

**KAJIAN ANALISIS KOMPOSISI KAROTENOID PADA BUAH
KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) DARI BEBERAPA
VARIETAS**

SKRIPSI

**ANITA
A183003**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2020**

**KAJIAN ANALISIS KOMPOSISI KAROTENOID PADA BUAH
KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) DARI BEBERAPA
VARIETAS**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**ANITA
A183003**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2020**

**KAJIAN ANALISIS KOMPOSISI KAROTENOID PADA BUAH KELAPA
SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) DARI BEBERAPA VARIETAS**

**ANITA
A183003**

Oktober 2020

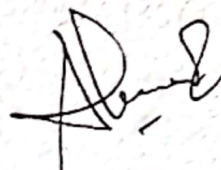
Disetujui oleh:

Pembimbing



apt. Melvia Sundalian, M.Si.

Pembimbing



Dr. Achmad Zainuddin, MS.

Kutipan atau saduran baik sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebut nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

*Skripsi ini ku persembahkan teruntuk keluargaku
tercinta terutama kedua orangtua yang tak pernah putus
asa memberikan dukungan baik material maupun
spiritual.*

ABSTRAK

Berdasarkan ketebalan *endocarp*, kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) digolongkan menjadi tiga varietas yaitu Dura, Pisifera, dan Tenera. Ketiga varietas ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda sehingga kadar CPO yang dihasilkan juga berbeda. Umumnya, minyak sawit mengandung 500–700 ppm senyawa karotenoid yang jumlahnya ekuivalen dengan 15 kali karotenoid pada wortel dan 300 kali karotenoid pada tomat. Tujuan dari artikel ini adalah membuat suatu kajian pustaka tentang komposisi karotenoid pada tiga varietas buah sawit serta metode–metode analisis karotenoid. Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi dalam pencarian literatur. Kriteria inklusi berupa hasil penelitian dengan menyatakan analisis komposisi karotenoid pada varietas sawit serta metode–metode analisis karotenoid pada CPO baik untuk kualitatif maupun kuantitatif. Kriteria eksklusi pada penelitian ini berdasarkan jurnal yang tidak membahas analisis karotenoid pada sawit, dan metode analisis karotenoid yang dilakukan pada limbah sawit. Berdasarkan hasil kajian didapatkan informasi bahwa pada tiga varietas sawit (Dura, Pisifera, dan Tenera) terdapat 11 jenis senyawa karotenoid dengan komposisi tertinggi adalah β -karoten pada rentang kadar 54,39–56,02%. Adapun metode analisis kuantitatif yang paling baik untuk memperoleh karotenoid dari CPO pada ulasan ini adalah HPLC sedangkan analisis kualitatifnya menggunakan UPLC.

Kata kunci: Kelapa sawit; CPO; karotenoid; UPLC; HPLC.

ABSTRACT

*Based on the thickness of the endocarp, oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) is classified into three varieties, namely Dura, Pisifera, and Tenera. These three varieties have different characteristics so that the levels of CPO produced are also different. In general, palm oil contains 500–700 ppm of carotenoids, which is equivalent to 15 times the carotenoids in carrots and 300 times the carotenoids in tomatoes. The aim of this article is to make a literature review of the carotenoid composition of three varieties of oil palm fruit and methods of carotenoid analysis. The method used in this article is based on the inclusion and exclusion criteria in the literature search. The inclusion criteria were the results of the research by stating the analysis of the carotenoid composition of oil palm varieties and methods of carotenoid analysis on CPO, both qualitative and quantitative. The exclusion criteria in this study were based on journals that did not discuss carotenoid analysis in oil palm, and carotenoid analysis methods carried out on palm oil waste. Based on the results of the study, it was found that in three varieties of oil palm (Dura, Pisifera, and Tenera) there were 11 types of carotenoid compounds with the highest composition being β -carotene in the content range of 54.39–56.02%. The best quantitative analysis method for obtaining carotenoids from CPO in this review is HPLC, while the qualitative analysis uses UPLC.*

Keywords: Oil palm; CPO; carotenoids; UPLC; HPLC.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Kajian Analisis Komposisi Karotenoid pada Buah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dari beberapa Varietas”**. Dibawah bimbingan apt. Melvia Sundalian, M.Si. dan Dr Achmad Zainuddin, MS.

Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada jurusan Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si. selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
2. apt. Revika Rachmaniar, M.Farm. selaku Kepala Program Studi,
3. apt. Ledianasari, M.Farm. selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis,
4. Seluruh staf dosen, staf administrasi serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
5. Serta sahabat-sahabat konversi angkatan 2018 yang telah memberikan inspirasi dan kegembiraan selama penulis kuliah di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan karena pengetahuan yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati diharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini akan memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan juga bagi pihak lain yang berkepentingan.

Bandung, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KUTIPAN	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Luaran Penelitian.....	2
1.5. Kegunaan Penelitian	2
1.6. Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kelapa Sawit.....	4
2.1.1. Uraian Kelapa Sawit	4
2.1.2. Morfologi Kelapa Sawit.....	4
2.1.3. Ekologi dan Penyebaran Tanaman Kelapa Sawit	4
2.1.4. Klasifikasi Tanaman Kelapa Sawit	5
2.1.5. Varietas Kelapa Sawit.....	5
2.2. Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit	7
2.3. Karotenoid	10
2.3.1. Sifat Fisika dan Kimia Senyawa Karotenoid	11
2.4. Ekstraksi	11
2.4.1. Definisi Ekstraksi.....	11
2.5. Metode-metode Analisis untuk Senyawa Karotenoid	12

2.5.1. Uraian Spektrofotometri UV–Vis	12
2.5.2. HPLC (<i>High Performance Liquid Chromatography</i>)	13
2.5.3. UPLC (<i>Ultra Performance Liquid Chromatography</i>)	13
2.5.4. Spektrokopi Raman.....	14
2.5.5. Spektrokopi FT–NIR.....	15
BAB III TATA KERJA	16
3.1. Alat	16
3.2. Bahan.....	16
3.3. Metode Penelitian.....	16
3.3.1. Desain Penelitian	16
3.3.2. Populasi dan Sampel.....	16
3.3.3. Variabel Penelitian.....	17
3.3.4. Metode Pengumpulan Data.....	18
3.3.5. Metode Analisis Data	18
3.3.6. Publikasi	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1. Karakterisasi Varietas Buah Sawit	20
4.2. Profil Karotenoid pada Ekstrak Minyak Kelapa Sawit	21
4.3. Metode Analisis Karotenoid pada Minyak Kelapa Sawitt	24
4.3.1. HPLC	26
4.3.2. UPLC	26
4.3.3. Spektrofotometri UV–Vis.....	27
4.3.4. Raman dan FT–NIR Spektrokopi.....	28
BAB V KESIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA..	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Varietas Berdasarkan Warna Kulit Buah.....	7
4.1 Karakteristik dari Varietas Buah Sawit	20
4.2 Komposisi Karotenoid yang Terkandung pada Ekstrak Minyak Kelapa Sawit.....	20
4.3 Proporsi Relatif Kelembaban, Lemak dan Kernel pada Tiga Varietas <i>Elaeis guineensis</i> Jacq	21
4.4 Kandungan Kadar Karotenoid dalam Minyak Sawit dari beberapa Negara.....	22
4.5 Beberapa Metode Analisis Karotenoid pada Minyak Kelapa Sawit	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Buah Kelapa Sawit	6
2.2 Alur Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit	10

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Bukti Submit Jurnal <i>Publisher</i> BRIAC	37

DAFTAR PUSTAKA

- Adadi, P., Barakova, N.V., and Krivoschapkina, E.F. 2018. "Selected methods of Extracting Carotenoids, Characterization, and Health Concerns: A Review". *J. Agric. Food Chem.* 66. 5925–5947.
- Ahmad, A.L., Chan, C.Y., Abd Shukor, S.R., Mashitah, M.D., and Sunarti, A.R. 2009. "Isolation of carotenoids from palm oil mill effluent and its use as a source of carotenoids". *Desalination and Water Treatment.* 7. 251–256.
- Aji, A., Meriatna, dan Ferani, A.S. 2013. "Pembuatan Pewarna Makanan dari Kulit Buah Manggis dengan Proses Ekstraksi". *Jurnal Teknologi Kimia Unimal.* 2(2): 1–15.
- Akram, N.M.D., and Umamahesh, M. 2018. "A Review on High Performance Liquid Chromatography (HPLC)". *International Journal For Research in Applied Science and Engineering Technology.* 6(2): 488–492.
- Albero, B., Tadeo, J.L., and Perez, R.A. 2019. "Ultrasound-assisted extraction of organic contaminants". *Trends in Analytical Chemistry.* 118. 739–750.
- Anam, C. 2010. "Ekstraksi Oleoresin Jahe (*Zingiber officinale*) Kajian Dari Ukuran Bahan, Pelarut, Waktu dan Suhu". *Jurnal Pertanian MAPETA.* 12(2): 72–144.
- Annisia, S., Musfiroh, I., dan Indriati, L. 2020. "Perbandingan Metode Analisis Instrumen HPLC dan UHPLC: Article Review". *Farmaka.* 17(3): 189–197.
- Badarinath, A.V., Mallikarjuna, A., Chetty, C.M.S., Ramkanth, S., Rajan, T.V.S., and Gnanaprakash, K. 2010. "A Review on In-vitro Antioxidant Methods Comparisons, Correlations and Consideration". *Int. J PharmTech Res.* 2(2): 1276–1285.
- Bambang. 2019. *Statistik Perkebunan Indonesia 2017–2019.* Jakarta: Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan. Hal. 3–5.
- Chiosa, V., Mandravel, C.L., Kleinjans, J., and Moonen, E.J.C. 2005. Determination of β -carotene Concentration in Orange and Apple Juice and In Vitamin Supplemented Drinks. *Analele Universitatii din Bucuresti.* 1. 253–258.
- Corley, R.H.V., and Tinker, P.B. 2003. *The Oil Palm*, 4rd ed. Oxford: Blackwell Science Ltd. P. 30–31.
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*, Ed. I. Padang: Andalas University Press. Hal. 1.

- De Almeida, D.T., Nunes, L., Conde, P.L., Rosa, R.P.S., Rogerio, W.F., and Machado, E.R. 2013. "A quality assessment of crude palm oil marketed in Bahia, Brazil". *Grasas y aceites*. 64(4): 387–394.
- Dian, N.L.H.M., Ying, W.S., Yen, F.J., Meganathan, P., Ibrahim, N.M.A.N., Hassim, N.A.M., Wasoh, H, and Ming, L.O. 2019. "Palm-Based Vitamin E (tocotrienol-rich fraction) has Excellent Stability in Chewable Tablet after One-Year of Storage at Ambient Temperature". *Journal of Oil Palm Research*. 31(4): 662–669.
- Erawati, C.M. 2006. "Kendali Stabilitas Beta Karoten Selama Proses Produksi Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.)". *Tesis*. Program Studi Ilmu Pangan. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Hal. 48–50.
- Espana, M. D., Mendonca, S., Carmona, P.A.O., Guimaraes, M.B., da Cunha, R.N.V., and Junior, M.T.S. 2018. "Chemical Characterization of the American Oil Palm from the Brazilian Amazon Forest". *Crop Sci*. 58. 1–9.
- Ezenwaka, C. J., Ezeonu, F. C., 2018. "Partial Characterization of Red Oil from Three Varieties of Palm Oil Trees (*Elaeis Guineensis*)". *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. 3. 119–122.
- Fauzi, Y., Widyastuti, Y.E., Satyawibawa, I., dan Paeru, R.H. 2008. *Kelapa Sawit*. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal. 25–35.
- Fauzi, Y., Widyastuti, Y.E., Satyawibawa, I., Paeru, R.H. 2012. *Kelapa Sawit*. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal. 29–31.
- Fitria, N. 2020. *Tinjauan Sistimatis Literatur Bidang Kesehatan*. Padang: Andalas University Press. Hal. 8.
- Gandjar, I. G. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis* Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Gusti, D.R. 2012. "Studi Pengaruh Kerusakan Beta-karoten dalam Pelarut Heksana, Aseton dan Metanol serta Tanpa Pelarut Dalam Udara Terbuka". *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 14(2): 25–28.
- Green, M., and Lima, W.A.A. 2013. "Heat treatment and germination of oil palm seed (*Elaeis guineensis* Jacq.)". *J. of Seed Sci*. 35(3): 296–301.
- Hashim, H., Yusup, S., Arlabosse, P. 2019. "Extraction of Crude Palm Oil (CPO) Using Thermally Assisted Mechanical Dewatering (TAMD) and Their Characterization during Storage". *6th International Conference on Environment (ICENV2018)* AIP Publishing. P. 030008, 1–6.
- Hayati, P.K.D; Anggasta, G.; Anwar, A. 2020. "In Physical and chemical properties of dura and pisifera genotypes of oil palm seed and its viability

- and vigor”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Padang. P. 012011, 1–9.
- Ifeanyi, O. E. 2108. “A review on palm oil supplemented diet and enzymatic antioxidants in aging”. *Int. J. Curr. Res. Med. Sci.* 4(4): 43–52.
- Iftikhar, Tan, H., and Zhao, Y. 2017. “Enrichment of β -carotene from palm oil using supercritical carbon dioxide pretreatment-solvent extraction technique”. *LWT-Food Science and Technology*. 83. 262–266.
- Jin, J., Sun, Y.W., Qu, J., Syah, R. Lim, C.H., Alfiko, Y., Rahman, N.E.B., Suwanto, A., Yue, G., Wong, L., Chua, N.H., and Ye, J. 2017. “Transcriptome and functional analysis reveals hybrid vigor for oil biosynthesis in oil palm”. *Scientific Reports*. 439(7): 1–12.
- Karlinasari, L., Sabed, M., Wistara, N.J., Purwanto, Y.A., dan Wijayanto, H. 2012. “Karakteristik spektra absorbansi NIR (Near Infra Red) spektroskopi Kayu acacia mangium willd. Pada 3 umur berbeda”. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 6(1): 45–52.
- Karnjanawipagul, P., Nittayyanuntawech, W., Rojsanga, P., and Suntornsuk, L. 2010. “Analysis of β -carotene in Carrot by Spectrophotometry”. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Science*. 37(12): 8–16.
- Kemeperin RI. 2007. *Gambaran Sekilas Industri Minyak Kelapa Sawit*. Jakarta: Sekretariat Jenderal. Hal. 20.
- Kementrian Perdagangan RI. 2013. *Market Brief Kelapa Sawit, Kelapa Sawit dan Olahannya*. Jakarta: Kementrian Perdagangan RI. Hal.7.
- Kua, Y.L., Gan, S., Morris, A., and Ng, H.K. 2018. “Optimization of simultaneous carotenes and vitamin E (tocols) extraction from crude palm olein using response surface methodology”. *Chemical Engineering Communications*. 205(5): 596–609.
- Kumar, P.N., Babu, B. K., Mathur, R. K and Ramajayam, D. 2018. *Genetic Engineering of Oil Palm In: Genetic Engineering of Horticultural Crops Rout*. Cambridge: Academic Preess, Elsevier. P. 169–191.
- Lai, O.M., Tan, C.P., and Akoh, C.C. 2012. *Palm Oil Production, Processing, Characterization, and Uses*. Urbana: AOCS Press. P. 473.
- Lee, W. J., Tan, C. P., Sulaiman, R., and Chong, G. H. 2018. “Solubility of red palm oil in supercritical carbon dioxide: Measurement and modelling”. *Chin. J. Chem. Eng.* 26. 964–969.
- Monde, A.A., Michel, F., Carbonneau, M.A., Tiahou, G., Vernet, M.H., Duvernay, S.E., Badiou, S., Adon, B., Konan, E., Sess, D., and Cristol, J.P.

2009. "Comparative study of fatty acid composition, vitamin E and carotenoid contents of palm oils from four varieties of oil palm from Cote d'Ivoire". *J Sci Food Agric.* 89. 2535–2540.
- Moreira, L.M., Silveira Jr, L., Santos F.V., Lyon, J.P., Rocha, R., Zangaro, R.A., Villaverde, A.B., and Pacheco, M.T.T. 2008. Raman Spectroscopy: a Powerful Technique for biochemical analysis and diagnosis. 22. P. 1–19.
- Murphy, D.J. 2014. "The Future Oil Palm As a Major Global Crop: Opportunities and Challenges". *Journal of Oil Palm Research.* 26(1): 1–24.
- Nagendran, B., Unnithan, U.R., Choo, Y.M., and Sundram, K. 2000. "Characteristics of red palm oil alpha-carotene and vitamin E-rich refined oil for food uses". *Food Nutrition Bul.* 21(2): 189–194.
- Naher, L., Yusuf, U.K., Ismail, A., Tan, S.G., and Mondal, M. 2013. "Ecological status of Ganoderma and basal stem rot disease of oil palms (*Elaeis guineensis* Jacq.)". *Australian Journal of Crop Science.* 7(11): 1723–1723.
- Ng, H.M., and Choo, Y.M. 2016. "Improved Method for the Qualitative Analyses of Palm Oil Carotenes Using UPLC". *Journal of Chromatographic Science.* 54(4), 633–638.
- Nokkaew, R., Punsuvon, V., Inagaki, T., and Tsuchikawa, S. 2019. "Determination of Carotenoids and DOBI Content in Crude Palm Oil by Spectroscopy Techniques: Comparison of Raman and FT-NIR Spectroscopy". *International Journal of GEOMATE.* 16(55): 92– 98.
- Obibuzor, J.U., Asiriwuwa, N.U., Onyia, D.C., Okogbenin, E.A., Okunwaye, T., Odewale, J.O., Anemene, H. 2017. "a comparative study of the carotene contents of nigerian oil palm fruit forms and types and its implication in industry". *ChemTech Journal.* 12. 51–56.
- Ofori-Boateng, C., and Lee, K.T. 2013. "Sustainable utilization of oil palm wastes for bioactive phytochemicals for the benefit of the oil palm and nutraceutical industries". *Phytochem Rev.* 12. 173–90.
- Oliver, J. dan Palou, A. 2000. "Chromatographic Determination of Carotenoids in Foods". *J. Chromatogr.* 881: 543–555.
- Pra, V.D., Lunelli, F.C., Vendruscolo, R.G., Martins, R., Wagner, R., Jr, A.P.L., Freire, D.M.G., Alexandri, M., Koutinas, A., Mazutti, M.A., and Rosa, M.B.D. 2017. "Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from palm pressed fiber with high antioxidant and photoprotective activities". *Ultrasonics Sonochemistry.* 36. 362–366.
- Rahayu, P., Fathonah, S., dan Meddiati, F. 2012. "Daya Terima dan Kandungan Gizi Makanan Berbahan Dasar Ubi Jalar Ungu". *FSCE.* 1(1): 2252–6587.

- Raisawati, T. 2010. "Monitoring Keragaan Bibit Kelapa Sawit Di Pembibitan Utama". *Akta Agrosia*. 13(1): 29–34.
- Roomi, M. W., Niedzwiecki, A., and Rath, M., 2018. "Scientific Evaluation of Dietary Factors in Cancer". *J. Nutri Med diet Care*. 4(1): 1–13.
- Shaikh, S.S., Sayyed, R.Z., and Reddy, M.S. 2016. "Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: An Eco-friendly Approach for Sustainable Agroecosystem". *Plant, Soil and Microbes*. 182–194.
- Schwanninger, M., Rodrigues J.C., and Fackler, K. 2011. "A review of band assignments in near infrared spectra of wood and wood components". *JNIRS*. 19. 287–308.
- Saini, R.K., and Keum, S.Y., 2018a. "Significance of Genetic, Environmental, and Pre- and Postharvest factors Affecting Carotenoid Contents in Crops: A Review". *J. Agric. Food Chem*. 66. 5310–5324.
- Saini, R.K., and Keum, S.Y. 2018b. "Carotenoid extraction methods: A review of recent development". *Food Chemistry*. 240. 90–103.
- Setiawati, U., Sitepu, B., Nur, F., Forster, and B.P., Dery, S. 2018. *Crossing in Oil Palm A Manual*. Wallingford: CABI. P. 4, 11.
- Sheliya, K. G., and Shah, K. V. 2013. "Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC): A Modern Chromatography Technique". *An International Journal of Pharmaceutical Sciences*. 4(3): 78–99.
- Shi, P., Wang, Y., Zhang, D., Htwe, Y.M., and Ihase, L.O. 2019. "Analysis on Fruit Oil Content and Evaluation on Germplasm in Oil Palm". *HortScience*. 5(8): 1275–1279.
- Sibuea, P. 2014. *Minyak Kelapa Sawit, Teknologi dan Manfaatnya Untuk Pangan Nutrasetikal*. Jakarta: Erlangga.
- Smith, E., and Dent, G. 2005. Modern Raman Spectroscopy – A Practical Approach. *JRS*. 36. 835.
- Sinaga, A.G.S., and Siahaan, D. 2019. "Antioxidant Activity of Bioactive Constituents from Crude Palm Oil and Palm Methyl Ester". *Int J Oil Palm*. 2(1): 46–52.
- Singh, R., Low, E.-T.L., Ooi, L.C.-L., Ong-Abdullah, M., Ting, N.-C., Nagappan, J., Nookiah, R., Amiruddin, M.D., Rosli, R., and Manaf, M.A.A. 2013. "The oil palm SHELL gene controls oil yield and encodes a homologue of SEEDSTICK". *Nature*. 500(7462): 340–344.

- Siregar, H.A., Yenni, Y., Setiowati, R.D., Supena, N., Suprianto, E., and Purba, A.B. 2020. "Cameroon Virescens Oil Palm (*Elaeis guineensis*) from IOPRI's Germplasm". *Journal of Agricultural Science*. 42(2): 283–294.
- Suandi, A., Supardi, N.I., Puspawan, A. 2016. "Analisa Pengolahan Kelapa Sawit dengan Kapasitas Olah 30 ton/jam di PT. BIO Nusantara Teknologi". *Teknosia*. 2(17): 12–19.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian dan Pengembangan, Research and Development, Untuk Bidang: Pendidikan, Manajemen, Sosial, Teknik*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, CV. Hal. 38–39, 80–81.
- Suharti, T. 2017. *Dasar-Dasar Spektrofotometri Uv-Vis Dan Spektrometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Bandar Lampung: Aura. Hal. 4.
- Sunarko. 2009. *Budidaya dan Pengolahan Kebun Kelapa Sawit Dengan Sistem Kemitraan*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Sundram, K., Sambanthamurthi, R., and Tan, Y.A. 2003. "Palm fruit chemistry and nutrition". *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 12(3): 355–362.
- Susanti, M., dan Dachriyanus. 2017. *Kromatografi Cair Kinerja Tinggi*. Padang: LPTIK UNAND. Hal. 3.
- Tai, P.H., and Brunner, G. 2019. "Extraction of Oil and Minor Compounds from Oil Palm Fruit with Supercritical Carbon Dioxide". *Processes*. 7(107): 1–10.
- Tapanwong, M., Nokkaew, R., and Punsuvon, V. 2020. "effect of combination microwave and oven drying on the chemical properties of different ripeness crude palm oil". *International Journal of GEOMATE*. 18(67): 27–32.
- United State Pharmacopeial Convention. 2015. *The United States Pharmacopeia-38 and National Formulary-33*. Rockville: United States Pharmacopeial Convention. P.2406.
- Vagi, E., Simandi, B., Vasarhelyine, K.P., Daood, H., Kery, A., Doleschall, F., and Nagy, B. 2007. "Supercritical carbon dioxide extraction of carotenoids, tocopherols and sitosterols from industrial tomato by-products". *J. of Supercritical Fluids*. 40. 218–226.
- Warono, D., dan Syamsudin. 2013. "Unjuk Kerja Spektrofotometer Untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen". *Konversi*. 2(2): 57–65.

- Wening, S., Croxford, A.E., Ford, C.S., Thomas, W.T.B., Forster, B.P., Okyere-Boateng, G., Nelson, S.P.C., Caligari, P.D.S., and Wilkinson, M.J. 2012. "Ranking the value of germplasm: New oil palm (*Elaeis guineensis*) breeding stocks as a case study". *Ann. Appl. Biol.* 160. 145–156.
- Winarsi, H. 2007. *Antioksidan alami dan radikal bebas potensi dan aplikasinya dalam kesehatan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Yap, S.C., Choo, Y.M., Ooi, C.K., Ong, A.S.H., and Goh, S.H. 1991. "Quantitative analysis of carotenes in the oil from different palm species". *Elaeis*. 3(2): 369–378.
- Zhou, X., Wang, H., Wang, C., Zhao, C., Peng, Q., Zhang, T., and Zhao, C. 2018. "Stability and in vitro digestibility of beta-carotene In nanoemulsions fabricated with different carrier oils. *Food Science & Nutrition*. 6. 2537–2544.