

Penetapan Kadar Vitamin E dalam Ekstrak n-Heksan Buah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dan CPO (*Crude Palm Oil*) dengan Metode KCKT

(Determination of Vitamin E Levels in n-Hexane Extract of Palm Fruits (*Elaeis guineensis* Jacq) and CPO (*Crude Palm Oil*) using HPLC Method)

MUSTIKA FURI ^{1*}, RAHMA DONA¹, VINCENT TRISTAN¹

¹Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau, Jalan Kamboja, Pekanbaru, Riau, 28289

Diterima 12 September 2019, Disetujui 15 Maret 2022

Abstrak: Buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan sumber alami dari vitamin E (tokoferol). Penelitian ini telah diperoleh kadar vitamin E dalam ekstrak n-heksana buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dan CPO (*Crude Palm Oil*) dengan metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). Sampel pada penelitian ini adalah buah kelapa sawit dan CPO yang diperoleh dari perkebunan dan pabrik kelapa sawit (PKS) PT.X yang berada di Kabupaten Kampar, Riau. Ekstraksi buah kelapa sawit dan CPO menggunakan metode ultrasonikasi dan saponifikasi. Pengukuran dengan KCKT diperoleh kondisi optimum berupa fase gerak asetone nitril : air (86:14), laju alir 1 mL/menit, detektor Uv-Vis pada panjang gelombang 284 nm dan diperoleh waktu retensi pada 3,488 menit. Pada penentuan kurva kalibrasi didapatkan persamaan regresi $y = 702,872x + 3273,26$ dan $r^2 = 0,9985$. Hasil penetapan kadar vitamin E pada ekstrak buah kelapa sawit dan CPO secara berurutan adalah sebesar $(469,4008 \pm 2,5879) \mu\text{g}/\text{mg}$ dan $(262,5248 \pm 6,3987) \mu\text{g}/\text{mg}$.

Kata kunci: Vitamin E, minyak kelapa sawit, CPO, KCKT.

Abstract: Palm fruit (*Elaeis guineensis* Jacq) is a natural source of vitamin E (tocopherol). This study has determined vitamin E levels in n-hexane extracts of palm fruit (*Elaeis guineensis* Jacq) and CPO (*Crude Palm Oil*) using HPLC (High Performance Liquid Chromatography) method. The subject were palm fruit and CPO obtained from plantations and palm fruit mills PT X located in Kampar district, Riau. Extraction of palm fruit and CPO using ultrasonication and saponification method. Measurement using HPLC obtained optimum conditions using mobile phase acetonitrile: water (86:14), flow 1 mL/minute, UV-Vis detector at wavelength 284 nm and obtained retention time is 3,488 minutes. Determination of the calibration curve is obtained the regression equation $y = 702,872x + 3273,26$ and $r^2 = 0,9985$. The result of the determination vitamin E levels in the palm fruit extract and CPO sequentially is $(469,4008 \pm 2,5879) \mu\text{g}/\text{mg}$ and for CPO is $(262,5248 \pm 6,3987) \mu\text{g}/\text{mg}$.

Keywords: Vitamin E, palm oil, CPO, HPLC.

*Penulis korespondensi
Email: mustikafuri@stifar-riau.ac.id

PENDAHULUAN

KELAPA sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan tumbuhan tropis yang diperkirakan berasal dari Nigeria. Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan tanaman tropis penghasil minyak nabati yang hingga saat ini diakui paling produktif dan ekonomis dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lainnya⁽¹⁾.

Kandungan dalam minyak sawit terdiri dari karoten, tokoferol (vitamin E), sterol, alkohol, triterpen, fosfolipida. Di antara kandungan tersebut yaitu karoten dan vitamin E yang berfungsi untuk menangkal radikal bebas yang selanjutnya juga bermanfaat untuk mencegah kanker, aterosklerosis, memperlambat proses penuaan serta mencegah penyakit degeneratif^(2,3).

Vitamin E berupa minyak kental jernih, berwarna kuning atau kuning kehijauan, dalam bentuk d-isomer akan terdegradasi pada suhu lebih kurang 75°C dan dalam bentuk dl-isomer terdegradasi pada suhu lebih kurang 70°C. Vitamin E tidak stabil terhadap udara dan cahaya. Vitamin E tidak larut dalam air, sukar larut dalam larutan alkali, larut dalam etanol, eter, aseton dan dalam minyak nabati, sangat mudah larut dalam kloroform⁽⁴⁾.

Buah sawit adalah sumber bahan baku CPO (*Crude Palm Oil*). CPO dihasilkan dari daging buah sawit. Pengolahan buah sawit menjadi CPO melalui tiga tahapan utama yaitu: pemanasan, perasan dan pemisahan. CPO biasanya digunakan untuk kebutuhan bahan pangan, industri kosmetik, industri kimia, dan industri pakan ternak⁽⁵⁾.

Beberapa penelitian penetapan kadar vitamin E pada kelapa sawit dengan berbagai variasi metode seperti metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) telah dilakukan⁽⁶⁾. Salah satunya menetapkan kadar vitamin E pada minyak kelapa sawit dengan KCKT menggunakan detektor UV-Vis pada tiga perlakuan pemanasan yaitu pada suhu 60°C, 70°C, dan 80°C saat proses saponifikasi dimana didapatkan hasil persen kadar vitamin E secara berurutan adalah 80%, 79%, dan 75%. Penelitian yang membandingkan kadar vitamin E pada minyak sawit merah antara metode spektrofotometri UV-Vis dengan metode KCKT detektor UV-Vis didapatkan hasil pengukuran dengan metode KCKT lebih tinggi kadar vitamin E nya dibandingkan dengan metode spektrofotometri UV-Vis⁽⁷⁾.

Penetapan kadar vitamin E total terhadap 6 jenis kelapa sawit yang berbeda di negara Kosta Rika dengan dua proses ekstraksi yaitu ekstraksi dengan tekanan dan ekstraksi kimiawi didapatkan hasil bahwa kedua proses ekstraksi tersebut tidak mempengaruhi

hasil penetapan kadar vitamin E⁽⁸⁾. Purifikasi vitamin E pada minyak kelapa sawit dengan menggunakan beberapa metode yaitu dengan metode kromatografi gas, kromatografi lapis tipis, dan KCKT dengan detektor UV-Vis. Didapatkan hasil bahwa purifikasi vitamin E dengan metode KCKT adalah yang paling optimal karena dapat memisahkan tokoferol dan tokotrienol⁽⁹⁾.

BAHAN DAN METODE

BAHAN. Asetonitril *grade for HPLC* (Merck[®]), aquabidestilata, NaCl (Merck[®]), vitamin E baku pabrik, buah kelapa sawit, *crude palm oil* (CPO), etanol 95%, metanol (Merck[®]), natrium hidroksida (Merck[®]), antioksidan BHT (Sigma aldrich), n-heksana (Bratachem), 2-propanol (Merck[®]), membran filter PTFE (Whatmann), KCKT (Shimadzu[®] Prominence 1100) dengan kolom C-18 dan detektor UV-Vis

METODE. Ekstraksi. Buah kelapa sawit segar diambil bagian mesokarp ditimbang 50 g kemudian dihaluskan, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi 500 mL n-heksana dan ditutup, diultrasonikasi selama 30 menit pada suhu ruang dan disaring dengan kertas whatman. Filtrat yang di peroleh diuapkan dengan menggunakan *rotary evaporator*.

Proses Saponifikasi dan Ekstraksi Vitamin E Ekstrak Buah Kelapa Sawit dan CPO. Ekstrak buah kelapa sawit dan CPO masing-masing sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam Erlenmeyer terpisah kemudian ditambahkan 10 mL etanol (95%), 30 mL NaOH 0,25 M, dan 25 mL BHT 0,3 M lalu ditutup dengan aluminium foil setelah itu dipanaskan di atas penangas air pada suhu 40°C sambil diaduk selama 30 menit. Setelah itu didinginkan pada suhu 5-10°C, kemudian ditambahkan larutan NaCl 0,02 M sebanyak 75 mL. Hasil kemudian dimasukkan ke dalam corong pemisah, bagian atas adalah fraksi minyak yang tak tersabunkan, bagian tengah adalah fraksi minyak yang tersabunkan, dan bagian bawah adalah fraksi air. Selanjutnya, fraksi minyak yang tak tersabunkan ditambahkan dengan 35 mL metanol dan didiamkan hingga terbagi menjadi dua fraksi. Bagian atas diambil ditambahkan dengan 10 mL n-heksana yang mengandung 1% 2-propanol. Fraksi yang larut n-heksana (bagian atas) diuapkan dengan *waterbath* pada suhu 40°C untuk dihilangkan n-heksananya.

Analisis dengan KCKT. Penetapan Panjang Gelombang Maksimum. Standar vitamin E sebanyak 500 mg dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan dilarutkan dengan metanol kemudian ditambahkan metanol hingga tanda batas menghasilkan larutan induk baku 10.000 ppm. Larutan induk baku 10.000

ppm diambil 0,1 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL menghasilkan larutan standar vitamin E 100 ppm. Larutan di ukur dengan spektrofotometer ultraviolet pada panjang gelombang 200-400 nm.

Optimasi Fase Gerak. Larutan standar vitamin E 100 ppm diinjeksikan ke dalam sistem KCKT menggunakan fase gerak asetonitril:air dengan perbandingan (86:14), (76:24), (66:34) pada laju alir 1 mL/menit.

Optimasi Laju Alir. Larutan standar vitamin E 100 ppm diinjeksikan ke dalam sistem KCKT menggunakan fase gerak pada keadaan optimal dengan laju alir 0,8 mL/ menit, 0,9 mL/ menit ,dan 1 mL/ menit.

Identifikasi Kualitatif. Sampel ekstrak buah kelapa sawit dan CPO yang telah tersaponifikasi dan baku standar vitamin E masing-masing dengan konsentrasi 100 ppm disaring dengan membran filter PTFE 0,2 μ m kemudian diinjeksikan sebanyak 20 μ L pada sistem KCKT dengan perbandingan fase gerak dan laju alir pada kondisi optimal dan pada panjang gelombang maksimum. Sampel dinyatakan mengandung vitamin E dengan membandingkan waktu retensi sampel dan baku standar vitamin E. Larutan sampel ekstrak buah kelapa sawit dan CPO masing-masing ditambahkan sedikit larutan baku vitamin E (*spiking*) kemudian diinjeksikan dan dianalisis kembali pada kondisi KCKT yang sama. Diamati luas area dan dibandingkan antara kromatogram hasil *spike* dengan kromatogram larutan sampel sebelum *spike*.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Vitamin E. Standar baku tokoferol asetat sebanyak 500 mg dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan dilarutkan dengan metanol kemudian ditambahkan metanol hingga tanda batas menghasilkan larutan induk baku 10.000 ppm. Larutan induk baku 10.000 ppm diambil 0,1 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL menghasilkan larutan standar vitamin E 100 ppm. Larutan induk baku 100 ppm dipipet sebanyak 0,5 mL; 1 mL; 2 mL; 4 mL; 8 mL dan 10 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, diencerkan dengan metanol hingga garis tanda. Dihomogenkan sehingga diperoleh konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm. Kemudian masing-masing larutan disaring dengan membran filter PTFE 0,2 μ m, dan diinjeksikan ke sistem KCKT sebanyak 20 μ L dan dideteksi pada panjang gelombang maksimum.

Uji Validasi. Ekstrak buah kelapa sawit yang telah tersaponifikasi sebanyak 500 mg kemudian ditentukan pada rentang spesifik 80%, 100% dan 120%, dari rentang spesifik tersebut ditimbang 70% sampel buah kelapa sawit dan 30% standar baku, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, dilarutkan dan dicukupkan

dengan metanol hingga garis tanda. Larutan dipipet sebanyak 0,1 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, dan dicukupkan dengan metanol hingga garis tanda sehingga diperoleh larutan 100 ppm. Dihomogenkan lalu disaring dengan membran filter PTFE 0,2 μ m. Sampel sebanyak 20 μ L diinjeksikan ke sistem KCKT dan dideteksi pada panjang gelombang maksimum dengan perbandingan fase dan laju alir pada kondisi optimal.

Untuk menguji data presisi (RSD), data % perolehan kembali diambil rata-ratanya, kemudian dihitung standar deviasi. Setelah itu, dihitung % RSD dengan cara standar deviasi dibagi rata-rata dari % perolehan kembali kemudian dikali 100%. Nilai batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) dihitung dari persamaan regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi.

Identifikasi Kuantitatif. Sampel ekstrak buah kelapa sawit dan CPO yang telah tersaponifikasi masing-masing ditimbang sebanyak 500 mg, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL secara terpisah, dilarutkan dan dicukupkan dengan metanol hingga garis tanda sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 10.000 ppm. Larutan sampel dipipet sebanyak 0,1 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, dan dicukupkan dengan metanol hingga garis tanda. Larutan dihomogenkan dan disaring dengan membran filter PTFE 0,2 μ m. Sampel sebanyak 20 μ L diinjeksikan ke sistem KCKT dan dideteksi pada panjang gelombang maksimum dengan perbandingan fase dan laju alir pada kondisi optimal.

Analisis Data. Data perhitungan kadar dianalisis secara statistik menggunakan uji t dengan tingkat kepercayaan 99%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Ekstraksi Buah Kelapa Sawit dan CPO dengan Pelarut n-Heksana. Hasil ekstrak n-heksana buah kelapa sawit dan CPO diperoleh persen rendemen 22,25% dan 97,262%. Terdapat perbedaan yang signifikan antara persen rendemen ekstrak CPO dengan ekstrak kelapa sawit disebabkan oleh bentuk dasar sampel sebelum di ekstraksi. Pada sampel CPO terdapat dalam bentuk minyak yang sebelumnya sudah mengalami proses ekstraksi dari pabrik sedangkan pada sampel buah kelapa sawit terdapat dalam bentuk buah yang pada proses ekstraksinya, seratserat dan komponen polar banyak yang dipisahkan sehingga persen rendemen pada ekstrak kelapa sawit jauh lebih rendah dibandingkan pada ekstrak CPO. Ultrasonikasi memungkinkan getaran yang sangat membantu dalam merusak kesetimbangan campuran dan mengeluarkannya dari matriks jaringan yang

mengikat. Dalam ekstraksi kelapa sawit, minyak akan lebih mudah lepas dari kantung-kantung minyak dalam jaringan sehingga terikat pada pelarut non polar⁽¹⁰⁾.

Hasil Saponifikasi dan Ekstraksi Vitamin E Ekstrak Buah Kelapa Sawit dan CPO. Ekstrak n-heksana kelapa sawit dan CPO masing-masing sebanyak 10 g disaponifikasi dan dilakukan ekstraksi vitamin E. Didapatkan ekstrak tersaponifikasi kelapa sawit sebanyak 3,6327 g dan ekstrak tersaponifikasi CPO sebanyak 6,7918 g. Proses saponifikasi berfungsi untuk memisahkan komponen tersaponifikasi (gliserol, asam lemak) yang dapat mempengaruhi determinasi vitamin E⁽⁹⁾. Proses saponifikasi dilakukan pada suhu 40°C selama 30 menit. Suhu 40°C merupakan suhu optimal dalam proses saponifikasi vitamin E pada kelapa sawit untuk menghindari terjadinya degradasi termal pada vitamin E⁽⁸⁾.

Penetapan Panjang Gelombang Maksimum.

Penentuan panjang gelombang maksimum standar baku vitamin E (dl- α tokoferol asetat) dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis didapatkan hasil 284 nm pada gambar 1. Panjang gelombang maksimum α -tokoferol asetat yang digunakan untuk analisa kuantitatif adalah 284 nm⁽¹¹⁾.

Hasil Optimasi Fase Gerak dan Laju Alir.

Optimasi metode analisis vitamin E pada kelapa sawit dan CPO meliputi penentuan fase gerak dan laju alir. Optimasi fase gerak dan laju alir dilakukan dengan menggunakan kolom C18, fase terbalik dengan panjang gelombang analisis 284 nm. Pada optimasi fase gerak, dilakukan pada fase gerak asetonitril:air dengan perbandingan 86:14, 76:24, dan 66:34 dengan laju alir 1 mL/menit. Dari hasil diperoleh perbandingan fase gerak yang terbaik yaitu pada perbandingan 86:14. Pada optimasi laju alir dilakukan pada perbandingan fase gerak asetonitril:air (86:14) dengan variasi laju alir yaitu 0,8 mL/menit, 0,9 mL/menit dan 1 mL/menit. Dari hasil yang diperoleh didapatkan laju alir 1 mL/menit adalah yang terbaik dilihat pada gambar 2.

Pemilihan fase gerak dan laju alir yang terbaik ini didasarkan pada nilai *factor tailing* yang paling mendekati simetris, nilai *theoretical plate* lebih besar dari 2000, dan puncak analit yang tidak terganggu oleh puncak pengotor lain serta waktu retensi (tR) yang cepat sehingga dapat mengefisiensi waktu analisis⁽¹²⁾.

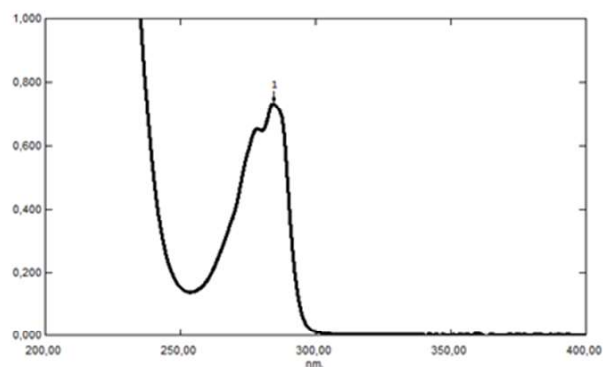
Identifikasi Kualitatif. Identifikasi kualitatif vitamin E pada ekstrak kelapa sawit dan CPO ditentukan dengan parameter waktu retensi, yaitu dengan cara membandingkan waktu retensi standar vitamin E dengan waktu retensi ekstrak kelapa sawit dan CPO. Didapatkan waktu retensi ekstrak kelapa sawit dan ekstrak CPO sama dengan waktu retensi

standar vitamin E yaitu sekitar 3,5 menit. Untuk dapat memastikan kebenaran analisis sampel mengandung vitamin E maka dilakukan *spiking* yaitu menambahkan bahan baku vitamin E ke dalam sampel dan ditentukan secara KCKT.

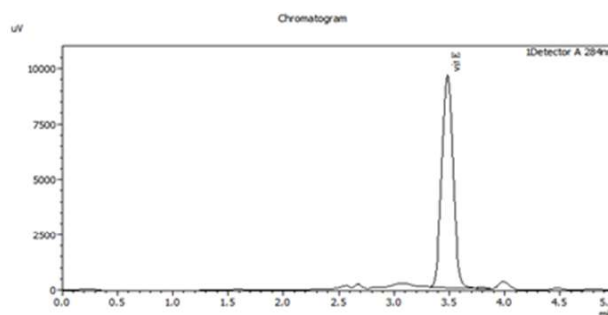
Metode *spiking* adalah suatu pengujian kualitatif untuk menentukan adanya analit dalam suatu sampel, sampel dinyatakan mengandung analit apabila terjadi peningkatan tinggi puncak⁽¹³⁾. Hasil yang diperoleh terjadi peningkatan luas area dan tinggi puncak pada kromatogram setelah penambahan standar dibandingkan dengan sebelum penambahan bahan standar pada gambar 3, maka dapat diambil kesimpulan sampel mengandung vitamin E.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Vitamin E.

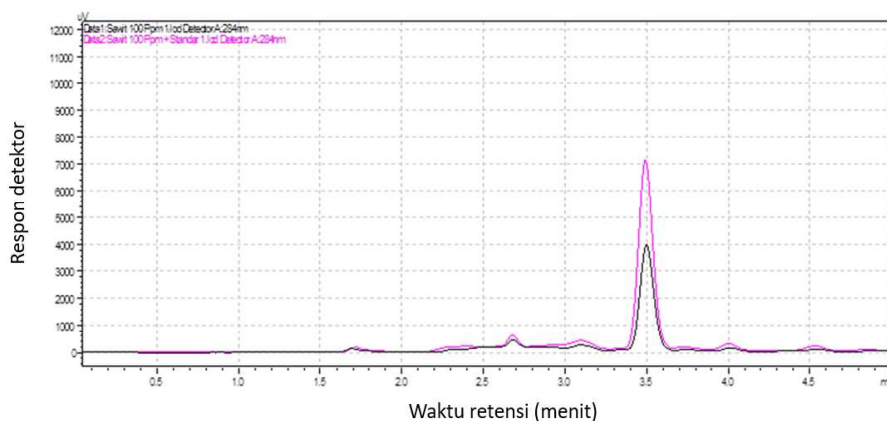
Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan dengan melihat respon KCKT terhadap larutan vitamin E. Diperoleh persamaan regresi $y = 702,872x + 3273,26$ dengan nilai koefisien korelasi yaitu 0,9985, grafik linearitas dapat dilihat pada gambar 4. Linearitas metode dapat menggambarkan ketelitian pengerjaan analisis suatu metode yang ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi sebesar >0,997. Pada perhitungan nilai V_{x0} didapatkan nilai V_{x0} sebesar 0,49%, syarat nilai V_{x0} yang baik untuk suatu persamaan regresi adalah dibawah 2%⁽¹³⁾. Maka dapat disimpulkan bahwa metode telah memenuhi pembuatan kurva kalibrasi yang baik.



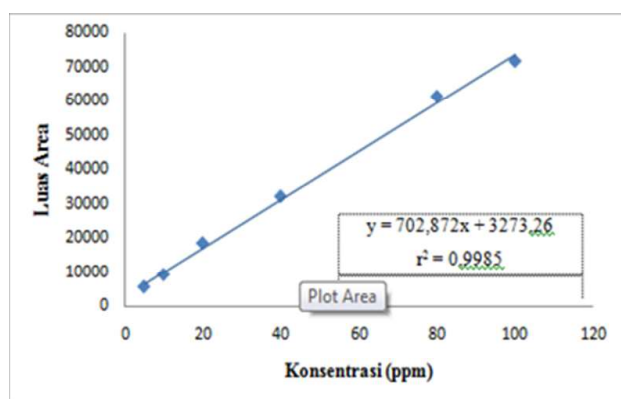
Gambar 1. Spektrum UV standar vitamin E.



Gambar 2. Kromatogram hasil optimasi vitamin E.



Gambar 3. Kromatogram identifikasi kualitatif vitamin E.



Gambar 4. Kurva kalibrasi vitamin E

Uji Validasi. Perolehan kembali analit dengan rentang spesifik 80, 100 dan 120% secara berurutan adalah 100,46; 102,68; dan 99,82% dengan nilai rata-rata 101,10%. Hasil ini dapat diterima karena memenuhi syarat uji akurasi, bahwa rentang rata-rata %perolehan kembali adalah 98-102%. Maka dapat disimpulkan bahwa metode ini mempunyai akurasi yang baik. Kecermatan hasil analisis sendiri tergantung kepada sebaran kesalahan sistematis didalam keseluruhan tahap analisis. Untuk meningkatkan kecermatan maka harus diperhatikan penggunaan peralatan yang telah dikalibrasi, menggunakan pelarut yang baik dan pelaksanaan yang cermat sesuai prosedur⁽¹¹⁾.

Uji presisi dengan parameter RSD (*Relative Standard Deviation*) diperoleh hasil analisis pada rentang spesifik 80% adalah 0,618%, pada rentang spesifik 100% adalah 1,0136% dan pada rentang spesifik 120% adalah 1,9825%, persyaratan nilai RSD yang ditentukan adalah <2%. Maka dapat disimpulkan bahwa metode analisis mempunyai presisi yang baik. Nilai presisi yang memenuhi syarat dalam suatu pengujian berarti bahwa pengujian tersebut bila diulang dengan kondisi yang sama akan memberikan hasil yang sama⁽¹³⁾.

Batas deteksi dan batas kuantitasi dihitung dari persamaan regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai LOD 2,9298

ppm dan nilai LOQ 9,7659 ppm. LOD adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang masih memberikan respon signifikan oleh instrumen analisisnya. LOQ adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang masih dapat dianalisis secara presisi dan akurasi⁽¹³⁾.

Identifikasi Kuantitatif. Identifikasi kuantitatif dilakukan terhadap ekstrak kelapa sawit dan ekstrak CPO pada konsentrasi 100 ppm. Dari hasil penelitian diperoleh kadar vitamin E yang terkandung pada ekstrak kelapa sawit adalah sebesar $(469,4008 \pm 2,5879)$ $\mu\text{g}/\text{mg}$ dan kadar vitamin E yang terkandung pada ekstrak CPO adalah sebesar $(262,5248 \pm 6,3987)$ $\mu\text{g}/\text{mg}$. Kandungan vitamin E di dalam kelapa sawit berkisar 600-1000 ppm yang merupakan campuran dari tokoferol (21-34%) dan tokotrienol (67-79%). Perbedaan kadar vitamin E pada ekstrak CPO dengan ekstrak buah kelapa sawit disebabkan oleh beberapa faktor seperti pengaruh dari suhu, udara dan cahaya. Isomer vitamin E akan rusak pada suhu 70°C. Vitamin E juga tidak stabil terhadap paparan udara dan cahaya^(12,14). CPO dalam proses pembuatannya telah mengalami berbagai faktor yang dapat merusak vitamin E yang terkandung di dalam CPO terutama dalam proses pemanasan, dimana CPO akan mengalami pemanasan pada suhu 135-150°C⁽¹⁵⁾

SIMPULAN

Penetapan kadar vitamin E dalam ekstrak buah kelapa sawit dan CPO dilakukan secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) dengan kolom C-18 dan detektor UV-Vis. Metode KCKT menggunakan perbandingan fase gerak asetonitril:air (86:14), laju alir 1 mL/menit, dideteksi pada panjang gelombang 284 nm. Kadar vitamin E pada ekstrak buah kelapa sawit yaitu sebesar $(469,4008 \pm 2,5879)$ $\mu\text{g}/\text{mg}$ dan pada ekstrak CPO yaitu sebesar $(262,5248 \pm 6,3987)$ $\mu\text{g}/\text{mg}$ dengan perbedaan kadar yang disebabkan adanya pemanasan dalam pengolahan CPO yang menyebabkan penurunan kadar vitamin E.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan kepada DIKTI yang telah mendanai penelitian ini dalam hibah Penelitian Dosen Pemula dengan No kontrak 07e.0515.P3M.STIFAR.IV.2020 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan berjalan dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

1. RPahan I. Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta: Penebar Swadaya; 2011. 68, 78, 224-229. p.
2. Siregar HA, Rahmadi HY, Wening S, Suprianto E. Komposisi asam lemak dan karoten kelapa sawit *Elaeis oleifera*, interspesifik hibrida, dan Pseudo-backcross pertama di Sumatra Utara, Indonesia. J Penelit Kelapa Sawit. 2018 Aug 1;26(2):91-101.
3. Nor Azman NH, Goon JA, Abdul Ghani SM, Hamid Z, Wan Ngah WZ. Comparing palm oil, tocotrienol-rich fraction and α -tocopherol supplementation on the antioxidant levels of older adults. Antioxidants. 2018 Jun;7(6):74.
4. Depkes RI. Farmakope Indonesia edisi IV. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995.
5. Masykur M. Pengembangan Industri Kelapa Sawit sebagai Penghasil Energi Bahan Bakar Alternatif dan Mengurangi Pemanasan Global. J Reformasi. 2013;3(2): 96–107.
6. Vachiraanan K, Rattanapisit J, Sridang P. Hybrid Processes for Extraction-separation of Tocopherols from Crude Palm Oil. J Appl Membr Sci Technol. 2008;8(1):15-20
7. Andulaai AM, Ruslan R, Ys. H, Puspitasari DJ. Studi Perbandingan Analisis Vitamin E Minyak Sawit Merah Tersaponifikasi Antara Metode Spektrofotometri UV-Vis dan KCKT. Kovalen. 2017;3(1):50.
8. Irias-Mata A, Stuetz W, Sus N, Hammann S, Gralla K, Cordero-Solano A, Vetter W, Frank J. Tocopherols, tocomonoenols, and tocotrienols in oils of costarican palm fruits: a comparison between six varieties and chemical versus mechanical extraction. . J Agri Food Chem. 2017 Aug 30;65(34):7476-82.
9. Martha SA, Karwur FF, Rondonuwu FS. Metode Purifikasi Vitamin E dari Minyak Kelapa Sawit. InProceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning 2012 (Vol. 10, No. 1).
10. Wonorahardjo S. Metode-Metode Pemisahan Kimia. Jakarta: PT Indeks; 2016. 120–121 p.
11. Gandjar IG, Rohman A. Kimia Analisis Farmasi. Pustaka Pelajar. 2007. 406 p.
12. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Farmakope Indonesia Edisi V. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. 2014.
13. Harmita H. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. Maj Ilmu Kefarmasian. 2004;117–35.
14. Damanik M, Murkovic M. The stability of palm oils during heating in a rancimat. European Food Research and Technology. 2018 Jul;244(7):1293-9.
15. Setyamidjaja D. Budi Daya Kelapa Sawit. Kanisius. 2006. p. 61–3.