

**KINETIKA PENURUNAN KAROTEN TOTAL
PADA MINYAK SAWIT MERAH SELAMA PENYIMPANAN**

Oleh
ERNA KARUNIASIH

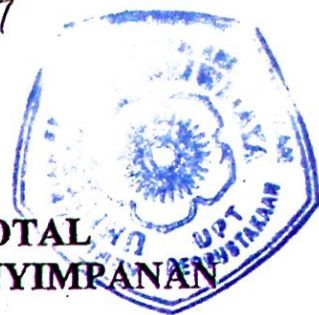


**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2014**

S
665-307
Ern
k
2014

P. 26526 / 27087



**KINETIKA PENURUNAN KAROTEN TOTAL
PADA MINYAK SAWIT MERAH SELAMA PENYIMPANAN**

**Oleh
ERNA KARUNIASIH**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2014**

SUMMARY

ERNA KARUNIASIH Kinetics of the decrease in the Total Carotene in Red Palm Oil During Storage (supervised by **SUGITO** and **FRISKA SYAIFUL**).

The objective of the research was to determine the kinetics of total carotene decreasing in red palm oil during storage with the use of bottle as package and the addition of TBHQ. The study has been done from July 2013 to July 2014 at the Laboratory of Agricultural Chemistry and Laboratory of Microbiology, Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, University of Sriwijaya, Indralaya.

There were two kind of parameters which were analyzed in this research, the main and additional parameter. The main parameter was total carotene content. The decreasing of total carotene content was presented in kinetics by analyzing a treatment with three factors in triplicate. The factor of treatment consist of clear bottle, dark bottle and dark bottle with addition of TBHQ 200 ppm. The additional parameter were free fatty acid content, peroxide value, iod number and pH. Factorial Completely Randomized Design was applied in additional parameter. There were 2 treatments with 3 factors in triplicate. They were type of package (clear bottle, dark bottle and dark bottle with addition of TBHQ 200 ppm) and temperature of storage (30,40 and 50°C).

The result showed that the use of dark bottle as package with the addition of TBHQ 200 ppm resulted in red palm oil with the longest shelf life. The shelf life of red palm oil in dark bottle with addition of TBHQ 200 ppm, dark bottle and clear

bottle were 15176, 11322 and 2389 days, respectively. The type of package and temperature of storage significantly affected free fatty acid content, peroxide value, iod number and pH. The best treatment based on Standar Nasional Indonesia (SNI) was found in the treatment of A₃B₁ (dark bottle with addition of TBHQ 200 ppm and temperature of storage 30°C). The characteristics of the best treatment were 4,58% of free fatty acid content, 2.95 mek O₂/ Kg of peroxide value, 17.61 g/100g of iod number, 5.96 of pH.

RINGKASAN

ERNA KARUNIASIH Kinetika Penurunan Karoten Total pada Minyak Sawit Merah Selama Penyimpanan (Dibimbing oleh **SUGITO** dan **FRISKA SYAIFUL**).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kinetika penurunan karoten total minyak sawit merah selama penyimpanan dengan penggunaan kemasan botol kaca dan penambahan TBHQ. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2013 sampai Juli 2014 di Laboratorium Kimia Hasil Pertanian dan Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode kinetika dan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF). Metode kinetika menggunakan satu faktor perlakuan yang terdiri dari tiga taraf perlakuan, dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Faktor perlakuan adalah jenis kemasan (botol bening, botol gelap dan botol gelap dengan penambahan pengawet TBHQ 200 ppm). Rancangan acak lengkap faktorial menggunakan dua faktor. Setiap faktor terdiri dari tiga taraf perlakuan, dan setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Faktor A adalah jenis kemasan (botol bening, botol gelap dan botol gelap dengan penambahan pengawet TBHQ 200 ppm). Faktor B adalah suhu penyimpanan (30, 40 dan 50°C). Parameter yang diamati adalah parameter utama (kadar karoten total) dan parameter pendukung (asam lemak bebas, bilangan peroksida, bilangan iod, pH).

Hasil penelitian parameter utama menunjukkan bahwa penggunaan jenis kemasan botol gelap dengan penambahan TBHQ 200 ppm memiliki umur simpan minyak sawit merah terbaik. Umur simpan minyak sawit merah menggunakan jenis kemasan botol gelap dengan penambahan TBHQ 200 ppm, jenis kemasan botol gelap dan jenis kemasan botol bening berturut-turut adalah 15176, 11322 dan 2389 hari. Hasil penelitian sampingan menunjukkan bahwa penggunaan jenis kemasan dan suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, bilangan iod, dan pH minyak sawit merah. Perlakuan terbaik berdasarkan standar nasional indonesia (SNI) adalah perlakuan A₃B₁ (botol gelap dengan penambahan TBHQ 200 ppm dan suhu penyimpanan 30°C). Minyak sawit merah perlakuan A₃B₁ mempunyai kadar asam lemak bebas 4,58%, bilangan peroksida 2,95 mek O₂/ Kg, bilangan iod 17,61 g/100g, pH 5,96.

**KINETIKA PENURUNAN KAROTEN TOTAL
PADA MINYAK SAWIT MERAH SELAMA PENYIMPANAN**

**Oleh
ERNA KARUNIASIH**

SKRIPSI

**sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian**

**pada
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2014**

Skripsi

**KINETIKA PENURUNAN KAROTEN TOTAL
PADA MINYAK SAWIT MERAH SELAMA PENYIMPANAN**

**Oleh
ERNA KARUNIASIH
05091003045**

**telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian**

Pembimbing I



Sugito, S.TP., M.Si.


**Inderalaya, Juli 2014
Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya**

Dekan,

Pembimbing II





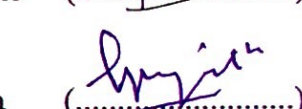
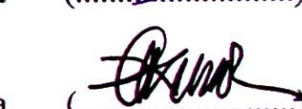
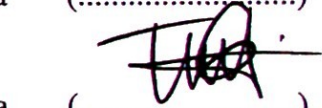
Friska Syaiful, S.TP., M.Si.



**Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP 19600211 198503 1 002**

Skripsi berjudul “Kinetika Penurunan Karoten Total pada Minyak Sawit Merah Selama Penyimpanan” oleh Erna Karuniasih telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 02 Juli 2013.

Komisi Penguji

- | | | |
|-------------------------------------|------------|--|
| 1. Sugito, S.TP., M.Si. | Ketua |  |
| 2. Friska Syaiful, S.TP., M.Si. | Sekretaris |  |
| 3. Dr.Ir. Gatot Priyanto, M.S | Anggota |  |
| 4. Hermanto, S.TP., M.Si | Anggota |  |
| 5. Tamaria Panggabean, S.TP., M.Si. | Anggota |  |

Mengetahui
Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian



Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.
NIP. 19600802 198703 1 004

Mengesahkan
Ketua Program Studi
Teknologi Hasil Pertanian



Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si.
NIP. 19750610 2002121002

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya adalah hasil penelitian atau investigasi saya sendiri beserta dosen pembimbing dan belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar keserjanaan yang sama di tempat lain.

Inderalaya, Juli 2014

Yang membuat pernyataan



Erna Karuniasih

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Erna Karuniasih, lahir pada tanggal 25 Oktober 1991 di kecamatan Mesuji Kabupaten Ogan Komering Ilir. Penulis merupakan putri dari pasangan bapak Priyadi, S.Pd dan ibu Nurwiningsih, S.Pd.

Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD N Mekar Wangi Kecamatan mesuji Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI), lulus pada tahun 2003, kemudian melanjutkan ke jenjang selanjutnya yaitu di SMP N 4 Mesuji dan lulus tahun 2006. Penulis telah menamatkan sekolah menengah atas (SMA) di SMA N 3 Kayuagung pada tahun 2009. Tahun 2009 penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis merupakan anggota dari Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA) pada tahun 2009 hingga 2014. Sejak tahun 2012 dipercaya sebagai asisten praktikum Mata Kuliah Pengolahan Bahan dan Biokimia 1.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil 'alamin, segala puji hanya bagi Allah SWT, Rabb semesta alam yang telah memberikan kesempatan lahir dan batin kepada penulis untuk dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian ini dengan sebaik-baiknya. Penulis banyak mendapatkan bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak selama melaksanakan penelitian hingga terselesainya skripsi. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Sugito, S.TP., M.Si dan ibu Friska Syaiful, S.TP., M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Sugito, S.TP., M.Si selaku Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bantuan, saran serta kepercayaan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian ini.
6. Ibu Friska Syaiful, S.TP., M.Si selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bantuan, saran serta kepercayaan kepada penulis.
7. Bapak Dr.Ir. Gatot Priyanto, M.S selaku Penguji I yang telah memberikan masukan dan arahan pada penulis.

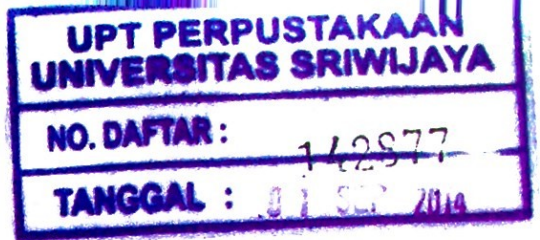
8. Bapak Hermanto, S.TP., M.Si., selaku Penguji II yang telah memberikan masukan dan arahan pada penulis.
9. Ibu Tamaria Panggabean, S.TP., M.Si., selaku Penguji III yang telah memberikan masukan dan arahan pada penulis.
10. Seluruh bapak dan ibu dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah memberikan ilmu dan nasehat pada penulis.
11. Seluruh staf Jurusan Teknologi Pertanian (Kak Jhon, Kak Ojik dan Kak Hendra) atas semua bantuan dan kemudahan yang diberikan kepada penulis.
12. Seluruh staf laboratorium Jurusan Teknologi Pertanian (Mbak Hafsa, Mbak Lisma, Mbak Tika) atas semua bantuan selama berada di laboratorium.
13. Kedua orang tuaku yang telah memberikan kepercayaan, cinta, pengertian, semangat dan doa yang tiada henti-hentinya.
14. Saudara-saudaraku Ima, Bilah, Vicha, Evi, Umi atas segala dukungan baik moril maupun materil.
15. Teman-teman ku: Ira, S.TP., Rissa, S.TP., Prima, S.TP., Siska, S.TP., Cerry, S.TP., Engki, S.TP., Fano, S.TP., Firman, S.TP., Irfan, S.TP., Abeng, Ratih, Andy dan spesial untuk Bob Wijaya terimakasih atas semangat dan perhatiannya selama menjadi mahasiswa Teknologi Pertanian.
16. Keluarga mahasiswa angkatan 2009 : Icha, S.TP., Ecy, S.TP., Niken, S.TP., Widya, S.TP., Ulan, S.TP., Rey, S.TP., Eva, S.TP., Caca, S.TP., Sari, S.TP., Wiwid, S.TP., Ayu, S.TP., Pipit, S.TP., Ilham, S.TP., Halik, S.TP., Jimmy, S.TP. dan yang lainnya : Dian, Mey, Hefri, Jem, Samir, Nur, Iksan, Hendri, Dika, Rian, Rizal, Dafi, Fajar terimakasih atas semangatnya.

17. Keluarga besar mahasiswa Teknologi Pertanian angkatan 2008, 2009, 2010 dan 2011 atas segala bantuan.
18. Seluruh pihak yang tidak dapat saya tuliskan satu persatu yang telah memberikan segala curahan semangat dan bantuannya.

Semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Juli 2014

Erna Karuniasih



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	3
C. Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Minyak Kelapa Sawit	4
B. Minyak Sawit Merah (RPO)	6
C. Karotenoid	7
D. Kerusakan Minyak	9
E. TBHQ (<i>Tertiary Butyl Hydroquinone</i>)	10
F. Penentuan Umur Simpan	12
G. Kinetika	15
III. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	17
A. Tempat dan Waktu	17
B. Alat dan Bahan	17

	Halaman
C. Metode Penelitian	18
D. Analisa Statistik	19
E. Cara Kerja	22
F. Parameter	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Karoten Total	29
1. Penurunan Karoten Total Minyak Sawit Merah Selama Penyimpanan dengan Pengemasan Botol Bening	29
2. Penurunan Karoten Total Minyak Sawit Merah Selama Penyimpanan dengan Pengemasan Botol Gelap	35
3. Penurunan Karoten Total Minyak Sawit Merah Selama Penyimpanan dengan Pengemasan Botol Gelap dan Penambahan TBHQ 200 ppm	39
B. Asam Lemak Bebas	44
C. Bilangan Peroksida	48
D. Bilangan Iod	54
E. pH	57
V. KESIMPULAN DAN SARAN	61
A. Kesimpulan	61
B. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Komponen minyak kelapa sawit	5
2. Kandungan karoten dalam 100 mL RPO	6
3. Kandungan asam lemak pada RPO	7
4. Daftar analisis keragaman Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF)	20
5. Persamaan garis, konstanta laju reaksi dan koefisien determinasi kinetika reaksi ordo nol karoten total minyak sawit merah selama penyimpanan dengan pengemasan botol bening	31
6. Persamaan garis, konstanta laju reaksi dan koefisien determinasi kinetika reaksi ordo nol karoten total minyak sawit merah selama penyimpanan dengan pengemasan botol gelap	36
7. Persamaan garis, konstanta laju reaksi dan koefisien determinasi kinetika reaksi ordo nol karoten total minyak sawit merah selama penyimpanan dengan pengemasan botol gelap dan penambahan TBHQ 200 ppm	40
8. Uji lanjut 5% pengaruh suhu penyimpanan (B) terhadap bilangan asam lemak bebas (%)	45
9. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh jenis kemasan (A) terhadap bilangan peroksida (mekO_2/kg)	50
10. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh suhu penyimpanan (B) terhadap bilangan peroksida (mekO_2/kg)	51
11. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh interaksi jenis kemasan dan suhu (AB) terhadap bilangan peroksida (mekO_2/kg)	52
12. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh suhu penyimpanan (B) terhadap bilangan iod ($\text{g}/100\text{g}$)	56
13. Uji Lanjut BNJ 5% jenis kemasan (A) terhadap pH	58

Halaman

14. Uji Lanjut BNJ 5% pengaruh suhu penyimpanan (B)
terhadap pH 59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Struktur molekul senyawa β -karoten	8
2. Struktur kimia TBHQ	11
3. Mekanisme autooksidasi minyak	11
4. Kurva perubahan kadar karoten total minyak sawit merah selama penyimpanan dengan pengemasan botol bening	29
5. Kurva persamaan <i>Arrhenius</i> karoten total minyak sawit merah selama penyimpanan dengan pengemasan botol bening	31
6. Kurva perubahan kadar karoten total minyak sawit merah selama penyimpanan dengan pengemasan botol gelap	35
7. Kurva perubahan kadar karoten total minyak sawit merah selama penyimpanan dengan pengemasan botol gelap dan penambahan TBHQ 200 ppm	39
8. Kurva persamaan <i>Arrhenius</i> karoten total minyak sawit merah selama penyimpanan dengan pengemasan botol gelap dan penambahan TBHQ 200 ppm	41
9. Nilai rata-rata bilangan asam lemak bebas (%) minyak sawit merah selama penyimpanan 30 hari	45
10. Nilai rata-rata bilangan peroksida (mekO_2/kg) minyak sawit merah selama penyimpanan 30 hari	49
11. Nilai rata-rata bilangan iod ($\text{g}/100\text{g}$) minyak sawit merah selama penyimpanan 30 hari	55
12. Nilai rata-rata pH minyak sawit merah selama penyimpanan 30 hari	58

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Diagram alir proses pembuatan minyak sawit merah	69
2. Gambar minyak sawit merah	70
3. Analisis data bilangan karoten total (ppm) minyak sawit merah dengan menggunakan botol bening selama penyimpanan 30 hari	71
4. Analisis data bilangan karoten total (ppm) minyak sawit merah dengan menggunakan botol gelap selama penyimpanan 30 hari	72
5. Analisis data bilangan karoten total (ppm) minyak sawit merah dengan menggunakan botol gelap dan penambahan TBHQ selama penyimpanan 30 hari	73
6. Analisis data nilai bilangan asam lemak bebas (%) minyak sawit merah selama penyimpanan 30 hari	74
5. Analisis data bilangan peroksida (mek O_2/Kg) minyak sawit merah selama penyimpanan 30 hari	76
6. Analisis data bilangan iod (g/100g) minyak sawit merah selama penyimpanan 30 hari	78
7. Analisis data nilai pH minyak sawit merah selama penyimpanan 30 hari	80



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Minyak sawit merah (*Red Palm Oil*) merupakan produk turunan CPO (*Crude Palm Oil*). Kandungan karoten total pada RPO sangat tinggi yaitu 2511,13 ppm (Marliyati *et al.*, 2010). β -karoten merupakan turunan dari karoten yang merupakan komponen terbesar dibandingkan turunan karoten lain. Kandungan β -karoten pada RPO yaitu sebesar 542,03 ppm (Sani *et al.*, 2011). β -karoten merupakan senyawa lipid tanpa asam lemak yang memiliki ikatan rangkap. Senyawa ini sensitif terhadap cahaya, panas, logam dan oksidator lainnya. β -karoten akan kehilangan aktivitasnya sebagai provitamin A apabila teroksidasi pada salah satu ikatan rangkapnya (Takayashi *et al.*, 2000).

Oksidasi adalah jenis reaksi kimia yang melibatkan pelepasan hidrogen atau pelepasan elektron. Tahap awal oksidasi dimana asam lemak dengan bantuan cahaya akan menghasilkan radikal bebas (Tirta *et al.*, 2010). Menurut Soematmaji (1998) dalam Rohamatussolihat (2009), yang dimaksud radikal bebas (*free radical*) adalah suatu senyawa atau molekul yang mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital luarnya. Elektron ini sangat reaktif dalam mencari pasangan elektron lain dengan cara mengikat elektron lain tersebut.

Radikal bebas akan menyerang ikatan ganda pada β -karoten sehingga menghasilkan karoten radikal. Bentuk baru dari transformasi karoten ini tidak lagi dapat bertindak sebagai antioksidan (Fiendor dan Burdha, 2014). Penurunan jumlah

karoten total inilah yang dapat menjadi salah satu indikator penurunan mutu minyak sawit merah.

Penurunan mutu minyak sawit merah dapat dilihat menggunakan metode pendugaan umur simpan. Terdapat beberapa pendugaan umur simpan, salah satunya menggunakan *accelerated shelf-life testing* (ASLT). Metode ASLT merupakan metode yang digunakan untuk menduga umur simpan produk yang sensitif terhadap oksigen (Robertson, 2000). Penentuan umur simpan produk dengan metode ASLT dilakukan dengan menggunakan parameter kondisi lingkungan yang dapat mempercepat proses penurunan mutu (*usable quality*) produk pangan. Salah satu keuntungan metode ASLT yaitu waktu pengujian yang relatif singkat namun ketepatan dan akurasinya tinggi. Penentuan umur simpan dengan metode ASLT dilakukan dengan pendekatan semiempiris dengan bantuan persamaan Arrhenius yaitu dengan teori kinetika yang umumnya menggunakan ordo nol atau ordo satu untuk produk pangan (Herawati, 2008).

Umur simpan dapat diperpanjang dengan penambahan bahan pengawet dan penggunaan kemasan. Penggunaan bahan pengawet merupakan cara untuk mengurangi terjadi reaksi oksidasi. Salah satu bahan pengawet yang dapat digunakan adalah TBHQ (*Tertiary Butyl Hydroquinone*). Penelitian Pimpa *et al.* (2009) menyatakan bahwa bahan pengawet TBHQ adalah antioksidan yang merupakan bahan pengawet sintetik yang dinilai efektif dibandingkan dengan bahan pengawet sintetik BHA (*butylated hydroxyanisole*), BHT (*butylated hydroxytoluene*), PG (*propyl gallate*) pada produk *Refined Bleached and Deodorized Palm Olein* (RBDPO). Penggunaan TBHQ sebanyak 200 ppm merupakan perlakuan terbaik

untuk mencegah oksidasi pada produk RBDPO. Selain bahan pengawet, penggunaan bahan kemasan juga dapat menghambat terjadinya oksidasi.

Bahan kemasan merupakan salah satu yang dapat mengurangi terjadinya reaksi oksidasi. Bahan logam seperti besi, tembaga, seng merupakan golongan pro-oksidasi dimana bahan ini mempercepat terjadinya oksidasi. Penggunaan botol kaca merupakan kemasan yang tepat karena dapat memperlambat terjadinya oksidasi pada minyak sawit spesies *Elaeis guineensis* (Njoku dan Onwu, 2010). Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa perlu dilakukan penelitian tentang kinetika penurunan karoten total pada minyak merah dan pengaruh penggunaan bahan pengawet dan jenis kemasan.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinetika penurunan karoten total minyak sawit merah selama penyimpanan dengan penggunaan jenis kemasan dengan penambahan TBHQ.

C. Hipotesa

Penggunaan jenis kemasan (botol bening, botol gelap dan botol gelap dengan penambahan TBHQ 200 ppm) diduga dapat memperlambat penurunan karoten total pada minyak sawit merah selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alireza. S., C. D. Tan, M. Hamed dan Y. B. Chenman. 2010. Effect of Frying Process on Fatty Acid Composition an Iodine Value of Selected Vegetable Oil and their Blends. *Internatinal Food Research Jornal*. 17 : 295-302.
- Akinola, F. F., O. O. Oguntibeju, A. W. Adisa dan O. S. Owojuyigbu. 2010. Physico-Chemical Properties Of Palm Oil From Different Palm Oil Local Factories In Nigeria. *Journal of food agriculture and enviroment*. 3&4 : 264-269.
- Alonso, S. G., V. M. Compus, M. D. Salvador dan G. Fregapane. 2004. Oxidation kinetics in olive oil triacylglycerols under accelerated shelf-life testing (25–75 °C). *Eur.j.lipid sci.Tekno*. 106:369-375.
- Anagiri, H., S. A. Mustaniroh dan Wignyanto. 2011. Penentuan Umur Simpan Minuman Fungsional Sari Akar Alang-alang dengan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) (Studi Kasus Di UKM “R. REVIT” Batu-Malang). *Agrointek*. 2(2).
- Ayeleso, A. O., O.O.Ogontibeju dan N.L. Brooks. 2012. Effect of Dietary Intake of Red Palm Oil Fatty Acid Composition and Lipid Profile in Male Wistar Rats. *Full Leght Research Paper. Art.j.Biotechnol* : 8275-8279.
- Ayucitra, A., N. Indraswati, V. Mulyandasari, Y.K. Dengi, G. Fransisco dan A. Yudha. 2010. Potensi Senyawa Fenolik Bahan Alam Sebagai Antioksidan Alami Minyak Goreng Nabati. *WIDYA TEKNIK* 10(1) : 1-10.
- Ayustaningwarno, F. 2012. Proses Pengolahan dan Aplikasi Minyak Sawit Merah pada Industri Pangan. *VITASPERE*. ISSN: 2085-7683. 11 : 1-11.
- Budijanto, S., A. B. Sitanggang, B. E. Silalahi dan W. Murdiati. 2010. Penentuan Umur Simpan Seasoning Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) dengan Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 11(2) : 71-77.
- Cahyadi, W. 2006. Penentuan Konstanta Laju Penurunan Kadar Iodat dalm Garam Beriodium. *Juenal Tekno dan Industri Pangan*. 17(1) : 38-43.
- Damunir. 2007. Aspek Kinetika Reaksi Kernek U_3O_8 Dengan Gas H_2 terhadap Karakteristik Energi Aktivasi, Konstanta Laju Reaksi Dan Rasio O/U Kernel UO_2 . *J. Tek. Bhn. Nukl*. ISSN 1907–2635. 3(2) : 49–108.

- Dauqan, E., H. A. Sani, A. Abdullah, H. Muhamad dan Z. M. Kasim. 2011. Fatty Acids Composition of Four Different Vegetable Oil (Red Palm Olein, Plam Olein, Corn Olein and Coconut Oil) by Gas Chromatography. 2nd International Conference on Chemistry and Chemical Engineering. 14 :31-34.
- deMan. M. J. 1999. *Principle of Food Chemistry*. Third Edition. Aspen Publisher, Inc. Gaithersbury, Maryland.
- Desnelli dan Z. Fanani. 2009. Kinetika Reaksi Oksidasi Asam Miristat, Stearat dan Oleat dalam Medium Minyak Kelapa, Minyak Kelapa Sawit serta Tanpa Medium. *Jurnal Penelitian Sains*. 12 (1): 1-6.
- Direktorat Jendral Industri Agro dan Kimia. 2009. ROADMAP Industri Pengolahan CPO. Departement Perindustrian.
- Djarkasi. S., S. Raharjo, Z. Noor dan S. Sudarmadji. 2008. Stabilitas Oksidatif Minyak Biji Kenari (*Canarium indicum* dan *Canarium vulgare*) Selama Penyimpanan Pada Suhu 30 dan 40⁰C. *J. Teknol. Dan Industri Pangan*. 19(2) : 113-120.
- Edem, D.O. 2002. Palm Oil : Biochemical, Psysiological, Nutritional, Hematological and Toxicological Aspect : A Review. *Plant Food for Human Nutrition*. 57: 319-341.
- Fattah, I. M. R., H. H. Masjuki, M. A. Kalam, M. A. Hazrat, B. M Masum, S. Imtenan dan A. M. Ashratul. 2014. Effect of Antiokxidants on Oxidaton Stability of Biodisel Derived from Vegetable and Animal Based Feedstocts. *Renewebtlw and sustaineble Energy Revew*. 30: 356-370.
- Fernandez, G. E., C. Lidra., J. Galan., G. Fernandez., P. Galvez dan H. Mendez. 2011. Review : Carotenoid Bioavailability from Food, from Plant Pigmants to Effecient Biological Activity. *Food Research International*, In Press.
- Fiendor, J. dan K. Burda. 2014. Potential Role Of Carotenoid As Antioxidant In Human Health Amd Desease. *Issn 2072-6643*. 6: 466-488.
- Gomez, K. A. dan A. A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Diterjemahkan oleh E. Sjamsuddin dan J.S Baharsjah. UI-Press, Jakarta.
- Gunawan, M. Triatmo dan A. Rahayu. 2003. Analisi Pangan : Penentuan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas pada Minyak Kedelai dengan Variasi Menggoreng. *JSKA*. 6 (3) : 1-6.

- Hartati, R., A. Djunaedi, Hariyadi dan Mujiyanto. 2012. Struktur Komunitas Padang Lamun Diperairan Sungai Kumbang, Kepulauan Krimunjawa. 17(4) : 217-225.
- Hartley, A. 2008. The effect of ultraviolet light on wine quality. ISBN : 1-84405-386-5 : 1-21. (Online) (<http://www.wrapcymru.org.uk/sites/files/wrap/UV%20&%20wine%20quality%20May'08.pdf>, diakses tanggal 13 Mei 2014).
- Herawati, H. 2008. Penentuan Umur Simpan pada Produk Pangan. Jurnal Litbang Pertanian. 27 (4) : 124-130.
- Herawati, H. dan S. Akhlus. 2006. Kinerja (Bht) sebagai Antioksidan Minyak Sawit pada Perlindungan terhadap Oksidasi Oksigen Singlet. Akta Kimindo. 2(1): 1-8.
- Jatmika, A. dan P. Guritno. 1997. Sifat Fisiko Kimia Minyak Goreng Minyak Merah dan Minyak Goreng Sawit Biasa. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit. 5(2) : 127-138.
- Jia, M., M. J. Kim dan D. B. Min. 2006. Effects of Soybean Oil and Oxidized Oil on the Stability of β -carotene. Food chemistry. 103 : 695-700.
- Ketaren, S. 2005. Minyak Dan Lemak Pangan. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Khamidinal, N. Hadipranoto dan Mudasir. 2007. Pengaruh Antioksidan terhadap Kerusakan Asam Lemak Omega-3 pada Proses Pengolahan Ikan Tongkol. 111(2):119-138.
- Khotimah, K., Darius dan B. D. Sasmito. 2013. Uji Aktovotas Senyawa Aktif Alga Coklat (*Sargassum fillipendulla*) sebagai Antioksidan pada Minyak Ikan Lemuru (*Sardinella langiceps*). THPI Student Journal. 1(1):10-20.
- Kilcas, D. dan P. Subramanian. 2000. The Stability And Shelf Life Of Food. Woodhead Piblishing. Abinston hall, England.
- Labuza, T. P. 1982. Shelf Life Dating of Food. Food and Nutritions Press. Inc., Westport. Connecticut.
- Margaretta, S., S. D. Handayani, N. Indraswati dan H. Handarso. 2001. Ekstraksi Senyawa *Phenolic pandanus amaryllifolius Roxb.* Sebagai Antioksidan Alami. Widya Teknik. 10 (1) : 21-30.
- Marliyati, S. A., Hardinsyah dan N. Rucita. 2010. Pemanfaatan RPO (Red Palm Oil) sebagai Sumber Provitamin A Alami pada Produk Mi Instan untuk Anak Balita. Jurnal Gizi dan Pangan. 5 (1) : 31-38.

- McCall, M. R. F. 1999. Can Antioxidant Vitamins Materially Reduce Oxidative Damage Human?. *Free Radical Biology and Medicine*. 26 : 1034-1053.
- Minarsih, T. 2011. Penentuan Energi Aktivasi Amlodipin Besilat pada Ph 1, 6 dan 10 dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Pharmacy*. ISSN 1693-3591. 06(01): 21-33.
- Min, D. B. dan J. M. Boff. 2002. Chemistry and Reaction of Singlet Oxygen in Food. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*. 1(58-72).
- Moigradean, D., M. A. Poiana and I. Gogoasa. 2012. Quality Characteristics and Oxidative Stability of Coconut Oil during Storage. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 18 (4) : 272-276.
- Njoku, P. C., J. C. Onwu. 2010. The Study of the Characteristics and Rancidity of Three Species of *Elaeis Guineensis* in South East of Nigeria. ISSN 1680-5194. *Pakistan Journal of Nutrition*. 9 (8) : 759-761.
- Paiva, S. A. R. dan R. M. Russell. 1999. β -Carotene and Other Carotenoid as Antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*. 18 (5) : 426-433.
- Paranta, M. R., T. D. Cunha dan T. Y. K. Lulan. 2013. Pengaruh Penambahan Minyak Atsiri Daun Sirih Hutan (*Piper Aduncum L.*) Terhadap Minyak Goreng Yang Teroksidasi Secara Termal. *Jurnal Kimiaterapan*. 1(1): 55-69
- Park, S. I., Kodihalli dan Zhao. 2005. Nutritional, Sensory and Psychochemical Properties of Vitamin E- and Mineral-Fortified Fres-cut Apples by Use of Vacuum Impregnation. *Journal of Food Science*. 70 (9) : 593-493.
- Pimpa. B., D. Kanjanasopa dan S. Boanlam. 2009. Effect od Addition of Antioxidant on the Oxidatives Stability of Refined Blached and Deodorized Palm olein. *Kasetsart J. (Nat.Sci)*. 43: 370-377.
- Piscopo, A. dan M. Poiana. 2012. Packaging and Storage of Olive Oil. *Intechopen*. Chapter 10 : 201-222. (Online)(<http://www.intechopen.com/books/olive-germplasm-the-olive-cultivation-table-olive-and-olive-oil-industry-in-italy/pack-aging-and-storage-of-olive-oil>, diakses tanggal 28 Januari 2014)
- PORIM. 1995. PORIM Test Methods. Palm Oil Research Institute Of Malaysia. Ministry of Primary Industries, Malaysia.
- Prayitno. 2007. Kajian Kinetika Kimia Model Matematika Reduksi Kadmium melalui Reaksi Kimia, Konstante dan Orde Reaksi dalam Proses Elektrokimia. *GENENDRA*. ISSN 1410-6957. x(1):27-34.

- Robertson, G. L. 2000. Shelf Life of Packaged Food, Its Measurement and Prediction. Chapter 13. Marcel Dekker. Inc. New York.
- Rohmatussolihat. 2009. Antioksidan, Penyelamat Sel-sel Tubuh Manusia. *BioTrens*. 4 (1).
- Rukmini, C. 1994. Red Palm Oil to Combat Vitamin A deficiency in Developing Countries. *Food and Nutrition Bulletin*. 15 (2) : 126-138.
- Sani, H. A., A. Abdullah, H. Muhamad., Gapor dan E. Dauqan. 2011. Vitamin E and Beta Carotene composition in Four Different Vegetable Oils. *American Journal of Applied Sciences*. ISSN 1546-9239. 8(5) : 407-412.
- Satriyanto, B., S. B. Widjanarko dan Yunianta. 2012. Stabilitas Warna Ekstrak Buah Merah (*Pandanus conoideus*) terhadap Pemanasan sebagai Sumber Potensial Pigmen Alami. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 13(3) : 157-168.
- Shahidi, F. dan Y. Zhong. 2005. *Antioxidants Regulatory Status*. Sixth Edition. John Wiley & Sons, Inc : 491 – 512
- Silalahi, J. 2000. Hypocholesterolemic Factors in Food : A Review. *Indonesian Food and Nutrition Progress*. 7 (1) : 26-36.
- Silalahi, J. dan Nurbaya. 2011. Komposisi, Distribusi dan Sifat Aterogenik Asam Lemak dalam Minyak Kelapa dan Kelapa Sawit. *J Indon Med Assoc*. 61 (11) : 453-457.
- Stahl, W. dan H. Sies. 2003. Antioxidant Activity of Carotenoid. *Molecular Aspects of Medicine*. 24 : 345-351.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2012. Minyak Goreng Sawit. (SNI-7709-2012).
- . 2006. Refined Bleached deodorized Palm Olein (RBD Palm Olein). (SNI 01-0018-2006).
- . 1998. Cara Uji Minyak dan Lemak. (SNI 01-3555-1998).
- Soematmaji (1998) *dalam* Rohmatussolihat. 2009. Antioksidan, Penyelamat Sel-sel Tubuh Manusia. *BioTrens*. 4 (1).
- Sundram, K. 2007. Palm Oil: Chemistry and Nutrition Updates. Malaysian Palm Oil Board. *dalam* Kusumaningtyas, R. S. dan M. Martosupomo. 2008. Terjadinya Isomerisasi dan Oksidasi α - dan β -Karoten Selama Proses Pengolahan CPO. *Jurnal Natur Indonesia*. ISSN 1410-9379. 11(1) :14-18

- Sudram, K., R. Sambanthamurthi dan Y. A. Tan. 2003. Palm Fruit Chemistry and Nutrition. Asia Pasific, J Clin Nutr. 12 (3) : 355-362.
- Sukriadi. 2013. Penggunaan Maltodektrin Untuk Meningkatkan Masa Simpan Likopen Buah Semangka (*Citrullus Vulgaris Schard*). Jurnal Natural Science 2.(1) 35-45.
- Takayashi, A., N. Shibasaki-Kitakawa dan T. Yonemoto. 2000. Kinetic Analysis for Oxidation of Oleic Acid. J of Chem Eng Jpn. 33:481-488.
- Tirta, I. G., I. M. Ardaka dan I. D. P. Darma. 2010. Studi Fenologi dan Senyawa Kimia Pronojiwiwa (*Euchresta horsfieldii (Lesch.) Benn.*). Bul. Littro. 21(1) : 28-36
- Utami, T.S., R. Arbianti, H. Hermansyah dan A. Reza . 2009. Perbandingan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Simpup (*Dillenia indica*) dari Berbagai Metode Ekstraksi dengan Uji Anova. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia. ISBN 978-979-98300-1-2.
- Velasco, J. dan C. Dobarganes. 2002. Oxidative Stability of Virgin Olive Oil. Eur.j.lipid sci. Teknol. 104 : 661-676.
- Verleyen, T., U. Sosinska, S. Loannidou, R. Verhe, K. Dewettinck, A. Huyghebaert dan W. De Greyt. 2002. Influence of the Vegetable Oil Refining Process on free and Esterified Sterol. JAOCS. 79 (10) : 947-953.
- Wasono, M. S. E dan S. S. Yuwono. 2014. Pendugaan Umur Simpan Tepung Pisang Goreng dengan Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing dengan Pendekatan Arrhenius. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2(4): 178-187.
- Wina, E. 2008. Manfaat Senyawa Karotenoid dalam Hijauan Pakan untuk Sapi Perah. Semiloka Nasional Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas. Hlm: 124-129.
- Yuliasari, S. dan Hamdan. 2012. Karakteristik Nonemulsi Minyak Sawit Merah yang Disiapkan dengan High Pressure Hoogenizer. Prosiding InSINas : 25-28.