

Uji kadar vitamin A pada minyak goreng sawit curah dengan menggunakan metode KCKT (Kromatografi Cair Kinerja Tinggi)

Test the vitamin A content in bulk palm cooking oil using the KCKT (High Performance Liquid Chromatography) method

Olivia Regita Putri¹, Minda Azhar^{2*}

^{1,2}Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang, 25173.

Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat.

*Corresponding Author: minda@fmipa.unp.ac.id

ABSTRAK : Minyak goreng kelapa sawit merupakan salah satu bahan pokok pangan yang penggunaannya tidak bisa dilepaskan dari masyarakat. Minyak goreng kelapa sawit curah menjadi salah satu yang digemari oleh masyarakat karena harganya yang lebih murah jika dibandingkan dengan minyak goreng kemasan. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 7709:2019), minyak goreng sawit harus memiliki kadar vitamin A minimal sebesar 45 IU. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kadar dari vitamin A yang terdapat pada minyak goreng kelapa sawit curah. Analisis dilakukan dengan menggunakan KCKT dengan detektor UV-Vis pada panjang gelombang 328 nm. Hasil pengujian larutan standar vitamin A menunjukkan waktu retensi sekitar 10 menit-an, menghasilkan persamaan regresi linear $y = 2,7507x + 0,8148$ dengan nilai koefisien korelasi ($r = 0,999$), yang menunjukkan hubungan linier yang sangat kuat. Sedangkan pada hasil pengujian larutan sampel tidak menghasilkan *peak*. Hal ini, mengidentifikasi bahwa kadar vitamin A pada minyak goreng kelapa sawit curah berada dibawah batas deteksi atau tidak terdeteksi sama sekali. Dibandingkan dengan syarat mutu yang ditetapkan oleh SNI, minyak goreng sawit curah tidak memenuhi standar minimum dari vitamin A pada minyak goreng sawit. Sehingga diperlukan adanya fortifikasi yang lebih terhadap minyak goreng curah untuk menjamin kandungan gizi yang sesuai dengan SNI.

Kata kunci : vitamin A; KCKT; minyak sawit; standar SNI.

ABSTRACT: Palm cooking oil is one of the staple foodstuffs whose use cannot be separated from the community. Bulk palm cooking oil is one of the favorites among the public because the price is cheaper when compared to packaged cooking oil. Based on the Indonesian National Standard (SNI 7709:2019), palm cooking oil must have a minimum vitamin A content of 45 IU. This study was conducted with the aim of determining the level of vitamin A contained in bulk palm cooking oil. The analysis was carried out using KCKT with a UV-Vis detector at a wavelength of 328 nm. The test results obtained a standard vitamin A solution showing a retention time of approximately 10 minutes, resulting in a linear regression equation $y = 2.7507x + 0.8148$ with a correlation coefficient value ($r = 0.999$), which indicates a very strong linear relationship. Meanwhile, the test results of the sample solution did not produce a peak. This indicates that the vitamin A content in bulk palm cooking oil is below the detection limit or not detected at all. Compared to the quality requirements set by the Indonesian National Standard (SNI), bulk palm cooking oil does not meet the minimum vitamin A standards for palm cooking oil. Therefore, further fortification of bulk cooking oil is necessary to ensure nutritional content meets SNI requirements.

Keywords: vitamin A, KCKT, palm oil, SNI standard

1. PENDAHULUAN

Vitamin A atau yang dikenal dengan nama lain retinol merupakan salah satu senyawa yang memiliki manfaat penting bagi kesehatan. Vitamin A memiliki peran penting dalam menjaga fungsi fisiologis, menjaga kesehatan mata, kekebalan tubuh, pertumbuhan dan diferensiasi sel epitel, sistem reproduksi, dan menjaga sistem kekebalan tubuh (Shastak and Pelletier, 2024). Vitamin A memiliki sifat antioksidan dan antifibrotik (Pickett-Blakely, Young and Carr, 2018). Vitamin A dapat diperoleh dari dua sumber utama, yaitu sumber hewani dan tumbuhan. Sumber hewani vitamin A umumnya berupa retinol yang terdapat pada produk susu, telur, daging, dan ikan berlemak. Sedangkan sumber tumbuhan vitamin A adalah karotenoid, seperti beta-karoten yang banyak ditemukan pada wortel, labu, dan buah-buahan berwarna kuning atau orange (kementerian kesehatan, 2016).

Berdasarkan bentuknya, vitamin A memiliki dua bentuk utama yaitu vitamin A *preformed* dan keratenoid provitamin A. Vitamin A *preformed* terdiri dari retinol dan retinil ester, sedangkan keratenoid provitamin terdiri dari β -karoten. Pada produk hewani vitamin A *preformed* dapat menyediakan $\geq 70\%$ dari asupan vitamin A harian. Karotenoid provitamin A banyak ditemukan pada buah dan sayuran menghasilkan $\leq 30\%$ asupan vitamin A harian yang dapat dibelah dan dimetabolisme menjadi retinol setelah

terjadinya penyerapan oleh usus halus (Reboul, 2013).

Vitamin A pada kandungan bahan makanan menjadi salah satu syarat mutu dari bahan. Diantara bahan pokok harian yang tidak bisa lepas dari kehidupan masyarakat yaitu minyak goreng. Minyak goreng sawit merupakan bahan pangan yang paling umum digunakan masyarakat sebagai bahan kebutuhan pokok (Juniarto and Isnasia, 2021). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 7709:2019 minyak goreng sawit merupakan bahan pangan dengan komposisi utama tersusun dari trigliserida yang berasal dari kelapa sawit, tanpa adanya perubahan kimia, termasuk hidrogenasi, pendinginan dan telah melalui proses pemurnian dengan penambahan vitamin A (Badan Standardisasi Nasional, 2012).

Pada dasarnya minyak dari sawit dibagi menjadi dua CPO (*Crude Palm Oil*) dan PKO (*Palm Kernel Oil*). CPO merupakan minyak sawit yang berasal dari bagian serbuk kelapa sawit, sedangkan PKO merupakan minyak yang berasal dari inti sawit. Minyak sawit banyak digunakan sebagai goreng karena memiliki komponen penyusun yang sama dengan minyak kelapa umumnya (Husnah, Nurlela and Wahyudi, 2020).

Minyak goreng kelapa sawit merupakan minyak hasil olahan dari CPO dengan melalui proses *refinery* dan fraksinasi. Proses *refinery* terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu *degumming*, *bleaching*, dan *deodorizing*. *Degumming*

merupakan proses penghilangan getah yang ada di dalam CPO. *Bleaching* adalah proses penyerapan sisa asam fosfat yang digunakan pada proses *degumming* dan proses penyerapan pengotor yang ada di CPO. *Deodorizing* adalah proses penghilangan komponen komponen volatil dan sebagian besar karotenoid yang terkandung di dalam CPO. Setelah melalui proses *refinery*, hasil akhir dari proses *refinery* disebut *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO) (Wulandari *et al.*, 2011).

Proses fraksinasi terbagi menjadi dua tahap besar, yaitu kristalisasi dan filtrasi (Shahidi and Zhong, 2015). Pada tahap kristalisasi RBDPO akan didinginkan secara perlahan untuk membentuk kristal-kristal lemak pada minyak. Kristalisasi merupakan salah satu proses yang menjadi *critical control point* karena jika kristal yang terbentuk terlalu kecil maka akan menyebabkan keruhan pada produk akhir pada saat produk berada di pasaran. Sebaliknya, jika kristal yang terbentuk terlalu besar maka akan menyebabkan olein (minyak goreng) yang dihasilkan akan berkurang karena ada olein yang terjebak pada struktur kristal lemak. Selain itu, proses filtrasi juga merupakan *critical control point*. Membran filter yang robek atau bocor akan menyebabkan kristal-kristal lemak tidak dapat tersaring dengan sempurna dan jika itu terjadi maka proses harus diulang dari tahap kristalisasi (Veronika and Sihotang, 2023).

Penentuan syarat mutu dari minyak goreng sawit didasarkan pada SNI No. 7707: 2019. Kadar vitamin A pada minyak goreng sawit minimal 45 IU (Badan Standar Nasional Indonesia, 2019) Penelitian ini dilakukan dengan pengujian dengan objek minyak goreng sawit curah. Minyak goreng sawit curah merupakan minyak sawit yang telah melewati proses pemurnian, pemutihan dan penghilangan bau. Minyak goreng curah dijual tanpa adanya label yang memuat informasi kandungan dan komposisi yang terkandung dalamnya. Minyak goreng ini juga digemari oleh masyarakat karena harganya yang lebih murah jika dibandingkan dengan minyak goreng bermerek. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kandungan kadar vitamin A pada minyak goreng sawit berdasarkan syarat mutu standar nasional minyak goreng sawit (SNI) dengan menggunakan metode KCKT. Metode ini merupakan teknik analisis yang digunakan untuk memisahkan, mengidentifikasi, dan mengukur kandungan komponen dalam campuran larutan (Zulfa, 2016). KCKT memanfaatkan aliran fase bergerak yang digerakkan oleh tekanan melalui kolom yang diisi dengan fase diam (Rodriguez *et al.*, 2020). Pemisahan ini didasarkan pada perbedaan afinitas senyawa terhadap fase diam dan fase gerak (Mubarok, 2021).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa minyak goreng kelapa sawit curah, standar vitamin A Asetat, asam asetat glasial, etanol 96%, tetrahidrofuran (THF), kristal asam pirogalat, metanol, larutan KOH 50%, dengan sampel berupa minyak goreng sait. Alat yang digunakan berupa seperangkat alat KCKT, neraca analitik, labu didih, pipet tetes, corong pisah, labu ukur, gelas ukur, dan pipet ukur.

2.2 Prosedur

2.2.1 Pembuatan Larutan

Pembuatan larutan fase gerak dilakukan dengan menambahkan 860 mL metanol dan 140 ml aquabides. Larutan tetrahidrofuran: etanol (50:50) sebanyak 1L dilakuan dengan campurkan 500 mL larutan tetrahidrofuran (THF) dan 500 mL etanol 95 %, kemudian kocok hingga homogen. Larutan KOH 50 % dibuat dengan masukkan 500 g pellet KOH dalam labu ukur 1.000 mL dan encerkan dengan aquades sampai tanda tera (Badan Standardisasi Nasional, 2012).

2.2.2 Larutan Standar Vitamin A 15 $\mu\text{g/mL}$ (500 IU/mL) dengan menggunakan retinil A Asetat

Sebanyak 50 mg vitamin A asetat dilarutkan dalam labu ukur berwarna gelap 100 mL. larutan ditambahkan dengan sedikit aseton (kurang dari 3 mL) dan etanol 95%. Kemudian simpan pada ruang gelap dengan suhu 4°C (Badan

Standardisasi Nasional, 2012).

2.2.3 Larutan Deret Standar Vitamin A

Deret larutan standar dibuat dengan tiga variasi yang berbeda (Badan Standardisasi Nasional, 2012).

- Larutan induk vitamin A 5 mL dalam labu ukur 250 mL ditambahkan 25 mL etanol 95% dan 40 mg asam pirogalat.
- Larutan standar vitamin A 3 mL dalam labu ukur 250 mL ditambahkan 33 mL etanol 95% dan 40 mg asam pirogalat.
- Larutan standar vitamin A 2 mL dalam labu ukur 250 mL ditambahkan 37,5 mL etanol 95% dan 40 mg asam pirogalat.

2.2.4 Ekstraksi Dan Penyabunan

Bahan uji sebanyak 2gr dalam Erlenmeyer ditambahkan 40 mL etanol 95 % dan asam pirogalat (± 50 mg) sebagai antioksidan lalu homogenkan (Badan Standardisasi Nasional, 2012). Sebanyak 10 mL KOH 50% dalam setiap Erlenmeyer dan biarkan selama 30 menit sambil digoyang setiap 10 menit. Kemudian ditambahkan dengan 10 mL asam asetat glasial menetralkan KOH. Aduk rata dan diamkan pada suhu ruang. Larutan dimasukan dalam labu ukur 100 mL warna gelap dan ditambahkan dengan THF- etanol 95 % sampai tanda batas. Larutan disimpan pada suhu ruang selama 1 jam guna mengendapkan asam lemak yang terbentuk selama proses penyabunan (Badan Standardisasi Nasional, 2012).

2.2.5 Penetapan Vitamin A dengan KCKT

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan KCKT dengan menginjektikan larutan standar vitamin A yang telah melalui proses penyabunan. Atur fase gerak mendapatkan resolusi 1,5 atau lebih baik untuk bentuk cis dan trans, serta sensitivitas detektor untuk memberikan *peak* 50 % - 90 % dari skala penuh untuk standar konsentrasi tinggi. Injeksi standar sampai diperoleh puncak tertinggi dan larutan sampel (Badan Standardisasi Nasional, 2012).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kadar vitamin A pada minyak goreng sawit curah dilakukan dengan menggunakan metode KCKT. Prosedur analisis yang dilakukan mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) 7709:2019 untuk minyak goreng sawit.

Pemilihan minyak goreng sawit dilakukan karena minyak goreng sawit merupakan salah satu bahan pokok yang tidak bisa dipisahkan dari masyarakat. Berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia mengenai minyak goreng sawit, minyak goreng yang baik digunakan haruslah memenuhi standar mutu dari produk salah satunya Vitamin A dengan batasan minimal yaitu sekitar 45 IU/mL.

Pada sampel dilakukan pengujian secara duplo, dengan tujuan untuk memastikan bahwa kerja ataupun prosedur yang dilakukan sudah benar dengan membandingkan hasil yang diperoleh

sebelumnya. Percobaan ini dimulai dengan pembuatan larutan yang akan digunakan selama percobaan. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan larutan baku standar vitamin A 15 µg/ML (500 IU/mL). Vitamin A asetat 50 ml dilarutkan dengan menggunakan aseton dan etanol 95% pada labu berwarna gelap. Penggunaan labu gelap ini bertujuan untuk meminimalisir terjadinya oksidasi vitamin, karena vitamin A memiliki sensitivitas yang sangat tinggi terhadap cahaya dan mudah mengalami oksidasi. Selain itu, penggunaan labu gelap juga berfungsi untuk menghindari terjadinya reaksi fotodegradasi pada vitamin A asetat. Reaksi ini dapat memicu terbentuknya senyawa lain yang tidak diinginkan dan mengganggu hasil analisis. Sedangkan untuk penggunaan aseton dan etanol dilakukan karena vitamin A merupakan senyawa lipid-soluble (larut dalam lemak) yang lebih mudah larut dalam pelarut yang bersifat nonpolar seperti aseton dan semipolar seperti etanol.

Tahap selanjutnya, dilakukan pembuatan larutan standar deret vitamin A dengan beberapa konsentrasi dan komposisi larutan baku Vitamin A yang berbeda-beda. Tujuan dari pembuatan larutan deret standar ini yaitu untuk menghasilkan suatu referensi yang konsentrasi yang diketahui secara pasti. Larutan inilah yang nantinya akan digunakan untuk membandingkan dengan sampel yang diuji. Tahap selanjutnya dilanjutkan dengan pembuatan sampel uji.

Sebanyak 2g minyak goreng curah ditambahkan etanol. Penambahan etanol berfungsi untuk melarutkan minyak, dan ditambahkan dengan asam pirogalat sebagai antioksidannya. Kemudian campuran ditambahkan dengan KOH 50% dan didiamkan. Penambahan KOH berfungsi untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi Vitamin A dengan meningkatkan polaritas fase air dan menghidrolisis ikatan ester yang terdapat pada vitamin A, dengan cara melepaskan vitamin A dalam bebas agar lebih mudah diekstraksi dan dianalisis (Sroy *et al.*, 2023). Kemudian ditambahkan dengan asam asetat glasial yang berfungsi menetralkan KOH, aduk dan biarkan hingga suhu ruang kan pindahkan pada labu gelap 100 mL dan ditera dengan menggunakan THF- etanol. Larutan yang terbentuk didiamkan 1 jam hingga 1 hari.

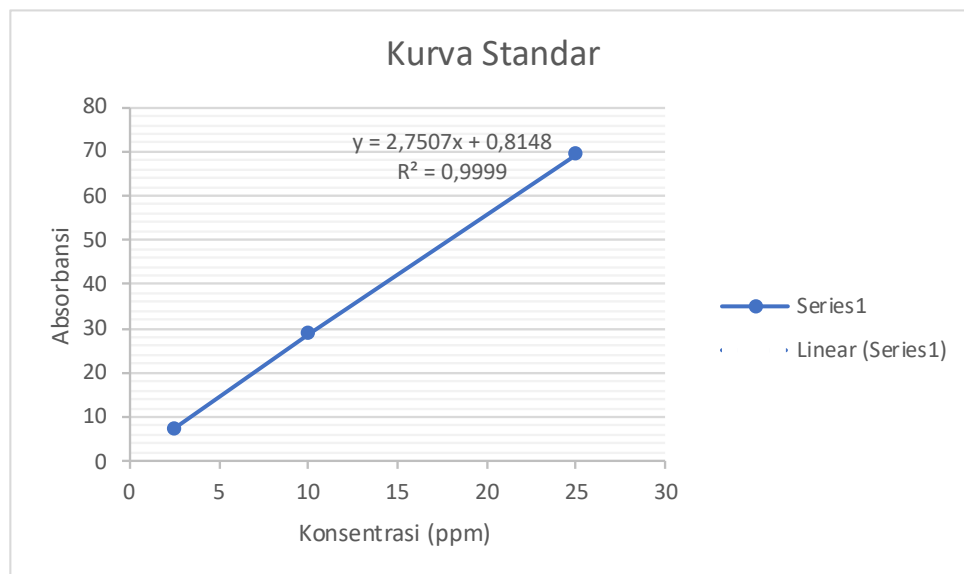
Sampel yang telah didiamkan dilakukan pembacaan dengan menggunakan KCKT metanol dan air sebagai fase gerak. Prinsip dasar dari pemisahan KCKT yaitu didasarkan pada sifat kepolaran dan interaksi antara fase diam dan fase geraknya. Prinsip KCKT melibatkan deteksi senyawa berdasarkan pada kemampuan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu. Setiap senyawa memiliki kromofor (gugus fungsi) tertentu. Vitamin A memiliki kemampuan penyerapan cahaya pada panjang gelombang sekitar 328 nm (Kane and Napoli, 2010). Detektor yang digunakan

pada pengujian ini yaitu UV-VIS. Detektor ini berfungsi untuk mendeteksi senyawa berdasarkan pada kemampuan penyerapan cahaya ultraviolet atau cahaya tampak. Keunggulan dari detektor UV-Vis yaitu tidak sensitif terhadap senyawa tanpa kromofor, dengan kata lain senyawa yang tidak memiliki kromofor tidak dapat terdeteksi melalui UV-Vis. Sehingga diperoleh linieritas dari larutan standar vitamin A (Tabel 1) dan didapat nilai regresi linier dari standar vitamin A yaitu $y=2,7507x +0,8148$ dengan nilai $r = 0,999$ (Grafik 1).

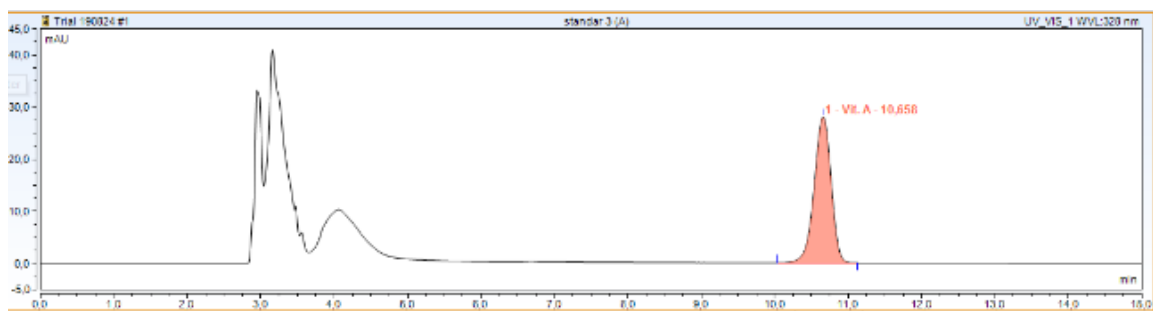
Dari pembacaan sampel yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwasanya pada minyak goreng sawit curah tidak mengandung vitamin A. Keberadaan vitamin A dapat diketahui dengan adanya *peak* yang terbaca pada kromatogram. Hal ini juga dapat diketahui dengan cara membandingkan hasil pembacaan sampel dengan hasil pembacaan pada larutan standar, dimana pada larutan standar diperoleh adanya *peak* pada menit ke-10 (Gambar. 1) yang menunjukkan adanya kandungan vitamin A pada larutan standar, sedangkan pada sampel minyak goreng sawit tidak memunculkan *peak* pada saat pengukuran (Gambar 2). Hasil pembacaan dari deret larutan standar dan sampel disajikan dalam tabel (Tabel 2).

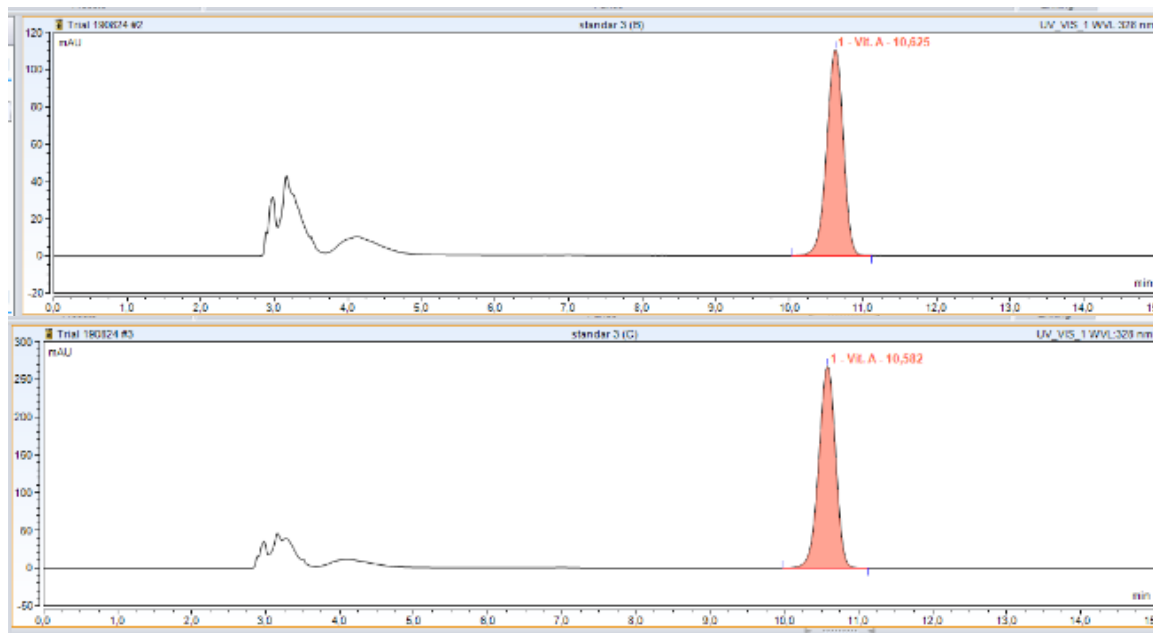
Tabel 1. Linieritas dari larutan standar vitamin A

C (IU/mL) (x)	Absorbansi (y)
2,5	7,423
10	28,724
25	69,447
Slope (a)	2,7507
Inter (b)	0,8148
R	0,9999
R ²	0,9999

**Grafik 1. Diagram kurva standar vitamin A****Tabel 2. hasil pembacaan larutan standar vitamin A**

Sampel	Konsentrasi	V(mL)	Fp	W(mg)	Waktu retensi (mnt)	VIT.A (IU/mL)
A	0,29621	100	1	2,0093	10,658	0
B	0,29621	100	1	2,0093	10,625	0
C	0,29621	100	1	2,0164	10,582	0

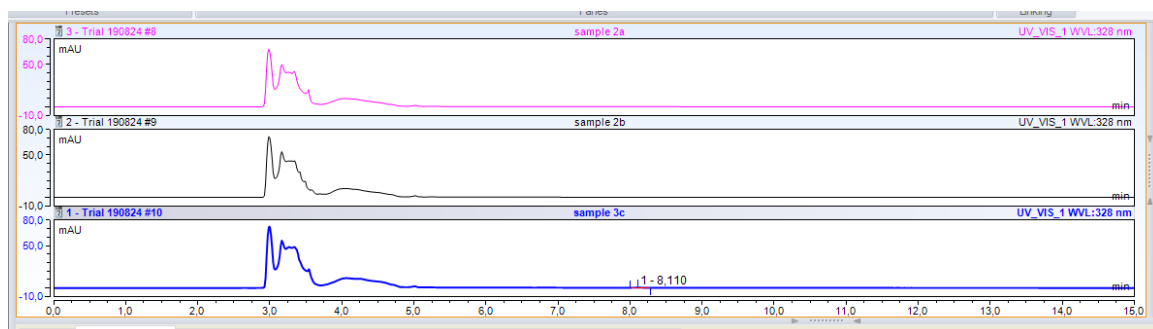




Gambar 1. Hasil pembacaan deret larutan standar

Tabel 3. Hasil pengukuran dari sampel minyak goreng sawit

Sampel	Berat (g)	Vol (mL)	PkHT	Vitamin A (IU)
MGS 1	2,0093	100	0	0
MGS 2	2,0093	100	0	0
MGS 3	2,0050	100	0	0



Gambar 2. Hasil pembacaan larutan sampel minyak goreng sawit curah

Adanya vitamin A dari standar dan sampel dapat dilihat dari adanya *peak* pada hasil injeksi. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai vitamin A pada minyak goreng yaitu 0 IU. Jika dibandingkan dengan standar mutu, minyak goreng ini belum memenuhi persyaratan, dimana batas minimum minyak goreng yang bagus

yaitu memiliki kandungan vitamin A minimal 45 IU. Pada dasarnya, kelapa sawit memiliki kandungan vitamin A, tetapi kandungan vitamin A menghilang selama proses pengolahan minyak kelapa sawit terutama beta-karoten yang merupakan prekursor vitamin A. Vitamin A sendiri merupakan vitamin yang memiliki

sensitivitas yang tinggi terhadap cahaya, panas dan mudah mengalami oksidasi. Beberapa tahapan pembentukan minyak goreng sawit yang dapat menghilangkan vitamin A diantaranya *Bleaching* (pemutihan), *Deodorisasi*, dan *refining* (Alhaji *et al.*, 2024).

Proses *Bleaching* dilakukan dengan tujuan menghilangkan warna alami dari minyak sawit yang bewarna kekuningan atau kemerahan menjadi lebih jernih. Pada proses ini melibatkan penggunaan batu penyerap yang akan menyerap pigmen warna, termasuk beta-karoten (Astuti, Amin and Aprimal, 2006). *Deodorasi* berfungsi untuk menghilangkan bau dan rasa yang tidak sedap pada minyak, sedangkan *refining* dilakukan untuk menghilangkan asam lemak bebas, fosfatida, dan kotoran lainnya. Kedua proses ini dilakukan pada suhu yang tinggi yang dapat merusak kandungan vitamin A pada minyak (Sumarna *et al.*, 2022).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keberadaan vitamin A pada minyak goreng sawit curah ini dapat dilakukan dengan melakukan fortifikasi (Hasibuan, 2016). Fortifikasi merupakan proses penambahan vitamin A pada minyak goreng sawit. Fortifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan retinyl palmitat (atau kombinasi dengan β -karoten) karena lebih stabil terhadap panas (Martianto, Andarwulan and Putranda, 2018). Kegiatan ini dilakukan dengan maksud agar kebutuhan dari vitamin A pada tubuh tetap terjaga dan

meminimalisir terjadinya resiko lain yang diakibatkan karena kurangnya Vitamin A pada tubuh.

KESIMPULAN

Berdasarkan uji yang telah dilakukan diperoleh data pada minyak goreng sawit curah tidak mengandung vitamin A. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai regresi linear $y = 2,7507x + 0,8148$ dengan nilai $r^2 = 0,999$ dengan waktu kemunculan *peak* pada menit ke-10 pada larutan standar. Sedangkan pada perhitungan kadar vitamin A pada minyak goreng sawit curah diperoleh 0 IU, dan tidak adanya kemunculan *peak* pada saat pembacaan. Jika ditinjau dengan SNI mengenai minyak goreng sawit (SNI 7709:2019), maka minyak goreng sawit curah belum memenuhi memenuhi standar mutu dari minyak goreng yaitu 45 IU. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan vitamin A pada minyak goreng yaitu dengan dilakukannya fortifikasi (penambahan vitamin A) pada minyak goreng sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhaji, A.M. *et al.* (2024) 'Palm Oil (*Elaeis guineensis*): A Journey through Sustainability, Processing, and Utilization', *Foods*, 13(17), p. 2814. Available at: <https://doi.org/10.3390/foods13172814>.
- Astuti, W., Amin, M. and Aprimal, A. (2006) 'Bleaching of Crude Palm Oil By Adsorption Method With Using Natural Zeolite From Lampung',

-
- Jurnal Zeolit Indonesia*, 5(2), pp. 85–88. Available at: <http://journals.itb.ac.id/index.php/jzi/article/view/1692>.
- Badan Standardisasi Nasional (2012) 'Standar Nasional Indonesia (SNI 7709:2012)'. Available at: www.bsn.go.id.
- Hasibuan, H.A. (2016) 'RETENTION OF CAROTENE AND RETINYL PALMITATE IN PALM COOKING OIL AND THE PRODUCTS FRIED IN THE OIL', *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 24(3), pp. 157–171. Available at: <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpk.s.v24i3.18>.
- Husnah, Nurlela and Wahyudi, A. (2020) 'Kualitas Minyak Goreng Sebelum Dan Sesudah Dipakai Ditinjau Dari Kandungan Asam Lemak Bebas Dan Perubahan Warna', *Jurnal Redoks*, 5(2), p. 96. Available at: <https://doi.org/10.31851/redoks.v5i2.5036>.
- Juniarto, T. and Isnasia, I.D. (2021) 'Uji Kualitas Minyak Goreng Sawit Yang Beredar Di Entikong, Kalimantan Barat', *Food Scientia : Journal of Food Science and Technology*, 1(2), pp. 117–130. Available at: <https://doi.org/10.33830/fsj.v1i2.1916.2021>.
- Kane, M.A. and Napoli, J.L. (2010) 'Quantification of Endogenous Retinoids', in, pp. 1–54. Available at: https://doi.org/10.1007/978-1-60327-325-1_1.
- kementrian kesehatan (2016) 'Panduan Manajemen Terintegrasi Suplementasi Vitamin A', (112).
- Martianto, D., Andarwulan, N. and Putranda, Y. (2018) 'RETENSI FORTIFIKAN VITAMIN A DAN β -KAROTEN DALAM MINYAK GORENG SAWIT SELAMA PEMASAKAN', *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 29(2), pp. 127–136. Available at: <https://doi.org/10.6066/jtip.2018.29.2.127>.
- Mubarok, F. (2021) 'HPLC Prinsip dan Cara Kerja'.
- Pickett-Blakely, O., Young, K. and Carr, R.M. (2018) 'Micronutrients in Nonalcoholic Fatty Liver Disease Pathogenesis', *Cellular and Molecular Gastroenterology and Hepatology*, 6(4), pp. 451–462. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcmgh.2018.07.004>.
- Reboul, E. (2013) 'Absorption of vitamin A and carotenoids by the enterocyte: focus on transport proteins.', *Nutrients*, 5(9), pp. 3563–3581. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu5093563>.
- Rodriguez, E.L. et al. (2020) 'Affinity chromatography: A review of trends and developments over the past 50 years', *Journal of Chromatography B*, 1157, p. 122332. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2020.122332>.
- Shahidi, F. and Zhong, Y. (2015) 'Measurement of antioxidant activity', *Journal of Functional Foods*, 18, pp. 757–781. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.01.047>.
- Shastak, Y. and Pelletier, W. (2024) 'Delving into vitamin A supplementation in poultry nutrition: current knowledge, functional effects, and practical implications', *World's Poultry Science Journal*, 80(1), pp. 109–131. Available at: <https://doi.org/10.1080/00439339.2023.2250327>.
- Sroy, S. et al. (2023) 'Use of an experimental design to optimise the saponification reaction and the quantification of vitamins A 1 and A 2 in whole fish', *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 93(4), pp. 298–307. Available at: <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000729>.
- Sumarna, D. et al. (2022) 'Processing of Olein Fraction Red Palm Oil with Minimal Refining Method and Optimization of Deodorization Process', *Proceedings of the International Conference on Tropical Agrifood, Feed and Fuel*
-

- (ICTAFF 2021), 17(Ictaff 2021), pp. 167–175. Available at: <https://doi.org/10.2991/absr.k.220102.026>.
- Veronika, N. and Sihotang, A. (2023) 'Pengaruh Bleaching Earth Pada Proses Pemucatan Terhadap Kualitas Produksi Minyak Goreng Sawit (Palm Olein)', *Jurnal Sains dan Ilmu Terapan*, 6(1 SE-Articles), pp. 37–42. Available at: <https://doi.org/10.59061/jsit.v6i1.140>.
- Wulandari, N. *et al.* (2011) 'Sifat Fisik Minyak Sawit Kasar dan Korelasinya dengan Atribut Mutu', *J. Teknol. dan Industri Pangan*, 22(2), pp. 177–183.
- Zulfa., E.A.A.N. (2016) 'Tinjauan Literatur: Tinjauan Aplikasi HPLC(Cairan Berkinerja TinggiKromatografi) Dalam Analisis Farmasi', *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 19(5), pp. 1–23.