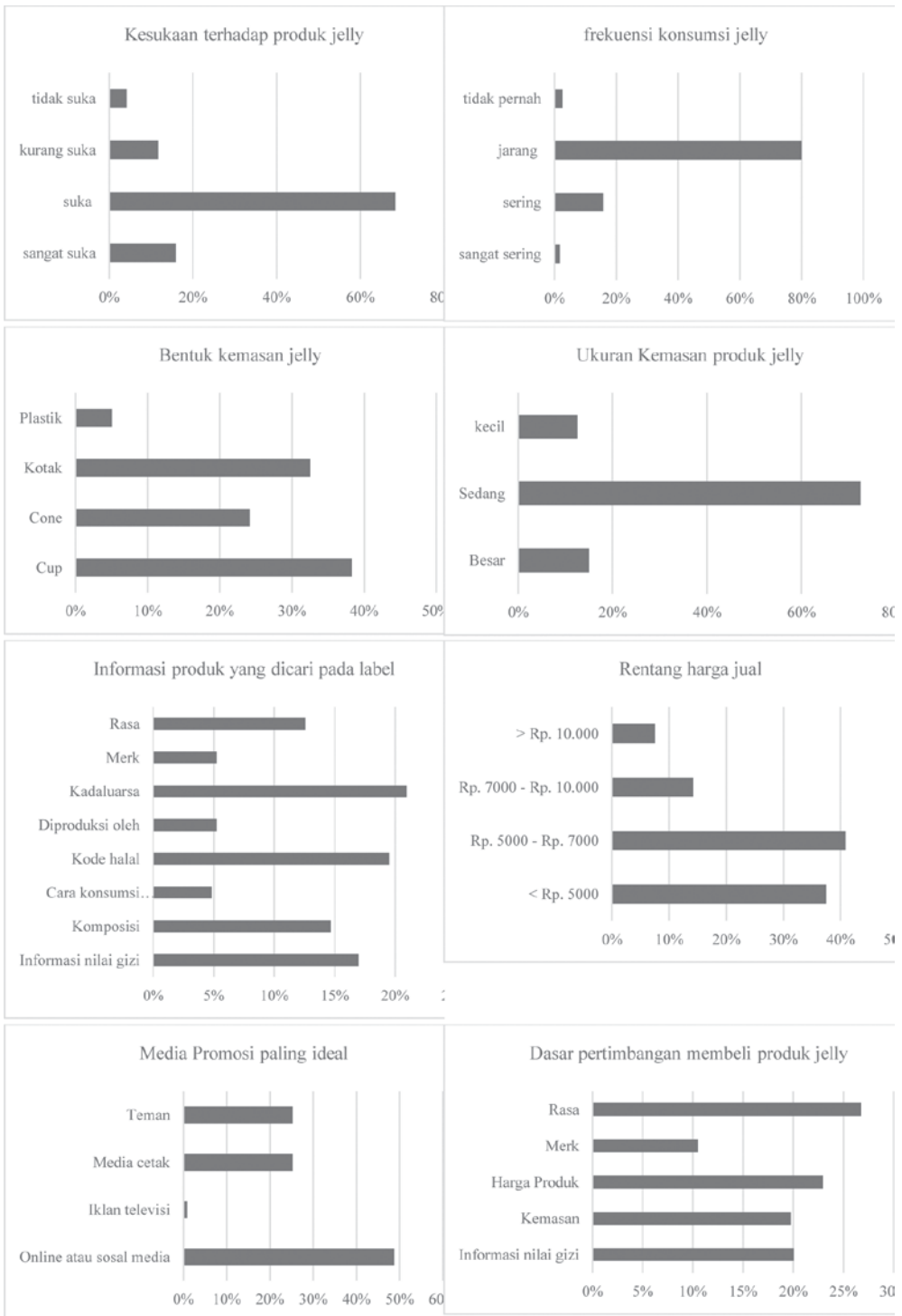
Kekuatan	<i>tropical sourced food supplement</i>
Tujuan Produk	<i>Supplement for Post-(eye) surgery patients, malnutrition patients, pregnant and lactating mother, and general fitness</i>
Kompetitor	<i>Variety of Multi-vitamin, incl. Nature's Plus, Eniva, Solaray, Bausch and Lomb</i>
Keunikan	Pangan, <i>not in the form of pill/softgel</i> Mengandung: β -karoten, α -tokoferol, tokotrienol, lutein, dan cucurbitaxanthin
Bentuk Sediaan	Pangan (emulsi, jelly, dan serbuk instan)
Perkiraan Harga	<i>not more than Rp. 10,000/bottle (RM 3; USD 0.85)</i>
Tantangan	Rasa dari RPO yang masih teridentifikasi (<i>after taste</i>)

4.1. Survei Pasar tentang Produk Emulsi Berbasis Beta-Karoten dan Alfa-Tokoferol

Dalam pengembangan produk ini telah dilakukan Survei Pasar tentang produk emulsi berbasis beta-karoten dan alfa-tokoferol dengan total Responden 140 orang yang terdiri dari laki-laki sebanyak 74 orang (61,7%) dan perempuan sejumlah 46 orang (38,3%). Hasil survei pasar terhadap potensi pemasaran produk dalam bentuk jelly ataupun emulsi dapat dilihat pada gambar 2.

Secara umum, pasar meminati produk jelly dengan kemasan sedang, kemasan kotak atau cup, dan harga beli di antara Rp5000 dan Rp7000. Konsumen melihat suatu produk berdasarkan rasa, harga, informasi nilai gizi, sertifikasi halal, dan tanggal kedaluarsanya. Media promosi yang paling dianjurkan oleh konsumen adalah media *online*/sosial, diikuti dengan media cetak dan informasi melalui pertemanan.

4. ANALISIS POTENSI PASAR



Gambar 2 Hasil survei Pasar tentang produk jelly/emulsi

5.1. 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. Dalam klasifikasi vitamin, vitamin A atau yang biasa disebut retinol merupakan salah satu vitamin yang larut dalam lemak/minyak sehingga sering kali 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 sebelumnya. 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.

5.2. 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.

Di dalam tubuh, selama masa penyerapan, karotenoid akan dikonversi menjadi retinol. Aktivitas pro-vitamin A dari β -karoten terjadi secara enzimatik di dalam mukosa intestinal melalui bantuan enzim dioksigenase menjadi senyawa retinal yang kemudian direduksi menjadi retinol. Aktivitas antioksidan karotenoid diperoleh dari senyawa likopen, β -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.

Salah satu bentuk karotenoid yang paling aktif adalah β -karoten, sebuah padatan berwarna merah dengan ukuran molekul yang lebih besar bila dibandingkan dengan retinol dan merupakan hidrokarbon tak jenuh, bukan alkohol. β -karoten merupakan salah satu prekursor vitamin A, dicirikan dengan cincin β -ionon.

Selain β -karoten, lutein, likopen, *zeaxanthin*, *cryptoxanthin*, dan α -karoten juga merupakan karotenoid penting sumber pro-vitamin A. Karotenoid dan turunannya seperti retinol dan asam trans-retinoat memiliki fungsi menjaga kesehatan syaraf pengelihatian dan motorik, juga berguna dalam menjaga jalinan komunikasi antar sel saraf sendiri. Selain β -karoten, α -karoten merupakan antioksidan kuat yang berpotensi mengurangi risiko beberapa kanker seperti kanker hati, paru-paru, pankreas, dan lambung. Selain itu juga berpotensi mengurangi atherosclerosis di dalam arteri.

5.3. Sintesis Karoten pada Tumbuhan

Berdasarkan beberapa penelitian, 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 β -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. Dehidrogenasi, siklisasi, dan isomerasi fitoen akan menghasilkan isomer-isomer senyawa karotenoid. Isomer α -, β -, τ -, dan δ -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 β -karoten menjelaskan sebab penurunan kadar glukosa di buah labu matang.

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-fereorema akan menghambat dehidrogenasi fitofluen, tetapi memacu siklisasi dan isomerase karoten.

5.4. 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.

5.4.1. 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 β -karoten. Labu kuning mudah ditanam dan dipelihara. Di samping kandungan β -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.

Tabel 2 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: Almsier dan USDA

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 β -karoten sekitar 832 $\mu\text{g}/\text{g}$ buah, atau 37,2 % total karoten dari buah labu.

Karotenoid merupakan salah satu komponen pigmen yang umum ditemukan di sayuran dan buah-buahan. Beberapa komponen karotenoid di dalam labu seperti β -karoten dan *cucurbitaxanthin*. Penelitian terbaru menunjukkan karakterisasi kimia dan fisikokimia dari *C. moschata*, di mana kadar total serat sebanyak 19,1%, pektin 7,3%, dan karotenoid 2,7 mg

β -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 β -karoten dan antioksidan (dalam %DPPH) yang berkaitan dengan kualitas kultivar yang ditanam.

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. 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. Labu kuning juga mengandung inulin dan serat pangan yang sangat dibutuhkan untuk pemeliharaan kesehatan.

5.4.2. Minyak Sawit

Minyak sawit, berasal dari ekstrak buah sawit (*Elaeis guineensis*), merupakan salah satu sumber karotenoid yang tinggi. Minyak sawit merah mengandung setidaknya 12 komponen karotenoid dengan komponen dominan α - dan β -karoten. Komponen lainnya adalah monodan di-epoksida, α - dan β -hidrokarbon isomerik dari karoten, serta fitoene. Konsentrasi α - dan β -karoten dari minyak sawit yang diperoleh adalah minimum 506 ppm sebelum dibuat menjadi konsentrat. Pemekatan total karotenoid dengan proses distilasi molekuler mampu menghasilkan 30,000 ppm karotenoid dari minyak sawit merah.

Minyak sawit diketahui memiliki nutrisi makro dan mikro yang bermanfaat untuk kesehatan manusia, antara lain α -, β -, γ - karoten, vitamin E (tokoferol dan tokotrienol), likopene, lutein, sterol, asam lemak tidak jenuh dan ubiquinone. Karoten terdapat dalam jumlah 500–700 ppm dengan didominasi oleh α dan β -karoten dengan variasi konsentrasi 1–30%. 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.

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 β -sitosterol yang bersifat hipokolesterolemik.

Minyak sawit merah telah digunakan sebagai intervensi untuk menurunkan prevalensi penyakit terkait defisiensi vitamin A. Misalnya, serum ibu untuk α -karoten dan β -karoten meningkat dua kali setelah intervensi minyak sawit merah selama 10 hari pada konsentrasi 90 mg setara β -karoten. Hasil ini juga menunjukkan bahwa keterserapan minyak sawit merah adalah 67% lebih baik daripada suplemen β -karoten murni. Salah satu penyebab bioavailabilitas minyak sawit merah yang tinggi dibandingkan dengan suplemen β -karoten murni adalah sinergisme antara tokotrienol dan karotenoid sebagai antioksidan di minyak sawit merah.

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. 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.

5.5. 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. 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. Intervensi vitamin A perlu dilakukan utamanya di daerah pedesaan yang asupan gizinya tidak imbang disebabkan oleh kemiskinan atau keterbelakangan. Serum β -karoten balita di Kalimantan timur setelah intervensi vitamin A meningkat sebesar 30-80 $\mu\text{g}/\text{dl}$ setelah balita mengkonsumsi daging buah labu setara 250–400 μg ekuivalen 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.

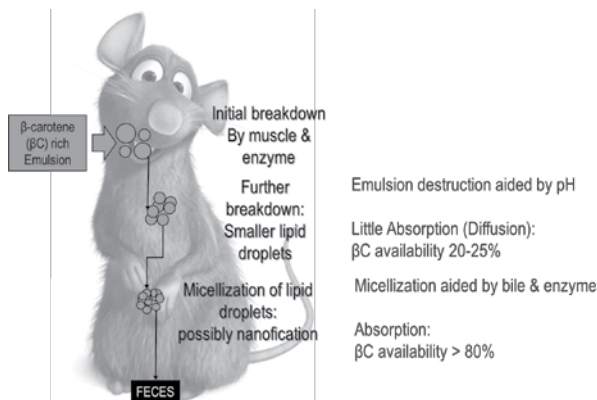
Model-model intervensi vitamin A menurut WHO terbagi ke dalam tiga kategori: (a) suplementasi, (b) fortifikasi, dan (c) diversifikasi diet. Suplementasi dilakukan setiap enam bulan untuk balita berusia 6 bulan hingga 5 tahun. Penyediaan vitamin A dosis tinggi terbukti aman, murah, dan efisien dalam mencegah 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.

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.

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.

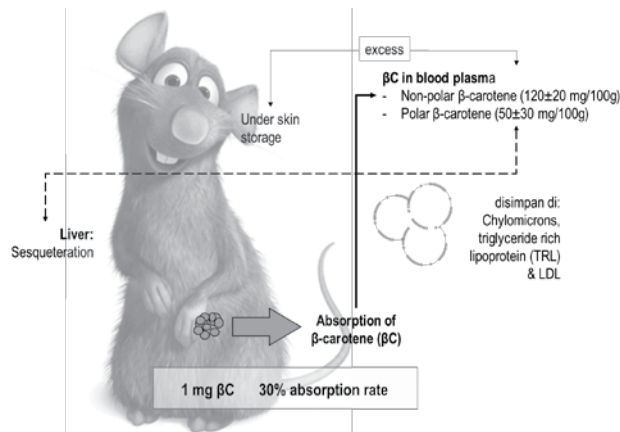
5.6. Bioaksesibilitas dan Bioavailabilitas

Proses pencernaan pangan mengandung β -karoten dimulai dari asupan β -karoten dalam bentuk pangan/emulsi. Di mulut, pangan/emulsi tersebut dicerna dengan kunyahan dan enzim yang memecah karbohidrat. Selanjutnya pangan/emulsi ditelan menuju lambung. Di lambung, pangan/emulsi didestruksi dengan bantuan pH yang rendah sehingga lipida dan protein mulai terurai menjadi asam-asam lemak dan asam-asam amino. Emulsifier yang umumnya adalah protein dan gum yang merupakan kompleks karbohidrat akan terdegradasi sehingga bahan-bahan aktif seperti β -karoten terlepas ke lingkungan dan bioavailabilitas β -karoten meningkat 20–25%. Setelah dicerna oleh lambung, pangan/emulsi yang terurai tersebut mulai berpindah ke usus. Di usus, pangan/emulsi dicerna dengan pH yang tinggi dan dibantu dengan bile salt yang berfungsi sebagai surfaktan. Keberadaan surfaktan meningkatkan bioavailabilitas β -karoten menjadi lebih dari 80%.



Gambar 3 Proses pencernaan pangan mengandung β -karoten

Perjalanan β -karoten setelah di usus adalah diserap masuk ke dalam darah dengan tingkat penyerapan sekitar 30%. Kadar β -karoten di dalam plasma darah berkisar 120 ± 20 mg/100g untuk komponen β -karoten non-polar dan 50 ± 30 mg/100g untuk komponen β -karoten polar. β -karoten utamanya disimpan sebagai kilomikron, dan dalam jumlah yang lebih sedikit dibawa oleh *triglyceride rich lipoprotein* (TRL) dan *low density lipoprotein* (LDL). β -karoten disimpan di bawah kulit. β -karoten dibuang melalui hati dengan proses sesqueterasi.



Gambar 4 Proses penyimpanan β -karoten di dalam tubuh

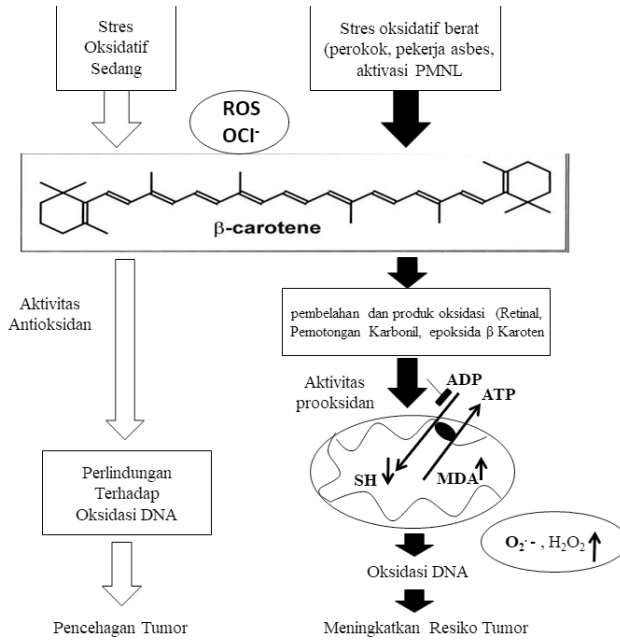
5.7. Toksisitas dan Efikasi

Secara umum 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.

β -karoten berperan dalam pengurangan dampak sampingan dari hiperkolesterol dan gula darah. Peranan β -karoten adalah sebagai antioksidan, dimana β -karoten akan mencegah aktivitas prooksidan yang ditimbulkan oleh radikal-radikal bebas seperti superoksida dan hidrogen peroksida. Selain itu, aktivitas antioksidan dari β -karoten juga ditemukan pada pencegahan proses oksidasi DNA.

MONOGRAF OXIMATA

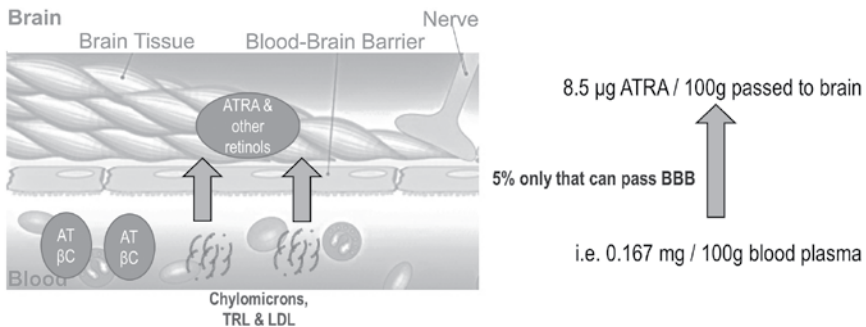
EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA



Gambar 5 Peranan β-karoten sebagai antioksidan di dalam tubuh

5.8. Peran molekuler senyawa turunan β-karoten

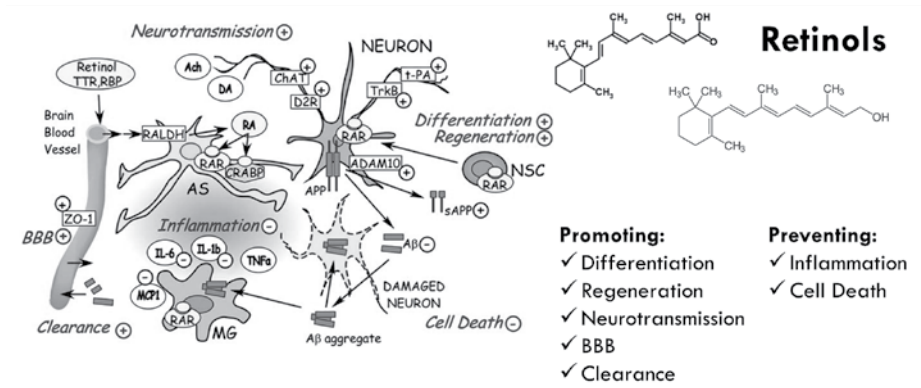
β-karoten yang dibawa oleh kilomikron, TRL, dan LDL di dalam plasma darah dibawa ke seluruh jaringan pembuluh darah termasuk ke otak. Di otak, semua bahan aktif akan disaring oleh *Blood Brain Barrier* (BBB). Hanya 5% dari β-karoten atau turunannya (retinol, retinol asetat, asam retinol) yang melewati BBB, yaitu dari sekitar 0.167 mg/100g plasma darah menjadi 8.5μg senyawa dalam kelompok retinol.



Gambar 6 Proses intake Retinoic Acid ke dalam sel saraf yang berada di otak

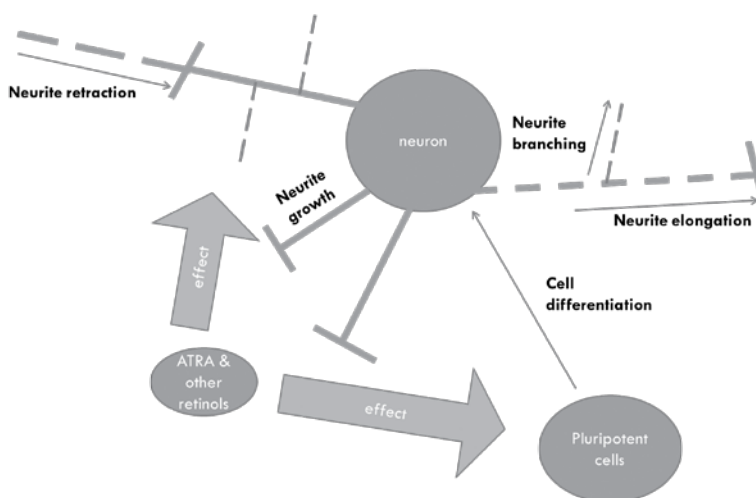
5. TINJAUAN TEKNOLOGI

Peranan β -karoten dan turunannya (retinol, asam retinol, retinol asetat) memiliki peranan yang sangat banyak bagi sel saraf, terutama dalam dua kelompok, yaitu: (1) *promoting* dan (2) *preventing*. Peran *promoting* artinya membantu proses-proses seperti diferensiasi dan regenerasi sel saat periode pertumbuhan otak, transmisi sinyal-sinyal sel saraf, *clearance* senyawa-senyawa metabolit, dan menjaga integritas BBB. Peran *preventing* dari β -karoten dan turunannya di dalam otak terdiri dari pencegahan inflammasi dan kematian neuron.



Gambar 7 Peran retinol dalam sistem molekuler sel saraf

Peranan β -karoten dan turunannya bagi sel saraf utamanya adalah pada perkembangan dan diferensiasi sel saraf. Pertumbuhan, percabangan, dan pemanjangan neurite dipengaruhi oleh ketersediaan β -karoten dan turunannya. Demikian pula pemendekan (retraksi) neurite dipengaruhi oleh ketidakterdisebutnya β -karoten dan turunannya.



Gambar 8 Pengaruh penambahan retinol bagi sel saraf

6.1. *Research Plan dan Research Protocol*

Tahapan Riset terdiri dari

1. Studi Peluang Pasar (2019)
2. Studi Pustaka (2017)
3. Formulasi Awal Produk (2017)
4. Penerimaan Konsumen: Prototipe I (2017)
5. Pembuktian Kadar Beta Karoten dan Alfa Tokoferol Metode Spektro (2017)
6. Perbaikan Produk (Penggunaan Evaporasi Vakum) (2018)
7. Penerimaan Konsumen: Prototipe II (2018)
8. Pembuktian Kadar Beta Karoten dan Alfa Tokoferol Metode HPLC (2018)
9. Pengujian Toksisitas dengan Metode BLST (2018)
10. Pengujian Toksisitas Subkronis dengan Mencit (2019)
11. Studi Digesti dan bioavailabilitas Beta Karoten dan Alfa Tokoferol (2019)
12. Pengujian Efikasi Anti-Kolesterol dengan Mencit (2019)
13. Pengujian Efikasi Anti-Diabetes dengan Mencit (2019)
14. Pengujian Efikasi Penurunan Kolesterol dan Gula Darah pada Manusia (2017)
15. Analisis Kesiapan Produksi (2019)

6.2. Hipotesa-hipotesa

Hipotesa-hipotesa yang dibangun terdiri dari:

1. Formula produk emulsi yang terdiri dari Fraksi Olein Minyak Sawit Merah, Labu, dan Buah Naga memiliki sifat antioksidatif dengan senyawa aktif yang berasal dari beta-karoten dan alfa-tokoferol.

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA

2. Formula pangan fungsional produk emulsi yang terdiri dari Fraksi Olein Minyak Sawit Merah, Labu, dan Buah Naga tidak bersifat toksik yang dibuktikan dengan metode BLST dan subkronis kreatinin ginjal mencit.
3. Senyawa bioaktif beta-karoten dan alfa-tokoferol dari formula pangan fungsional produk emulsi yang terdiri dari Fraksi Olein Minyak Sawit Merah, Labu, dan Buah Naga tersedia bagi tubuh dan dapat diakses melalui sistem pencernaan.
4. Formula pangan fungsional produk emulsi yang terdiri dari Fraksi Olein Minyak Sawit Merah, Labu, dan Buah Naga memiliki efikasi sebagai anti-kolesterol dan anti-diabetes yang dibuktikan pada hewan mencit.
5. Formula pangan fungsional produk emulsi yang terdiri dari Fraksi Olein Minyak Sawit Merah, Labu, dan Buah Naga memiliki efikasi sebagai penurun kolesterol dan gula darah pada manusia.

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

7.1. Persiapan Bahan

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

CPO harus dicek kadar asam lemak bebas awal, di mana 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. Salah satu metode yang dilakukan adalah diproses pada suhu 180°C selama 20 menit untuk menghasilkan produk minyak sawit merah dengan kadar karotenoid 249 ppm dan asam lemak bebas 0,2%. 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%.

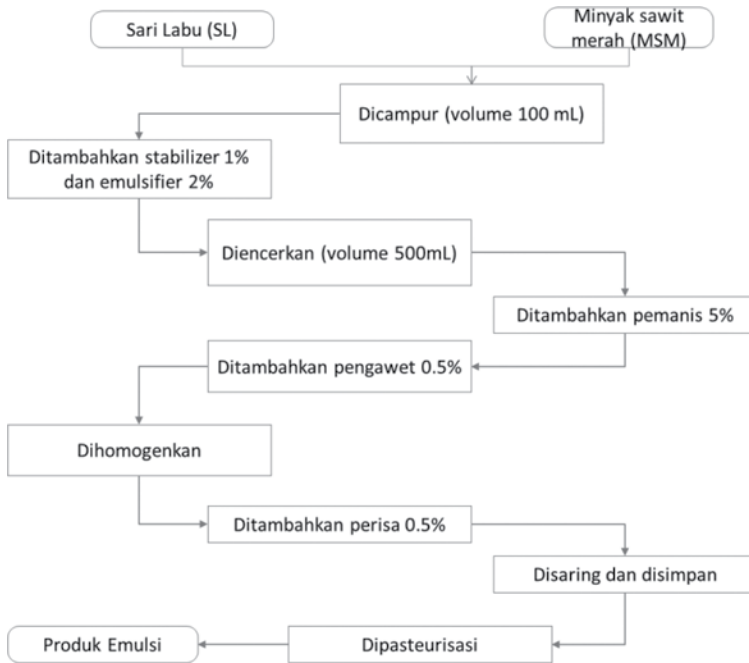
Dedodorisasi dilakukan pada suhu disekitar titik didih air (100°C) dibantu dengan kondisi tekanan yang rendah (60 mmHg) agar mampu menjaga kadar karotenoid total untuk olein dan stearin minyak sawit merah sampai dengan lama waktu deodorisasi 6 jam. Berdasarkan

hasil penelitian sebelumnya, 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.

7.2. 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. Dalam formulasi ini digunakan gum sebagai emulsifier dan karboksi metil selulase (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 di awal 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 100 mL. Selanjutnya, pasteurisasi dilakukan di akhir yang bertujuan untuk memusnahkan bakteri patogen yang mungkin mengontaminasi selama proses pengolahan.

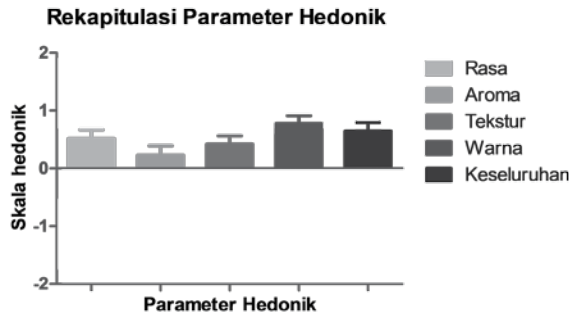


Gambar 9 Bagan alir tahap formulasi produk emulsi sari labu dan minyak sawit merah

7.3. Penerimaan dan Karakteristik Produk

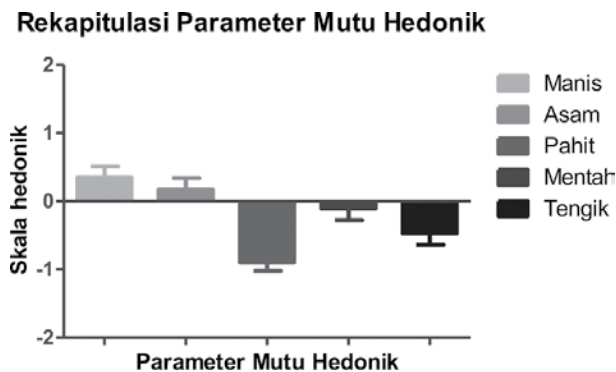
Uji mutu hedonik digunakan untuk mengetahui preferensi panelis terhadap ke-enam formulasi emulsi labu-minyak sawit merah. Sebanyak 30 panelis diminta penilaiannya akan parameter palatabilitas yang terdiri dari rasa (manis, asam, dan pahit), aroma (mentah dan tengik). Angka yang diperoleh kemudian ditransformasikan 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 α 5% pada sidik ragam maka dilakukan uji lanjut dengan metode *Tukey test*.

Berdasarkan hasil penelitian 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 10, 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 10 Rekapitulasi hasil uji hedonik produk emulsi 90% labu

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 11).



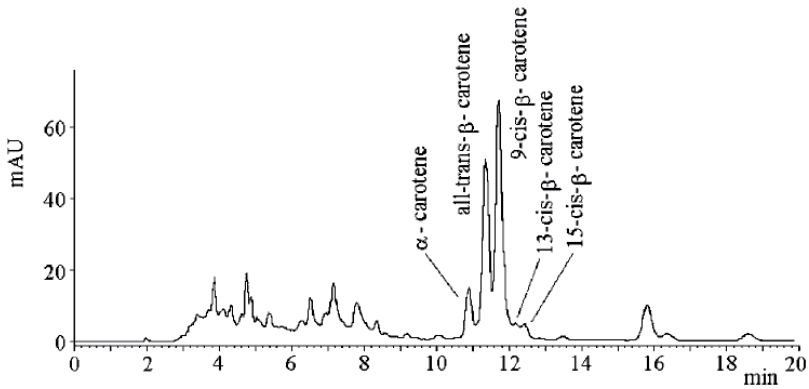
Gambar 11 Rekapitulasi hasil uji mutu hedonik produk emulsi 90% labu

7.4. Kadar Karotenoid

Dalam proses deteksi karotenoid menggunakan HPLC, urutan senyawa terdeteksi adalah α -karoten, all-trans- β -karoten, 9-cis- β -karoten, 13-cis- β -karoten, dan 15 cis- β -karoten. Hasil ini identik dengan laporan lain yang menyebutkan bahwa α -karoten, all-trans- β -karoten akan terdeteksi lebih awal dibandingkan dengan senyawa-senyawa cis- β -karoten.

7. DESAIN PRODUK

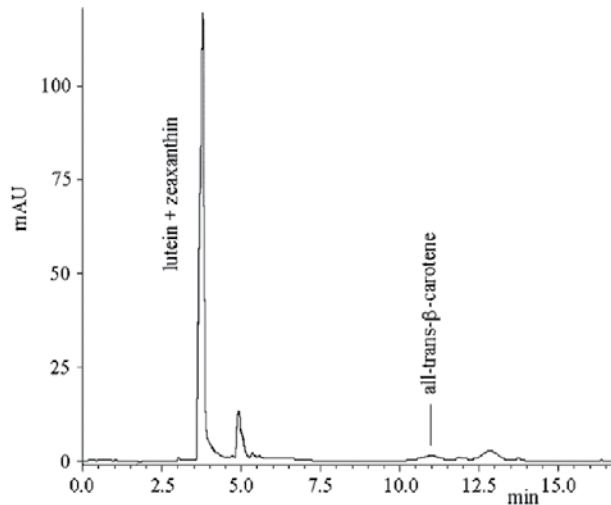
SUPLEMEN PRO-VITAMIN A



Sumber: Bononi *et al.* (2002).

Gambar 12 Deteksi puncak α -karoten, all-trans- β -karoten, 9-cis- β -karoten, 13-cis- β -karoten, dan 15 cis- β -karoten dengan HPLC-DAD

Selain senyawa α -zeakaroten, β -zeakaroten, α -karoten, all-trans- β -karoten, 9-cis- β -karoten, 13-cis- β -karoten, dan 15 cis- β -karoten, terndapat senyawa lutein dan *zeaxanthin* alami pada buah-buahan, misalnya pada labu merah. Lutein dan *zeaxanthin* akan memiliki puncak di awal deteksi seperti yang dilaporkan. Hasil ini memperkuat penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa komponen *zeaxanthin* terdapat secara alamiah di dalam labu.



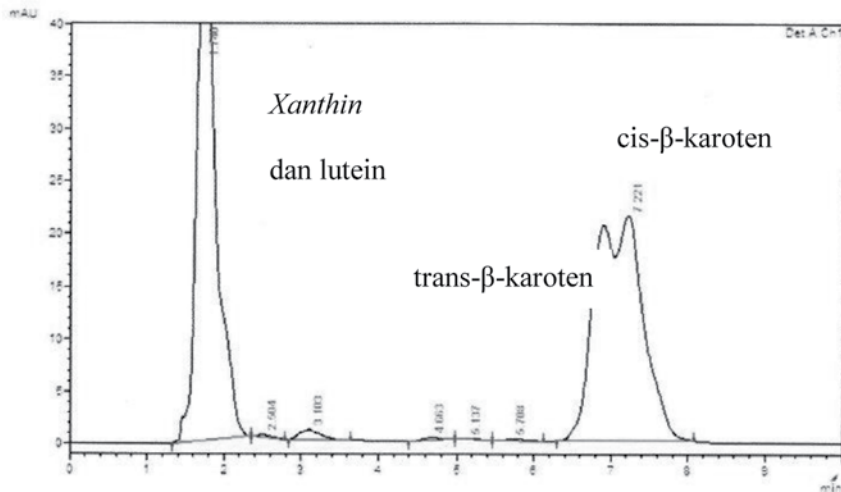
Sumber: Bononi dkk. (2002)

Gambar 13 Puncak lutein, *zeaxanthin*, dan all-trans- β -karoten dalam uji HPLC-PDA

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA

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- β -karoten dan cis- β -karoten. Keempat komponen ini menjadi kekhasan dari produk emulsi yang diteliti. Dikarenakan keterbatasan standar, maka hanya dilakukan perhitungan berdasarkan kandungan trans- β -karoten, di mana produk emulsi memiliki kadar trans- β -karoten sebesar $141,65 \pm 0,47 \text{ mg/L}$.



Sumber: Rahmadi *et al.* (2013)

Gambar 14 Hasil analisis HPLC terhadap produk emulsi labu dan minyak sawit merah

8.1. Profil Produk

8.1.1. Pembuatan FO-MSM (Fraksi Olein Minyak Sawit Merah)

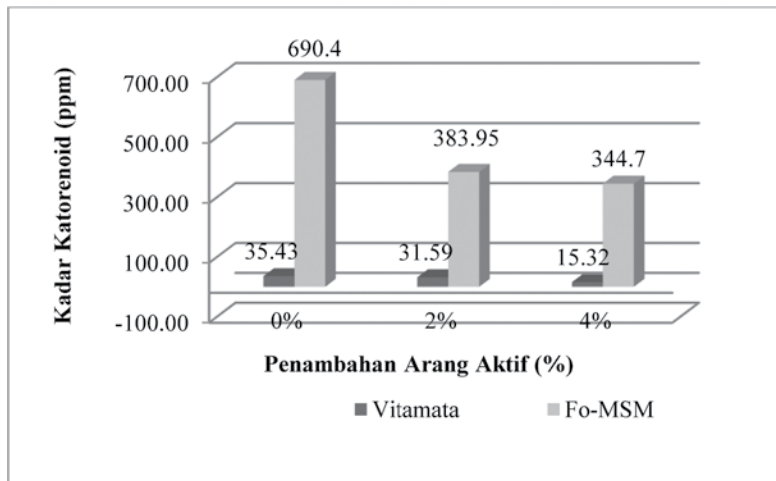
Kadar FFA CPO diperoleh sebesar 3,17%, sehingga dapat digunakan untuk tahap selanjutnya. Lalu CPO tersebut diekstraksi dengan air hangat (80-90°C) dan ditambahkan NaOH 10%. Salah satu tahapan dalam pemurnian minyak sawit secara kimia adalah deasidifikasi atau netralisasi. Deasidifikasi dilakukan setelah tahap *degumming* (penghilangan gum) untuk memisahkan asam lemak bebas yang terbentuk oleh aktivitas enzim, mikroba, uap air dan oksigen pada pascapanen sawit. Deasidifikasi dilakukan dengan menggunakan alkali, yang merupakan metode yang paling umum dilakukan karena lebih murah dan efisien dalam mereduksi asam lemak bebas pada minyak mentah atau kasar sampai kadar tertentu yang diinginkan. CPO diekstraksi secara berulang-ulang dengan air hangat, hingga diperoleh fraksi olein yang berwarna merah pada fase atas.

8.1.2. Pembuatan emulsi

Pada pembuatan produk emulsi dibutuhkan emulsifier dan stabilizer untuk pembentukan emulsi yang stabil. Emulsifier yang digunakan dalam penelitian ini adalah xhantan gum yang berfungsi menjaga tegangan permukaan droplet lemak didalam minyak agar tetap dalam kondisi stabil dan tidak terpisah, sedangkan stabilizer yang digunakan adalah CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) dan digunakan bahan lain yang ditambahkan untuk produk Oximata adalah bubuk kayu manis, sirup fruktosa/HFS (*High Fructose Syrup*) digunakan untuk memberi rasa manis, asam sitrat digunakan sebagai bahan pengawet dan pengatur keasaman dan juga perisa *orange* digunakan untuk menyembunyikan rasa dan aroma khas minyak sawit.

8.1.3. Kadar β -karoten Fraksi Olein Minyak Sawit Merah (FO-MSM) dan Oximata

Hasil analisa kadar Oximata dan kadar FO-MSM dengan variasi tanpa penambahan karbon aktif (0%) sebagai kontrol, penambahan karbon aktif 2 dan 4% dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 Hasil analisa β -karoten Oximata dan FO-MSM dengan variasi tanpa karbon aktif 0%, dengan karbon aktif 2% dan 4%.

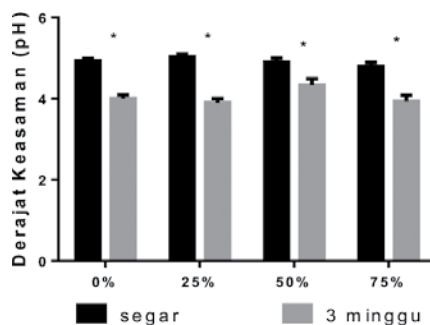
Berdasarkan analisa data yang diperoleh penambahan karbon aktif mempengaruhi β -karoten, yaitu semakin banyak karbon aktif yang digunakan maka akan semakin menurun kadar β -karoten yang terkandung dalam sampel hal ini dapat dilihat pada gambar 15. Oximata mula-mula (0%) sebesar 35,4275 ppm. Penggunaan karbon aktif 2 dan 4% menyebabkan kadar karotenoid menurun menjadi 43,24% dan 89,16%.

Hal ini pun demikian pada kadar betakaroten FO-MSM mengalami penurunan yaitu sebesar pada FO-MSM 0% sebesar 690,4 ppm sedangkan pada penambahan karbon aktif 2 dan 4% menjadi 49,9 dan 55,5%. Semakin banyak karbon aktif yang digunakan maka akan semakin menurunkan kadar β -karoten yang terkandung dalam sampel. Hal lain yang menyebabkan menurunnya betakaroten pada FO-MSM yaitu adanya proses deodorisasi dan *bleaching*. Deodorisasi dilakukan dengan pemanasan pada suhu 100°C, kecepatan 60 RPM, tekanan 80-90 mmHg, selama 5 jam untuk menghilangkan bau dari minyak. Proses *bleaching* karbon aktif juga efektif menurunkan aroma pada FO-MSM (data tidak ditampilkan), namun berisiko menyebabkan kandungan karoten minyak sebagai sumber komponen antioksidan terbesar minyak sawit (Sibirian dkk 2014).

8. PROFIL PRODUK

Kadar betakaroten Oximata prototype II mengalami penurunan yang drastis dibandingkan dengan kadar betakaroten FO-MSM. Hal ini disebabkan adanya penambahan bahan baku lainnya seperti ekstrak buah naga merah dan zat adiktif (perisa *orange*) yang mungkin mempengaruhi sensitifitas uji PORIM.

8.1.4. Derajat Keasaman (pH)



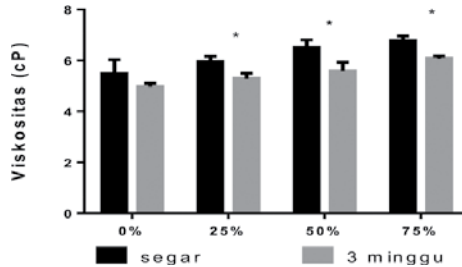
Keterangan: Diagram batang diperoleh dari perhitungan rata-rata dan standar deviasi. Diagram batang yang diikuti dengan tanda * menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji *Multiple T-Test*. 0% = Perbandingan buah naga merah: air (0:100), 25% = Perbandingan buah naga merah: air (25:75), 50% = Perbandingan buah naga merah : air (50:50), 75% = Perbandingan buah naga merah : air (75:25).

Gambar 16 Perbandingan pH setiap perlakuan produk emulsi pasteurisasi segar dan penyimpanan suhu ruang selama 3 minggu

Derajat keasaman (pH) menunjukkan sifat suatu bahan/produk. Apabila pH berada pada rentang <7 maka bahan atau produk bersifat asam, apabila $=7$ maka bahan/produk bersifat netral dan bila >7 maka bersifat basa. Berdasarkan hasil sidik ragam dapat diketahui bahwa penambahan sari buah naga merah berpengaruh terhadap derajat keasaman (pH) dari produk emulsi pasteurisasi segar dan produk emulsi pasteurisasi penyimpanan 3 minggu pada suhu ruang. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan menggunakan pH meter, derajat keasaman (pH) pada produk emulsi pasteurisasi segar memiliki rerata $4,91 \pm 0,11$ sedangkan produk emulsi yang disimpan selama 3 minggu memiliki nilai pH dengan rerata $4,04 \pm 0,21$ dan bersifat lebih asam dibandingkan dengan produk emulsi pasteurisasi segar.

Pada suhu ruang, nilai pH produk emulsi mengalami penurunan selama penyimpanan. Penurunan nilai pH pada produk emulsi ini kemungkinan disebabkan oleh mikroorganisme penghasil asam yang tumbuh pada produk emulsi selama penyimpanan. Sebelumnya, pengujian pada derajat keasaman produk emulsi Oximata adalah pada pH 3,6. Terdapat perbedaan pH yang cukup besar dibandingkan dengan prototipe pertama, yang disebabkan oleh penggunaan perasa yang berbeda, yaitu jeruk (*orange*) di prototipe pertama dibandingkan dengan frambozen di prototipe ini.

8.1.5. Viskositas



Keterangan: Diagram batang diperoleh dari perhitungan rata-rata dan standar deviasi. Diagram batang yang diikuti dengan tanda * menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji *Multiple T-Test*. 0% = Perbandingan buah naga merah : air (0:100), 25% = Perbandingan buah naga merah : air (25:75), 50% = Perbandingan buah naga merah : air (50:50), 75% = Perbandingan buah naga merah : air (75:25). cP = centi Poise

Gambar 17 Perbandingan viskositas setiap perlakuan produk emulsi pasteurisasi segar dan penyimpanan suhu ruang selama 3 minggu

Viskositas menunjukkan tingkat kekentalan suatu produk. Semakin tinggi nilai viskositas produk maka semakin kental produk tersebut. Pada penelitian ini, viskositas produk emulsi di ukur dengan menggunakan alat viskometer ooswald dengan akuades sebagai cairan pembandingnya. Berdasarkan hasil sidik ragam dapat diketahui bahwa setiap perlakuan berpengaruh terhadap viskositas dari produk emulsi pasteurisasi segar ($p < 0,05$). Nilai viskositas tertinggi adalah $6,787 \pm 0,18$ cP pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah, sedangkan nilai viskositas terendah adalah $5,477 \pm 0,55$ cP yaitu pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%).

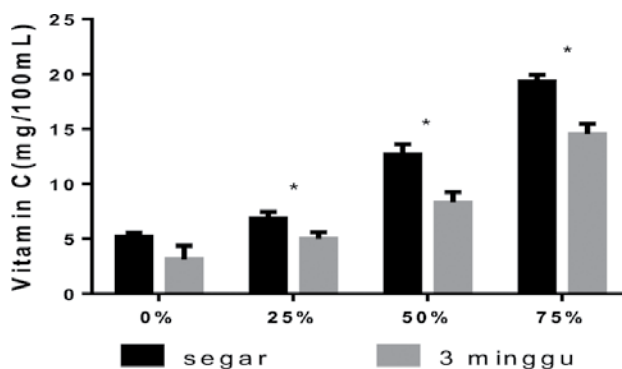
Semakin tinggi konsentrasi penambahan sari buah naga merah, viskositas produk emulsi juga semakin meningkat. Sari buah naga merah memiliki viskositas sebesar 2,22 cP. Selain penambahan sari buah naga merah penambahan bahan penstabil juga mempengaruhi viskositas produk emulsi. Berdasarkan hasil sidik ragam diketahui bahwa setiap perlakuan berpengaruh terhadap viskositas dari produk emulsi pasteurisasi penyimpanan suhu ruang selama 3 minggu. ($p < 0,05$). Nilai viskositas tertinggi adalah $6,079 \pm 0,099$ cP pada formulasi penyimpanan 3 minggu dengan 75% sari buah naga merah, sedangkan nilai viskositas terendah adalah $4,974 \pm 0,13$ cP yaitu pada formulasi penyimpanan 3 minggu tanpa penambahan sari buah naga merah (0%).

Selama penyimpanan pada suhu ruang dengan waktu penyimpanan 3 minggu nilai viskositas setiap perlakuan mengalami penurunan. Kondisi ini terjadi diakibatkan adanya penurunan ion-ion padatan terlarut sehingga produk emulsi menjadi lebih encer dan viskositas menurun. Seiring dengan semakin lamanya penyimpanan viskositas produk semakin menurun.

8. PROFIL PRODUK

Penurunan viskositas disebabkan oleh penurunan daya ikat penstabil terhadap partikel-partikel koloid yang tersuspensi. Ikatan yang terbentuk antara bahan penstabil dengan partikel-partikel yang semula kuat menjadi melemah seiring lamanya penyimpanan.

8.1.6. Vitamin C



Keterangan: Diagram batang diperoleh dari perhitungan rata-rata dan standar deviasi. Diagram batang yang diikuti dengan tanda * menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji *Multiple T-Test*. 0% = Perbandingan buah naga merah : air (0:100), 25% = Perbandingan buah naga merah : air (25:75), 50% = Perbandingan buah naga merah : air (50:50), 75% = Perbandingan buah naga merah : air (75:25).

Gambar 18 Perbandingan kandungan vitamin C setiap perlakuan produk emulsi pasteurisasi segar dan penyimpanan suhu ruang selama 3 minggu

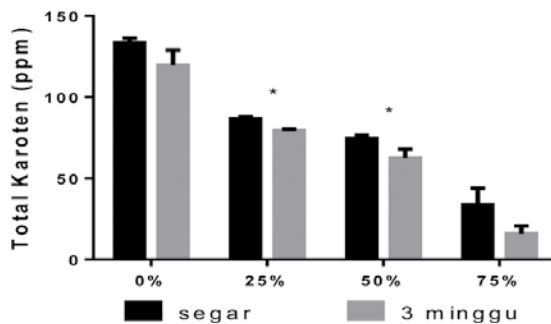
Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa setiap perlakuan berpengaruh nyata terhadap kadar vitamin C dari produk emulsi pasteurisasi segar ($p < 0,05$). Kadar vitamin C tertinggi terdapat pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah dengan rerata $19,32 \pm 0,62$ (mg/100mL) dan kadar vitamin C terendah terdapat pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%) dengan rerata $5,19 \pm 0,36$ (mg/100mL).

Penambahan sari buah naga merah berpengaruh terhadap kandungan vitamin C dari produk emulsi, semakin tinggi konsentrasi sari buah naga semakin tinggi juga kandungan vitamin C produk emulsi. Buah naga merah mengandung vitamin C 8–9 mg per 100 gram berat buah naga.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa setiap perlakuan berpengaruh nyata terhadap kadar vitamin C dari produk emulsi pasteurisasi penyimpanan pada suhu ruang selama 3 minggu. ($p < 0,05$). Kadar vitamin C tertinggi terdapat pada formulasi penyimpanan 3 minggu dengan 75% sari buah naga merah dengan rerata $14,54 \pm 0,95$ (mg/100mL) dan kadar vitamin C terendah terdapat pada formulasi penyimpanan 3 minggu tanpa penambahan sari buah naga merah (0%) dengan rerata $3,11 \pm 1,24$ (mg/100mL).

Kadar vitamin C produk emulsi semakin menurun selama penyimpanan pada suhu ruang selama 3 minggu, hal ini di karenakan vitamin C mudah teroksidasi karena senyawanya mengandung gugus fungsi hidroksi (OH) yang sangat reaktif dengan adanya oksidator gugus hidroksi akan teroksidasi menjadi gugus karbonil. Terjadinya penurunan kadar Vitamin C selama penyimpanan disebabkan oleh suhu penyimpanan dan sinar atau cahaya langsung sehingga sinar matahari sangat mudah menembus bahan dan mengoksidasi Vitamin C yang ada pada produk emulsi.

8.1.7. Total Karotenoid



Keterangan: Diagram batang diperoleh dari perhitungan rata-rata dan standar deviasi. Diagram batang yang diikuti dengan tanda * menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji *Multiple T-Test*. 0% = Perbandingan buah naga merah : air (0:100), 25% = Perbandingan buah naga merah : air (25:75), 50% = Perbandingan buah naga merah : air (50:50), 75% = Perbandingan buah naga merah : air (75:25).

Gambar 19 Perbandingan total karoten setiap perlakuan produk emulsi sterilisasi segar dan penyimpanan suhu ruang selama 2 minggu

Karotenoid ditemukan pada kloroplas tanaman dan berfungsi sebagai katalisator dalam fotosintesis. Di antara ratusan karotenoid yang terdapat di alam hanya bentuk α , β , dan γ serta kriptosantin yang berperan sebagai provitamin A. Karotenoid, selain sebagai prekursor vitamin A, juga berperan dalam pemberian warna kuning, jingga, dan merah pada beberapa jenis buah dan sayuran.

Berdasarkan hasil sidik ragam dapat diketahui bahwa setiap perlakuan berpengaruh nyata terhadap total karotenoid dari produk emulsi sterilisasi segar. ($p < 0,05$). Total karoten tertinggi terdapat pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%) dengan rerata $133,4 \pm 2,92$ (ppm) dan total karoten terendah terdapat pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah dengan rerata $33,51 \pm 10,53$ (ppm).

8. PROFIL PRODUK

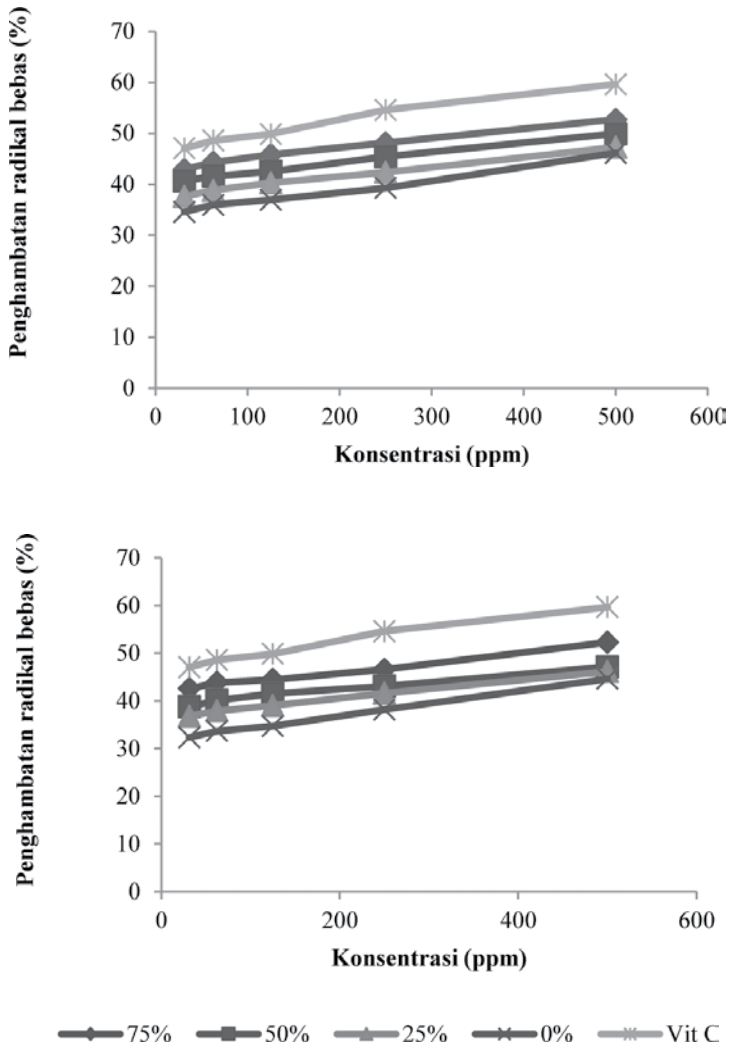
Hal ini cukup jauh bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Pengujian total karotenoid pada produk emulsi Oximata sebelumnya dengan total karotenoid sebesar $178,893 \pm 33,931$ ppm. Perbedaan ini dipengaruhi oleh komposisi bahan serta perlakuan panas yang berbeda yaitu pasteurisasi dan sterilisasi pada produk emulsi. Perlakuan sterilisasi mempengaruhi kadar karotenoid produk emulsi sterilisasi segar karena karotenoid sensitif terhadap cahaya, oksigen, panas, waktu pemanasan, dan asam.

Dari data analisis di atas diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi sari buah naga merah maka semakin rendah total karotenoid dari produk emulsi, hal ini dikarenakan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan produk emulsi banyak mengandung karbohidrat dan serat yang membentuk sebuah matriks, yang menyebabkan kandungan karotenoid dalam produk emulsi terjebak pada matriks tersebut selama pengujian, sehingga penyerapan karotenoid produk emulsi tidak maksimal. Penyerapan karotenoid yang tidak maksimal ini dapat terjadi pada saat pengolahan dan pengujian produk pangan.

Berdasarkan hasil sidik ragam dapat diketahui bahwa setiap perlakuan berpengaruh nyata terhadap total karoten dari produk emulsi sterilisasi penyimpanan suhu ruang selama 2 minggu ($p < 0,05$). Total karoten tertinggi terdapat pada formulasi penyimpanan 2 minggu tanpa penambahan sari buah naga merah (0%) dengan rerata $119,7 \pm 9,43$ (ppm) dan total karoten terendah terdapat pada formulasi penyimpanan 2 minggu dengan 75% sari buah naga merah dengan rerata $15,96 \pm 4,81$ (ppm).

Selama penyimpanan pada suhu ruang selama 2 minggu, total karotenoid produk emulsi mengalami penurunan. Penurunan kadar karotenoid dari penyimpanan produk emulsi ini disebabkan oleh sifat dari karoten yang mudah teroksidasi ketika terkena udara, hal ini disebabkan karena adanya 11 ikatan rangkap dua yang terkonjugasi. Selain itu karoten juga sangat tidak stabil jika terkena cahaya dan panas pada suhu lebih besar sama dengan $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ sehingga dapat mengalami perubahan isometrik menjadi bentuk *cis* β -karoten yang lebih tidak stabil.

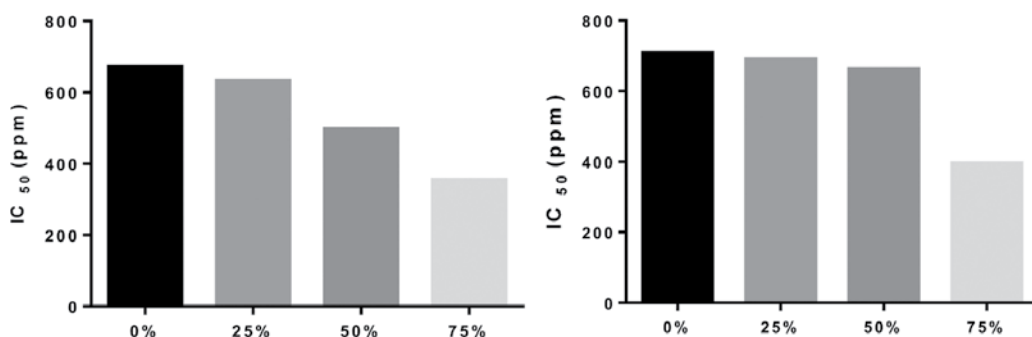
8.1.8. Aktivitas Antioksidan



Keterangan: (a) produk emulsi sterilisasi segar, (b) penyimpanan suhu ruang selama 2 minggu.

Gambar 20 Penghambatan radikal bebas DPPH oleh produk emulsi sterilisasi segar pada setiap perlakuan

8. PROFIL PRODUK



Keterangan: (a) produk emulsi sterilisasi segar, (b) penyimpanan suhu ruang selama 2 minggu.

0% = Perbandingan buah naga merah : air (0:100) segar

25% = Perbandingan buah naga merah : air (25:75) segar

50% = Perbandingan buah naga merah : air (50:50) segar

75% = Perbandingan buah naga merah : air (75:25) segar

Gambar 21 Nilai IC₅₀ produk emulsi sterilisasi segar pada setiap perlakuan

Berdasarkan hasil analisa dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi penambahan sari buah naga merah pada setiap perlakuan, aktivitas antioksidan semakin meningkat. Warna ungu pada larutan DPPH akan berubah menjadi kuning setelah direduksi oleh vitamin C. Ketika suatu larutan dicampur dengan zat yang mengandung aktivitas antioksidan, maka zat tersebut akan mendonorkan sebuah atom hidrogen. Hal inilah yang menyebabkan warna ungu larutan berubah menjadi kuning pucat. Produk emulsi tidak mengalami perubahan warna yang signifikan, hal ini menandakan aktivitas antioksidan yang rendah pada produk emulsi sterilisasi segar.

Vitamin C selaku kontrol memiliki penghambatan terhadap radikal bebas DPPH tertinggi bila dibandingkan dengan setiap perlakuan produk emulsi sterilisasi segar. Pada konsentrasi 500 ppm, penghambatan radikal bebas produk emulsi dengan formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%), formulasi segar dengan 25% sari buah naga merah, formulasi segar dengan 50% sari buah naga merah, formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah dan kontrol berturut-turut adalah 38,58%; 41,28%; 44,05%; 46,78% dan 51,95% dengan nilai IC₅₀ berturut-turut adalah 671,09; 632,52; 497,21; 354,25 dan 120,52 ppm. Dari setiap perlakuan produk emulsi, formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah dengan penambahan konsentrasi sari buah naga merah tertinggi memiliki nilai IC₅₀ yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan lainnya, seiring dengan penambahan konsentrasi sari buah naga merah semakin kecil juga nilai IC₅₀ pada produk emulsi. Menurut Amelia (2013) buah naga merah memiliki kandungan IC₅₀ sebesar 86,87 ppm. Semakin kecil nilai IC₅₀ maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya.

Perlakuan sterilisasi dengan suhu 121°C selama 15 menit berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada produk emulsi. Semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin rendah aktivitas antioksidannya. Temperatur berpengaruh signifikan terhadap penghambatan radikal bebas DPPH pada *Premna serratifolia* L. dengan meningkatnya temperatur maka aktivitas antioksidan akan menurun.

Berdasarkan analisa yang dilakukan pada produk emulsi sterilisasi penyimpanan suhu ruang selama 2 minggu, diketahui bahwa vitamin C selaku kontrol juga memiliki penghambatan terhadap radikal bebas DPPH tertinggi bila dibandingkan dengan setiap perlakuan produk emulsi sterilisasi penyimpanan suhu ruang selama 2 minggu.

Pada konsentrasi 500 ppm, penghambatan radikal bebas produk emulsi dengan formulasi penyimpanan 2 minggu tanpa penambahan sari buah naga merah (0%), formulasi penyimpanan 2 minggu dengan 25% sari buah naga merah, formulasi penyimpanan 2 minggu dengan 50% sari buah naga merah, formulasi penyimpanan 2 minggu dengan 75% sari buah naga merah dan kontrol berturut-turut adalah 36,70%; 40,30%; 42,13%; 45,94% dan 51,95% dengan nilai IC_{50} berturut turut 708,21; 691,05; 663,25; 395,78 dan 120,52 ppm.

Dari data analisa diketahui bahwa terjadi penurunan aktivitas antioksidan produk emulsi sterilisasi penyimpanan suhu ruang selama 2 minggu yang ditandai dengan meningkatnya nilai IC_{50} tiap perlakuan. Kondisi ini terjadi karena antioksidan merupakan senyawa yang rentan teroksidasi dengan adanya efek seperti cahaya, panas, logam peroksida atau secara langsung bereaksi dengan oksigen sehingga nilai aktivitas antioksidan mengalami penurunan selama penyimpanan. Senyawa-senyawa yang berperan sebagai antioksidan dalam buah naga merah (fenol, betasianin, dan vitamin C) akan menghambat kerusakan oksidasi maupun kerusakan mikrobiologis sehingga selama proses penyimpanan mengalami penurunan. Aktivitas antioksidan berkurang seiring kehilangan antioksidan atau formasi komponen yang memiliki sifat prooksidan. Kemampuan menghambat radikal bebas DPPH berhubungan dengan kemampuan mendonorkan hidrogen yang ditunjukkan oleh peran fenol dan flavonoid yang ada dalam sampel.

8.2. Uji Hedonik dan Mutu Hedonik

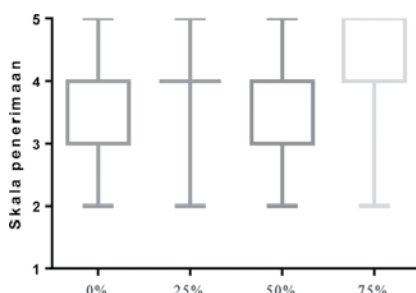
8.2.1. Uji Hedonik Warna

Warna merupakan atribut kualitas yang paling penting. Bersama-sama dengan aroma dan rasa, warna berperan dalam penentuan tingkat penerimaan oleh konsumen terhadap suatu produk, meskipun suatu produk memiliki nilai gizi yang tinggi, rasa enak dan tekstur baik namun jika warna tidak menarik maka dapat menyebabkan produk tersebut akan kurang diminati.

8. PROFIL PRODUK

Berdasarkan hasil uji hedonik terhadap warna dari 20 panelis agak terlatih, diperoleh bahwa skala penerimaan uji hedonik warna produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan yaitu antara agak suka dan suka ($3,43 \pm 0,72$) sampai dengan antara suka dan sangat suka ($4,13 \pm 0,85$). Hal ini menunjukkan bahwa produk emulsi sterilisasi segar dapat diterima oleh panelis. Nilai hedonik warna tertinggi yaitu antara suka dan sangat suka ($4,13 \pm 0,85$) pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah. Nilai hedonik warna terendah yaitu antara agak suka dan suka ($3,43 \pm 0,72$) pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%).

Dari data analisis diketahui bahwa semakin tinggi penambahan sari buah naga merah pada setiap perlakuan maka skala penerimaan panelis juga meningkat, hal ini dikarenakan buah naga merah memiliki warna yang khas dan lebih disukai oleh panelis.



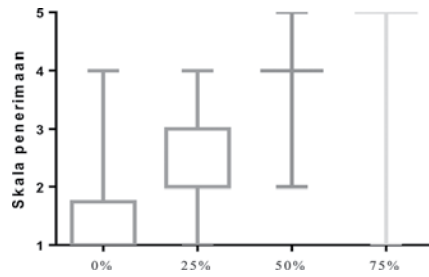
Skala penerimaan: Sangat suka=5; Suka=4; Agak suka=3; Tidak suka=2; Sangat tidak suka=1

Gambar 22 Hasil uji hedonik warna

8.2.2. Uji Mutu Hedonik Warna

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik terhadap warna dari 20 panelis agak terlatih, diperoleh bahwa skala penerimaan uji mutu hedonik warna produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan yaitu antara oranye dan oranye kemerahan ($1,31 \pm 0,62$) sampai dengan mendekati sangat merah ($4,81 \pm 0,65$). Nilai mutu hedonik warna tertinggi yaitu mendekati sangat merah ($4,81 \pm 0,65$) pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah. Nilai hedonik warna terendah antara oranye dan oranye kemerahan ($1,31 \pm 0,62$) pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%).

Dari hasil analisa dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi penambahan sari buah naga merah pada tiap perlakuan, produk emulsi sterilisasi segar memiliki warna yang semakin merah dan mendekati sangat merah.



Skala penerimaan: Sangat merah=5; Merah=4; Agak merah=3; Oranye kemerahan=2; Oranye=1.

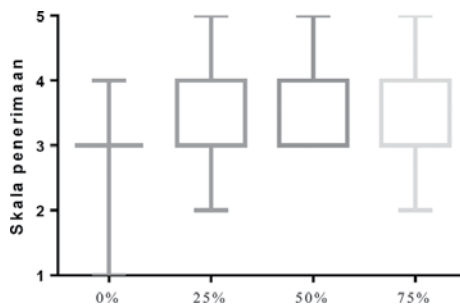
Gambar 23 Hasil uji mutu hedonik warna

8.2.3. Uji Hedonik Kekentalan

Dari hasil uji diketahui bahwa penambahan konsentrasi sari buah naga merah berpengaruh nyata terhadap hedonik kekentalan produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil uji hedonik terhadap kekentalan dari 20 panelis agak terlatih, diperoleh bahwa skala penerimaan uji hedonik kekentalan produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan yaitu antara agak suka ($3,03 \pm 0,66$) sampai dengan antara agak suka dan suka ($3,76 \pm 0,85$). Hal ini menunjukkan bahwa produk emulsi sterilisasi segar dapat diterima oleh panelis. Nilai hedonik kekentalan tertinggi yaitu antara agak suka dan suka ($3,76 \pm 0,85$) pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah. Nilai hedonik kekentalan terendah yaitu agak suka ($3,03 \pm 0,66$) pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%).

Dari hasil analisa diketahui bahwa penambahan sari buah naga merah berpengaruh terhadap nilai hedonik kekentalan produk emulsi sterilisasi segar, semakin tinggi konsentrasi sari buah naga merah, maka skala penerimaan panelis juga meningkat. Dalam hal ini dapat diketahui bahwa panelis cenderung suka terhadap produk emulsi yang kental.



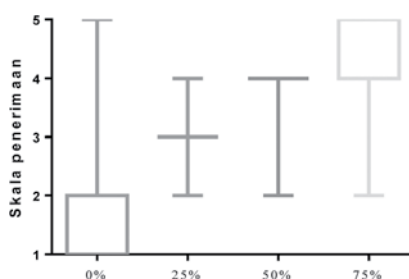
Skala penerimaan: Sangat suka=5; Suka=4; Agak suka=3; Tidak suka=2; Sangat tidak suka=1

Gambar 24 Hasil uji hedonik kekentalan

8.2.4. Uji Mutu Hedonik Kekentalan

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik terhadap kekentalan dari 20 panelis agak terlatih, diperoleh bahwa skala penerimaan uji mutu hedonik kekentalan produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan yaitu antara sangat cair dan cair ($1,9 \pm 0,75$) sampai dengan antara kental dan sangat kental ($4,5 \pm 0,74$). Nilai mutu hedonik kekentalan tertinggi yaitu antara kental dan sangat kental ($4,5 \pm 0,74$) pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah. Nilai mutu hedonik kekentalan terendah yaitu antara sangat cair dan cair $1,9 \pm 0,75$ pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%).

Hasil analisa menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi penambahan sari buah naga merah pada setiap perlakuan, maka produk emulsi sterilisasi segar memiliki mutu hedonik kekentalan yang mendekati sangat kental. Menurut Farikha dkk., (2013), sari buah naga merah memiliki viskositas sebesar 2,22 cP, hal ini sangat berpengaruh terhadap mutu hedonik kekentalan produk emulsi. Formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah memiliki nilai hedonik kekentalan yang sangat cair dan cair.



Skala penerimaan: Sangat kental=5; Kental=4; Agak kental=3; Cair=2; Sangat cair=1.

Gambar 25 Hasil uji mutu hedonik kekentalan

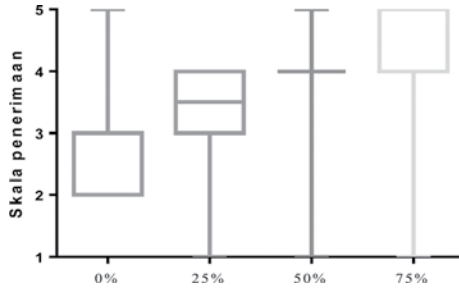
8.2.5. Uji Hedonik Rasa

Rasa merupakan tanggapan rangsangan kimiawi oleh indera perasa, di mana akhirnya keseluruhan interaksi antara sifat-sifat aroma, rasa, dan tekstur merupakan keseluruhan rasa makanan yang dinilai. Hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi sari buah naga merah berpengaruh nyata terhadap hedonik rasa produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan.

Dari hasil uji hedonik terhadap rasa dari 20 panelis agak terlatih, diperoleh bahwa skala penerimaan uji hedonik rasa produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan yaitu antara mendekati agak suka ($2,81 \pm 0,74$) sampai dengan antara suka dan sangat suka ($4,33 \pm 0,95$). Hal ini menunjukkan bahwa produk emulsi sterilisasi segar dapat diterima oleh panelis. Nilai

hedonik rasa tertinggi yaitu antara suka dan sangat suka ($4,33\pm 0,95$) pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah. Nilai hedonik rasa terendah yaitu antara mendekati agak suka ($2,81\pm 0,74$) pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%).

Dari hasil pengamatan diketahui bahwa panelis cenderung suka terhadap produk emulsi dengan penambahan sari buah naga merah dibandingkan dengan produk emulsi tanpa penambahan sari buah naga merah.



Skala penerimaan: Sangat suka=5; Suka=4; Agak suka=3; Tidak suka=2; Sangat tidak suka=1

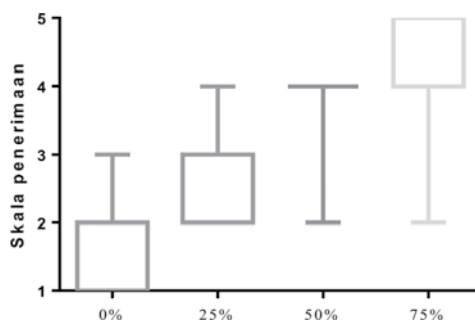
Gambar 26 Hasil uji hedonik rasa

8.2.6. Uji Mutu Hedonik Rasa (Buah Naga Merah)

Dari hasil uji hedonik terhadap rasa dari 20 panelis agak terlatih, diperoleh bahwa skala penerimaan uji mutu hedonik rasa (buah naga merah) produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan yaitu antara sangat tidak berasa buah naga merah dan tidak berasa buah naga merah ($1,48\pm 0,56$) sampai dengan antara berasa buah naga merah dan sangat berasa buah naga merah ($4,53\pm 0,81$). Nilai mutu hedonik rasa (buah naga merah) tertinggi yaitu antara berasa buah naga merah dan sangat berasa buah naga merah ($4,53\pm 0,81$) pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah. Nilai mutu hedonik rasa (buah naga merah) terendah yaitu antara sangat tidak berasa buah naga merah dan tidak berasa buah naga merah ($1,48\pm 0,56$) pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%).

Hasil analisa menunjukkan bahwa formulasi segar dengan penambahan sari buah naga merah memiliki rasa buah naga merah yang dapat diterima oleh panelis, hal ini menunjukkan bahwa produk emulsi yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki rasa buah naga merah yang dominan pada setiap konsentrasi penambahannya.

8. PROFIL PRODUK



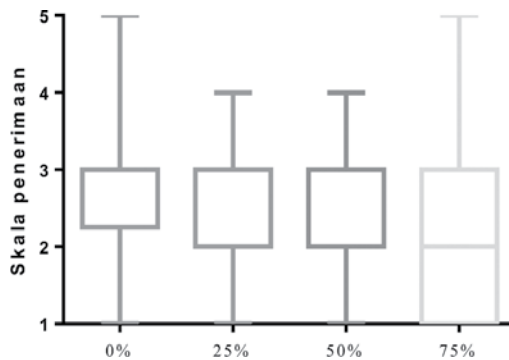
Skala penerimaan: Sangat berasa buah naga merah = 5; Berasa buah naga merah = 4; Agak berasa buah naga merah = 3; Tidak berasa buah naga merah = 2; Sangat tidak berasa buah naga merah = 1

Gambar 27 Hasil uji mutu hedonik rasa (buah naga merah)

8.2.7. Uji Mutu Hedonik Rasa (CPO)

Dari hasil uji mutu hedonik terhadap rasa dari 20 panelis agak terlatih, diperoleh bahwa skala penerimaan uji mutu hedonik rasa (CPO) produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan yaitu antara tidak berasa CPO ($2,03 \pm 1,24$) sampai dengan antara mendekati agak berasa CPO ($2,98 \pm 0,91$). Nilai mutu hedonik rasa (CPO) tertinggi yaitu mendekati agak berasa CPO ($2,98 \pm 0,91$) pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%). Nilai mutu hedonik rasa (CPO) terendah yaitu tidak berasa CPO ($2,03 \pm 1,24$) pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah.

Dari hasil pengamatan diketahui bahwa penambahan sari buah naga merah berpengaruh terhadap mutu rasa (CPO) produk emulsi, semakin tinggi konsentrasi sari buah naga merah yang digunakan, penerimaan panelis terhadap mutu rasa (CPO) produk emulsi semakin menurun, sedangkan pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah memiliki mutu rasa (CPO) yang mendekati agak berasa CPO. Dalam hal ini dapat diketahui bahwa penambahan sari buah naga merah dapat menghilangkan rasa CPO pada produk emulsi. Menurut Rahmadi dkk., (2014) minyak sawit merah yang dihasilkan dari CPO memiliki skala penerimaan yang rendah dan cenderung tidak disukai oleh panelis.



Skala penerimaan: Sangat berasa CPO = 5; Berasa CPO = 4; Agak berasa CPO = 3; Tidak berasa CPO = 2; Sangat tidak berasa CPO = 1.

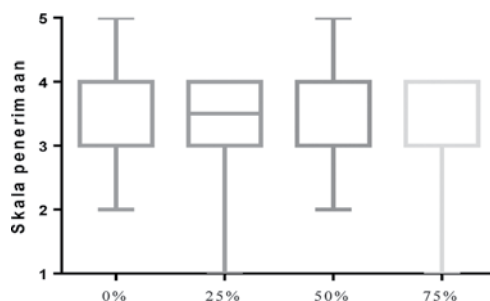
Gambar 28 Hasil uji mutu hedonik rasa (CPO)

8.2.8. Uji Mutu Hedonik Rasa (Frambozen)

Berdasarkan hasil uji hedonik terhadap rasa dari 20 panelis agak terlatih, diperoleh bahwa skala penerimaan uji mutu hedonik rasa (frambozen) produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan yaitu antara agak berasa frambozen ($3,083 \pm 0,907$) sampai dengan antara agak berasa frambozen dan berasa frambozen ($3,55 \pm 0,62$). Nilai mutu hedonik rasa (frambozen) tertinggi yaitu antara agak berasa frambozen dan berasa frambozen ($3,55 \pm 0,62$) pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%). Sementara nilai mutu hedonik rasa (frambozen) terendah yaitu agak berasa frambozen ($3,083 \pm 0,907$) pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah.

Hasil analisa menunjukkan bahwa penambahan sari buah naga merah tidak berpengaruh nyata terhadap produk emulsi. Produk emulsi memiliki mutu rasa (frambozen) yang dapat diterima oleh panelis. Tujuan utama penambahan perisa frambozen ini yaitu untuk menambah cita rasa dari produk emulsi yang dihasilkan serta berperan juga untuk menghilangkan rasa CPO dari produk emulsi. Nilai mutu hedonik rasa (frambozen) pada produk emulsi yaitu antara agak berasa dan berasa frambozen yang hampir sama pada setiap formulasi segar yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan perisa frambozen yang ditambahkan pada produk emulsi memiliki volume yang sama pada setiap perlakuan.

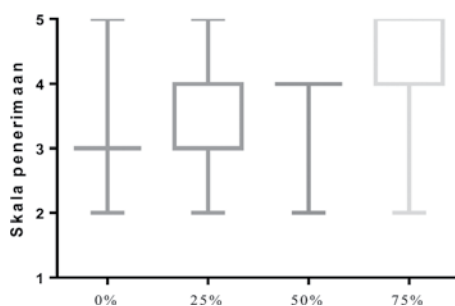
8. PROFIL PRODUK



Skala penerimaan: Sangat berasa frambozen = 5; Berasa frambozen = 4; Agak berasa frambozen = 3; Tidak berasa frambozen = 2; Sangat tidak berasa frambozen = 1.

Gambar 29 Hasil uji mutu hedonik rasa (Frambozen)

8.2.9. Uji Hedonik Aroma



Skala penerimaan: Sangat suka = 5; Suka = 4; Agak suka = 3; Tidak suka = 2; Sangat tidak suka = 1

Gambar 30 Hasil uji hedonik aroma

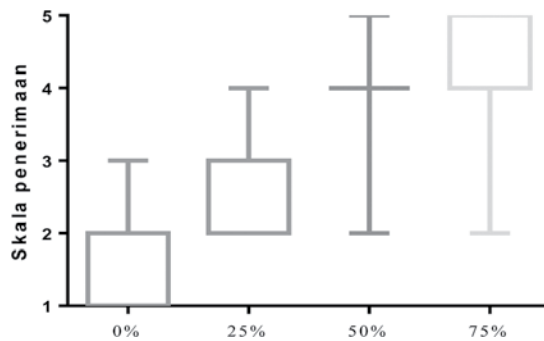
8.2.10. Uji Mutu Hedonik Aroma (Buah Naga Merah)

Aroma berhubungan dengan indera penciuman panelis terhadap produk. Aroma dihasilkan dari senyawa-senyawa volatile yang terdapat pada bahan. Aroma dapat muncul secara alami maupun karena proses pengolahan seperti penggorengan, pengovenan, dan proses lainnya. Aroma juga dapat berkurang karena proses pengolahan pada produk olahan tersebut. Hasil uji Kruskal Wallis pada taraf α 5% menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi sari buah naga merah berpengaruh nyata terhadap hedonik aroma produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan.

Hasil uji hedonik terhadap aroma dari 20 panelis agak terlatih, diperoleh bahwa skala penerimaan uji hedonik aroma produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan yaitu antara agak suka ($3,15 \pm 0,75$) sampai dengan antara suka dan sangat suka ($4,01 \pm 0,77$). Hal ini menunjukkan

bahwa produk emulsi sterilisasi segar dapat diterima oleh panelis. Nilai hedonik aroma tertinggi yaitu di antara suka dan sangat suka ($4,01 \pm 0,77$) pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah. Nilai hedonik aroma terendah yaitu antara agak suka ($3,15 \pm 0,75$) pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%).

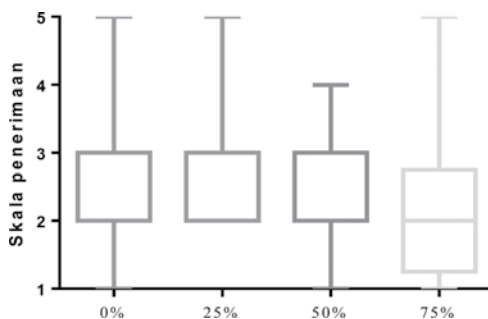
Hasil analisa menunjukkan bahwa penambahan sari buah naga merah berpengaruh terhadap nilai hedonik aroma produk emulsi sterilisasi segar, semakin tinggi konsentrasi sari buah naga merah, skala penerimaan panelis juga meningkat. Dalam hal ini dapat diketahui bahwa panelis juga suka terhadap produk emulsi dengan penambahan sari buah naga merah dibandingkan dengan produk emulsi tanpa penambahan sari buah naga merah.



Skala penerimaan: Sangat beraroma buah naga merah = 5; Beraroma buah naga merah = 4; Agak beraroma buah naga merah = 3; Tidak beraroma buah naga merah = 2; Sangat tidak beraroma buah naga merah = 1.

Gambar 31 Hasil uji mutu hedonik aroma (buah naga merah)

8.2.11. Uji Mutu Hedonik Aroma (CPO)



Skala penerimaan: Sangat beraroma CPO = 5; Beraroma CPO = 4; Agak beraroma CPO = 3; Tidak beraroma CPO = 2; Sangat tidak beraroma CPO = 1.

Gambar 32 Hasil uji mutu hedonik aroma (CPO)

8. PROFIL PRODUK

Hasil uji mutu hedonik terhadap aroma dari 20 panelis agak terlatih, diperoleh bahwa skala penerimaan uji mutu hedonik aroma (CPO) produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan yaitu antara tidak beraroma CPO ($2,08 \pm 0,88$) sampai dengan antara tidak beraroma CPO dan agak beraroma CPO ($2,78 \pm 0,97$). Nilai mutu hedonik aroma (CPO) tertinggi yaitu antara tidak beraroma CPO dan agak beraroma CPO ($2,78 \pm 0,97$) pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah (0%). Nilai mutu hedonik aroma (CPO) terendah yaitu antara tidak beraroma CPO ($2,08 \pm 0,88$) pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah.

Hasil analisa menunjukkan bahwa penambahan sari buah naga merah berpengaruh terhadap mutu aroma (CPO) produk emulsi, semakin tinggi konsentrasi sari buah naga merah yang digunakan, maka penerimaan panelis terhadap mutu aroma (CPO) produk emulsi semakin menurun, sedangkan pada formulasi segar tanpa penambahan sari buah naga merah memiliki mutu rasa (CPO) yang tidak beraroma CPO dan agak beraroma CPO. Dalam hal ini dapat diketahui bahwa penambahan sari buah naga merah dapat menghilangkan aroma CPO pada produk emulsi.

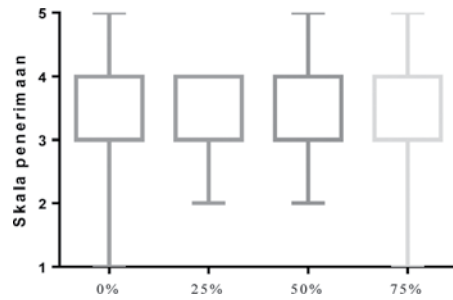
8.2.12. Uji Mutu Hedonik Aroma (Frambozen)

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik terhadap aroma dari 20 panelis agak terlatih, diperoleh bahwa skala penerimaan uji mutu hedonik aroma (frambozen) produk emulsi sterilisasi segar yang dihasilkan yaitu antara agak beraroma frambozen dan beraroma frambozen ($3,20 \pm 0,97$) sampai dengan antara agak beraroma frambozen dan beraroma frambozen ($3,30 \pm 0,74$). Nilai mutu hedonik aroma (frambozen) tertinggi yaitu antara agak beraroma frambozen dan beraroma frambozen ($3,30 \pm 0,74$) pada formulasi segar dengan 50% sari buah naga merah. Nilai mutu hedonik aroma (frambozen) terendah yaitu agak beraroma frambozen dan beraroma frambozen ($3,20 \pm 0,97$) pada formulasi segar dengan 75% sari buah naga merah.

Dari hasil analisa diketahui bahwa penambahan sari buah naga merah tidak berpengaruh nyata terhadap produk emulsi. Produk emulsi memiliki mutu aroma (frambozen) yang dapat diterima oleh panelis, hal ini sesuai dengan tujuan utama pemberian perisa frambozen yaitu untuk menghilangkan aroma CPO dari produk emulsi. Nilai mutu hedonik aroma (frambozen) pada produk emulsi yaitu antara agak beraroma dan beraroma frambozen yang hampir sama pada setiap formulasi segar yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan perisa frambozen yang ditambahkan pada produk emulsi memiliki volume yang sama pada setiap perlakuan.

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA



Skala penerimaan: Sangat beraroma frambozen = 5; Beraroma frambozen = 4; Agak beraroma frambozen = 3; Tidak beraroma frambozen = 2; Sangat tidak beraroma frambozen = 1.

Gambar 33 Hasil uji mutu hedonik aroma (Frambozen)

VALIDASI KADAR β -KAROTEN DAN α -TOKOFEROL PROTOTYPE EMULSI

9

9.1. Ekstraksi β -karoten

Tahap persiapan sampel karotenoid dari bahan makanan yang terdiri dari deproteinasi, ekstraksi dan pelarutan, pengendapan dan konsentrasi, dan pengenceran ulang. Untuk produk emulsi FO-MSM, SLK dan SBN, langkah yang paling penting adalah ekstraksi dan pembubaran, karena karotenoid terikat pada kompleks pektin dan gum. Untuk mendapatkan konten karotenoid secara optimal dari matriks emulsi, proses ekstraksi dan pelarutan diulang empat kali. Persiapan ekstraksi karotenoid dalam produk makanan dapat menggunakan berbagai pelarut organik. Kloroform dan metanol digunakan dalam penelitian ini dengan rasio 2:1 karena mereka mampu mempertahankan stabilitas β -karoten selama tahap persiapan. Untuk meningkatkan stabilitas β -karoten dan α -tokoferol terhadap oksidasi cahaya dan panas, oleh karena itu adalah praktik umum untuk memasukkan sejumlah kecil *butylated hydroxytoluene* (BHT) atau vitamin C selama tahap persiapan sampel. Emulsi mengandung $19,32 \pm 0,62$ mg/100 mL vitamin C yang dapat menstabilkan β -karoten dan α -tokoferol.

9.2. Kurva Kalibrasi β -karoten

Untuk memastikan bahwa prosedur analitis dengan kolom RP-18 menghasilkan pengulangan yang tinggi, kurva β -karoten standar dihasilkan berdasarkan linierisasi area puncak standar β -karoten dengan 10 variasi konsentrasi, dengan konsentrasi meningkat secara bertahap dari 3 ppm ke 30 ppm. Gambar 34 menunjukkan nilai R_t dari β -karoten yang diamati dalam rentang 4 dan 4,3 menit. Gambar 35 menunjukkan kurva kalibrasi dengan persamaan [area puncak] = $65415 * [\text{konsentrasi } \beta\text{-karoten}] - 33971$ dengan nilai korelasi ganda (R^2) yang diperoleh adalah 0,9998.

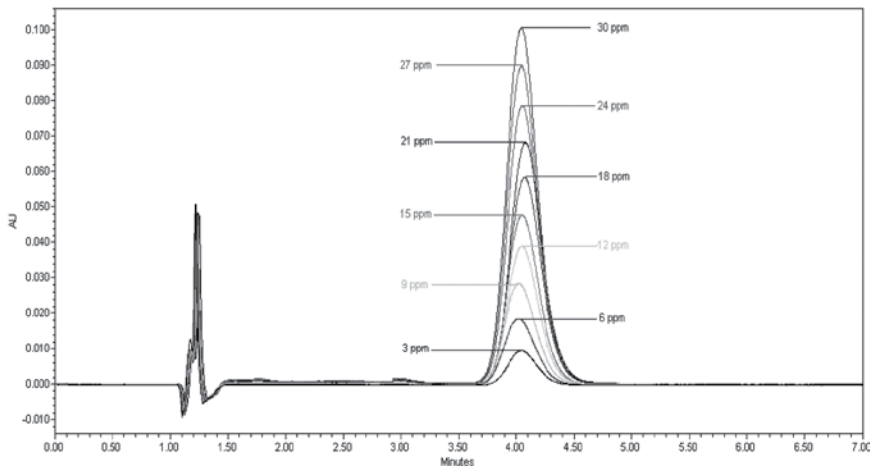
Selama analisis, kami mengalami sedikit pergeseran R_t antara standar β -karoten, sampel emulsi, dan sampel pemulihan β -karoten sebagai hasil komposisi dan kondisi fisik fase gerak dan interaksi sampel. R_t mungkin sedikit berbeda sebagai akibat dari perbedaan tipis dalam

MONOGRAF OXIMATA

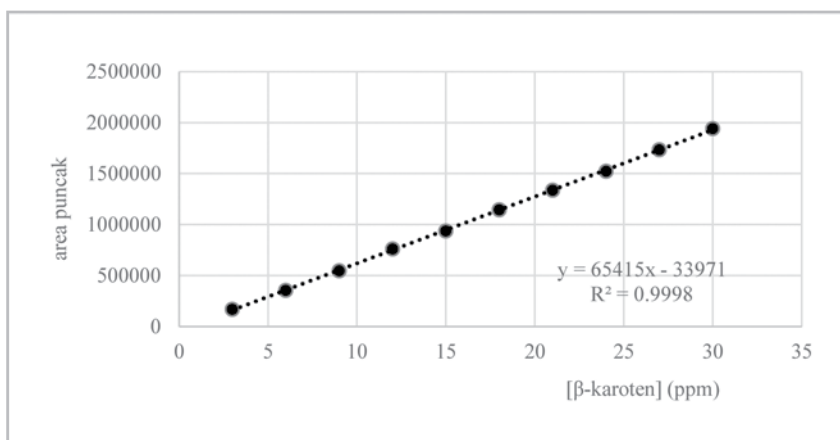
EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA

konsentrasi campuran fase gerak, terlepas dari kondisi kromatografi yang serupa antara analisis. Ini dianggap sebagai alasan R_t bergeser dalam analisis sampel. Perbedaannya lebih jelas jika materi yang diamati memiliki R_t lebih dari 5 menit.

Pada menit pertama deteksi, itu menunjukkan bahwa lutein dan xanthin adalah co-elute dengan fase gerak, oleh karena itu puncak diamati sebelum puncak β -karoten muncul di menit 3 sampai 5 dari deteksi. Kondisi ini mirip dengan publikasi kami sebelumnya, di mana lutein dan zanthin yang tidak dapat dipisahkan diamati dengan R_t sekitar 1 hingga 2 menit. Itu juga mencatat bahwa isomer karoten yaitu α - dan β -karoten tidak mudah dipisahkan dan dapat menghasilkan puncak yang luas. Fase gerak gradien dapat digunakan untuk memisahkan senyawa atau isomer yang mirip.



Gambar 34 Puncak standar β -karoten dengan kolom RP-18



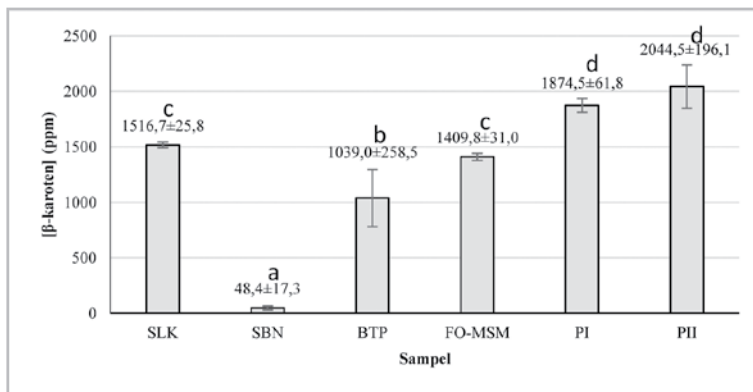
Gambar 35 Kurva standar β -karoten

9.3. Determinasi β -karoten di produk Emulsi

Kadar β -karoten produk emulsi dan bahan penyusunnya berhasil diukur (Gambar 36). Komponen produk emulsi yang terdiri dari SBN, bahan aditif pangan (BTP), FO-MSM, dan SLK memiliki kadar β -karoten pada $48,4 \pm 17,3$, $1039,0 \pm 258,5$, $1409,8 \pm 31,0$, dan $1516,7 \pm 25,8$ ppm, masing-masing. Lima kali pewarnaan FO-MSM dan SLK memiliki tingkat β -karoten yang hampir sama. Bahan aditif pangan komersial mengandung β -karoten dalam konsentrasi yang cukup tinggi, meskipun masih lebih rendah dari tingkat β -karoten di FO-MSM dan SLK.

SBN tidak memiliki kontribusi signifikan terhadap konten β -karoten. Prototipe emulsi non-SBN dan SBN memiliki kandungan β -karoten masing-masing $1874,5 \pm 61,8$ dan $2044,5 \pm 196,1$ ppm. Peran SBN dalam prototipe II terbatas untuk menutupi rasa dari FO-MSM seperti yang diamati dalam prototipe sebelumnya (Rahmadi dkk 2017). Dibandingkan dengan formula yang hanya mengandung FO-MSM atau SLK, prototipe emulsi dari kombinasi kedua bahan menghasilkan konsentrasi β -karoten yang lebih baik. Ini karena stabilitas β -karoten yang lebih baik.

Stabilitas β -karoten dalam produk emulsi tergantung pada jenis emulsi dan minyak pembawa. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi stabilitas fisik dan kimia β -karoten dalam produk emulsi adalah pH, kekuatan ionik, dan suhu. Selanjutnya, matriks makanan dipengaruhi stabilitas β -karoten yang lebih tinggi. Meskipun tidak signifikan, tingkat β -karoten dalam produk emulsi dengan penambahan SBN cenderung lebih tinggi dari tingkat β -karoten dalam prototipe tanpa SBN. Keberadaan pektin, yaitu dalam jus buah naga, meningkatkan stabilitas β -karoten. Ini menghasilkan bio-aksesibilitas yang lebih baik melalui model pencernaan *in vitro*.



Gambar 36 Konsentrasi β -karoten di produk emulsi

Prototipe yang mengandung: SLK = hanya jus labu kuning, SBN = jus buah naga saja, BTP = hanya aditif makanan, FO-MSM = fraksi olein dari minyak sawit merah saja, PI = semua, tetapi tanpa SBN, PII = semua. \pm menunjukkan Standar deviasi (SD); huruf di atas angka yang menunjukkan perbedaan paling signifikan pada $\alpha = 5\%$.

9.4. Rekoveri β -karoten

Dibandingkan dengan pengukuran α -tocopherol, deteksi β -karoten relatif lebih rumit untuk prototipe emulsi, oleh karena itu, sampel non-SBN dan SBN diperkaya dengan 3 ppm standar β -karoten untuk mengukur rekoveri β -karoten. Secara umum, %-Pemulihan untuk β -karoten untuk sampel non-SBN dan SBN adalah 104,2% dengan standar deviasi (SD) 7,8% dan 71,9% dengan SD sebesar 10,1%, masing-masing. Persentase pemulihan adalah prosedur sederhana untuk memverifikasi penentuan analit karena meminimalkan kesalahan karena komposisi dan sifat fisik larutan sampel.

Tabel 3 Rekoveri kadar β -karoten

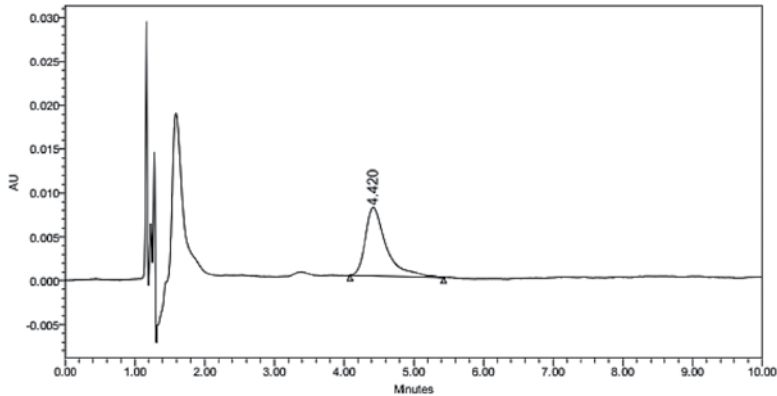
Sampel	Repetisi	% Rekoveri	Rata-rata %R	Standar Deviasi
Prototipe tanpa SBN	1	109,88	104,2	7,8
	2	95,32		
	3	107,45		
Prototipe dengan SBN	1	81,12	71,9	10,1
	2	73,38		
	3	61,12		

9.5. Kurva kalibrasi dan konsentrasi α -tokoferol

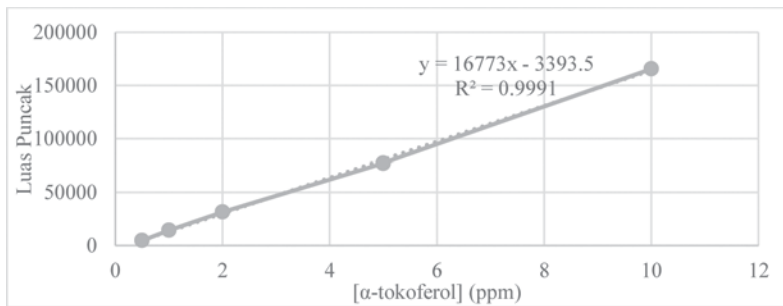
Kurva kalibrasi α -tokoferol secara linear berkurang dilihat dari lima titik pengamatan, sehingga menghasilkan persamaan [area puncak] = 16773 * [konsentrasi α -tokoferol standar] - 3393.5 dengan nilai R^2 adalah 0.9991. Prototipe emulsi yang dibuat dengan SBN memiliki konsentrasi α -tokoferol sebesar $38,8 \pm 0,4$ ppm. Konsentrasi α -tokoferol yang rendah adalah karena kurangnya bahan kaya α -tokoferol dalam prototipe. Kandungan α -tokoferol utama adalah dari FO-MSM. Sebagian besar α -tokoferol dari FO-MSM diduga terdegradasi selama deodorisasi. Berdasarkan hipotesis ini, waktu deodorisasi optimal untuk FO-MSM ditentukan berdasarkan nilai α -tokoferol.

9. VALIDASI KADAR

β -KAROTEN DAN α -TOKOFEROL PROTOTIPE EMULSI



Gambar 37 Kromatogram α -tokoferol pada konsentrasi standar 10 ppm.



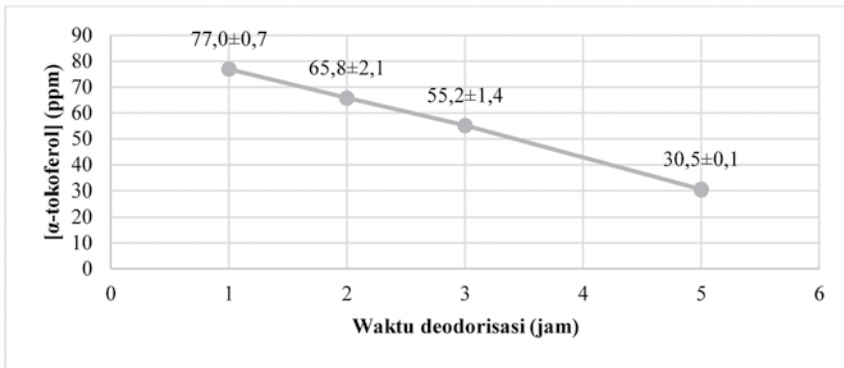
Gambar 38 Kurva standar α -tokoferol

Optimasi waktu deodorisasi FO-MSM

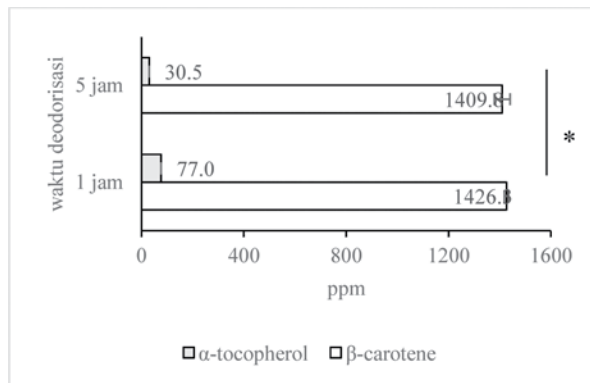
Durasi deodorisasi merupakan faktor kunci hilangnya α -tokoferol dalam fraksi olein (Gambar 39). Kandungan α -tokoferol yang diperoleh dalam sampel minyak sawit merah adalah $77,0 \pm 0,7$, $65,8 \pm 2,1$, $55,2 \pm 1,4$, dan $30,5 \pm 0,1$ ppm untuk Deodorized FO-MSM masing-masing selama 1, 2, 3 dan 5 jam. Penurunan kadar α -tokoferol dalam minyak sawit merah adalah proporsi linier terhadap waktu deodorisasi. Hasil ini mirip dengan penelitian sebelumnya, α -tokoferol terdekomposisi lebih mudah daripada isomer tokoferol lain atau β -karoten pada setiap suhu pengolahan di atas 60°C . Semakin lama suatu produk diproses panas, kandungan α -tokoferol yang lebih rendah dipertahankan (Seppanen dkk 2010). Dalam pengolahan minyak bunga matahari, α -tokoferol terbuang hingga 50%. Tahapan deodorisasi dan netralisasi menyebabkan hilangnya α -tokoferol yang lebih tinggi. Setiap tahap pemrosesan berkontribusi $17 \pm 0,5\%$ (b/b) terhadap hilangnya α -tokoferol dibandingkan dengan tahap pemutihan (9% berat badan/tahun). Deodorisasi menyebabkan α -tokoferol teroksidasi untuk membentuk tokoferol-ester (Naz dkk 2011).

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA



Gambar 39 Penurunan konten α -tokoferol selama deodorisasi



Keterangan: \pm adalah simbol Standard Deviasi (SD); * indikasi perbedaan signifikan berdasarkan T-tes jamak.

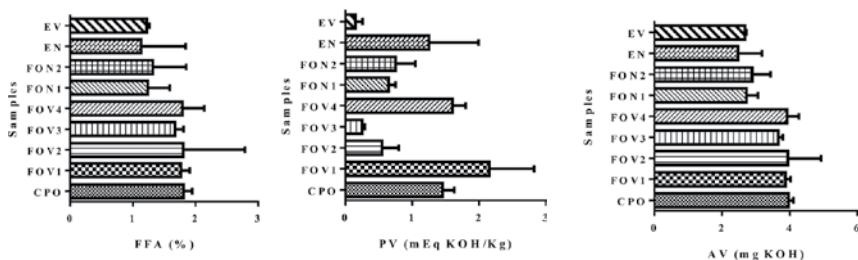
Gambar 40 Komparasi kadar β -karoten dan α -tokoferol dari FO-MSM

PERBAIKAN PROSES DEODORISASI SUMBER MINYAK SAWIT DARI PRODUK

10

10.1. Asam Lemak Bebas, Bilangan Peroksida, dan Bilangan Asam

Asam lemak bebas dari produk emulsi minyak sawit merah, sari labu kuning dan sari buah naga berada pada angka di bawah standar yang diperkenankan, yaitu 3%. Ini menunjukkan bahwa produk emulsi yang diujikan layak untuk dikonsumsi. Bilangan peroksida dari produk emulsi akhir adalah kurang dari 2%, yang menandakan produk akhir yang disiapkan dalam kondisi segar dan layak untuk dikonsumsi. Bilangan asam digunakan untuk mengetahui kecenderungan sifat produk, bersifat asam/basa. Dari nilai bilangan asam, produk emulsi akhir terlihat bersifat agak asam sehingga dibutuhkan sekitar 4 mg KOH untuk menetralkan 100 mL bahan.



Gambar 41 Asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan bilangan asam dari minyak sawit mentah, fraksi oleat yang dideodorisasi dari minyak sawit merah, dan produk emulsi.

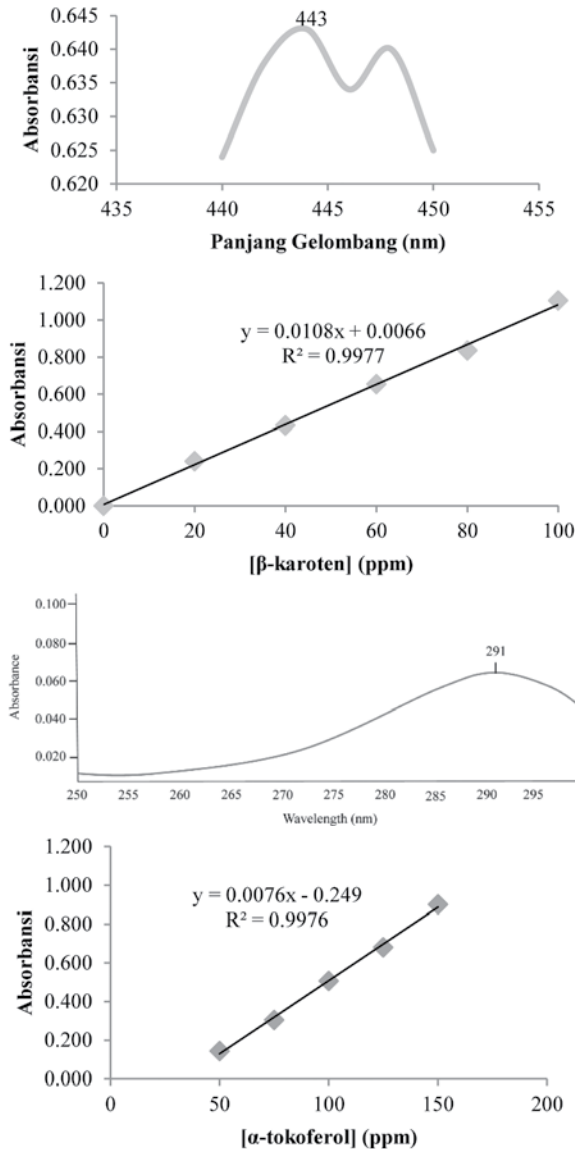
10.2. Deteksi β -karoten dan α -tokoferol

Panjang gelombang puncak untuk β -karoten adalah 443 nm dan α -tokoferol adalah 291 nm. Setelah itu, absorbansi dari standar β -karoten dan α -tokoferol diukur pada panjang gelombang optimum masing-masing. Kurva standar β -karoten berbentuk linier dengan persamaan Abs =

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA

konsentrasi β -karoten * 0,0108 + 0,0066 dengan nilai koefisien multi-korelasi 0,9977. Kurva standar α -tokoferol berbentuk linier dengan persamaan Abs = konsentrasi α -tokoferol * 0,0078 - 0,249 dengan nilai koefisien multi-korelasi 0,9976.

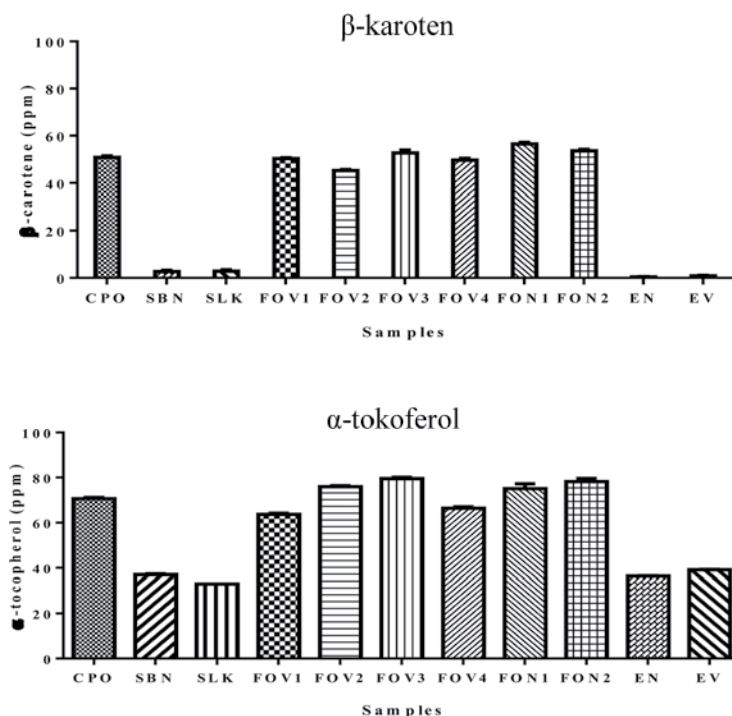


Gambar 42 Puncak panjang gelombang deteksi dan kurva standar β -karoten dan α -tokoferol oleh spektrofotometri

10.3. Pengukuran β -karoten dan α -tokoferol dari Produk Emulsi yang Terbuat dari Vakum Evaporated FO-MSM, SLK, dan SBN oleh HPLC

Kadar β -karoten dari produk emulsi lebih rendah dibandingkan dengan kadar β -karoten dari bahan baku, oleh sebab β -karoten terjerat di dalam matriks bahan emulsi. Kadar β -karoten tertinggi didapatkan dari bahan baku fraksi olein. Terjadi pemekatan kadar β -karoten di dalam fraksi olein dengan metode deodorisasi secara vakum dan nitrogen.

Kadar α -tokoferol yang berhasil diukur dari emulsi sekitar 50% dibandingkan dengan kadar α -tokoferol dari bahan baku fraksi olein. Hal ini termasuk wajar, karena fraksi olein yang digunakan hanya berkisar 10 s.d. 30 % v/v dari produk akhir emulsi.



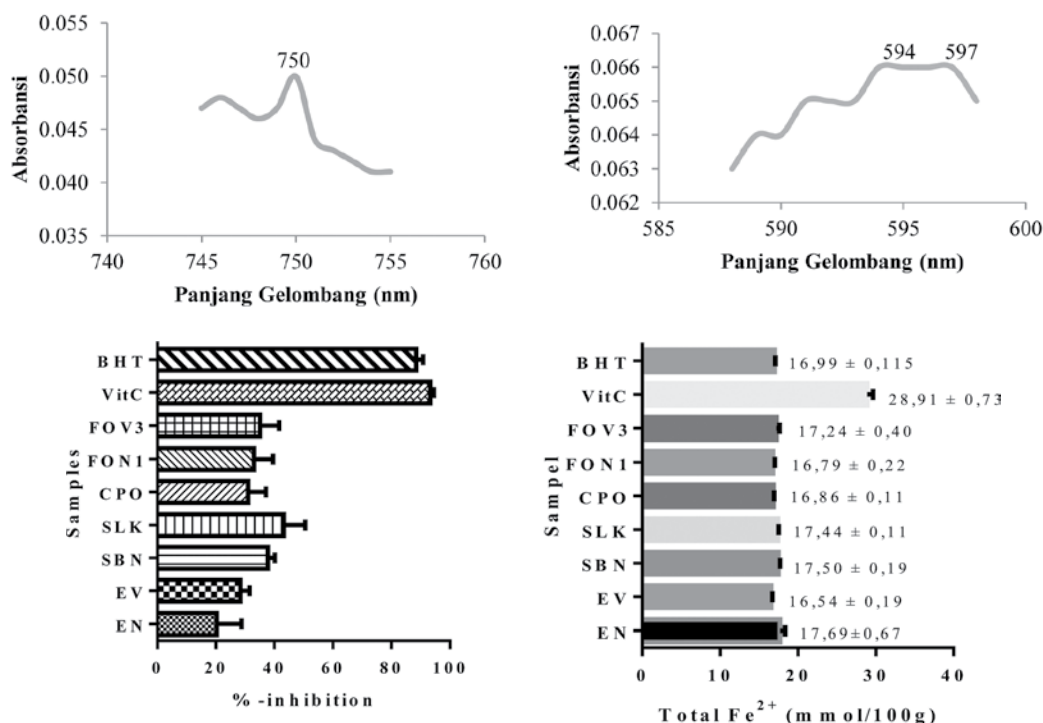
Gambar 43 β -Kadar karoten dan α -tokoferol

10.4. Pengujian Anti-Oksidan dengan Metode ABTS dan FRAP

Sebelum kadar antioksidan dari produk diukur, panjang gelombang serapan optimal dari ABTS dan Fe^{2+} diukur. Serapan optimal senyawa ABTS terdapat di panjang gelombang 750 nm, sementara serapan-serapan optimal senyawa Fe^{2+} berada di panjang gelombang 594 s.d. 597 nm.

Persentase inhibisi dari reduksi ABTS paling kuat didapatkan dari standar positif vitamin C dan butylated hydroxyl toluene (BHT). Persentase penghambatan terhadap reduksi ABTS dari produk emulsi berkisar 20% bila dibandingkan dengan kontrol negatif ABTS.

Vitamin C merupakan standar positif yang memiliki total penghambatan terhadap reduksi Fe^{2+} lebih baik apabila dibandingkan dengan total reduksi Fe^{2+} dari kontrol positif BHT. Semua sampel emulsi dan bahan baku emulsi memiliki total reduksi Fe^{2+} yang mirip dengan BHT.



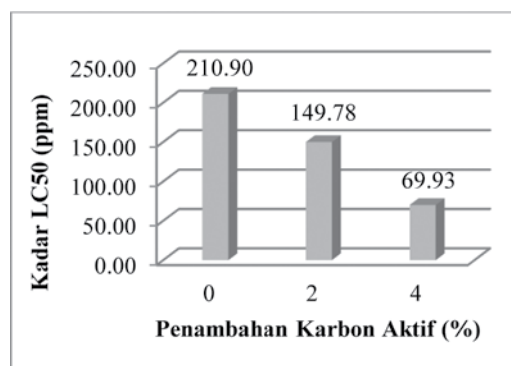
Gambar 44 Percentage of ABTS inhibition, and total antioxidant by emulsion products and components in comparison to standard

PENGUJIAN TOKSISITAS PRODUK DENGAN *ARTEMIA SALINA* DAN MENCIT

11

11.1. Uji Toksisitas Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*)

Uji toksisitas merupakan uji pendahuluan untuk mengamati aktivitas farmakologi suatu senyawa (Sari, 2013). Kadar LC_{50} yang diperoleh dari probit SAS (*Statistic Analysis System*). Nilai ini menunjukkan bahwa sampel tersebut mampu membunuh larva udang hingga 50% populasi. Pada perlakuan kontrol atau tanpa penambahan karbon aktif, LC_{50} terhadap *A. salina* adalah sebesar 210,90 ppm. Nilai LC_{50} ini lebih besar daripada pada perlakuan penambahan arang aktif sebesar 2 dan 4% yaitu 149,78 dan 69,93 ppm.



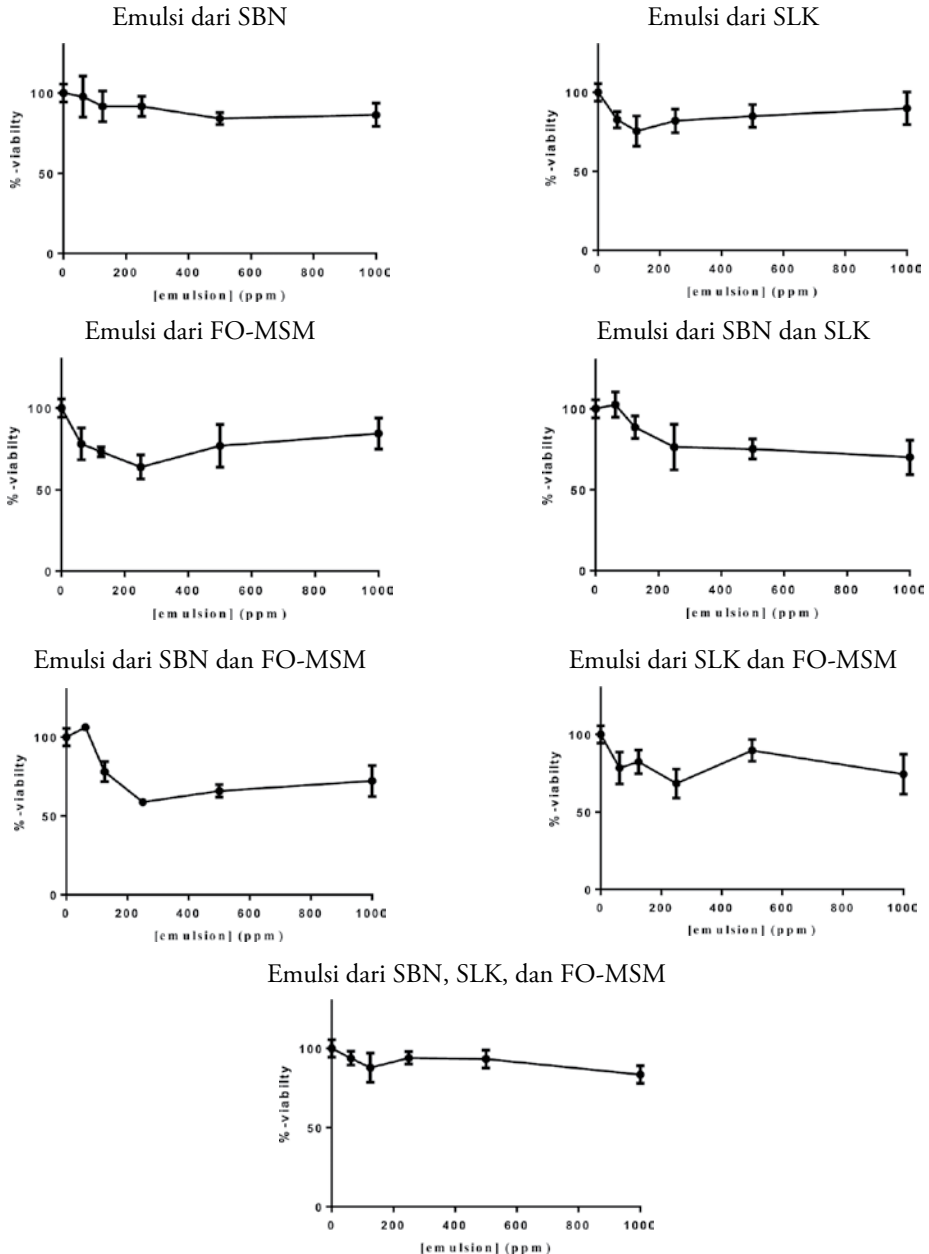
Gambar 45 Nilai LC_{50} Oximata pada kadar 0%, 2% dan 4%.

Nilai LC_{50} yang diperoleh menyatakan bahwa penambahan karbon aktif mempengaruhi adanya nilai LC_{50} , semakin banyak konsentrasi karbon aktif yang diberikan maka LC_{50} diperoleh semakin rendah, sehingga bersifat toksik. Prinsip uji toksisitas ialah komponen bioaktif selalu bersifat toksik jika diberikan dalam dosis tinggi, sebaliknya obat adalah racun dari suatu bahan bioaktif dosis rendah (Sari 2013). Penggunaan DMSO diduga menurunkan LC_{50} terhadap *A. salina* sehingga perlu dilakukan analisis ulang tanpa menggunakan DMSO sebagai pelarut.

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA

Berdasarkan gambar 46, nilai % *viability* menunjukkan bahwa semua produk emulsi berada di atas 50%. Hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa keseluruhan larva *A. salina* memiliki kemampuan daya hidup yang tinggi terhadap pengaruh pemberian produk emulsi, sehingga dapat dikatakan produk emulsi tidak bersifat toksik.



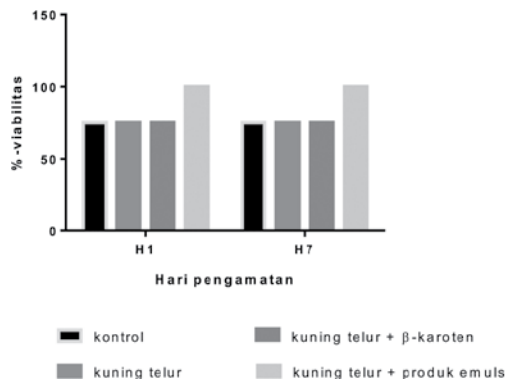
Gambar 46 Pemberian produk emulsi terhadap % *viability* *A. salina*.

11.2. Viabilitas Mencit

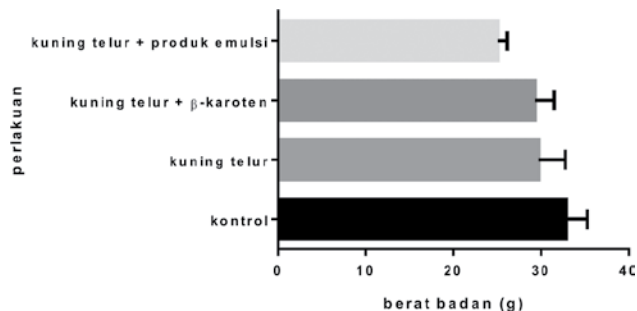
Pada hari pertama pengamatan setelah aklimatisasi, jumlah mencit yang diamati menurun 25% untuk pelakuan pakan kontrol, kuning telur 25%, kuning telur 25% ditambah 100 ppm β -karoten, dan kuning telur 25% ditambah 0,5 mL produk emulsi. Penurunan jumlah mencit disebabkan sakit ataupun perkelahian selama periode aklimatisasi. Untuk menghindari penurunan jumlah mencit maka dilakukannya pengelompokkan kembali yaitu dalam satu boks terdapat 1-2 mencit, sehingga digunakan 2 boks per perlakuan.

11.3. Perubahan Berat Mencit

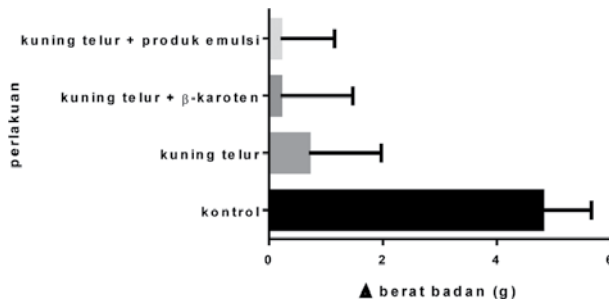
Pada hari pertama pengamatan setelah aklimatisasi, parameter berat badan mencit mengalami penurunan pada pelakuan kuning telur 25% dan mengalami kenaikan pada pakan kontrol dan kuning telur 25% ditambah 100 ppm β -karoten dan kuning telur 25% ditambah 0,5 mL produk emulsi. Terjadi penurunan berat badan mencit pada perlakuan pakan kuning telur 25% dari 30,44% menjadi 29,746%, hal ini dimungkinkan mencit mengalami proses diet setelah diberi asupan kuning telur.



Gambar 47 Populasi mencit setelah aklimatisasi.



Gambar 48 Perubahan berat badan akibat perbedaan konsumsi ransum mencit

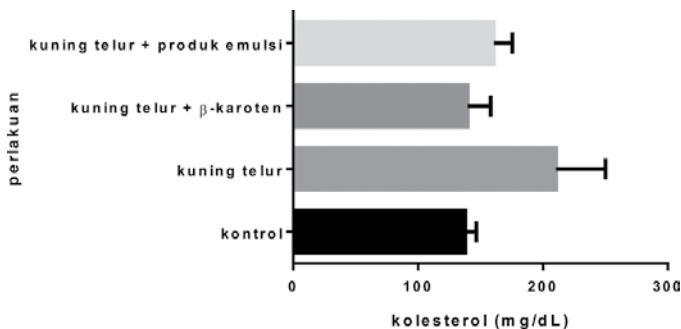


Gambar 49 Delta perubahan berat badan akibat perbedaan konsumsi ransum mencit

Gambar 49 menunjukkan bahwa berat badan mencit mengalami perubahan berat badan. Pada perlakuan pakan kontrol mengalami kenaikan sebesar 4,766 gram, perlakuan pakan kuning telur 25% mengalami penurunan sebanyak 0,693 gram, perlakuan pakan kuning telur 25% ditambah 100 ppm β-karoten mengalami penurunan sebanyak 0,18003 gram dan untuk perlakuan pakan kuning telur 25% ditambah 0,5 mL produk emulsi mengalami penurunan rata-rata sebanyak 0,7175 gram.

11.4. Perubahan Kolesterol Mencit

Pada hari pertama pengamatan setelah aklimatisasi, parameter kolesterol mengalami kenaikan untuk perlakuan pakan kuning telur 25% dan mengalami penurunan pada perlakuan pakan kontrol, kuning telur 25% ditambah 100 ppm β-karoten, dan kuning telur 25% ditambah 0,5 mL produk emulsi. Kenaikan kadar kolesterol pada mencit disebabkan kuning telur yang mengandung lemak yang tinggi.

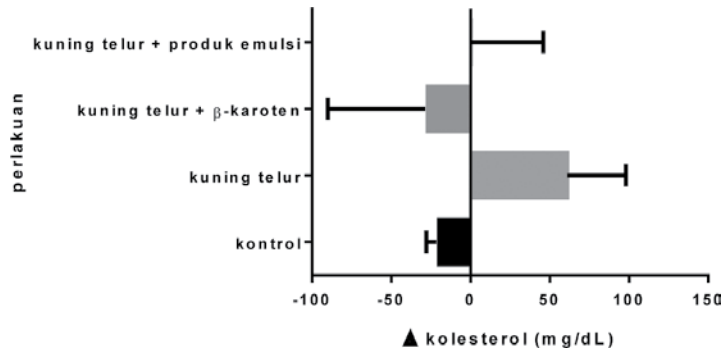


Gambar 50 Perubahan kolesterol akibat perbedaan konsumsi ransum mencit

Dari gambar 51 dapat disimpulkan bahwa perubahan kadar kolesterol mengalami penurunan pada perlakuan kontrol sebanyak 20 mg/dL, perlakuan kuning telur dengan β-karoten mengalami menurun sebanyak 28,33 mg/dL dan perlakuan kuning telur dengan

11. PENGUJIAN TOKSISITAS PRODUK DENGAN ARTEMIA SALINA DAN MENCIT

produk emulsi menurun sebanyak 14 mg/dL. Hal ini disebabkan produk emulsi mengandung β -karoten dan α -tokoferol yang merupakan antioksidan. Sementara pada perlakuan kuning telur mengalami kenaikan sebesar 61 mg/dL.



Gambar 51 Delta perubahan kolesterol akibat perbedaan konsumsi ransum mencit

UJI EFIKASI DAN TOKSISITAS SUBKRONIS MENCIT TAHAP II

12

12.1. Skenario Uji Efikasi dan Toksisitas Sub-Kronis

Pada penelitian ini hewan uji mamalia yang digunakan mencit *Mus musculus* jantan yang memiliki umur 2–3 bulan dengan berat badan 20–40 gram sebanyak 30 ekor. Mencit ditempatkan dalam kontainer plastik yang beralas pasir kucing dengan suhu ruang terkontrol $22\pm 3^{\circ}\text{C}$ dan rentang kelembaban 30–70%.

Jumlah mencit jantan yang akan digunakan per kelompok perlakuan sebanyak lima ekor. Mencit terlebih dahulu diaklimatisasi selama 7–14 hari. Selama aklimatisasi semua kelompok diberikan ransum standar berupa biji-bijian *hamsfood* dan diberikan minum secara ad libitum (sekenyangnya).

Berdasarkan data aklimatisasi, satu ekor mencit *Mus muculus* mengonsumsi *hamsfood* sekitar 10% BB gram/hari. Dalam uji mencit terdapat 6 kelompok perlakuan perbedaan ransum seperti pada tabel 4. Penelitian ini dilakukan selama 15 hari setelah mencit diaklimatisasi. Dilakukan pengukuran kolesterol masing-masing mencit pada hari ke-0, ke-7 dan ke-15 dengan dipuaskan terlebih dahulu selama 16 jam. Perlakuan ransum diberikan secara oral *galvalge* (dipipet ke dalam mulut) pagi dan sore, selama pada hari ke-1 sampai ke-6 dan hari ke-8 sampai hari ke-14. Pada perlakuan kelompok mencit diberikan kuning telur berselang 1 jam setelah pemberian produk emulsi.

Tabel 4 *Individual consumption in treatment group*

Ration	Individual consumption in treatment group					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>water</i>	ad libitum	ad libitum	ad libitum	ad libitum	ad libitum	ad libitum
<i>standard ration</i>	3 g \pm 5%	3 g \pm 5%	3 g \pm 5%	3 g \pm 5%	3 g \pm 5%	3 g \pm 5%
<i>egg yolk</i>		0.7 mL		0.7 mL		0.7 mL
Pure β -carotene (0.1 mg / mL in VCO)			0.1 mL	0.1 mL		
<i>Emulsion</i> (> 2000 ppm β -carotene)					0.5 mL	0.5 mL

Mencit dipantau dari sisa ransum, suhu badan, dan observasi umum setiap hari, bobot badan, dan %-viabilitas pada setiap periode hari ke-0, ke-7 dan ke-15. Pada hari ke-15 dilakukan pembedahan dan pengambilan ginjal serta darah untuk menguji kadar kreatinin.

12.2. Observasi Umum dan Perubahan Bobot

Ransum standar yang dikonsumsi oleh tikus per kelompok perlakuan adalah $3g \pm 5\%$. Diketahui dari Tabel 5, rata-rata konsumsi terendah adalah kelompok mencit dengan perlakuan kuning telur dan β -karoten, yaitu $60.6 \pm 14.1\%$. Konsumsi tertinggi adalah pada kelompok mencit dengan perlakuan β -karoten saja, yaitu $91.3 \pm 5.6\%$.

Perubahan bobot tubuh mencit sebelum dan setelah perlakuan dapat di lihat di Tabel 6. Hal pertama yang perlu dicatat adalah bobot rata-rata mencit di kelompok perlakuan β -karoten lebih rendah dibandingkan kelompok lain. Ini disebabkan mencit yang diperoleh dari pembibit sedikit berbeda, sehingga perbandingan yang dilakukan adalah perbedaan selisih bobot antara hari ketujuh setelah perlakuan dengan hari pertama, dan antara hari ke-15 dibandingkan dengan hari ke-7.

Kuning telur digunakan sebagai salah satu bahan pangan dalam diet penurunan berat badan. Secara keseluruhan, bobot rata-rata mencit yang diberi perlakuan kuning telur mengalami menyusutan bobot rata-rata, yaitu dari 25.43 ± 4.60 g sebelum perlakuan menjadi 22.86 ± 4.95 g pada hari ke-15. Ini sejalan dengan hasil penelitian tentang penurunan bobot sebagai akibat pola diet kaya lemak.

Penurunan bobot yang lebih tinggi dicermati pada mencit dengan perlakuan β -karoten dan kuning telur di pengamatan hari ke-15. Berdasarkan pengamatan visual terhadap mencit kelompok perlakuan β -karoten dan kuning telur, mencit cenderung agresif diindikasikan dengan mudah menggigit dan aktif bergerak, sehingga bobotnya berkurang akibat peningkatan aktivitas fisik. Konsumsi beta karoten dan zeaxantin yang bersumber dari jagung menyebabkan kenaikan ekspresi gen yang terdiri dari perubahan bobot, metabolisme energi dan lemak, regulasi apoptosis, dan supresi tumor. Selain itu, konsumsi kedua senyawa aktif ini juga menyebabkan penurunan ekspresi gen dari enzim-enzim yang bertanggung jawab terhadap metabolisme stress oksidatif, beta oksidasi lemak tidak jenuh, kompleks piruvat dehidrogenase, transporter mitokondria, dan pemanjangan asam lemak. Secara khusus, dampak signifikan yang dihasilkan dari konsumsi beta karoten saja adalah perubahan bobot dan metabolisme energi.

Berdasarkan pengamatan visual, semua mencit yang mendapat asupan β -karoten murni kerontokan bulu di bagian tengkuk. Dalam beberapa studi yang bersifat *long-term*, diperoleh efek bahwa β -karoten malah menjadi agen pro-oxidant, berkebalikan dengan anggapan bahwa

12. UJI EFIKASI DAN TOKSISITAS SUBKRONIS MENCIT TAHAP II

β -karoten termasuk sebagai antioxidant. Dosis memegang pengaruh terhadap perubahan fungsi β -karoten sebagai antioxidant atau pro-oxidant. Konsentrasi yang tidak tepat menyebabkan tidak adanya efek protektif yang didapatkan pada mencit.

Tabel 5 Average daily individual consumption per treatment group

Observation Day	Average daily individual consumption per treatment group											
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(6)	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
2	2.48	82.6	2.20	73.5	2.55	85.0	2.23	74.2	2.70	90.1	1.93	64.3
3	2.75	91.8	2.24	74.8	2.71	90.3	1.86	62.1	2.84	94.7	1.69	56.3
4	2.71	90.4	2.53	84.3	2.66	88.6	2.50	83.3	2.91	97.1	2.05	68.5
5	2.68	89.5	2.45	81.5	2.75	91.7	1.74	58.1	3.01	100.2	2.29	76.2
6	2.58	86.0	2.39	79.6	2.78	92.7	1.88	62.7	2.73	90.9	2.44	81.2
7	2.66	88.7	2.23	74.3	2.62	87.2	1.71	57.1	2.80	93.5	2.42	80.7
8	2.77	92.2	2.65	88.5	2.99	99.7	2.62	87.2	3.18	105.9	2.39	79.7
9	2.70	90.1	2.12	70.8	3.09	103.1	1.55	51.7	2.97	98.9	2.01	66.9
10	2.82	94.1	2.00	66.5	2.73	90.9	1.54	51.4	3.11	103.8	2.74	91.3
11	2.83	94.2	2.41	80.5	2.51	83.7	1.62	53.9	2.82	94.0	2.44	81.3
12	2.46	81.9	2.33	77.8	2.54	84.6	1.86	62.0	2.74	91.4	2.21	73.7
13	2.54	84.7	2.14	71.2	2.87	95.7	1.69	56.2	2.51	83.8	2.28	76.1
14	2.59	86.3	1.90	63.4	2.73	91.0	1.75	58.2	2.42	80.6	2.56	85.5
15	2.46	82.0	2.24	74.8	2.82	93.9	0.91	30.3	1.40	46.7	3.03	101.1
Average	2.65	88.2	2.27	75.8	2.74	91.3	1.82	60.6	2.73	90.8	2.32	77.3
Std Deviation	0.13	4.3	0.20	6.8	0.17	5.6	0.42	14.1	0.43	14.5	0.34	11.4

Note: (1) = Control; (2) = Egg-yolk, (3) = β -carotene, (4) = β -carotene + Egg-yolk, (5) = Emulsion, and (6) = Emulsion + Egg-yolk

Tabel 6 Changes in body weight of mice with diets rich in β -caroten

Group	Weight (g)			Weight Change (%)	
	W0	W7	W15	W7 - W0	W15 - W7
Control	26.37±4.13	25.99±2.78	26.27±3.17	-1.22%±7.90%	0.83%±5.07%
Egg-yolk	25.43±4.60	24.43±4.76	22.86±4.95	-4.61%±6.98%	4.18%±8.92%
β -carotene	20.29±3.57	22.29±2.66	23.89±2.57	8.96%±5.54%	6.70%±4.38%
β -carotene + Egg-yolk	26.76±2.77	26.39±5.49	21.02±1.48	-1.97%±10.60%	-32.78%±50.45%
Emulsion	27.90±1.51	30.67±2.87	28.79±1.91	8.75%±3.97%	-6.42%±5.01%
Emulsion + Egg-yolk	25.96±4.46	26.03±3.25	25.77±1.99	0.54%±9.47%	-1.03%±10.44%

Penggunaan emulsi kaya β -karoten tidak menyebabkan adanya penurunan bobot rata-rata mencit. Diduga, komposisi bahan emulsi yang cukup lengkap (labu, minyak sawit merah, dan buah naga) memberikan efek tidak hanya terhadap suplai pro-vitamin A, melainkan juga

karbohidrat, lemak, dan mineral yang menyebabkan bobot mencit tidak mengalami penurunan. Komposisi bahan-bahan aktif dari produk emulsi bersifat stabil dari pengaruh proses pemanasan yang dilakukan selama persiapan produk emulsi. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa konsumsi emulsi tidak menimbulkan perubahan bobot mencit.

Tabel 7 *General observation*

<i>Treatment Group</i>	<i>General observation</i>
<i>Control</i>	<i>no abnormal activity and appearance is observed, body temperature is stable at 35.5±0.5 °C.</i>
<i>Egg-yolk</i>	<i>limp and inactive are observed after the 7th days, body temperature is stable at 35.5±0.5 °C</i>
<i>β-carotene</i>	<i>weak and loss of fur are observed after the 7th days, there are mice which have cataract-like membranes in the eye, body temperature is stable at 35.5±0.5 °C</i>
<i>β-carotene + Egg-yolk</i>	<i>limp and dull fur are observed after the 7th and 15th days, body temperature is stable at 35.5±0.5 °C</i>
<i>Emulsion</i>	<i>no abnormal activity and appearance is observed, body temperature is stable at 35.5±0.5 °C</i>
<i>Emulsion + Egg-yolk</i>	<i>no abnormal activity and appearance is observed, body temperature is stable at 35.5±0.5 °C</i>

12.3. Total Cholesterol Changes

Penggunaan test kit telah dilakukan dalam berbagai penelitian sejenis. Mencit-mencit yang dipelihara cenderung mengalami peningkatan total kolesterol. Diduga, komposisi pakan *hamsfood* yang digunakan mengandung spesies lemak yang memicu kenaikan kolesterol. Kadar lemak dari pakan *hamsfood* adalah 6%. β-karoten yang diberikan kepada mencit menurunkan kolesterol sekitar 19.53%±15.04% pada hari ke-7 perlakuan. Secara umum, β-karoten dan emulsi dapat mengatasi kenaikan kolesterol sampai dengan hari ke-7 (Tabel 8). Dalam studi lain, pada mencit *ovariectomized*, penggunaan suplemen kaya β-karoten mampu mengatasi kenaikan kolesterol dan peroksidasi lipid.

Berdasarkan pengamatan visual terhadap mencit kelompok perlakuan β-karoten setelah hari ke-7, mencit cenderung mengalami perubahan perilaku, yaitu menjadi lebih agresif dan cepat lapar, dan terdapat kerontokan pada bulu tengkuk. Perubahan perilaku mencit diduga berkaitan dengan peningkatan metabolisme tubuh tertentu sebagaimana peningkatan aktivitas limposit yang diamati pada larva *parrotfish*. Dalam beberapa kasus, aktivitas otak akibat konsumsi β-karoten meningkat sebagaimana disampaikan. Kerontokan bulu tengkuk merupakan indikasi perubahan hormonal mencit, di antaranya disebabkan oleh stress oksidatif, diet rendah kalori, atau defisiensi mikronutrien tertentu.

Fenomena kenaikan kadar kolesterol rata-rata dari mencit terjadi pada hari ke-15 disebabkan komposisi pakan *hamsfood*. Pakan diduga dibuat dengan lemak-lemak yang mudah meningkatkan kadar total kolesterol. Proteksi β-karoten terhadap perubahan kolesterol setelah hari ke-15 tidak terjadi. Perlakuan tambahan β-karoten dan emulsi berhasil menurunkan

kolesterol darah mencit dibandingkan dengan mencit yang diberi perlakuan kuning telur saja. Secara agregat, perlakuan β -karoten dan emulsi diduga tidak cukup untuk mengatasi perubahan kolesterol pada hari ke-15. Diduga metabolisme mencit mengalami perubahan, sehingga β -karoten dan emulsi tidak memberikan efek nyata terhadap perubahan kolesterol pada hari ke-15. Konsumsi β -karoten dalam durasi yang panjang tidak memberikan perlindungan nyata terhadap penyakit kardiovaskular maupun memperpanjang usia harapan hidup. Konsumsi β -karoten maupun vitamin A tidak menurunkan total serum kolesterol, HDL, dan trigliserida dari masyarakat yang sehat. Akan tetapi, pada kelompok yang mengalami stress oksidatif, misalnya kelompok pekerja yang terpapar asbestos, penurunan kadar serum β -karoten di dalam darah menjadi marker dari timbulnya penyakit kanker.

12.4. *Sub-chronic Toxicity*

Toksistas subkronis dari β -karoten bergantung dari asal bahan yang diekstrak. Dalam hal ini, β -karoten yang bersumber dari *Yarrowia lipolytica* memiliki nilai *no-observed-adverse effect level* (NOEL) sebesar 500 mg/Kg bb. Dalam studi ini digunakan dosis 0,2 mg/Kg BB, jauh lebih rendah dibandingkan studi Grenfell-Lee.

Kreatinin digunakan sebagai salah satu indikator kesehatan fungsi ginjal, baik pada manusia, maupun pada hewan coba. Kadar kreatinin dan bobot ginjal mencit diperoleh setelah 15 hari (Tabel 9). Kelompok mencit yang diberi perlakuan kuning telur memiliki kadar kreatinin yang berbeda signifikan dibandingkan kelompok perlakuan lainnya. Metabolisme mencit yang diberi perlakuan kuning telur mengalami perubahan sehingga bobot rata-rata mencit cenderung turun. Perubahan metabolisme ini diindikasikan dengan kenaikan kadar kreatinin, yaitu 2.100 ± 0.707 mg/dL setelah 15 hari perlakuan. Ini sejalan dengan model matematika yang dibangun oleh Lykken, yang menyatakan bahwa peningkatan kadar kreatinin diobservasi terjadi secara linier terhadap satuan waktu selama subjek uji coba mengonsumsi makanan tinggi protein, misalnya telur. Perlakuan tambahan β -karoten dan emulsi berhasil mencegah kenaikan kadar kreatinin pada mencit yang diberi kuning telur. Hasil ini selaras dengan fenomena efek protektif antioksidan, seperti β -karoten dan vitamin C, terhadap stress oksidatif bagi penderita defisiensi fungsi ginjal baik manusia maupun tikus.

Bobot ginjal dari semua kelompok mencit tidak berbeda signifikan. Secara visual, ginjal tidak tampak mengalami pembengkakan di semua kelompok mencit. Dapat disimpulkan dari data kreatinin, bobot ginjal, dan visual ginjal bahwa perlakuan tambahan β -karoten dan emulsi pada konsentrasi yang diujikan tidak menimbulkan keracunan sub-kronis hingga 15 hari perlakuan. Lebih lanjut, konsumsi karotenoid pada konsentrasi yang dianjurkan tidak terlampaui membebani metabolisme hati dan ginjal, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa sampai dengan pengamatan hari ke-15, produk emulsi yang diujikan bersifat aman.

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA

Tabel 8 *Changes in blood cholesterol of mice with diets rich in β -carotene*

Group	Cholesterol (mg/dL)			Cholesterol Change (%)	
	W0	W7	W15	W7 - W0	W15 - W7
Control	131.50±19.23	151.25±21.00	157.00±27.80	13.06%±8.15%	3.66%±32.10%
Egg-yolk	136.00±20.18	201.00±79.89	244.50±185.97	25.02%±24.61%	17.19%±11.80%
β -carotene	136.00±19.71	113.75±8.30	192.50±78.56	-19.53%±15.04%	35.96%±16.31%
β -carotene + Egg-yolk	149.25±33.33	132.25±30.10	154.50±23.33	-18.98%±45.62%	18.20%±24.71%
Emulsion	154.00±34.73	146.25±19.21	174.50±61.46	-5.48%±22.03%	8.14%±34.82%
Emulsion + Egg-yolk	162.50±41.61	123.00±9.42	169.25±77.96	-34.35%±45.23%	14.72%±37.58%

Tabel 9 *Changes in creatinine, renal weight and ratios of renal weight and body weight of mice with a diets rich in β -carotene*

Group	Creatinin	Renal Weight	Weight day-15 (g)	Ratio KW/W15
	(mg/dL)	KW (g)	W15 (g)	(g/g)
Control	0.650±0.574	0.359±0.044	26.270±3.166	0.014±0.002
Egg-yolk	2.100±0.707	0.351±0.006	22.860±4.950	0.016±0.004
β -carotene	0.300±0.115	0.316±0.040	23.885±2.565	0.013±0.001
β -carotene + Egg-yolk	0.900±0.141	0.306±0.009	21.015±1.478	0.015±0.001
Emulsion	0.700±0.115	0.350±0.017	28.793±1.910	0.012±0.001
Emulsion + Egg-yolk	0.600±0.283	0.372±0.106	25.770±1.989	0.014±0.003

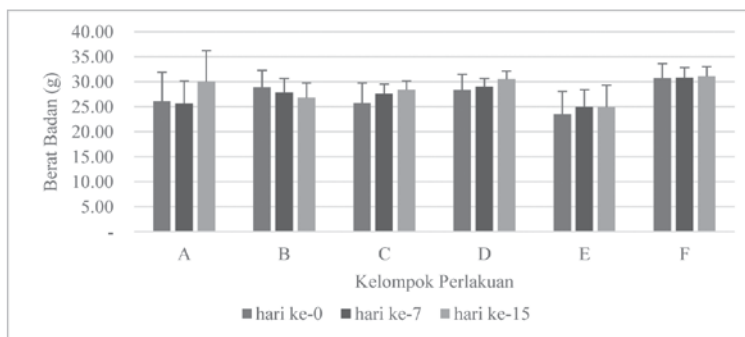
EFIKASI PRODUK EMULSI TERHADAP ANTROPOMETRI DAN GULA DARAH TIKUS DIABETES

13.1. Antropometri

Sebanyak 30 tikus *Mus musculus* jantan diperoleh pada usia 2-3 bulan dan BW 25 ± 5 gram. Tikus dikurung di kamar pada suhu $22 \pm 3^\circ \text{C}$ dan kisaran kelembaban 30-70%. Selama 14 hari aklimatisasi, ransum standar dan air diberikan secara ad libitum. Berdasarkan data aklimatisasi, satu tikus mengkonsumsi $3 \text{ g} \pm 10\%$ dari ransum standar per hari. Kelompok perlakuan ditunjukkan pada tabel 10. Aloksan monohidrat disuntikkan ke perut pada hari pertama dalam seminggu. Glukosa darah diukur pada hari-hari awal dan akhir. Darah diambil setelah tikus berpuasa selama 5 jam. β -karoten murni dan emulsi disalurkan ke mulut pada pagi dan sore hari. Parameter antropometri yang diamati terdiri dari berat badan, panjang tubuh, index massa tubuh, lingkar kepala, dan lingkar badan.

13.1.1. Berat Badan

Secara umum, pakan standar yang diberikan ternyata meningkatkan berat badan mencit setelah 15 hari pengamatan. Akan tetapi, mencit yang diberi kontrol negatif alloxan mengalami penurunan berat badan, sekalipun hasilnya tidak tampak signifikan. Penambahan β -karoten dan produk emulsi terbukti mampu menjaga kestabilan berat badan mencit selama 15 hari pengamatan.



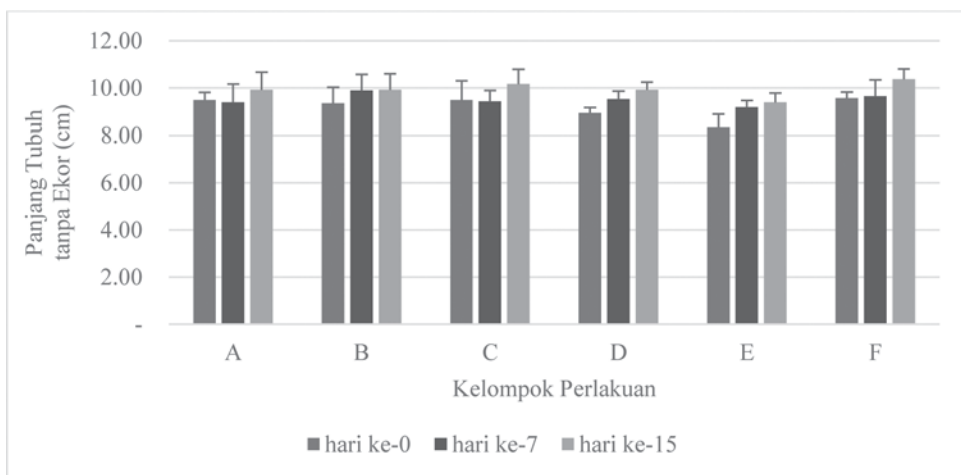
Gambar 52 Perubahan berat badan antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15

Tabel 10 Konsumsi individu dalam kelompok perlakuan

Ration	Individual daily consumption in treatment group					
	A	B	C	D	E	F
water	ad libitum	ad libitum	ad libitum	ad libitum	ad libitum	ad libitum
standard ration	3 g±10%	3 g±10%	3 g±10%	3 g±10%	3 g±10%	3 g±10%
Alloxan monohydrate (weekly)		0.125 mg/w		0.125 mg/w		0.125 mg/w
Pure β -carotene (0.1 mg / mL in VCO)			0.2 mL	0.2 mL		
Emulsion (> 2000 ppm β -carotene)					1 mL	1 mL

13.1.2. Panjang Tubuh

Panjang tubuh mencit mengalami peningkatan, ini menunjukkan mencit yang digunakan masih dalam fase pertumbuhan. Peningkatan tertinggi diperoleh pada mencit dengan perlakuan β -karoten dan produk emulsi. Artinya, baik β -karoten maupun produk emulsi mempromosikan pertumbuhan pada mencit yang diamati.



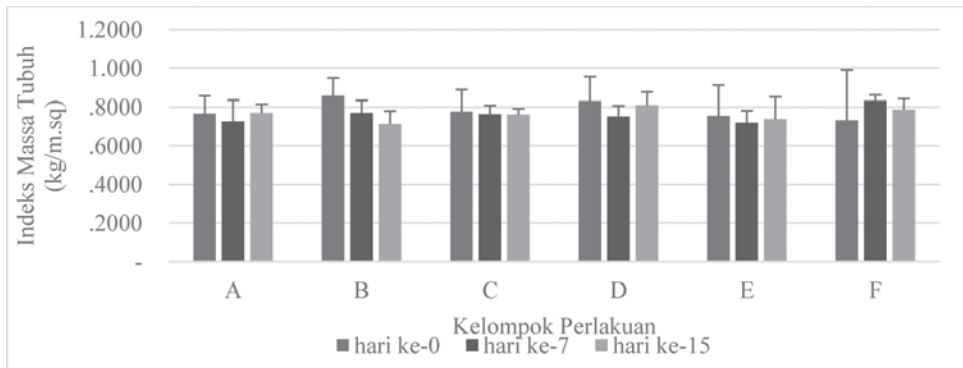
Gambar 53 Perubahan panjang tubuh antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15

13.1.3. Indeks Massa Tubuh

Index massa tubuh digunakan untuk melihat apakah seekor mencit memiliki postur ideal atau tidak kelebihan bobot. Dari hasil pengamatan, dapat dilihat bahwa mencit yang diberi perlakuan kontrol negatif mengalami penurunan berat badan sebagai akibat perubahan metabolisme tubuh. Mencit yang diberi perlakuan β -karoten dan produk emulsi memiliki IMT yang tidak berubah signifikan setelah 15 hari pengamatan.

13. EFIKASI PRODUK EMULSI

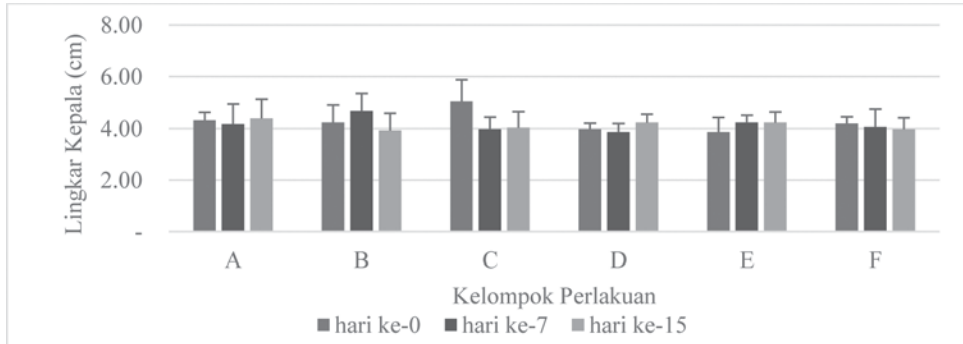
TERHADAP ANTROPOMETRI DAN GULA DARAH TIKUS DIABETES



Gambar 54 Perubahan IMT antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15

13.1.4. Lingkar Kepala dan Lingkar Badan

Lingkar kepala diukur untuk mengetahui perubahan keliling kepala sebagai indikasi penimbunan lemak di kepala. Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa tidak ada penimbunan lemak yang mengakibatkan perubahan lingkar kepala pada semua kelompok mencit percobaan yang diamati.

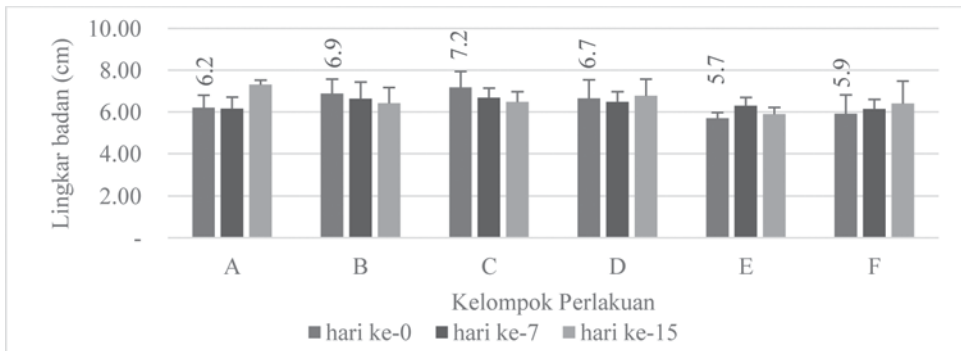


Gambar 55 Perubahan lingkar kepala antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15

Lingkar badan diukur untuk mengetahui perubahan keliling badan sebagai indikasi penimbunan lemak di abdomen mencit. Dari hasil observasi selama 15 hari, tidak terlihat perubahan lingkar badan yang signifikan pada semua kelompok mencit percobaan yang diamati, kecuali pada kelompok tikus dengan ransum standar yang memiliki lingkar badan signifikan meningkat pada hari ke-15. Tikus yang diberi β -karoten murni mengalami penurunan berat badan, akan tetapi pada rentang signifikan yang kurang terlihat.

MONOGRAF OXIMATA

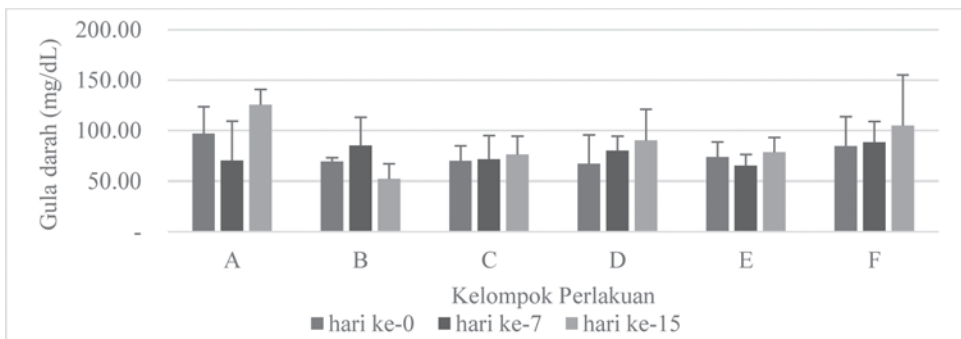
EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA



Gambar 56 Perubahan lingkar badan antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15

13.2. Gula Darah

Gula darah dari tikus yang diberikan *alloxan monohydrate* pada hari ke-7 mengalami peningkatan. Akan tetapi disebabkan oleh perubahan fisiologis, mencit mengalami penurunan kadar gula darah pada pengamatan hari ke-15. Gula darah mencit pada semua perlakuan cenderung berada di kisaran antara 80–100 mg/dL.



Gambar 57 Perubahan gula darah antar kelompok perlakuan pada hari ke 0 s.d. 15

14.1. Profil Relawan

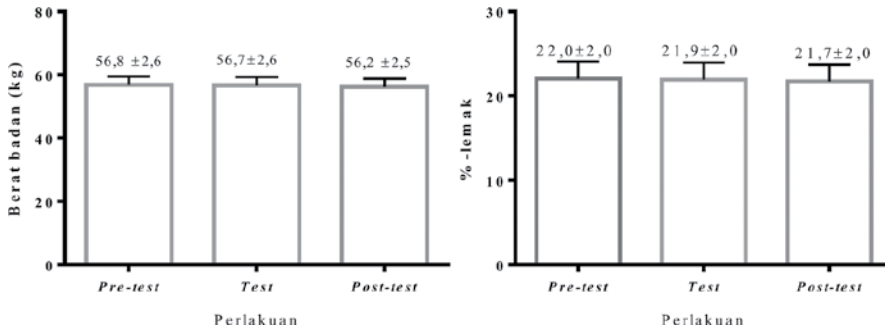
Dari semua relawan yang bertahan hingga akhir tahapan penelitian, delapan (8) di antaranya adalah perempuan dan lima (5) relawan lainnya adalah laki-laki. Usia relawan berada diantara 21 dan 25 tahun dengan tinggi badan diantara 144,0 dan 173,2 cm. Berat badan relawan berada di antara 44,5 dan 71,0 kg dengan rata-rata $56,8 \pm 2,6$ kg. Dilihat dari indeks masa tubuhnya, didapatkan tiga (3) orang memiliki berat badan kurang, lima (5) orang dalam kondisi normal, lima (5) lainnya memiliki berat badan lebih. Dari kelompok yang berberat badan lebih, tiga (3) di antaranya dikategorikan pra-obesitas dan dua (2) sisanya dikategorikan obesitas I. Dari data kadar glukosa darah *pre-test* tidak ditemukan relawan yang diduga mengalami hiperglikemia. Tiga orang terindikasi hiperkolesterolemia dan 5 orang terindikasi hiperurisemia (Tabel 11).

Tabel 11 Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik	Jumlah
Jenis kelamin	8 Perempuan 5 Laki-laki
Umur	21–25 tahun
Tinggi badan	144,00–173,20 cm
Berat badan	44,50–71 kg
Keadaan berat badan	Berat badan kurang = 3 orang Normal = 5 orang Berat badan lebih = 5 orang Pra obesitas = 3 orang Obesitas I = 2 orang
Hiperglikemia	0 orang
Hiperkolesterolemia	3 orang
Hiperurisemia	5 orang

Tidak terdapat perubahan dari profil berat badan dan %-lemak dari relawan selama periode *pre-test*, *test*, dan *post-test*. Kisaran berat badan relawan adalah rata-rata antara 56,2 dan 56,8 kg dengan galat kesalahan dari *mean* (SEM) 2,6 kg. Dikarenakan berat badan relawan pada saat

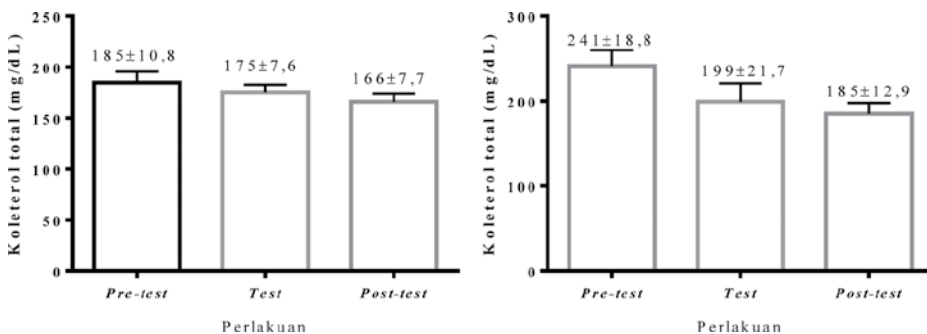
pengujian berada pada kisaran yang cenderung sama, maka tidak terdapat pula perbedaan pada IMT dari relawan selama periode pengamatan. Berdasarkan perhitungan, kisaran persen lemak dari relawan selama periode pengamatan adalah rata-rata antara 21,7 dan 22,0 % dengan SEM 2,0 % (Gambar 67).



Gambar 58 Profil berat badan dan %-lemak dari responden

14.2. Perubahan Kolesterol

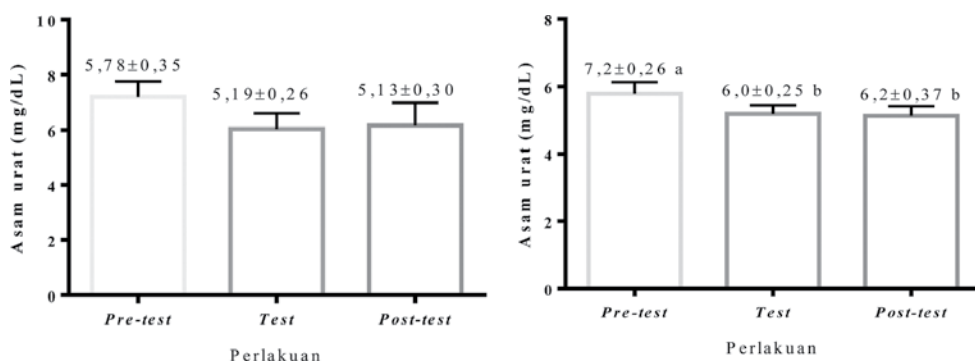
Dilihat dari kadar kolesterol total selama periode pengamatan, terdapat fenomena penurunan kadar kolesterol dari *pre-test*, *test*, dan *post-test* secara rata-rata baik untuk semua relawan, maupun untuk relawan dengan indikasi hiperkolesterolemik. Penurunan kolesterol yang terjadi pada relawan terindikasi hiperkolesterolemik tampak lebih cepat dibandingkan dengan rata-rata populasi panelis yang diamati (Gambar 68). Fenomena ini diduga sebagai akibat peningkatan kewaspadaan (*awareness*) dari relawan baik yang terindikasi hiperkolesterolemik maupun secara keseluruhan. Kelompok populasi dengan kewaspadaan akan pola hidup yang baik akan cenderung mengonsumsi multivitamin-mineral. Kecenderungan ini meningkat pada populasi usia lanjut (>60 tahun), dan penderita penyakit degeneratif. Sebanyak 20,6 % populasi mengonsumsi multivitamin-mineral untuk menurunkan kadar kolesterol. Diduga, komponen Oximata tidak cukup kuat dalam menurunkan kadar kolesterol, berbeda dengan meniran (*Phyllanthus niruri*) atau angka yang disebutkan memiliki efek hipokolesterolemik.



Gambar 59 Kadar kolesterol pada semua relawan dan yang diduga hiperkolesterolemik

14.3. Asam Urat

Konsumsi Oximata pada semua relawan tidak memberikan efek yang nyata terhadap perubahan kadar asam urat, yakni diantara 5,13 dan 5,78 mg/dL. Pada relawan terindikasi hiperurisemik, terdapat perubahan kadar asam urat pada periode *pre-test* dibanding dengan periode *test* dan *post-test* (Gambar 69). Fenomena ini diduga sebagai akibat peningkatan kewaspadaan (*awareness*) dari relawan terindikasi hiperurisemik dengan menghindari makanan-makanan yang memiliki kadar purin yang tinggi. Konsumsi multivitamin-mineral sebagai jenis suplemen yang terbanyak digunakan ditujukan sebagai penguat motivasi terkait kesehatan dan pilihan gaya hidup. Asam urat sendiri memiliki prevalensi sebesar 28 % di komunitas masyarakat sebagaimana hasil survei yang dilakukan sebelumnya. Diduga Oximata tidak banyak mengandung komponen polifenol yang berguna bagi efek hipourisemik seperti katekin ataupun ekstrak daun sirsak.



Keterangan: huruf yang berbeda setelah angka menandakan beda nyata terkecil pada taraf α 5%.

Gambar 60 Kadar asam urat pada semua relawan dan yang diduga hiperurisemik

14.4. Gula Darah

Sebagaimana dengan efek Oximata terhadap asam urat, Oximata tidak memberikan efek terhadap penurunan kadar gula darah. Pendugaan efek sekunder Oximata terhadap kemampuan menurunkan kadar glukosa darah adalah disebabkan adanya senyawa sinamaldehida yang terdapat pada bubuk kayu manis. Apabila dalam bubuk kayu manis, konsentrasi sinamaldehyd terdapat sebanyak 0,75 s.d. 0,85%, maka kadar senyawa ini dalam Oximata secara teoritis adalah 37,5 s.d. 42,5 ppm. Pada konsentrasi 20 mg/kg berat badan (bb), sinamaldehyd dapat membantu menstimulasi penurunan kadar glukosa darah pada subyek penelitian tikus.

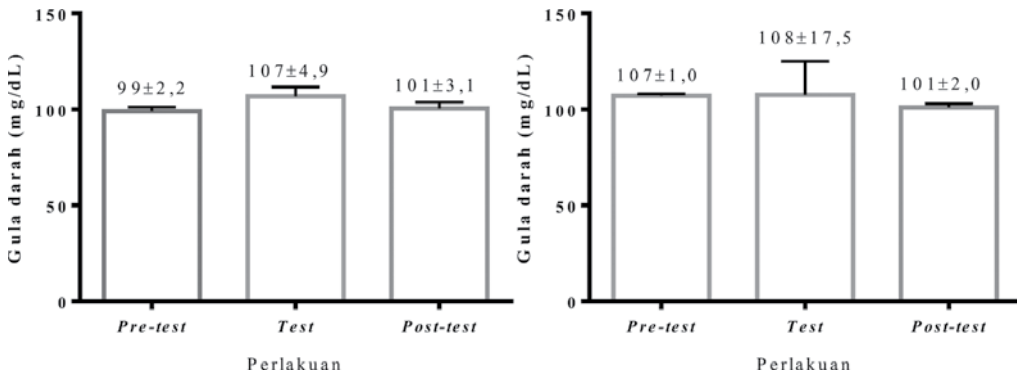
Dibandingkan pada kondisi tanpa pemberian Oximata (*Pre-test*), kadar glukosa darah pada kondisi saat pemberian Oximata (*Test*) pada subjek penelitian pada kondisi adalah tidak signifikan ($p=0,1432$ atau $p>0,05$). Diduga penurunan kolesterol lebih disebabkan perubahan

pola makan dari para relawan sebagai akibat perubahan kewaspadaan (*awareness*) akan konsumsi pangan selama periode pengamatan (Gambar 70). Sebanyak 8,7% populasi mengonsumsi multivitamin-mineral untuk menurunkan kadar gula darah.

Bila diamati perubahan kadar gula darah puasa per individu, terjadi peningkatan kadar gula darah puasa pada sembilan (9) dari 13 subjek penelitian (69,23%). Pada enam subjek penelitian yang lain, gula darah puasa pada kondisi *Test* terhadap *Pre-test* cenderung mengalami penurunan.

Faktor kedua adalah subjek berada pada usia di mana fungsi-fungsi faali tubuh berada pada kondisi puncak, sehingga produksi insulin masih mencukupi. Motivasi mengonsumsi multivitamin-mineral pada kelompok usia ini adalah untuk meningkatkan kesehatan (45% populasi disurvei) dan menjaga kesehatan (33%). Secara rata-rata, pada ke-13 subjek penelitian, tidak perlu ada asupan suplemen yang dapat mendukung fungsi tubuh untuk menyeimbangkan kadar gula darah puasanya.

Hasil pengujian ini menunjukkan kompleksitas pengujian dengan subyek manusia untuk efek sekunder Oximata terhadap perubahan kadar glukosa darah puasa. Penggunaan dosis boleh jadi terlalu rendah, yaitu 15 mL/hari, yang secara teoritis hanya akan menyuplai sinamaldehida kurang dari 20 mg per kg bb.



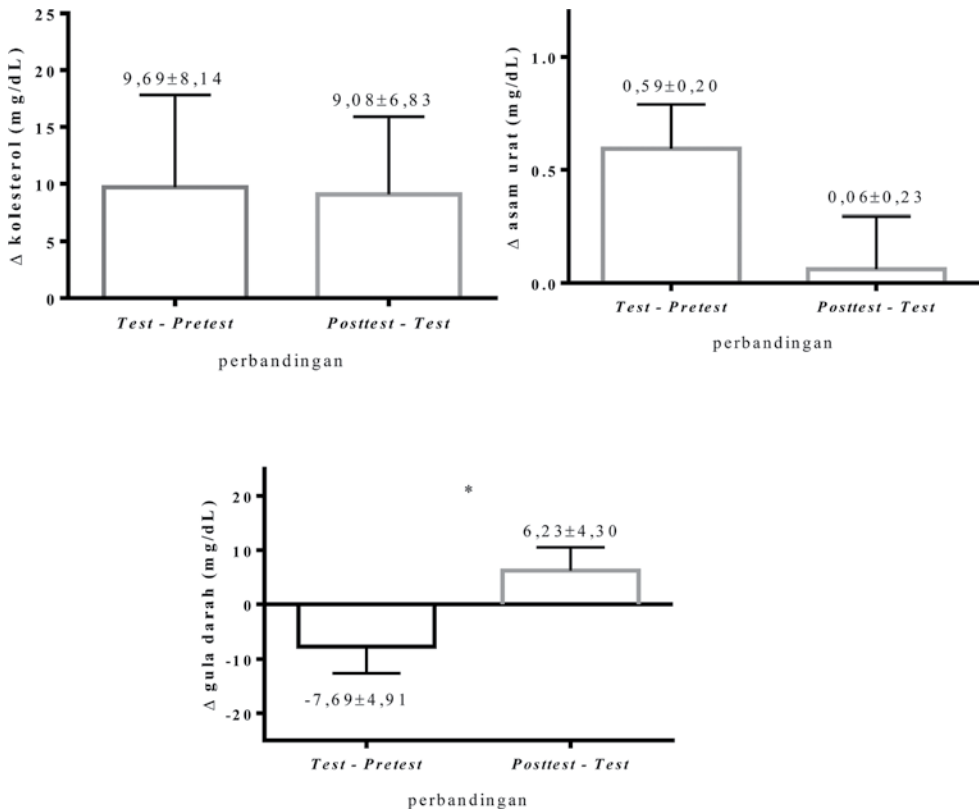
Gambar 61 Kadar gula darah semua panelis dan yang diduga obesitas

14.5. Delta Kolesterol, Asam Urat, dan Gula Darah

Untuk membandingkan perubahan terjadi diantara dua periode pengamatan yang berdekatan, maka dilakukan pengurangan antara nilai pre-test terhadap test dan post-test terhadap test. Hasil dari perbandingan antar dua periode pengamatan yang berdekatan ini disajikan dalam Gambar 71. Dari perhitungan tersebut, diperoleh informasi bahwa tidak

14. UJI PADA MANUSIA

terdapat perbedaan yang nyata untuk parameter kolesterol dan asam urat. Akan tetapi, terdapat perubahan yang signifikan pada parameter pengamatan kadar glukosa darah antara periode *Test* terhadap *Pre-test* dan *Posttest* terhadap *Test*. Ini membuktikan bahwa Oximata memiliki efek positif terhadap penurunan kadar gula darah di antara dua periode pengamatan yang berdekatan.



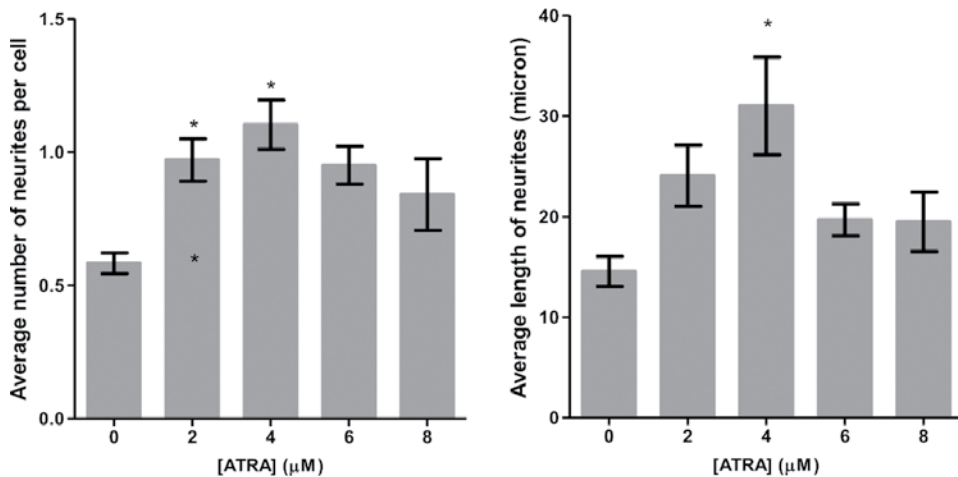
Keterangan: tanda bintang (*) menandakan beda nyata pada taraf α 5%.

Gambar 62 Selisih Kadar kolesterol, asam urat, dan gula darah antara test-pretest dan posttest-test

EFEK PROTEKTIF TERHADAP SEL SARAF

15

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu (Rahmadi, 2013) didapatkan bahwa efek protektif dari *all-trans retinoic acid* (ATRA) adalah pada konsentrasi 2-4 μM terhadap jumlah *neurite* per sel saraf Neuro2A-eGFP, neuroblastoma dari tikus, dan pada konsentrasi 4 μM untuk rata-rata panjang *neurite* dari sel saraf tersebut. Ini menunjukkan bahwa *retinoic acid* berperan terhadap kesehatan sel saraf.



Sumber: Rahmadi (2013).

Keterangan: (kiri) rata-rata jumlah *neurite* per sel saraf dalam sistem *ko-kultur in-vitro* yang diberi perlakuan ATRA, (kanan) rata-rata panjang *neurite* di dalam sistem *ko-kultur in-vitro* yang diberi perlakuan ATRA.

Gambar 63 Efek protektif ATRA bagi sel syaraf dalam *co-culture* sel saraf dan imun yang diaktivasi

16.1. 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 (μg) 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 μg retinol setara dengan 12 μg β -karoten, atau 24 μg α -karoten atau β -*cryptoxanthin*. Apabila sumber β -karoten berasal dari produk suplemen, tubuh akan mengkonversi 2 μg β -karoten untuk 1 μg retinol.

Bentuk lain dari pengukuran aktivitas vitamin A sebanyak 1 UI dapat diperoleh dengan konversi sebanyak 0,6 μg β -karoten, sehingga 20-30 mg β -karoten setara dengan 33.000–50.000 UI. Dalam perhitungan berbasis nilai ekuivalen setara retinol (*retinolic activity equivalent*, RAE) 1 UI retinol setara dengan 0,3 μg RAE, 1 UI β -karoten (suplemen) setara 0,15 μg RAE, 1 UI β -karoten (makanan) setara 0,05 μg RAE, dan 1 UI α -karoten atau β -*cryptoxanthin* setara 0,025 μg RAE.

Asupan maksimal (RDA) vitamin A bagi pria remaja dan dewasa adalah 900 μg RAE atau setara dengan 3.000 UI suplemen retinol. Akan tetapi, RDA ini juga setara dengan 6.000 UI β -karoten dari suplemen, 18.000 UI β -karoten dari makanan, atau 36.000 UI alfa-karoten atau β -*cryptoxanthin* dari makanan. Diet campuran yang mengandung 900 μg RAE perlu menyediakan antara 3.000 dan 36.000 IU vitamin A, tergantung pada jenis makanan yang dikonsumsi. Status karotenoid yang baik adalah β -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 β -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 $\mu\text{g/dL}$. 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, 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. Kelebihan vitamin A akan menyebabkan keracunan yang berujung pada peningkatan risiko penyakit jantung dan kanker.

Tabel 12 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

16.2. Perhitungan Dosis

Hasil analisis total karotenoid dengan metode HPLC memberikan hasil rata-rata 142 mg/L setara trans β-karoten. 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 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.

16. ANALISIS ASPEK PRODUKSI

Tabel 13 Dosis per konsumsi produk emulsi untuk anak-anak dan dewasa

Usia/Kondisi	Asupan harian		Dosis*	
	Rekomendasi	Maksimal	Rekomendasi	Maksimal
	(UI)	(UI)	(mL)	(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

16.3. 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 dan minyak sawit merah. Faktor produksi yang termahal selain proses deodorisasi adalah bahan baku, kemasan, dan biaya tenaga kerja. Berdasarkan analisis sederhana terhadap faktor-faktor produksi, diperoleh harga dasar produk emulsi labu dan minyak sawit merah ini adalah Rp. 15,000 per Desember 2019. Bila menggunakan kemasan 300 mL, produk diharapkan mampu bertahan selama 3 minggu untuk konsumsi rutin seorang anak.

Tabel 14 Analisis biaya produksi sederhana dengan basis produksi 500 mL

Komponen harga	Persen	Satuan	Unit	Biaya (Rp)
Sari labu	18%	90	MI	3.000
Minyak Sawit Merah	2%	10	MI	2.400
Air	75,0%	400	MI	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

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA

Tabel 15 Perkiraan sebaran komponen biaya dalam *scale-up* produksi

<i>Components</i>	<i>%-contribution</i>	<i>Cost</i>
<i>Main Ingredient</i>	25%	
<i>Auxiliary Ingredient</i>	1%	
<i>Food Processing Investment (Depreciation)</i>	1-5%	
<i>Water</i>	5-10%	
<i>Package Material</i>	5-10%	
<i>Labor & Energi</i>	5-10%	
<i>Transportation</i>	5-10%	
<i>Advertisement</i>	10-20%	
<i>Maximum Set Price (per 100mL bottle) in Rupiah</i>		10.000

16.4. Analisis Risiko Produksi

Tabel 16 Analisis risiko produksi

<i>Production stage</i>	<i>Hazard type</i>			
	Physical (dirt, insect, etc)	Microbiology	Chemical (non food grade, etc)	Non-halal content
<i>RPO</i>		X	X	
<i>Pumpkin and Dragon Fruit</i>	X	X		
<i>RPO fractination and preparation</i>			X	
<i>Pumpkin and Dragon Fruit preparation</i>		X		
<i>Formulation & Food Processing</i>	X	X	X	
<i>Food Additive</i>				X
<i>Packaging of product</i>	X	X		
<i>Final Pasteurization</i>		X		
<i>Storage & Transport</i>	X			

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2006. "Official Method 971-30 α -tocopherol and α -tocopheril acetate in foods and feeds". *AOAC Official Methods of Analysis* 45.1.24.
- [PORIM] Palm Oil Research Institute of Malaysia. 1995. Test Methods Carotene Content. Palm Oil Research Institute of Malaysia. Kuala Lumpur. Malaysia
- [WHO] World Health Organization. 2009. Global Prevalence of Vitamin a Deficiency in Populations at Risk: WHO Global Database on Vitamin A Deficiency, WHO, Geneva.
- Almatsier S. 2006. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Amelia W. 2013. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) dan Buah Naga Putih (*Hylocereus Undatus*) Dengan Metode DPPH. Skripsi. Universitas Pancasila. Jakarta.
- Amorim KT, Cepeda A, Fente C, dan Regal P. 2014. "Review of methods for analysis of carotenoids". *Trends in Analytical Chemistry*. 56:49–73.
- Andersen CJ. 2015. Bioactive Egg Components and Inflammation. *Nutrients*. 7(9): 7889–7913. doi: 10.3390/nu7095372.
- Anderson C, Jones R, Moscicki M, Clotfelter E, Earley RL. 2016. Seeing orange: breeding convict cichlids exhibit heightened aggression against more colorful intruders. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 70(5): 647–657. doi: 10.1007/s00265-016-2085-3.
- Ansel CH. 1989. Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi. Edisi Keempat. Jakarta: UI-Press.
- Artini NPR, Wahjuni S, Sulihingtyas WD. 2012. Soursop Leaf Extract (*Annona muricata* L.) as Antioxidants on Uric Acid Levels Decrease in Wistar rats. *J Kimia* 6(2): 127–137.
- Asfianti F, Nazir HM, Husin S, dan Theodorus. 2013. Pengaruh Suplementasi Seng dan Vitamin A Terhadap Kejadian ISPA dan Diare pada Anak. *Sari Pediatri*. 15(2): 93–98.

- Aulia A. 2010. Pengolahan Panen Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Kaitannya dengan Kandungan Asam Lemak Bebas di PT. Jambi Agro Wijaya, Sarolangun, Jambi. [Thesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ayeleso AO, Oguntibeju OO, dan Brooks, NL. 2012. Effects of Dietary Intake of Red Palm Oil on Fatty Acid Composition and Lipid Profiles in Male Ristar Rats, *Afrikan Journal of Biotechnology*. 11(33): 8275–8279.
- Ayustaningwarno F. 2012. Proses Pengolahan dan Aplikasi Minyak Sawit Merah Pada Industri Pangan. *Vitasphere*. 2: 1–11.
- Babu P, Prabuseenivasan S, Ignacimuthu S. 2007. Cinnamaldehyde - A potential antidiabetic agent. *Phytomedicine* 14: 15–22 <http://dx.doi.org/j.phymed.2006.11.005>.
- Badan Pengawas Obat Dan Makanan. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor 7*. (2014). Jakarta: Pedoman Uji Toksisitas Nonklinik Secara In Vivo.
- Badr SE, Shaaban M, Elkholy YM, Helal MH, Hamza AS, Masoud MS, El Safty MM. 2011. Chemical composition and biological activity of ripe pumpkin fruits (*Cucurbita pepo* L.) cultivated in Egyptian habitats. *Nat Prod Res* 25: 1524-1539. DOI: 10.1080/14786410903312991.
- Bailey RL, Gache JJ, Miller PE, Thomas PR, Dwyer JT. 2013. Why US Adults Use Dietary Supplements. *JAMA Intern. Med.* 173(5): 355–361.
- Bailey RL, Gahche JJ, Lentino CV, Dwyer JT, Engel JS, Thomas PR, Betz, JM, Semplos CT, Picciano MF. 2011. Dietary Supplement Use in the United States, 2003-2006. *The Journal of Nutrition: Nutritional Epidemiology* 141(2):261-266. <http://dx.doi.org/10.3945/jn.110.133025>.
- Basiron Y, dan Weng CK. 2004. The Oil Palm and Its Sustainability. *Journal of Oil Palm Research*. 16(1): 1–10
- Batistella CB, Moraes EB, Maciel Filho R., Wolf Maciel MR. 2002. Molecular Distillation Process for Recovering Biodiesel and Carotenoids from Palm Oil. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 2002: 1149–1159.
- Bell JG, Henderson RJ, Tocher DR, McGhee F, Dick JR, Porter A, Smullen RP, Sargent JRJ. 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.

DAFTAR PUSTAKA

- Benn CS, Diness BR, Roth A, Nante E, Fisker AB, Lisse IM, Yazdanbakhsh M, Whittle H, Rodrigues A, Aaby P. 2008. Effect of 50.000 IU vitamin A given with BCG vaccine mortality in infants in Guinea-Bissau: randomised placebo controlled trial. *BMJ Online First*. 336: 1–9 DOI: 10.1136/bmj.39542.509444.AE.
- Berhow MA, Polat U, Glinski JA, Glensk M, Vaughn SF, Isbell T, Ayala-Diaz I, Marek L, dan Gardner C. 2013. “Optimized analysis and quantification of glucosinolates from *Camelina sativa* seeds by reverse-phase liquid chromatography”. *Industrial Crops and Products*. 43:119–125.
- Blendon RJ, Benson JM, Botta MD, Weldon KJ. 2013. Users’ Views of Dietary Supplements. *JAMA Intern. Med.* 173(1): 74–75.
- Blesso CN, dan Fernandez ML. 2018. Dietary Cholesterol, Serum Lipids, and Heart Disease: Are Eggs Working for or Against You? *Nutrients*. 10(4): 426. doi: 10.3390/nu10040426
- Bohari B, Muhadir M dan Rahmadi A. 2018. Vacuum evaporation and nitrogen-assisted deodorization affects the antioxidant capacity in the olein fraction of red palm oil and its emulsion products. *F1000Research*. 7:1729. doi: 10.12688/f1000research.16545.1.
- Boon CS, McClements DJ, Weiss J, dan Decker EA. 2010. Factors Influencing the Chemical Stability of Carotenoids in Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 50:515–532.
- Boone C, dan Adamec J. 2016. *Chapter 10: Top Down Proteomics*, 2nd ed. P. Ciborowski, and J. Silberring, Eds. *Proteomic Profiling and Analytical Chemistry (Second Edition): The Crossroads. Netherlands: Elsevier*. 175–191.
- Budiyanto dkk. 2010. Perubahan Kandungan β -Karoten, Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida Minyak Sawit Merah Selama Pemanasan. *Bengkulu: Agritech*. 30(2)..
- Canfield LM., Kaminsky RG, Taren DL, Shaw E, Sander JK. 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.
- Castro-López C, Sánchez-Alejo EJ, Saucedo-Pompa S, Rojas R, Aranda-Ruiz J, Martínez-Avila GCG. 2016. Fluctuations in phenolic content, ascorbic acid and total carotenoids and antioxidant activity of fruit beverages during storage. *Heliyon*. 2: 1–16. DOI: 10.1016/j.heliyon.2016.e00152.
- Catanzaro R, Zerbinati N, Solimene U, Marcellino M, Mohania D, Italia A, Ayala A, dan Marotta F. 2016. “Beneficial effect of refined red palm oil on lipid peroxidation and monocyte tissue factor in HCV-related liver disease: a randomized controlled study”. *Hepatobiliary & Pancreatic Diseases International*. 15(2):165–172.

- Cerniauskiene, dkk. 2014. Pumpkin fruit flour as a source for food enrichment in dietary fiber. *Not Bot Horti Agrobo.* 42(1):19–23.
- Cervantes-Paz B, Ornelas-Paz JJ, Perez-Martínez JD, Reyes-Hernandez J, Zamudio-Flores PB, Ibarra-Junquera V, Ruiz-Cruz S. 2016. Effect of pectin concentration and properties on digestive events involved on micellarization of free and esterified carotenoids. *Food Hydrocolloid.* 60: 580–588. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2016.04.038.
- Chen H, dan Zhong Q. 2015. “Thermal and UV stability of b-carotene dissolved in peppermint oil microemulsified by sunflower lecithin and Tween 20 blend”. *Food Chemistry.* 174:630–636.
- Chen X, Chen YD, Boni GF, Liu X, Kuang J, dan Geng Z. 2019. Consuming egg yolk decreases body weight and increases serum HDL and brain expression of TrkB in male SD rats. *J. Sci. Food Agric.* 2019; (Early view). doi: 10.1002/jsfa.9610.
- Chua IYP, King PJH, Ong KH, Sarbini SR, dan Yiu PH. 2015. Influence of Light Intensity and Temperature on Antioxidant Activity in *Premna serratifolia* L. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition.* 15(3): 605–614.
- Crichton GE, Bryan J, and Murphy KJ. 2013. Dietary Antioxidants, Cognitive Function and Dementia - A Systematic Review. *Plant Foods for Human Nutrition.* 68(3), 279–292. doi:10.1007/s11130-013-0370-0
- Csepanyi E, Czompa A, Szabados-Furjesi P, Lekli I, Balla J, Balla G, Tosaki A dan Bak I. 2018. The Effects of Long-Term, Low- and High-Dose Beta-Carotene Treatment in Zucker Diabetic Fatty Rats: The Role of HO-1. *Int. J. Mol. Sci.* 19(4): 1132. doi.org/10.3390/ijms19041132
- Damodaran S dan Arora A. 2013. Off-flavor precursors in soy protein isolate and novel strategies for their removal. *Rev Food Sci Technol.* 4: 327–46. DOI: 10.1146/annurev-food-030212-182650.
- Delanghe JR, dan Speeckaert MM. 2011. Creatinine determination according to Jaffe—what does it stand for? *NDT Plus.* 4:83–86. doi: 10.1093/ndtplus/sfq211
- Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell J. 1991. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *British Journal of Nutrition* 65:105–114 <http://dx.doi.org/10.1079/BJN19910073>.
- Edem DO. 2002. Palm oil: Biochemical, physiological, nutritional, hematological and toxicological aspects: A review. *Plant Foods for Human Nutrition.* 57(3–4): 319–341.
- Edwards AJ, Nguyen CH, You CS, Swanson JE, Emehiser C, dan Parker RS. 2002. Alpha- and Beta-Carotene from a Commercial Carrot Puree Are More Bioavailable to Humans Than From Boiled Mashed Carrots, As Determined Using an Extrinsic Stable Isotope Reference Method. *Journal of Nutrition.* 132(2): 67–159.

DAFTAR PUSTAKA

- El-Demery ME. 2011. Evaluation of Physico-chemical Properties of Toast Breads Fortified with Pumpkin (*Curcubita moschata*) Flour. *The 6th Arab and 3rd International Annual Scientific Conference*. Mesir. 13–14 April 2011. 2145-2161.
- Erawati CM. 2006. Kendali Stabilitas Beta Karoten Selama Proses Produksi Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas* L.). [Thesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Fahri C, Sutarno, Listyawati S. 2005. Levels of Blood Glucose and Cholesterol Total Rats (*Rattus norvegicus* L.) hyperglycemic after administration of Methanol Extracts of Root Meniran (*Phyllanthus niruri* L.). *J Biofarmasi* 3(1): 1–6.
- Farhan H, Rammal H, Hijazi A, Hamad H, Daher A, Reda M, dan Badran B. 2012. Invitro Antioxidant Activity of Ethanolic and Aqueous Extracts from Crude *Malva parviflora* L. Grown in Lebanon. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 5(3): 234-238.
- Farikha IN, Anam, dan Widoti E. 2013. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Bahan Penstabil Alami Terhadap Karakteristik Fisikokimia Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(1): 30–38.
- Faulks RM. and Southon S. 2005. Challenges to Understanding and Measuring Carotenoid Bioavailability. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular Basis of Disease*. 1740(2): 95–100.
- Fennema OR. 1996. *Food Chemistry*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Fernandez-Garcia E, Carvajal-Lerida I, Jaren-Galan M, Garrido-Fernandez J, Perez-Galvez A, Hornero-Mendez D. 2012. Carotenoids bio-availability from foods: From plant pigments to efficient biological activities. *Food Res Int*. 46: 438-450. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.06.007.
- Firdous AP, Preethi KC, Kuttan R. 2010. Antioxidant potential of meso-zeaxanthin a semi synthetic carotenoid. *Food Chem*. 119: 1096–1101. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.08.021.
- Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Curtin LR. 2010. Prevalence and Trends in Obesity among US Adults, 1999-2008. *JAMA*. 303(3): 235–241.
- Frei B, Birlouez-Aragon I, Lykkesfeldt J. 2012. Authors' perspective: what is the optimum intake of vitamin C in humans? *Crit Rev Food Sci*. 52: 815–829. DOI: 10.1080/10408398.2011.649149.
- Fujimoto M, Tsuneyama K, Fujimoto T, Selmi C, Gershwin E, Shimada. 2012. Spirulina improves non-alcoholic steatohepatitis, visceral fat macrophage aggregation, and serum leptin in a mouse model of metabolic syndrome. *Digestive and Liver Disease*. 44(9): 767-774. doi: 10.1016/j.dld.2012.02.002.

- Gajewski M, Radzanowska J, Danilcenko H, Jariene E, dan Cerniauskiene J. 2008. Quality of Pumpkin Cultivars in Relation To Sensory Characteristics. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*. 36 (1): 73–79.
- Gazdikova K, Gvozdjakova A, Kucharska J, Spustova V, Braunova Z, dan Dzurik R. 2001. Oxidative Stress and Plasma Concentrations of Coenzyme Q10, α -tocopherol, and β -carotene in patients with a mild to moderate decrease of kidney function. *Nephron*. 88(3): 285.
- Gliemmo MF, Latorre ME, Gerschenson LN, Campos CA. 2009. Color stability of pumpkin (*Cucurbita moschata*, Duchesne ex Poiret) puree during storage at room temperature: Effect of pH, potassium sorbate, ascorbic acid and packaging material. *LWT-Food Sci Technol*. 42: 196–201. DOI: 10.1016/j.lwt. 2008.05.011.
- Goncalves EM, Pinheiro J, Abreu M, Brandao TRS, Silava CLM. 2007. Modelling the kinetics of peroxidase inactivation, colour and texture changes of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) during blanching. *J Food Eng* 81: 693–701. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.01.011.
- Gordon SM, Li H, Zhu X, Shah AS, Lu LJ, dan Davidson WS. 2015. A Comparison of the Mouse and Human Lipoproteome: Suitability of the Mouse Model for Studies of Human Lipoproteins. *J Proteome Res*. 14(6): 2686–2695. doi: 10.1021/acs.jproteome.5b00213.
- Granato D, Branco GF, Nazzaro F, Cruz AG, Faria JAF. 2010. Functional foods and nondairy probiotic food development: trends, concepts, and products. *Food Sci Food Saf*. 9: 292–302. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2010.00110.x.
- Grenfell-Lee D, Zeller S, Cardoso R, dan Pucaj K. 2014. The safety of β -carotene from *Yarrowia lipolytica*. *Food and Chemical Toxicology*. 65: 1–11. doi:10.1016/j.fct.2013.12.010
- Groeber U. 2013. Mikronutrien: Penyelarasan Metabolik, Pencegahan, dan Terapi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Gupta S, Cox S, Abu-Ghannam N. 2011. Effect of Different Drying Temperatures on the Moisture and Phytochemical Constituents of Edible Irish Brown Seaweed. *LWT-Food Science and Technology*. 44(5): 1266–1272.
- Ha J, Shim YS, Soe HY, Nam HJ, Ito M, dan Nakagawa H. 2010. “Rapid Method for Determination of β -Carotene in Foods Using Ultra High Performance Liquid Chromatography”. *Food Sci. Biotechnol*. 19(5): 1199–1204.
- Hadisoewignyo L, dan Fudholi A, 2007. Studi pelepasan *in vitro* ibuprofen dari matriks xanthan gum yang dikombinasikan dengan suatu *crosslinking* agent. *Majalah Farmasi Indonesia*. 18(3): 133–140.
- Hanani E. 2016. *Analisis Fitokimia*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

DAFTAR PUSTAKA

- Harari A, Abecassis R, Relevi N, Levi Z, Ben-Amotz A, Kamari Y, Harats D, dan Shaish A. 2013. Prevention of Atherosclerosis Progression by 9-cis- β -Carotene Rich Alga *Dunaliella* in apoE-Deficient Mice. *BioMed Research International* 2013. 169517. doi:10.1155/2013/169517.
- Hashim D, Gaughan D, Boffetta P, dan Lucchini RG. 2015. Baseline Serum β -carotene Concentration and Mortality among Long-Term Asbestos-Exposed Insulators. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 24(3); 555–60. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-14-0952
- Hennekens CH, Buring JE, Manson JE, Stampfer M, Rosner B, Cook NR, Belanger C, LaMotte F, Gaziano JM, Ridker PM, Willett W, dan Peto R. 1996. Lack of Effect of Long-Term Supplementation with Beta Carotene on the Incidence of Malignant Neoplasms and Cardiovascular Disease. *N Engl J Med.* 334:1145-1149. doi: 10.1056/NEJM199605023341801.
- Hock-Eng K, Prasad KN, Kin-Weng K, Jiang Y, dan Ismail A. 2011. Carotenoids and Their Isomers: Color Pigments in Fruits and Vegetables, *J. Molc.*, 16, 1710–1738.
- Hof KHV., West CE, Weststrate JA, dan Hautvast JGAJ. 2000. Dietary Factors That Affect the Bioavailability of Carotenoids. *Journal of Nutrition.* 130(3): 6–503.
- Hoffmann J, Linseisen J, Riedl J, dan Wolfram G. 1999. Dietary Fiber Reduces the Antioxidative Effect of a Carotenoid and α -tocopherol Mixture on LDL Oxidation ex Vivo in Humans. *European Journal of Nutrition.* 38(6): 85–278.
- Hosseini F, Naseri MKG, Badavi M, Ghaffari MA, Shahbazian H, and Rashidi I. 2009. Protective Effect of Beta Carotene Pretreatment on Renal Ischemia/Reperfusion Injury in Rat. *Pakistan Journal of Biological Sciences.* 2 (16): 1140–1145. doi: pjbs.2009.1140.1145.
- 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. Washington DC: National Academy Press.
- Isabelle M, Lee ML, Lim MT, Koh WP, Huang D, Ong CN. 2010. Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. *Food Chem.* 123: 77–84. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.04.002.
- Isnaini, D. 2006. Pengaruh Penambahan Karagenan Terhadap Stabilitas Minuman Fermentasi Air Kelapa Degan Menggunakan Bakteri Asam Laktat. [Skripsi]. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Jacobo-Valenzuela N, Marostica-Junior M, Zazueta-Morales JJ, Gallegos-Infante JA. 2011^b. Physicochemical, technological properties, and health-benefits of *Cucurbita moschata* Duchense vs. Cehualca: A review. *Food Res Int.* 44: 2587-2593. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.04.039.

- Jacobo-Valenzuela N, Zazueta-Morales JDJ, Gallegos-Infante JA, Aguilar-Gutierrez J, Camacho-Hernández IL, Rocha-Guzman NL, Gonzalez-Laredo RF. 2011. Chemical and Physicochemical Characterization of Winter Squash (*Cucurbita moschata* D.) *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 39(1): 34–40.
- Jaswir I, Noviendri D, Hasrini RF, Octavianti F. 2011. Carotenoids: sources, medicinal properties and their application in food and nutraceutical industry. *J Med Plants Res.* 5: 7119–7131.
- Kasigit L. 2006. Pengaruh penggunaan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) dan Enzim Naringinase terhadap Kepahitan dan Mutu Sari Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*). [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kasim E, Kurniawati Y, Nurhidayat, N. 2006. Utilization of Local Isolates of *Monascus purpureus* for Lowering Blood Cholesterol in Sprague-Dawley strain Rats. *J Biodiversitas.* 7(2): 123–126.
- Kedare SB, dan Singh RP. 2011. Genesis and Development of DPPH Method of Antioxidant Assay. *Journal of Food Science and Technology.* 48(4): 412–422.
- Khan A, Khan MI, Iqbal Z, Shah Y, Ahmad L, dan Watson DG. 2010. “An optimized and validated RP-HPLC/UV detection method for simultaneous determination of all-trans-Retinol (Vitamin A) and α -Tocopherol (Vitamin E) in human serum: Comparison of different particulate reversed-phase HPLC columns”. *Journal of Chromatography B.* 878(25):2339–2347.
- Khoo HE, Prasad KN, Kong KW, Jiang Y, dan Ismail A. 2011. “Carotenoids and Their Isomers: Color Pigments in Fruits and Vegetables”. *Molecules.* 16:1710–1738.
- Koca N, Burdurlu H, Karadeniz F. 2007. Kinetics of colour changes in dehydrated carrots. *J Food Eng* 78: 449–455. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.10.014.
- Konopacka D, Seroczynska A, Korozeniewska A, Jesionkowska K, Niemirowicz-Szczytt K, Plocharski W. 2010. Studies on the usefulness of *Cucurbita maxima* for the production of ready-to-eat dried vegetable snacks with a high carotenoid content. *LWT-Food Sci Technol* 43:302-309. DOI: 10.1016/ j.lwt.2009.08.012.
- Kreps F, Vrbiková L, dan Schmidt S. 2014. Influence of industrial physical refining on tocopherol, chlorophyll and beta-carotene content in sunflower and rapeseed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology.* 116(11):1572–1582.
- Kristianingrum S. 2010. Tinjauan Berbagai Metode Analisis Karoten dalam Bahan Pangan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA.* Yogyakarta. 15 Mei 2010. Hal: 233–237.

DAFTAR PUSTAKA

- Kurniari PK, Kambayana G, dan Putra TR. Hyperuricemia and Fraction Uric Acid Clearance Relationship in Tenganan Pegringsingan, Karangasem, Bali. *J. Peny. Dalam.* 12(2):77–80.
- Kussoy K, Fatimawali, Kepel B. Prevalence of Obesity in Teens in Minahasa. *J. e-Biomedik.* 1(2): 981–985.
- Kusumaningtyas RS, dan Limantara L. 2009. The isomerization and oxidation of carotenoid compounds in the oil palm fruit during productions of CPO. *Indo.J.Chem.* 9(1): 48-53.
- Lavelli V, Zanoni B, dan Zaniboni A. 2007. Effect of water activity on carotenoid degradation in dehydrated carrots. *Food Chem* 104: 1705–1711. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.03.033.
- Lean MEJ. 2013. Ilmu Pangan, Gizi & Kesehatan Edisi ke-7. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Lestari AR. 2011. *Efektifitas Gliserol Monostearat (GMS) Terhadap Mutu Donat Labu Kuning*. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
- Lykken GI, Jacob RA, Munoz JM, dan Sandstead HH. 1980. A mathematical model of creatine metabolism in normal males—comparison between theory and experiment. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 33(12): 2674–2685. doi:10.1093/ajcn/33.12.2674
- Mahattanawee KJA, Manthey G, Lucio ST, Talcott K, Goodner, dan Baldwin E. 2006. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 54: 7355–7363.
- Marinova G, dan Batchvarov V. 2011. Evaluation of The Methods for Determination of The Free Radical Scavenging Activity by DPPH. *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* 17 (1): 11–24.
- Marsono Y. 2008. Prospek Pengembangan Makanan Fungsional. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 7(1): 19–27.
- Martin DW. 1981. *Harper’s Review of Biochemistry, 18th ed, Los Altos, California 94022*, Lange Medical Publications.
- Martinez B, Rubio B, Viera C, Linares MB, Egea M, Panella-Riera N, dan Garrido MD. 2016. Evaluation of different strategies to mask boar taint in cooked sausage. *Meat Sci* 116: 26–33. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.01.006.
- Matsuno T, Tani Y, Maoka T, Matsuo K, dan Komori T. 1986. “Isolation and structural elucidation of cucurbitaxanthin a and b from pumpkin *Cucurbita maxima*”. *Phytochemistry.* 25(12): 2837–2840.
- Mba OI, Dumont MJ, dan Ngadi M. 2015. Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry – A review. *Food Biosci* 10: 26–41. DOI: 10.1016/j.fbio.2015.01.003.

- Meiliana, Roekistiningsih, dan sutjiati, E. 2014. Pengaruh Proses Pengolahan Daun Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) dengan Berbagai Perlakuan terhadap Kadar β -Karoten. *Indonesian Journal of Humman Nutrition*. 1(1): 23–34.
- Melendez-Martinez MA, Stinco CM, Liu C, dan Wang XD. 2013. “A simple HPLC method for the comprehensive analysis of cis/trans (Z/E) geometrical isomers of carotenoids for nutritional studies”. *Food Chemistry*. 138 (2–3): 1341–135.
- Meyer., Laughlin and Ferngni. 1982. Brine Shrimp. Convenient general bioassay for active constituents. *Planta Medica*. 45, 3–4.
- Mitrowska K, Vincent U, dan Von Holst C. 2012. Separation and quantification of 15 carotenoids by reserved phase high performance liquid chromatography coupled to diode array detection with isobestic wavelength approach. *Journal of Chromatography A*. 1233:44–53.
- Molyneux, P. 2004. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 26(2): 211–219.
- Montenegro L, Rapisarda L, Ministeri C, Pugilisi C. 2015. Effects of lipids and emulsifiers on the physicochemical and sensory properties of cosmetic emulsions containing vitamin E. *Cosmetics* 2: 35–47. DOI: 10.3390/cosmetics 2010035.
- Mueller K, Voigt CC, Raila J, Hurtienne A, Vater M, Brunnberg L, dan Schweigert FJ. 2007. Concentration of carotenoids, retinol and α -tocopherol in plasma of six microchiroptera species. *Comp Biochem Phy B* 147: 492–497. DOI: 10.1016/j.cbpb.2007.03.002.
- Musa I, Khaza’ai H, Mutalib MSA, Yusuf F, Sanusi J, dan Chang SK. 2017. “Effects of oil palm tocotrienol rich fraction on the viability and morphology of astrocytes injured with glutamate”. *Food Bioscience*. 20:168–177.
- Nadya, R. 2010. Pengaruh Penyuluhan Terhadap Pengetahuan Ibu Yang Mempunyai Balita Tentang Pemberian Kapsul Vitamin A Di Lingkungan IX Kelurahan Paya Pasir Kecamatan Medan Marelan Tahun 2009. [Diakses 4 Juni 2014] <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/16580>
- Najamuddin dkk. 2012. Pemanfaatan minyak sawit merah dalam pembuatan biskuit Kaya beta karoten. *Media Gizi Masyarakat Indonesia*. 1(2) :117–121.
- Nashriana N, Wirjatmadi B, dan Adriani M. 2015. Combined Food (rice bran and Fat) to Lower Levels of Total Cholesterol, Triglycerides, and LDL on Wistar Strain Rat. *J Kedokteran Brawijaya*. 28(3): 208–212.
- Naz S, Sherazi STH, dan Talpur FN. 2011. “Changes of Total Tocopherol and Tocopherol Species During Sunflower Oil Processing”. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*. 88(1):127–132.

DAFTAR PUSTAKA

- Nazıroğlu M, Cemil MG, Gündüzalp Ö, Küçükayaz SM, Sözbir E. 2014. Apple Cider Vinegar Modulates Serum Lipid Profile, Erythrocyte, Kidney, and Liver Membrane Oxidative Stress in Ovariectomized Mice Fed High Cholesterol. *The Journal of Membrane Biology*. 247(8): 667–673.
- Nhung DTT, Bung PN, Nguyen Thu Ha NT, Phong TK. 2010. Changes in lycopene and beta carotene contents in aril and oil of gac fruit during storage. *Food Chem* 121: 326–331. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.12.032.
- Nishio N, Isobe K, Nishi H, Atsumi E, Asai H, dan Furusawa C. 2018. Do mice grow normally with an egg-only diet? PeerJ Preprints. 6:e27000v1. doi: 10.7287/peerj.preprints.27000v1
- Nurliyana R, Syed ZI, Mustapha SK, Aisyah MR, dan Kamarul RK. 2010. Antioxidant study of pulp and peel dragon fruits: a comparative study. *International Food Research Journal*. 17: 365–375.
- Nurzeka DA. 2014. Uji Toksisitas Ekstrak Pigmen Karotenoid Buah Labu Kuning (*Curcubita moschata* Durum) terhadap *Artemia salina* Leach sebagai Kandidat Antikanker. [Skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- O’Sullivan L, Galvin K, Aherne SA, dan O’Brien NM. 2010. “Effects of Cooking on The Profile and Micellarization of 9-cis-, 13-cis and All-Trans β -Carotene in Green Vegetables”. *Food Research International*. 43: 1130–1135.
- Otten JJ, Hellwig JP, Meyers LD, dkk. 2006. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. Washington DC: The National Academies Press..
- Oxley A, Berry P, Taylor GA, Cowell J, Hall MJ, Hesketh J, Lietz G, Boddy AV. 2014. An LC/MS/MS method for stable isotope dilution studies of β -carotene bioavailability, bioconversion, and vitamin A status in humans. *J Lipid Res*. 55: 319–328. DOI: 10.1194/jlr.D040204.
- Palafox-Carlos H., Ayala-Zavala JF., Gustavo A. 2011. The Role of Dietary Fiber in the Bioaccessibility and Bioavailability of Fruit and Vegetable Antioxidants. *Journal of Food Science*. 76(1): 6–14.
- Palczewski G, Airanthi M, Widjaja-Adhi K, Amengual J, Golczak M, dan von-Lintig J. 2016. Genetic dissection in a mouse model reveals interactions between carotenoids and lipid metabolism. *The Journal of Lipid Res*. 57:1684-1695. doi: 10.1194/jlr.M069021
- Panjuantiningrum, F. 2009. Pengaruh Pemberian Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Terhadap Kadar Glukosa Tikus Putih yang Diinduksi Aloksan. [thesis]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

- Pasaribu F, Sitorus P, dan Bahri S. 2012. Ethanol Extracts Test of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) Rind on Decline of Blood Glucose Levels. *J of Pharmaceutics and Pharmacology* 1(1): 1–8.
- Pasaribu N, Sofia D, dan Indira S. 2004. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap karakteristik minuman dari bekatul selama penyimpanan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 2(1): 89–100.
- Patel SS, Molnar MZ, Tayek JA, Ix JH, Noori N, Benner D, Heymsfield S, Kopple JD, Kovesdy CP, dan Kalantar-Zadeh K. 2013. Serum creatinine as a marker of muscle mass in chronic kidney disease: results of a cross-sectional study and review of literature. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 4(1): 19–29. doi: 10.1007/s13539-012-0079-1.
- Pisoschi AM dan Pop A. 2015. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 97: 55–74. doi: 10.1016/j.ejmech.2015.04.040.
- Plaza L, Sánchez-Moreno C, Ancos BD, Elez-Martínez P, Martín-Belloso O, Cano MP. 2011. Carotenoid and flavanone content during refrigerated storage of orange juice processed by high-pressure, pulsed electric fields and low pasteurization. *LWT-Food Sci Technol*. 44: 834–839. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.12.013.
- PORIM. 1995. PORIM Test Methods. Kuala Lumpur: Palm Oil Research Institute of Malaysia..
- Prasetyaningrum, Utami R, Anandito RBK. 2012. Aktivitas Antioksidan, Total Fenol, dan Antibakteri Minyak Atsiri dan Oleoresin Kayu Manis (*Cinnamomum burmanni*). *Jurnal Teknosains Pangan*. 1(1): 24–31.
- Pribadi FW, dan Ernawati, DA. 2010. Effect of catechin on uric acid levels, C-reactive protein (CRP) and malondialdehyde of Hyperuricemic Rats (*Rattus norvegicus*) Blood. *Mandala of Health*. 4(1): 39–46.
- Provesi JG, Dias CO, dan Amante ER. 2011. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. *Food Chem* 128: 195–202. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.03.027.
- Qian C, Decker EA, Xiao H, McClements DJ. 2012a. Nanoemulsion delivery systems: Influence of carrier oil on β -carotene bioaccessibility. *Food Chemistry*. 135(3): 1440–1447.
- Qian C, Decker EA, Xiao H, McClements DJ. 2012b. Physical and chemical stability of β -carotene-enriched nanoemulsions: Influence of pH, ionic strength, temperature, and emulsifier type. *Food Chemistry*. vol. 132(3):1221–1229.
- Qian C, Decker EA, Xiao H, Mc Clements DJ. 2012c. Inhibition of β -carotene degradation in oil-in-water nano emulsions: Influence of oil-soluble and water-soluble antioxidants. *Food Chem*. 135: 1036–1043. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.05.085.

DAFTAR PUSTAKA

- Rahmadi A, Abdiah A, Sukarno MD, dan Ningsih TP. 2013. Karakteristik Fitokimia dan Antibakteri Virgin Coconut Oil Hasil Fermentasi Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 24(2): 178–183.
- Rahmadi A, Agustin S, Rohmah M. 2014a. Produk Olahan Emulsi Labu dan Minyak Sawit untuk Intervensi Balita Kurang Vitamin A di Kalimantan Timur. *Laporan Hasil Penelitian Dosen Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta di Kalimantan Timur Tahun 2014*. Samarinda: Balitbangda Propinsi Kalimantan Timur.
- Rahmadi A, Agustin, S, Rohmah, M. 2014b. Produk Olahan Emulsi Labu Dan Minyak Sawit untuk Intervensi Balita Kurang Vitamin A di Kalimantan Timur. Laporan Hasil Penelitian Unggulan PTN/PTS Pemerintah Propinsi Kalimantan Timur, Samarinda.
- Rahmadi A, Ilyas, Agustin S, Rohmah M, dan Saragih B. 2015a. Desain Produk Suplemen Labu dan Minyak Sawit Merah untuk Pencegahan Kekurangan Vitamin A. Bab dalam *Indonesian Scholar Journal: Insight 2015*.
- Rahmadi A, Puspita Y, Agustin S, Rohmah M. 2015b. Panelists acceptance and chemical properties of pumpkin and palm olein fraction emulsion. *J Teknol Industri Pangan*. 26: 201–210. DOI: 10.6066/jtip.2015.26.2.201.
- Rahmadi A, Setionugroho IB, Yuliani, Rohmah, M. 2017. “Dragon fruit juice addition in palm oil-pumpkin emulsion: Panelist acceptance and antioxidant capacity”. *J. Teknol. Industri Pangan*. 28(2):122-128.
- Rahmadi A, Yanti I, Jannah SM, Rohmah M, Bohari, Supratman U. 2018. Quantitation and Optimation of β -Carotene and α -Tocopherol in Emulsion Prototype with Reversed Phase Chromatography. *Ijaseit*. ; (submitted manuscript no 12736).
- Rahmadi, A. 2013. Establishment of High Content Co-culture Screening for Anti-Inflammatory Drugs in Alzheimer’s Disease. [Disertasi]. Campbelltown: University of Western Sydney.
- Rahmawati, B. dan Mahajoeno, E. 2010. Variasi morfologi, isozim dan kandungan vitamin C pada varietas buah naga. *Nusantara Bioscience*. 1:131–137.
- Rajput RJ. 2017. Role of Non Androgenic Factors in Fur loss and Fur Regrowth. *Journal of Cosmetology & Trichology*. 3(1): 118. doi: 10.4172/2471-9323.1000118
- Ramadhani GA, 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 (*Curcubita moschata* Durch). *Bulletin Anatomi dan Fisiologi*. 20(2): 33–45.
- Rao AV, Rao LG. 2007. Carotenoids and human health. *Pharmacolo Res*. 55: 207–216.

- Rathore DPS. 2007. Trends in the Methods of Measurement in Analytical Chemistry. *Exploration & Research for Atomic Minerals*. 17:145–149.
- Redlich CA, Chung JS, Cullen MR, Blaner WS, Van-Bennekum AM dan Berglund L. 1999. Effect of long-term beta-carotene and vitamin A on serum cholesterol and triglyceride levels among participants in the Carotene and Retinol Efficacy Trial (CARET). *Atherosclerosis*. 145(2): 425-432. doi: 10.1016/S0021-9150(99)00266-X.
- Rice AL, dan Burn JB. 2010. Moving from Efficacy to Effectiveness: Red Palm Oil's Role in Preventing Vitamin A Deficiency. *Journal of the American College of Nutrition*. 29(3): 302–311.
- Rismawati. 2009. Pengaruh Waktu Deodorisasi Terhadap Olein dan Stearin Minyak Sawit Merah serta Aplikasinya Sebagai Medium Penggorengan Tempe dan Ubi Jalar Putih. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Rock CL. Multivitamin-Multimineral Supplements: Who Uses Them? *Am. J. Clin. Nutr.* 85(suppl):277S–9S.
- Rohmah LN. 2015. Karakteristik Fisik, Kimia dan Sensori Permen Jelly Sari Pepaya (*Cacarica papaya*. L) dengan Variasi Konsentrasi Karagenan-Konjak Sebagai Gelling Agent. [Skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Rohman A. 2016. Lipid: Sifat Fisika-Kimia dan Analisisnya. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rohmatussolihat. 2009. Antioksidan Penyelamat Sel-sel Tubuh Manusia. *BioTrends*. 4(1): 5–9.
- Rossi M, Gianazza M, Alamprese C, dan 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.
- Rutz JK, Borges CD, Zambiazi RC, Crizel-Cardozo MM, Kuck LS, dan Noreña CPZ. 2017. Microencapsulation of palm oil by complex coacervation for application in food systems. *Food Chem*. 220: 59–66. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.09.194.
- Saher G, Rudolphi F, Corthals K, Ruhwedel T, Schmidt KF, Löwel S, Dibaj P, Barrette B, Möbius W, and Nave KA. Therapy of Pelizaeus-Merzbacher disease in mice by feeding a cholesterol-enriched diet. *Nature Medicine* 2012; 18: 1130–1135. doi: 10.1038/nm.2833.
- Sahidi F, Zhong Y. 2010. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chem Soc Rev* 39: 4067–4079. DOI: 10.1039/b922183m.
- Salunkhe D. 2000. *Handbook Of Food Analysis*. (Leo.M.L.Nollet, Ed.) (1st ed.). New York: Marcel Dekker Inc.

DAFTAR PUSTAKA

- 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):270–283.
- San B, dan Yildirim AN. 2010. “Phenolic, alpha-tocopherol, beta-carotene and fatty acid composition of four promising jujube (*Ziziphus jujuba* Miller) selections”. *Journal of Food Composition and Analysis.* 23(7):706–710.
- Sánchez-Moreno C, Plaza L, De Ancos B, dan Cano P. 2003. Vitamin C, pro-vitamin A carotenoid: and other carotenoids in high-pressurized orange juice during refrigerated storage. *J Agr Food Chem.* 51: 647–653. DOI: 10.1021/jf020795o.
- Sancho LEGG, Yahia EM, González-Aguilar GA. 2011. Identification and quantification of phenols, carotenoids, and vitamin C from papaya (*Carica papaya* L., cv. maradol) fruit determined by HPLC-DAD-MS/MS-ESI. *Food Res Int.* 44: 1284–1291. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.12.001.
- Santosa, H. dan Kusmayanti, H. 2012. Likuifasi Enzimatik β -karoten Sebagai Functional Food yang Terdapat Dalam Pomace dari Buah Labu Kuning (*Curcubita moschata*). *TEKNIK.* 33(2): 71–85.
- Sari, D. F. (2013). Uji B dan Penentuan Aktifitas Antioksidan Dengan Metode DPPH Dari Metabolit Sekunder Fraksi n-Heksan, Etil Asetat dan Metanol-Air Daun Sisik Naga (*Drymoglossum piloselloides* [Linn.] Pr.). Samarinda: UNMUL FMIPA Kimia..
- Sattar S, Ahmed T, Rasul CH, Saha D, Abdus Salam M, Hossain MI. 2012. Efficacy of a High-Dose in Addition to Daily Low-Dose Vitamin A in Children Suffering from Severe Acute Malnutrition with Other Illnesses. *PLOS one.* 7: e33112. DOI: 10.1371/journal.pone.0033112.
- Schieber A dan Carle R. 2005. Occurrence of carotenoid cis-isomers in food: technological, analytical, and nutritional implications. *Trends Food Sci Tech* 16: 416–422. DOI: 10.1016/j.tifs.2005.03.018.
- Schierle J, Pietsch B, Ceresa A, Fizet C, dan Waysek E. 2004. “Method for the Determination of β -Carotene in Supplements and Raw Materials by Reversed-Phase Liquid Chromatography: Single Laboratory Validation”. *Journal of AOAC International.* 87(5):1070-1082.
- Sedigheh A, Jamal MS, Mahbubeh S, Somayeh K, Mahmoud R, Azadeh A, dan Fatemeh S. 2011. Hypoglycaemic and Hypolipidemic Effects of Pumpkin (*Curcubita pepo* L.) on alloxan-Induced Diabetic Rats. *Afrikan Journal of Pharmacy and Pharmacology.* 5(23): 2620–2626.

- Sepp T, Karu U, Sild E, Maenniste M, dan Hourak P. 2011. Effects of carotenoids, immune activation and immune suppression on the intensity of chronic coccidiosis in greenfinches. *Exp Parasitol* 127: 651–657. DOI: 10.1016/j.exppara.2010.12.004.
- Seppanen CM, Song Q, Csallany AS. 2010. The Antioxidant Functions of Tocopherol and Tocotrienol. Homologues in Oils, Fats, and Food Systems. *J Am Oil Chem Soc.* 87:469–481.
- 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.
- Sharifi M, Ebrahimzadeh MA. 2009. Antioxidant Activity, Phenol and Flavonoid Contents of Eleven Iranian Barley Grain Varieties (*Hordeum vulgare* L.). *World of Sciences Journal.* 1(5): 88–94.
- Shekhar TC, Anju G. 2014. Antioxidant Activity by DPPH Radical Scavenging Method of *Ageratum conyzoides* Linn. Leaves. *American Journal of Ethnomedicine.* 1(4): 244–249.
- Shi J, Yi C, Ye X, Xue S, Jiang Y, Ma Y, Liu D. 2010. Effects of supercritical CO₂ fluid parameters on chemical composition and yield of carotenoids extracted from pumpkin. *LWT-Food Sci Technol.* 43: 39–44. DOI: 10.1016/j.lwt.2009.07.003.
- Shi X, Wu H, Shi J, Xue SJ, Wang D, Wang W, Cheng A, Gong Z, Chen X, dan Wang C. 2013. Effect of modifier on the composition and antioxidant activity of carotenoid extracts from pumpkin (*Cucurbita maxima*) by supercritical CO₂. *LWT-Food Sci Technol.* 51: 433–440. DOI: 10.1016/j.lwt.2012.11.003.
- Shire SJ. 2015. Analytical tools used in the formulation and assessment of stability of monoclonal antibodies (mAbs). S.J. Shire, Ed, *Monoclonal Antibodies: Meeting the Challenges in Manufacturing, Formulation, Delivery and Stability of Final Drug Product*, Netherlands: Elsevier. 17–44.
- Siburian, AM, Pardede ASD, Pandia S. 2014. Pemanfaatan Adsorben Dari Biji Asam Jawa untuk Menurunkan Bilangan Peroksida Pada Cpo (*Crude Palm Oil*). *Jurnal Teknik Kimia USU.* 3(4)
- Sikarwar MS, Hui BJ, Subramaniam K, Valeisamy BD, Yean LK, dan Balaji K. 2014. A Review on *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg (breadfruit). *Journal of Applied Pharmaceutical Science.* 4(8): 091–097.
- Sirait KEE. 2007. Kinetika Adsorpsi Isotermal β -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>.

DAFTAR PUSTAKA

- Soekarto ST. 1985. Organoleptic Analysis. Bogor: Pusat Pengembangan Teknologi Pangan. IPB.
- Solomons NW. 2006. Vitamin A. In: Bowman B, Russell R, eds. 2006. Present Knowledge in Nutrition. 9th ed. Washington, DC: International Life Sciences Institute. 157–83.
- Soukoulis C, Cambier S, Hoffmann L, Bohn T. 2016. Chemical stability and bioaccessibility of β -carotene encapsulated in sodium alginate o/w emulsions: Impact of Ca^{2+} mediated gelation. *Food Hydrocolloid*. 57: 301–310. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2016.02.001.
- Sudarmadji S, Haryono B, dan Suhardi. 2003. Analisis Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- Sudarmadji S, Haryono B, dan Suhardi. 2003. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Liberty.
- Sudarmadji S, Haryono B, dan Suhardi. 2007 Analytical Procedure for Food and Agricultural Material. 150–152. Yogyakarta: Liberty.
- Supariasa IDN, Bakri B, dan Fajar I. 2012. Penilaian Status Gizi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Syahputra MR, Karwur FF, dan 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): 89–97.
- Tadmor Y, Paris HS, Meir A, Schaffer AA, Lewinsohn E. 2005. Dual role of the pigmentation gene *B* in affecting carotenoid and vitamin E content in squash (*Cucurbita pepo* mesocarp). *J Agr Food Chem* 53: 9759–9763. DOI: 10.1021/jf0520591.
- Tang FY. 2012. The silver bullet for cancer prevention: Chemopreventive effects of carotenoids. *BioMedicine* 2: 117–121. DOI: 10.1016/j.biomed.2012.06.004.
- Tang, G. 2010. Bioconversion of Dietary Provitamin A Carotenoids to Vitamin A in Humans. *Am J Clin Nutr*. 91(suppl):1468S–73S.
- Thirugnanasambandham K, dan Sivakumar V. 2017. Microwave assisted extraction process of betalain from dragon fruit and its antioxidant activities. *J Saudi Soc Agric Sci* 16: 41–48. DOI: 10.1016/j.jssas.2015.02.001.
- Torres B, Tiwari BK, Patras A, Cullen PJ, Brunton N, O'Donnel CP. 2011. Stability of anthocyanins and ascorbic acid of high pressure processed blood orange juice during storage. *Innov Food Sci Emerg*. 12: 93–97. DOI: 10.1016/j.ifset. 2011.01.005.
- U. Kidmose RY, Yang SH, Thilsted LP, Christensen dan K Brandt. 2006. “Content of carotenoids in commonly consumed Asian vegetables and stability and extractability during frying. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19(6–7): 562–571.

- USDA [United States Department of Agriculture]. 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/> [14 Oktober 2014].
- USDA SR-21. 2014. Nutrition Facts Pumpkin, Raw . 21 November 2014.
- Vaisman N, Haenen GRMM, Zaruk Y, Yerdun C, Bindels JG, Verlaan S, Meijer EP. 2006. Enteral feeding enriched with carotenoids normalizes the carotenoid status and reduces oxidative stress in long-term enterally fed patients. *Clin Nutr* 25: 897–905. DOI: 10.1016/j.clnu.2006.06.002.
- Van der Made SM, Kelly ER, Berendschot TTJM, Kijlstra A, Lütjohann D, Plat J. 2014. Consuming a Buttermilk Drink Containing Lutein-Enriched Egg Yolk Daily for 1 Year Increased Plasma Lutein but Did Not Affect Serum Lipid or Lipoprotein Concentrations in Adults with Early Signs of Age-Related Macular Degeneration. *The Journal of Nutrition*. 144(9): 1370–1377. doi: 10.3945/jn.114.195503.
- Van het Hof KH, de Boer BCJ, Tijburg LBM, Lucius BRHM, Zijp I, West CE, Hautvast JGAJ, dan Weststrate JA. 2000. Carotenoid Bioavailability in Humans from Tomatoes Processed in Different Ways Determined From The Carotenoid Response in The Triglyceride-rich Lipoprotein Fraction of Plasma After a Single Consumption and in Plasma After Four Days of Consumption. *Journal of Nutrition*. 130(5): 96–1189.
- Verrijssen TAJ, Verkempinck SHE, Christiaens S, Hendrickx ME. 2016. In vitro β -Carotene bio-accessibility and lipid digestion in emulsions: influence of pectin type and degree of methyl-esterification. *Food Hydrocolloid*. 49: 73–81. DOI: 10.1111/1750-3841.13408.
- Vujasinovic V, Djilas S, Dimic E, Basic Z, dan Radocaj O. 2012. The effect of roasting on the chemical composition and oxidative stability of pumpkin oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 114(5): 568–574. doi: 10.1002/ejlt.201100158.
- Wahyuni DT dan Widjanarko SB. 2015. Pengaruh Jenis Pelarut dan Lama Ekstraksi Terhadap Ekstrak Karotenoid Labu Kuning dengan Metode Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 390–401.
- Wahyuni, S. 2015. Produksi dan Evaluasi Fisikokimia Sensori Fruit Leather Apel Manalagi (*Mallus sylvestris* Mill) dengan Variasi Xhantan Gum. [Skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Wang R, Wang R, Yang B. 2009. Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 10: 289–292 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2008.12.002>.
- Wathoni N, Soebagio B, dan Rusdiana T. 2009. Efektivitas Lecithin Sebagai Emulgator dalam Sediaan Emulsi Minyak Ikan. Jatinangor: Fakultas Farmasi Universitas Padjajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- WHO. 2009. Global Prevalence of Vitamin A Deficiency in Populations at Risk: WHO global database on vitamin A deficiency. Geneva: WHO.
- Widarta IW, Andarwulan RN, dan Haryati T. 2012. Optomasi Proses Deadisifikasi dalam Pemurnian Minyak Sawit Merah Skala Pilot Plant. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 23(1): 23–36.
- Wijayakusuma MH. 2005. *Penyembuhan dengan Labu Parang*. Jakarta: Pustaka Populer Obor.
- Winarno FG. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari, OV. 2000. Pemanfaatan Minyak Sawit untuk Produksi Emulsi Kaya Beta-Karoten Sebagai Suplemen Vitamin A. [Skripsi]. Bogor: Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta IPB.
- Xu D, Yuan F, Gao Y, Panya A, McClements DJ, dan Decker EA. 2014. Influence of whey protein–beet pectin conjugate on the properties and digestibility of β -carotene emulsion during in vitro digestion. *Food Chemistry*. 156:374–379.
- Yu S and Pateau-Robinson I. 2006. Dietary Supplements of Vitamins E and C and β -Carotene Reduce Oxidative Stress in Cats with Renal Insufficiency. *Veterinary Research Communications*. 30(4): 403–413. doi: 10.1007/s11259-006-3269-5
- Zeb A dan Mehmood S. 2004. Caratenoids Contents from Various Sources and Their Potential Health Applications. *Pakistan Journal of Nutrition*. 3(3): 199–204.
- Zentimer S. 2007. Pengaruh Konsentrasi Natrium Benzoat dan Lama Penyimpanan terhadap Mutu Minuman Sari Buah Sirsak (*Annona muricata* L) Berkarbonasi. [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Zou L dan Akoh CC. 2015. Antioxidant activities of annatto and palm tocotrienol-rich fractions in fish oil and structured lipid-based infant formula emulsion. *Food Chem*. 168: 504–511. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.07.098.

MONOGRAF OXIMATA

EMULSI LABU, MINYAK SAWIT, DAN BUAH NAGA

Kami mengembangkan prototipe emulsi dari minyak sawit merah, buah naga, dan labu. Produk ini telah mendapatkan paten dengan nomor IDS000002040 dari Pemerintah Indonesia dan dipasarkan dengan nama merek Oximata®. Saat ini terdapat dua bentuk produk, emulsi dan jeli premiks. Produk emulsi dimaksudkan untuk siap minum, sedangkan jeli premix dirancang untuk dikonsumsi setelah dilarutkan kembali dengan air panas.

Tujuan pengembangan suplemen ini adalah untuk pasien pasca operasi (mata), pasien kurang gizi, ibu hamil dan menyusui, dan kebugaran umum sebagai desain produk dengan pesaing terutama dari suplemen multivitamin. Meskipun termasuk dalam kelompok produk yang pasarnya mungkin jenuh, kami menawarkan produk sebagai makanan fungsional daripada suplemen *nutraceutical/pharma*. Harga eceran ditetapkan dalam kisaran harga rendah hingga sedang.

Kandungan β -karoten dan lipid dari Oximata® secara kuantitatif dikuantifikasi dengan HPLC dan GC-MS. Kelompok aktif dalam produk dievaluasi dengan FTIR dan dibandingkan dengan standar β -karoten dan α -tokoferol. Penggunaan β -karoten dan emulsi berhasil mencegah peningkatan kadar kreatinin. Penambahan β -karoten dan emulsi pada konsentrasi yang diuji tidak menyebabkan keracunan sub-kronis hingga 15 hari pemberian produk. Dalam uji efikasi, kemampuan pengurangan kolesterol diujicobakan. Standar β -karoten dan emulsi dapat mengatasi peningkatan kolesterol pada hari ke-7. Penggunaan emulsi berbasis β -karoten dianggap tidak cukup untuk mengatasi perubahan kolesterol pada hari ke-15, sebagai akibat dari konsumsi rutin makanan yang mungkin mengandung agen penyebab peningkatan kolesterol. Dalam uji menggunakan relawan manusia, pengurangan kolesterol tidak terjadi secara signifikan. Namun, pengurangan glukosa darah terbatas ditunjukkan dalam hasil tersebut. Oleh karena itu, pembuktian ini harus diperkuat lebih lanjut. Kami juga mengukur pencernaan produk emulsi dengan sistem pencernaan usus yang disimulasikan. Pengukuran meliputi jumlah partikel minyak, ukuran misel minyak, dan ketersediaan β -karoten di mulut, perut, dan usus. Juga, kami mengukur aliran fluks β -karoten dalam sistem difusi simulasi.

Sesuai kriteria pengembangan produk industri, ada empat bidang prototipe makanan fungsional yang harus dipenuhi, yaitu rasa yang dapat diterima, terjangkau, distribusi dan penggunaan yang praktis, dan manfaat yang terbukti. Dalam produksi massal, perlu untuk mengukur stabilitas produk berdasarkan perkiraan marka deteriorasi, dalam hal ini, asam lemak bebas dan nilai peroksida.

Sebagai kesimpulan: Kami telah berhasil mengembangkan konsep makanan fungsional berdasarkan manfaat diketahui dari β -karoten yang harus mengikuti peraturan Indonesia. Kerangka kerja tersebut dapat meliputi (1) Analisis Pasar, (2) Karakteristik Produk, (3) Uji Toksisitas, (4) Keampuhan dan Verifikasi Uji Keampuhan (Tikus atau mamalia lain), (5) Uji Keampuhan (Manusia), (6) Uji Efektivitas Molekuler (In Vitro), dan (7) Peluncuran Produk

PT Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: penerbit.ipbpress@gmail.com

 Penerbit IPB Press  @IPBpress  ipbpress  www.ipbpress.com

Kesehatan

ISBN : 978-623-256-045-1



9 786232 560451