

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL KAROTENOID, SENYAWA ANTIOKSIDAN & FLAVOR



TIM EDITOR

Jubhar Christian Mangimbulude
Ferry F. Karwur
Haryono Semangun
Dhanang Puspita
Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho

PENERBIT

Program Studi Magister Biologi
Universitas Kristen Satya Wacana
Jl. Diponegoro 52 – 60, Salatiga 50711
Tel.: +62 (0) 298 321212, Fax: +62 (0) 298 321433



Manfaat Pigmen Alami Buah Cabai Spesies <i>Capsicum annum</i> L. dan <i>Capsicum frutescens</i> L. (Roberto D. Quintão, Simon Taka Nuhamara, dan Soenarto Notoedarmo)	94
Pemanfaatan Kulit Pisang Ambon (<i>Musa paradisiacal</i> L.) sebagai Sumber Karotenoid (Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho, Jacob L. A. Uktolseja, dan Agus Sasongko)	100
Pengaruh Beberapa Metode Pengeringan pada Komposisi Pigmen dan Kandungan <i>trans</i>-Fukosantin Rumput Laut Cokelat <i>Padina australis</i> (Inggrid Nortalia Kailola, A. B. Susanto, Budhi Prasetyo, Indriatmoko, Leenawaty Limantara, dan Tatas H. P. Brotosudarmo)	107
Potensi Karotenoid Pada Rumput Laut <i>Kappaphycus alvarezii</i> (Doty) Doty (1986) sebagai Pewarna Pangan Alami (Anggara Mahardika, Ferdy S. Rondonuwu, dan A. B. Susanto)	119
Ubi jalar (<i>Ipomoea batatas</i> L), Pangan Pokok Masyarakat Pedalaman Papua yang Kaya Karoten (Anni F. Fonataba, Simon Taka Nuhamara, dan Soenarto Notoedarmo)...	128

Bidang Kajian Aplikasi Karotenoid

Fotoeksitasi dan Fungsi Molekul Karotenoid sebagai Sensitizer pada Sistem Sel Surya Berbasis Dye (DSSC) (Yohanes B. Mila, Ferdy S. Rondonuwu, dan Suryasatria Trihandaru)	132
Kajian Karotenoid, Vitamin A dan Termostabilitas Ekstrak Karotenoid Serabut Buah Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis</i>) Segar dan Pasca-Perebusan (Dece Elisabeth Sahertian, Indriatmoko, Haryono Semangun, Leenawaty Limantara, dan Tatas H. P. Brotosudarmo)	141
Manfaat Karotenoid Jagung (Elfridus S. Beramang, Martanto Martosupono, dan Soenarto Notoedarmo)	155

Bidang Kajian Antioksidan

Identifikasi dan Fotostabilitas Pigmen Utama Ekstrak Teh Hijau dan Teh Hitam (Yohanes B. Mila, Ferdy S. Rondonuwu, dan Suryasatria Trihandaru)	160
Penambahan Antosianin sebagai Pewarna Alami untuk Meningkatkan Nilai Tambah Minuman Berprobiotik (Dhanang Puspita, Budhi Prasetyo, dan Jacob L. A. Uktolseja)	167

**KAJIAN KAROTENOID, VITAMIN A DAN TERMOSTABILITAS
EKSTRAK KAROTENOID SERABUTBUAH KELAPA SAWIT (*Elaeis
guineensis*) SEGAR DAN PASCA-PEREBUSAN**

**Dece Elisabeth Sahertian¹, Indriatmoko³, Haryono Semangun²,
Leenawaty Limantara^{3*}, dan Tatas H. P. Brotosudarmo³**

¹Program Studi Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana
Jl. Diponegoro 52 – 60, Salatiga 50711, Indonesia
Tel.: +62 (0) 298 321212, Fax: +62 (0) 298 321433

²Dosen Program Pascasarjana Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
50711

³Ma Chung Research Center for Photosynthetic Pigments, Universitas Ma
Chung, Malang 65151, Indonesia

*E-mail: leenawaty.limantara@machung.ac.id

ABSTRAK

Pengolahan minyak sawit dengan proses perebusan pada suhu dan tekanan tinggi merupakan metode yang sudah lama digunakan oleh produsen minyak sawit. Upaya memisahkan berondolan, deaktivasi enzim lipase, dan merangsang minyak keluar dari mesokarp buah dilakukan dengan cara perebusan. Proses perebusan ini pada kenyataannya sangat merusak karotenoid dalam buah sawit yang seharusnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber provitamin A. Isomerisasi *all-trans*-karotenoid menjadi *cis*-karotenoid akibat proses pemanasan mengakibatkan penurunan aktivitas karotenoid provitamin A. Studi ini memberikan informasi tentang perbandingan komposisi pigmen, kandungan karotenoid provitamin A, dan kestabilannya terhadap perubahan suhu pada mesokarp buah sawit sebelum dan sesudah perebusan dengan tekanan tinggi. Perbandingan komposisi pigmen dengan metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) yang dilengkapi detektor PDA (*Photo Dioda Array*) berhasil mengidentifikasi kandungan 7 jenis pigmen karotenoid dalam mesokarp buah sawit yaitu zeaxanthin, α -zeakaroten, β -zeakaroten, *cis*- α -karoten, α -karoten, β -karoten, dan *cis*- β -karoten. Hasil perhitungan kandungan karotenoid total dan provitamin A menunjukkan bahwa kandungan karotenoid buah sawit segar dan buah sawit pascaperebusan berturut-turut adalah $59,502 \pm 6,613 \mu\text{g/g}$ dan $42,312 \pm 19,372 \mu\text{g/g}$ sedangkan konversi β -karoten merepresentasikan kandungan retinol senilai $9,917 \pm 1,102 \mu\text{g/g}$ pada buah sawit segar dan $7,885 \pm 3,228 \mu\text{g/g}$ pada buah sawit rebus. Pemanasan selama perebusan mempengaruhi kestabilan ekstrak kasar karotenoid dan terstabilisasi melalui pembentukan isomer *cis*-karoten. Analisa spektroskopi menunjukkan degradasi ekstrak pigmen buah sawit segar mencapai 99.9% sedangkan ekstrak pigmen buah sawit pascaperebusan 71.16% (90°C, 24 Jam).

Kata kunci: karotenoid, kelapa sawit, vitamin A, termostabilitas

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) terbesar di dunia. Produksinya pada tahun 2010 mencapai 21.534 juta ton dan dengan nilai pemasukan sebesar 9.38 miliar dolar. Nilai produksi ini diperkirakan oleh FAO (2010) akan terus meningkat hingga pada tahun 2020 diperkirakan

Indonesia akan mampu memproduksi setengah produksi sawit dunia. Kelapa sawit memiliki kandungan karotenoid yang terdapat dalam mesokarp buahnya. Kandungan karotenoid di dalam minyak sawit berkisar antara 400– 700 ppm. Menurut Mustafa *et al.* (2011), karoten utama yang dikandung oleh minyak sawit mentah adalah α -karoten sebesar 36% dan β -karoten sebesar 54%. Kandungan karotenoid yang cukup tinggi dalam minyak sawit ini dapat dijadikan nilai lebih untuk produk lanjutan dari pengolahan minyak sawit (Siregar, 2009).

Produksi minyak sawit yang terus meningkat setiap tahunnya juga mampu memicu limbah hasil pengolahan minyak sawit yang tinggi. Pengolahan minyak sawit yang menggunakan 1 ton kelapa sawit mentah mampu menghasilkan 900 kg limbah serabut/mesokarp kelapa sawit yang berasal dari unit sterilisasi, klasifikasi, dan hidrosiklon (Kasnawati, 2011). Jumlah limbah serabut kelapa sawit yang terbuang diperkirakan masih mengandung karotenoid dalam jumlah tinggi.

Walaupun Indonesia merupakan negara penghasil dan pengguna minyak sawit, namun jutaan masyarakat Indonesia ternyata mengalami kekurangan vitamin A terutama penduduk yang masih tergolong miskin, anak-anak dan wanita. Minyak sawit merupakan sumber provitamin A yang lebih banyak daripada wortel dan tomat (Fife, 2007). Provitamin A sangat mudah diserap oleh sel mukosa saluran pencernaan manusia, kemudian diubah menjadi vitamin A atau retinol dengan potensi konversi sebesar 98%. Vitamin A mempunyai manfaat bagi kesehatan yaitu melindungi sel dan jaringan dari efek merusak radikal bebas yang berpeluang untuk mendatangkan penyakit degeneratif (Mukherjee & Mitra, 2009).

Proses pengolahan minyak sawit seperti pemanasan dan pengeringan, dapat meningkatkan terjadinya isomerisasi dan oksidasi karotenoid. Pemanasan terbukti mempengaruhi sifat fisik, kimia dan berbagai macam komponen yang terdapat di dalam minyak sawit, seperti karotenoid, tokoferol, senyawa polar, kekentalan dan bilangan peroksida. Struktur karotenoid terdiri atas sebuah sistem ikatan rangkap terkonjugasi membuatnya rentan terhadap panas (Bonnie & Choo, 1999), sehingga menyebabkan ketidakstabilan karotenoid dan terjadi degradasi karotenoid dari bentuk *trans* menjadi bentuk *cis* (Mortensen, 2005). Selama pemanasan warna minyak sawit akan berubah dari merah jingga menjadi kuning muda yang menunjukkan terjadinya degradasi karotenoid. Semakin tinggi suhu dan semakin lama pemanasan, semakin pucat pula warna minyak. Isomerisasi karotenoid dari bentuk isomer *trans* menjadi isomer *cis* baru menyebabkan terjadinya penurunan intensitas warna karotenoid. Warna karotenoid mulai menghilang jika sudah terbentuk produk-produk degradasi oksidatif seperti turunan-turunan epoksidanya (Nienaber *et al.*, 1996; Mortensen, 2005; Khoo *et al.*, 2011).

Mesokarp buah sawit pascaperebusan merupakan limbah yang potensial dimanfaatkan sebagai sumber provitamin A mengingat kandungan pigmen karotenoid yang masih tergolong tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi karotenoid, kandungan vitamin A dan termostabilitas ekstrak kasar karotenoid buah kelapa sawit (*E. guineensis*) yang dipanaskan pada suhu 50°C, 65°C dan 90°C dengan seri waktu pemanasan 0, 1, 2, 3, 6, 9, dan 24 jam.

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah kelapa sawit segar dan buah yang direbus (perebusan pada suhu 131°C, tekanan uap 2 atmosfer, selama 100 menit). Bahan kimia yang dipakai adalah aseton, kalsium karbonat (CaCO₃), sodium L- askorbat, gas argon (UHP), asetonitril, diklorometan, dan metanol.

Ekstraksi

Sampel buah kelapa sawit dihaluskan dengan menambahkan CaCO₃ dan sodium L-askorbat kemudian diekstraksi menggunakan 100 % aseton dengan perbandingan sampel dan pelarut 1:10 (w/v). Ekstrak disaring dengan kertas saring dan residunya diekstraksi kembali dengan pelarut yang sama sampai semua pigmen terangkat. Ekstraksi dilakukan secepat mungkin untuk menghindari terjadinya proses oksidasi atau degradasi enzimatik dan menggunakan cahaya merah untuk menghindari proses degradasi karotenoid. Filtrat dipekatkan dengan *rotary evaporator* (80 rpm, 30°C), lalu dikeringkan dengan gas argon (Gross, 1991; Britton *et al.*, 1995).

Pemisahan Lemak Sampel

Proses pemisahan lemak dalam ekstrak kasar buah kelapa sawit segar dan buah sawit yang direbus dilakukan secara filtrasi pada suhu dingin. Ekstrak pekat karotenoid dalam 100% aseton diletakkan di dalam lemari pendingin dengan suhu 4°C selama 1 jam, 0°C selama 1 jam, dan -20°C selama 2 jam sehingga lemak-lemak dalam ekstrak akan menggumpal dan memisah dari karotenoid terlarut. Larutan karotenoid dalam aseton dipisahkan secara filtrasi menggunakan *Whatman nylon 0.2 µm* dan selanjutnya dipekatkan dengan gas argon.

Analisis Kandungan Karotenoid Total

Analisis dilakukan dengan cara mengekstrak 1 g sampel sesuai prosedur ekstraksi (Gross, 1991; Britton *et al.*, 1995). Filtrat yang telah dikeringkan kemudian dilarutkan dengan 30 ml aseton. Ekstrak yang diperoleh diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada interval panjang gelombang 300–800 nm. Kandungan karotenoid total dihitung dengan persamaan Gross (Gross, 1991; Rodriguez-Amaya, 2001).

Analisis Kandungan Vitamin A

Analisis kandungan vitamin A dilakukan dengan cara mengekstrak 1 g sampel dengan 100% aseton, kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Tampak pada panjang gelombang 450 nm. Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi, kandungan vitamin A dihitung dengan rumusan NAS-NRC, 1974 (Gross, 1991).

Analisis Komposisi Karotenoid dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT)

Komposisi karotenoid yang terdapat dalam sampel dianalisis menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) LC-20AD (Shimadzu, Kyoto) yang dilengkapi dengan detektor PDA pada panjang gelombang deteksi 444 nm. Kolom KCKT yang digunakan RP-C18 ODS Simpack (4.6 mm *i.d.* × 25 cm, 5 μm) dilengkapi dengan *guard column*. Ekstrak kasar pigmen kering dilarutkan dalam aseton hingga mencapai volume 5 ml dan difiltrasi (*Whatman nylon* 0.2 μm). Kemudian 1 ml (5 ml) diencerkan dengan aseton hingga mencapai volume 10 ml. Sampel diinjeksikan sebanyak 20 μl ke dalam KCKT. Metode KCKT menggunakan sistem isokrotik dengan campuran pelarut asetonitril: diklorometan (89:11 v/v) dengan laju alir 1 ml.min⁻¹ selama 80 menit (Bonnie & Choo, 2000).

Termostabilitas Biopigmen Buah

Ekstrak karotenoid buah sawit segar dan buah sawit yang direbus masing-masing dilarutkan dalam aseton, kemudian masing-masing sampel absorbansi pada serapan maksimumnya disetarakan menjadi 1 pada panjang gelombang 450 nm. Sebelum dan setelah perlakuan, spektrum serapan tiap larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Tampak, UV-1700 (Shimadzu, Kyoto) pada panjang gelombang 300– 800 nm.

Ekstrak kasar karotenoid sebanyak 10 ml untuk buah sawit segar dan buah sawit yang direbus dimasukkan dalam tabung reaksi yang dapat ditutup. Kemudian ekstrak kasar karotenoid buah sawit dimasukkan dalam *waterbath* pada suhu 50°C, 65°C, dan 90°C dengan seri waktu pemanasan 0, 1, 2, 3, 6, 9, dan 24 jam.

Analisis Data

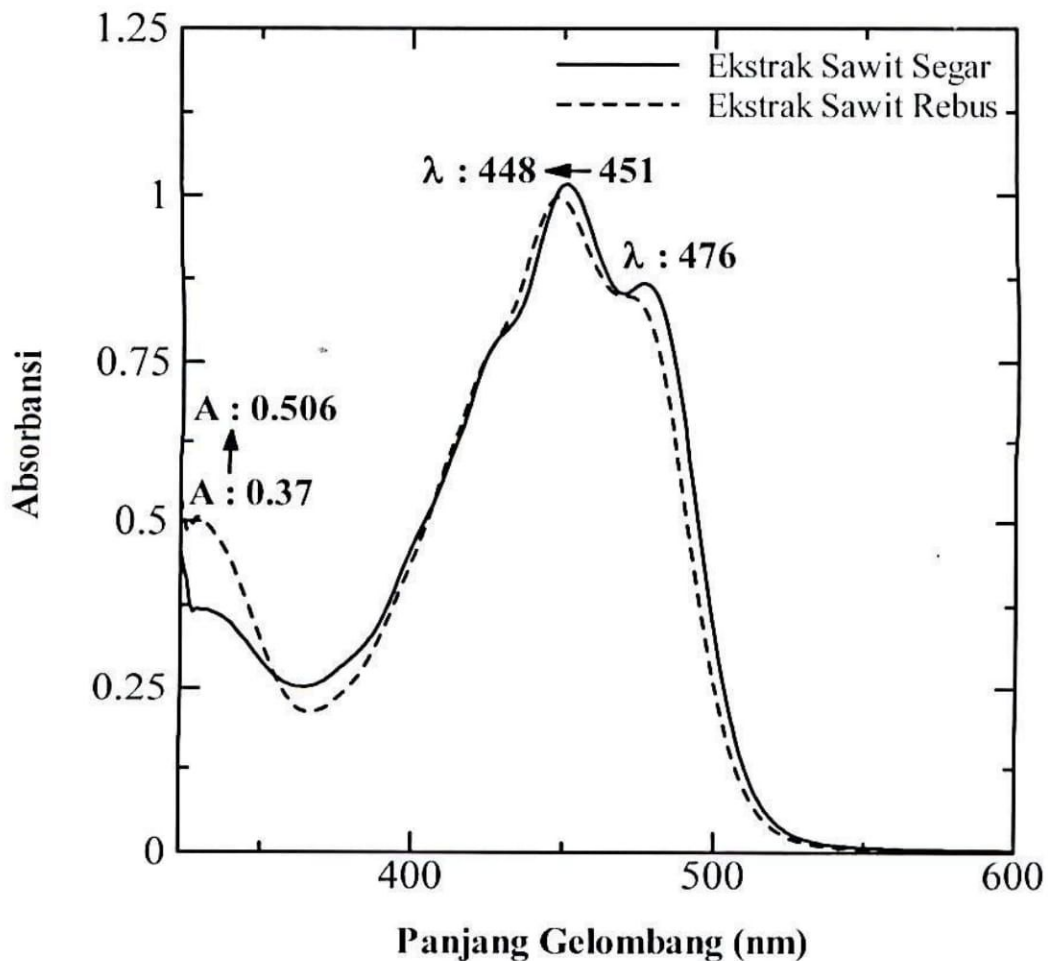
Data yang diperoleh dari spektrofotometer UV-1700 (Shimadzu, Kyoto) dan KCKT dianalisis dengan program plots 32 untuk memperoleh grafik kromatogram KCKT dan melihat bentuk masing-masing spektra puncak. Analisa produk degradasi menggunakan Spina version 3.0 (Y. Katsumoto, Hiroshima University).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Spektra Karotenoid dari Ekstrak Buah Sawit Segar dan Buah Sawit yang direbus

Pola spektra karotenoid dari ekstrak buah sawit segar maupun buah sawit yang direbus menunjukkan adanya pigmen karotenoid yang dideteksi pada panjang gelombang 300– 800 nm. Terjadi pergeseran hipsokromik absorbansi maksimum spektra karotenoid buah sawit setelah mengalami perebusan pada suhu dan tekanan tinggi. Pergeseran terjadi dari 451 nm ke 448 nm dan terbentuk isomer *cis*-karotenoid yang terdeteksi dengan spektrofotometer pada 329–331 nm (Gambar 1). Menurut Khoo *et al.* (2011), isomer *cis*-karotenoid dapat diidentifikasi berdasarkan karakteristik absorbansi spektrum yang diamati pada absorbansi

maksimum 330-350 nm. Kehilangan puncak maksimum yaitu 476 nm pada sampel ekstrak buah sawit yang direbus menandakan telah terputusnya ikatan rangkap suatu kromofor yang mengakibatkan kehilangan warna pada sampel (Rodriguez-Amaya, 2001).



Gambar 1. Pola spektra sampel ekstrak buah sawit segar (—) dan buah sawit yang direbus (- - -) dalam pelarut aseton

Kandungan karotenoid total dari ekstrak buah sawit segar dan buah sawit yang direbus serta konversi vitamin A disajikan pada Tabel 1. Ekstrak karotenoid buah sawit segar lebih banyak mengandung karotenoid yaitu 59,502 $\mu\text{g/g}$ dibanding dengan ekstrak buah sawit yang direbus yang hanya mengandung 42,312 $\mu\text{g/g}$. Kenyataan ini memberi bukti bahwa buah sawit yang direbus telah mengalami degradasi karotenoid. Perebusan buah pada suhu tinggi mengakibatkan degradasi yang terjadi pada *All-trans- β -karoten* sehingga meningkatkan kandungan 13-*cis- β -karoten* (Khoo *et al.*, 2011). Pada aktivitas produksi *crude palm oil* (CPO), perebusan buah sawit bertujuan untuk menurunkan kadar air, memecahkan emulsi, melepaskan brondolan dari tandan, untuk menghentikan aktivitas enzim lipase dan oksidase, dan untuk melepaskan serat dari biji. Proses perebusan ini mampu merusak kandungan karotenoid yang bermanfaat didalam buah sawit (Naibaho, 1996).

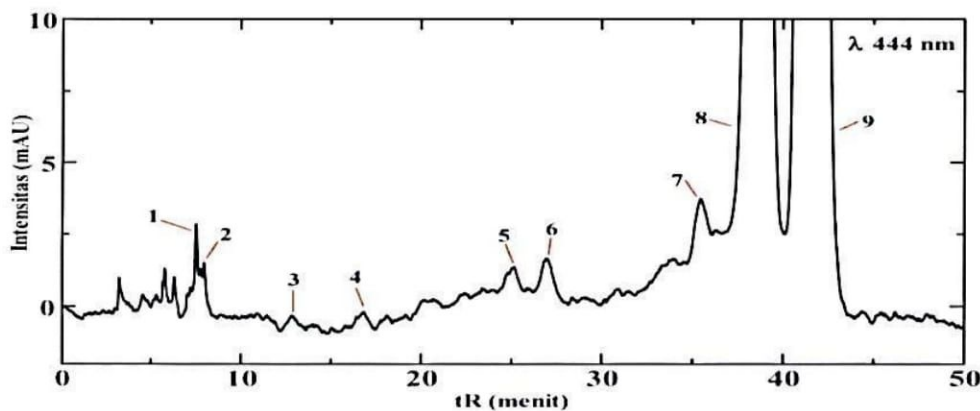
Sumber karoten (provitamin A) tertinggi terdapat pada minyak sawit sehingga bermanfaat untuk mengurangi defisiensi vitamin A bagi masyarakat (Mortensen, 2006; Hariyadi, 2010). Karotenoid, khususnya β -karoten, telah lama dikenal sebagai provitamin A, karena β -karoten dapat diubah menjadi vitamin A di dalam tubuh (Chuang & Brunner, 2006). Buah sawit segar dan buah sawit yang direbus menghasilkan retinol ekuivalen secara berturut-turut yaitu 9,917 μg dan 7,885 μg atau 33,024 IU dan 26,258 IU dalam 1 g masing-masing ekstrak.

Tabel 1. Kandungan karotenoid total dan konversi vitamin A ekstrak buah sawit segar dan buah sawit yang direbus

Sampel	Kandungan Karotenoid	Konversi Vitamin A	
		RE \pm SE	IU \pm SE
$\mu\text{g/g}$ Buah Segar	59,502 \pm 6,613	9,917 \pm 1,102	33,024 \pm 3,670
$\mu\text{g/g}$ Buah Rebus	42,312 \pm 19,372	7,885 \pm 3,228	26,258 \pm 10,751

Komposisi Karotenoid Buah Kelapa Sawit

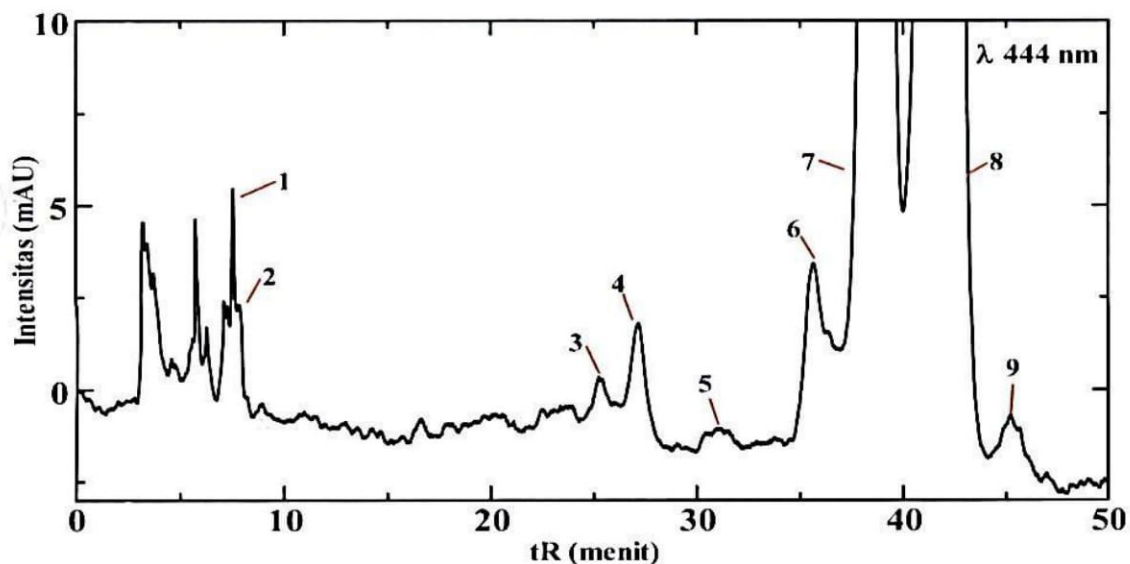
Pada kromatogram KCKT ditemukan 9 jenis pigmen karotenoid yang sebagian besar dapat diidentifikasi (Tabel 2 dan Tabel 3). α -karoten dan β -karoten teramati sebagai puncak dominan yang terdapat dalam ekstrak karotenoid buah sawit baik buah sawit segar maupun buah sawit yang direbus. Walaupun terjadi kehilangan jenis karotenoid namun ditemukan juga puncak baru. Puncak baru pada ekstrak karotenoid buah sawit segar adalah bentuk *cis*- α -karoten (Gambar 2) sedangkan ekstrak karotenoid buah sawit yang direbus ditemukan bentuk *cis*- α -karoten dan *cis*- β -karoten (Gambar 3). Kenyataan bahwa ekstrak karotenoid buah sawit segar membentuk *isomer cis* membuktikan bahwa sampel segar buah kelapa sawit secara alamiah telah mengandung isomer *cis* dari karotenoid dominan yang ada (α -karoten). Sedangkan sampel buah sawit yang direbus terbentuk isomer *cis* lebih disebabkan karena pengaruh perebusan buah.



Gambar 2. Kromatogram KCKT karotenoid sampel ekstrak buah sawit segar

Tabel 2. Identifikasi karotenoid ekstrak buah sawit segar berdasarkan waktu tambat dan serapan maksimum

No	Waktu Tambat (menit)	Identifikasi Spektra	λ max (nm)	Sumber
1	7,505	Belum diketahui	221 297 421	Rodriguez-Amaya (2001)
2	7,733	Zeaxanthin	221 318 446 473	
3	12,87	Belum diketahui	231 274 485	
4	16,804	Belum diketahui	227 297 342 421	Rodriguez-Amaya (2001)
5	25,11	α -Zeakaroten	- 421 450	
6	26,97	β -Zeakaroten	330 408 429 449	Gross (1991)
7	35,448	<i>Cis</i> - α -karoten	331 421 472	Choo <i>et al.</i> (1994) dalam Syahputra (2008)
8	38,532	α -karoten	335 424 447 475	Rodriguez-Amaya (2001) dan Jeffrey <i>et al.</i> (1997)
9	41,348	β -karoten	429 454 479	Rodriguez-Amaya (2001) dan Jeffrey <i>et al.</i> (1997)



Gambar 3. Kromatogram KCKT karotenoid sampel ekstrak buah sawit yang direbus

Tabel 3. Identifikasi karotenoid ekstrak buah sawit yang direbus berdasarkan waktu tambat dan serapan maksimum

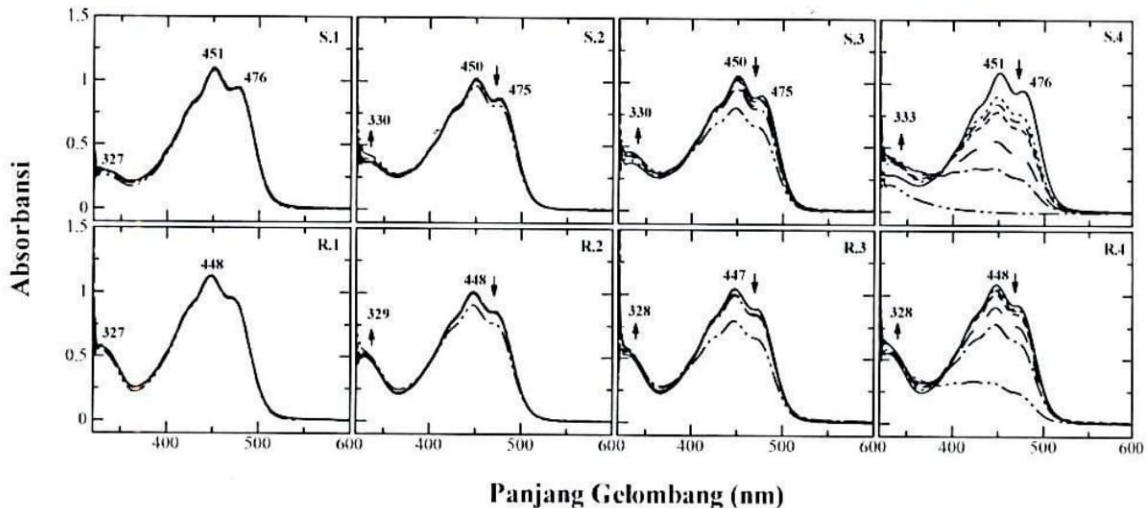
No	Waktu Tambat (menit)	Identifikasi Spektra	λ max (nm)	Sumber
1	7,524	Belum diketahui	221 295 420	-
2	7,793	Zeaxanthin	420 434 480	Rodriguez-Amaya (2001)
3	25,219	α -Zeakaroten	398 421 450	Rodriguez-Amaya (2001)
4	27,119	β -Zeakaroten	- 426 452	Gross (1991)
5	31,11	Belum diketahui	285 408 485	-
6	35,635	<i>Cis</i> - α -karoten	329 420 440 468	Chooet <i>al.</i> (1994) dalam Syahputra (2008)
7	38,719	α -karoten	334 421 445 478	Rodriguez-Amaya (2001) dan Jeffrey <i>et al.</i> (1997)
8	41,574	β -karoten	346 424 451 478	Rodriguez-Amaya (2001) dan Jeffrey <i>et al.</i> (1997)
9	45,202	<i>Cis</i> - β -karoten	330 420 441	Choo <i>et al.</i> (1994) dalam Syahputra (2008)

Stabilitas Ekstrak Karotenoid Buah Sawit Segar dan Buah Sawit yang direbus

Stabilitas karotenoid dapat diketahui dengan memberi perlakuan dan hasilnya dapat diamati melalui perubahan pola spektra yang diukur dengan spektrofotometer. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan warna yang berarti, penurunan pola spektra sebagian besar sampel, pergeseran absorbansi maksimum, dan terbentuk isomer *cis*.

Termostabilitas Ekstrak Karotenoid Buah Sawit Segar dan Buah Sawit yang direbus

Ekstrak karotenoid buah sawit segar maupun buah sawit yang direbus diberi perlakuan pada suhu kamar sebagai kontrol (25°C), 50°C, 65°C dan 90°C dengan seri waktu pemanasan 0, 1, 2, 3, 6, 9, dan 24 jam, menghasilkan pola spektra yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pola spektra ekstrak kasar karotenoid buah sawit segar (S) dan buah sawit yang direbus (R) secara berturut-turut pada suhu kamar 25°C (1), dan dipanaskan pada suhu 50°C (2), 65°C (3) dan 90°C (4) dengan seri waktu 0 jam (—), 1 jam (.....), 2 jam (— — —), 3 jam (— — — —), 6 jam (— — — — —), 9 jam (—), dan 24 jam (—)

Gambar 4 menunjukkan kestabilan karotenoid pada suhu 50°C dibandingkan dengan pemanasan pada suhu 65°C dan 90°C. Serapan maksimum panjang gelombangnya tidak mengalami penurunan yang berarti hingga 24 jam pemanasan. Hanya pada ekstrak kasar karotenoid buah sawit yang direbus (Gambar 4 R2) menunjukkan penurunan absorbansi 0,097 pada 448 nm setelah pemanasan 24 jam. Selain itu, terjadi kenaikan absorbansi pada 329 nm yaitu dari 0,2 → 0,55. Keadaan ini membuktikan bahwa bentuk *trans*-β-karoten telah menjadi 13-*cis*-β-karoten (Rodriguez-Amaya & Kimura, 2004).

Ketidakstabilan karotenoid dalam ekstrak buah sawit segar dan buah sawit yang direbus ditunjukkan dengan terjadinya penurunan absorbansi maksimum 24 jam selama pemanasan pada suhu 65°C. Penurunan absorbansi maksimum 24 jam pemanasan agak lambat, secara berturut-turut yaitu 1,034 → 0,804, dan 1,042 → 0,798. Terjadi pergeseran hipsokromik serapan maksimum ekstrak karotenoid buah sawit segar yang bergeser 2 nm dan 3 nm setelah 3 jam pemanasan (450 → 448 nm, 475 → 472 nm).

Pola spektra semua sampel mengalami pergeseran dan penurunan absorbansi yang cepat dan jelas selama 24 jam proses pemanasan 90°C. Sampel ekstrak karotenoid buah sawit segar mengalami pergeseran hipsokromik dari 333 → 328 nm dan 451 → 444 nm. Penurunan absorbansi sehingga kehilangan puncak maksimum berangsur-angsur hingga pemanasan pada jam ke-24. Pola spektra ekstrak karotenoid buah yang direbus bergeser dari 328 → 326 nm dan 448 → 441 nm. Kehilangan puncak 476 nm telah dialami ekstrak karotenoid buah yang direbus sejak perebusan buah yang ditunjukkan dengan sampel kontrol.

Tabel 4 menunjukkan ekstrak karotenoid buah sawit mengalami degradasi yang menonjol dan secara ekstrim setelah 9 jam pemanasan (Gambar 5). Jelas terlihat bahwa terjadi degradasi karotenoid dengan pemanasan suhu 50°C

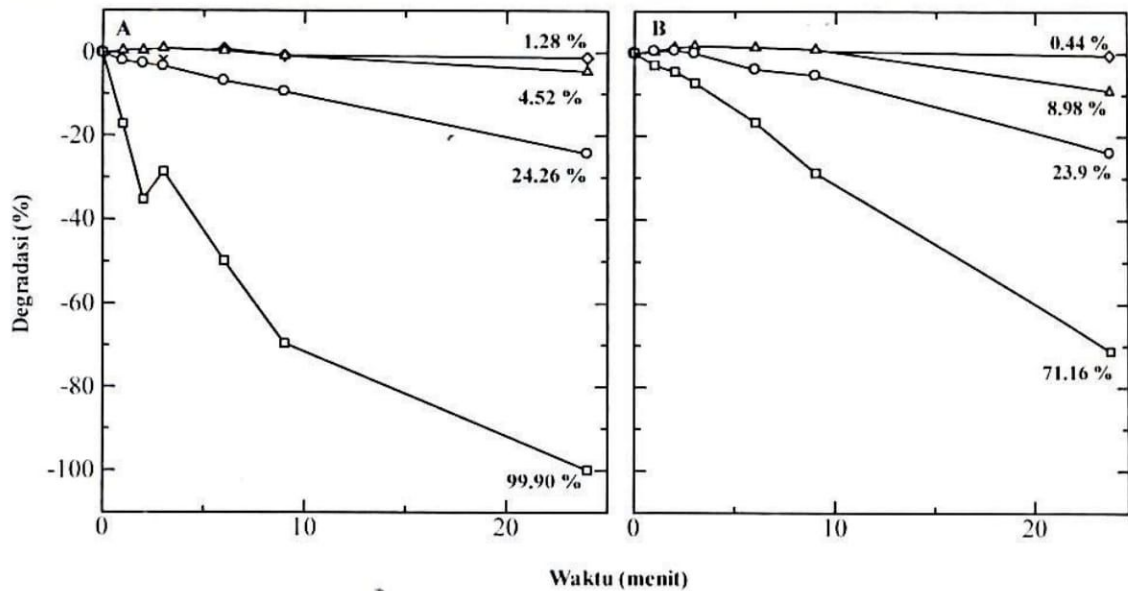
namun tidak menunjukkan penurunan yang berarti sedangkan pada suhu 65°C karotenoid mengalami degradasi yang agak lambat pada awalnya dan setelah 9 – 24 jam persentase degradasi semakin meningkat untuk kedua ekstrak. Untuk suhu 90°C ekstrak karotenoid buah sawit mengalami degradasi yang cepat hingga 24 jam.

Tabel 4. Persentase degradasi ekstrak karotenoid buah sawit selama pemanasan

Waktu (Jam)	% Degradasi							
	Buah Sawit Segar				Buah Sawit Rebus			
	25°C	50°C	65°C	90°C	25°C	50°C	65°C	90°C
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	N/A*	+0.49	1.99	17.18	N/A*	+0.4	+0.48	2.36
2	N/A*	+0.49	2.65	35.29	N/A*	+1.31	+0.57	4.43
3	0.36	+0.98	3.31	28.58	+0.62	+1.71	0	7.11
6	+0.91	+0.39	6.82	49.81	+0.89	+1.41	3.85	16.63
9	0.73	0.78	9.38	69.48	+0.53	+0.9	5.3	28.74
24	1.28	4.52	24.26	99.9	0.44	8.98	23.91	71.16

*Tidak diukur

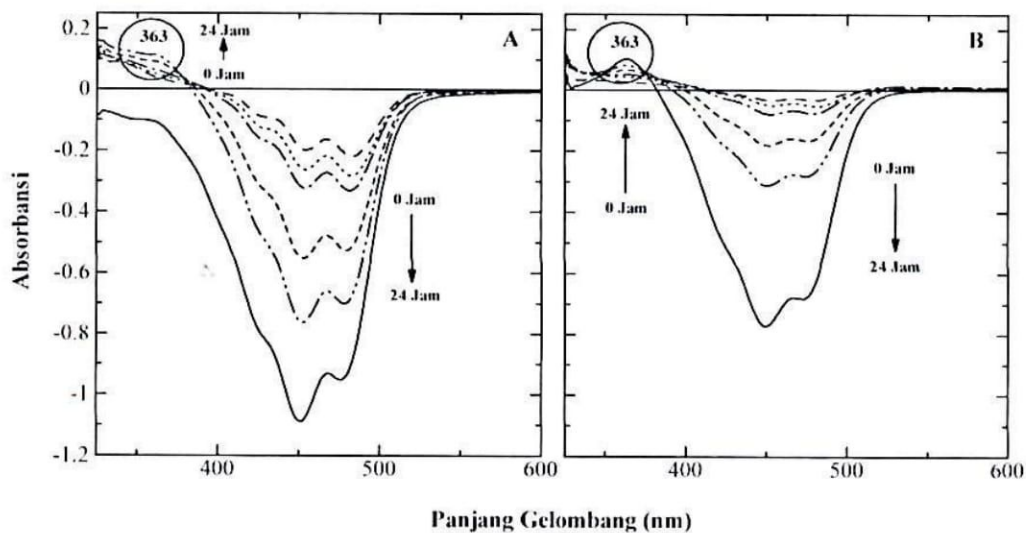
Gambar 5 menunjukkan ekstrak karotenoid buah sawit yang dipanaskan pada suhu 90°C mengalami penurunan absorbansi yang tinggi dibanding dengan ekstrak karotenoid buah sawit pada suhu 50°C dan 65°C. Penurunan absorbansi sangat drastis setelah 9 jam pemanasan yang terjadi pada kedua ekstrak dan semua suhu. Sampel ekstrak buah segar dan rebus memiliki kestabilan yang berbeda berdasarkan perlakuan pemanasan. Sampel ekstrak buah segar cenderung kurang stabil akibat pemanasan sedangkan sampel ekstrak buah yang direbus cenderung lebih stabil. Kestabilan ekstrak buah sawit yang direbus akibat pemanasan dapat disebabkan adanya kandungan isomer *cis*-karoten yang sudah ada dengan kandungan lebih tinggi dibandingkan ekstrak buah sawit segar. Proses isomerisasi *trans*-karoten menjadi *cis*-karoten terjadi sebagai bentuk pertahanan kestabilan alami terhadap faktor-faktor yang dapat menyebabkan kerusakan karotenoid (Gross, 1991), dengan demikian kandungan isomer *cis* yang tinggi pada ekstrak buah sawit yang direbus membantu mempertahankan kestabilan keseluruhan pigmen yang terkandung.



Gambar 5. Grafik kinetika degradasi ekstrak kasar karotenoid buah kelapa sawit segar (A) dan buah sawit yang direbus (B) yang dipanaskan pada suhu kontrol (25°C) (—◇—), 50°C (—▲—), 65°C (—○—), dan 90°C (—□—) pada panjang gelombang deteksi 450 nm.

Analisa Produk Degradasi Ekstrak Karotenoid Buah Sawit Segar dan Buah Sawit yang direbus

Analisa produk degradasi dilakukan dengan mengamati substraksi spektra ekstrak karotenoid buah sawit segar dan buah sawit yang direbus dengan perlakuan pemanasan pada suhu 90°C selama 24 Jam. Spektra referensi yang digunakan adalah pola spektra ekstrak karotenoid sebelum perlakuan pemanasan (0 jam/kontrol). Determinasi produk degradasi ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Absorpsi spektra (*Different Absorbtion Spectra*) ekstrak karotenoid buah sawit segar (A) dan rebus (B) dengan lama perlakuan pemanasan 1 Jam (- - - -), 2 Jam (······), 3 Jam (— · — ·), 6 Jam (- - - - -), 9 Jam (— · — · — ·), dan 24 Jam (—————).

Serapan spektra pada daerah positif merupakan indikasi keberadaan produk degradasi ekstrak karotenoid buah sawit (segar dan rebus). Pembentukan produk degradasi diketahui sudah terbentuk pada 1 jam pelakuan pemanasan. Peningkatan serapan maksimum pada panjang gelombang 363 nm mengindikasikan peningkatan produk degradasi selama pemanasan. Isomer *cis* sebagai produk degradasi *all-trans*-karoten dapat terbentuk melalui stereoisomerisasi yang salah satunya dapat diakibatkan oleh perlakuan suhu yang tinggi (Britton *et al.*, 1995).

KESIMPULAN

Kandungan karotenoid terbanyak pada ekstrak kasar buah sawit segar yaitu $59,502 \pm 6,613 \mu\text{g/g}$ dan konversinya menjadi vitamin A senilai $9,917 \pm 1,102 \mu\text{g/g}$. Identifikasi ekstrak kasar karotenoid buah sawit ditemukan 7 pigmen karotenoid yaitu zeaxanthin, α -zeakaroten, β -zeakaroten, *cis*- α -karoten, α -karoten, β -karoten, *cis*- β -karoten dan 2 pigmen lain yang belum diketahui. Pada sampel ekstrak kasar buah segar ditemukan *cis* α -karoten sedangkan sampel ekstrak kasar buah yang direbus ditemukan *cis*- α -karoten dan *cis*- β -karoten. Degradasi terdeteksi pada kedua ekstrak karena mengalami pergeseran dan penurunan absorbansi secara ekstrim pada suhu 90°C selama 24 jam pemanasan dibandingkan dengan suhu 50°C dan 65°C. Selain itu, terjadi peningkatan produk degradasi yang ditandai dengan naiknya serapan maksimum pada panjang gelombang 363 nm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dece Elisabeth Sahertian mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Magister Biologi Universitas Kristen Satya Wacana, Ma Chung Research Center for Photosynthetic Pigments Universitas Ma Chung dan Kementerian Pendidikan Nasional atas Beasiswa Unggulan Kementerian Pendidikan Nasional Tahun 2010. Leenawaty Limantara mengucapkan terima kasih atas hibah kompetensi dari Dikti tahun 2012 dengan No. 166/SP2H/PL/Dit.Litabmas/III/2012 serta hibah penelitian desentralisasi skim unggulan PT No. 2500/E5.2/PL/2011 dan 0119/E5.2/PL/2012 tahun 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- Bonnie, T. Y. P. & Choo, Y. M. 1999. **Oxidation and Thermal Degradation of Carotenoids.** *Journal of Oil Palm Research*, 11(1), pp. 62-78.
- Bonnie, T. Y. P. & Choo, Y. M. 2000. **Practical Guide to Establishing Palm Carotenoids Profile by HPLC with Three Dimensional Diode Array Detector.** *Palm Oil Development*, 33, pp.13-17
- Britton, G. Liaaen-Jensen, S. & Pfander H. 1995. **Carotenoid Volume 1 A: Isolation and Analysis.** Birkhauser Verlag: Basel, Switzerland.
- Chuang, M. & Brunner G. 2006. **Concentration of Minor Components in Crude Palm Oil.** *The Journal of Supercritical Fluids*, pp, 1-6.

- Fife, B. 2007. **Red Palm Oil, A Daily Dose of Vitamins from A Cooking Oil.** [online] Available at:<<http://www.americanpalmoil.com/publications/Red%20Palm%20Oil.pdf>>.[Accessed July 5th 2011].
- Food and Agricultural Policy Research. 2010. **Food and Agricultural Commodities Production Statistics: Indonesia and Production Indices.** [online] Available at:<<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>> [Accessed May 25th, 2012].
- Gross, J. 1991. **Pigments in Vegetables: Chlorophylls and Carotenoids.** Van Nostrand Reinhold: New York.
- Hariyadi, P. 2010. **Sepuluh Karakter Unggul Minyak Sawit.** *Artikel Info Sawit.* Oktober 2010.
- Jeffrey, S. W. Mantoura, R. F. C. & Wright, S. W. 1997. **Phytoplankton Pigments in Oceanography, Guidelines to Modern Method.** Paris: UNESCO.
- Kasnawati. 2011. **Penggunaan Limbah Sabut Kelapa Sawit Sebagai Bahan Untuk Mengolah Limbah Cair.** *ILTEK*, 6(12), pp. 891-898.
- Khoo, H. E. Prasad, K. N. Kong, K. W. Jiang, Y. & Ismail, A. 2011. **Carotenoid and Their Isomers: Color Pigment in Fruits and Vegetables.** *Molecules*, 16, pp. 1710-1738.
- Mortensen, A. 2005. **Analysis of a Complex Mixture of Carotenes from Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Fruit Extract.** *Food Research International*, 38, pp. 847-853.
- Mortensen, A. 2006. **Carotenoids and Other Pigment as Natural Colorants.** *Pure Application Chemical*, 78(8), pp. 1477-1491.
- Mukherjee, S. & Mitra, A., 2009. **Health Effects of Palm Oil.** *Journal of Human Ecology*, 26(3), pp.197-203.
- Mustafa, H. M. Abdullah, N. & Noor, Z. Md. 2011. **Total Phenolic Content and Antioxidant Activities of Palm Puree Prepared from Various Tenera Varieties.** *2nd International Conference on Biotechnology and Food Science*, 7, pp. 23-26.
- Naibaho, P.M. 1996. **Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit.** Pusat Penelitian Kelapa Sawit: Medan.
- Neinaber, N. L. P. Rianto, D. & Adawiyah, D. R. 1996. **Studi Minyak Makan Merah: I. Karakteristik Fisik, Kimia dan Stabilitas Panas.** *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*, 7(2), pp. 69-74.
- Rodriguez-Amaya, D. B. 2001. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods.** International Life Sciences Institute Press: Washington. D. C.
- Rodriguez-Amaya, D. B. & Kimura, M. 2004. **Harvestplus Handbook for Carotenoid Analysis. HarvestPlus Technical Monograph 2.** Washington. D. C and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT).
- Siregar, A. Z. 2006. **Kelapa Sawit: Minyak Nabati Berprospek Tinggi.** *e-USU Repository.* Universitas Sumatera Utara.

Syahputra, R. M., Karwur, F. F. & Limantara, L. 2005. Analisis Komposisi dan Kandungan Karotenoid Total dan Vitamin A Fraksi Cair dan Padat Minyak Sawit Kasar (CPO) menggunakan KCKT Detector PDA. *Jurnal Natur Indonesia*, 10(2), pp. 89-97.