

Analisis Kadar Octyl Methoxycinnamate (OMC) Dalam Sediaan Gel Tabir Surya dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis

Analysis Of Octyl Methoxycinnamate (OMC) Levels In Sunscreen Gel Using UV-Vis Spectrophotometry Method

Teta Astri Noviandari^{1*}, Aditya²

^{1,2}Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Farmasi, Universitas Gunadarma, Jl. Margonda Raya No.100, Depok 16424, Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding author: tetandari2011@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara dengan iklim tropis pada suhu sekitar 18-38°C. Indonesia mengalami kenaikan suhu sehingga disarankan untuk menggunakan tabir surya. Salah satu kandungan dalam sediaan tabir surya adalah senyawa oktil metoksisinamat yang dapat melindungi kulit dari sinar UVB. Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) menetapkan konsentrasi maksimum oktil metoksisinamat yang diizinkan sediaan kosmetik tabir surya adalah 10%. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kadar oktil metoksisinamat yang terkandung dalam sampel gel tabir surya yang beredar di Pasar Cibinong dengan metode spektrofotometri UV-Vis. Penelitian ini menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis yang telah divalidasi untuk analisis kadar oktil metoksisinamat dalam sediaan gel tabir surya. Berdasarkan hasil optimasi, didapatkan pelarut yang optimal menarik OMC adalah isopropanol yang ditunjukkan dengan persamaan linier $y = 0,1003x + 0,0111$ ($R^2 = 0,9998$). Validasi metode analisis meliputi spesifisitas yang menunjukkan standar OMC di λ_{maks} 308,5 nm; linearitas dengan konsentrasi 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 µg/mL dengan nilai $y = 0,1006x + 0,0102$ ($R^2 = 0,9999$); akurasi ditunjukkan dari persen perolehan kembali adalah 127,88%; 113,67%; 108,44%; presisi juga ditunjukkan dengan %RSD dengan pengukuran masing-masing adalah 0,4283%; 0,1255%; 0,122%; nilai BD = 0,679 µg/mL, dan nilai BK = 2,058 µg/mL. Penelitian ini menggunakan tiga buah sampel gel tabir surya yang diperoleh dari toko-toko di pasar Cibinong menunjukkan hasil bahwa semua sampel gel yang mengandung oktil metoksisinamat tidak ada yang melebihi konsentrasi yang ditetapkan, dimana sampel A sebesar 2,81%; sampel B sebesar 0,96%; dan sampel C sebesar 0,37%.

Kata kunci: Produk Kosmetik, Senyawa Filter UV, Sinar UVB, Spektrofotometer UV-Vis.

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries with a tropical climate with temperatures around 18-38°C. Indonesia is experiencing an increase in temperature so it is recommended to use sunscreen. One of the ingredients in sunscreen preparations is an octyl methoxycinnamate compound that can protect the skin from UVB rays. Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) stipulates that the maximum concentration of octyl methoxycinnamate allowed in sunscreen cosmetic preparations is 10%. The purpose of this study was to determine the levels of octyl methoxycinnamate contained in sunscreen gel samples circulating in Cibinong Market by UV-Vis spectrophotometric method. This study used the UV-Vis spectrophotometric method that has been validated for the analysis of octyl methoxycinnamate levels in sunscreen gel preparations. Based on the optimization results, it was found that the optimal solvent to attract OMC was isopropanol as shown by the linear equation $y = 0.1003x + 0.0111$ ($R^2 = 0.9998$). Validation of the analytical method includes specificity showing OMC standard at λ_{max} 308.5 nm; linearity with concentrations of 2, 3, 4, 5, 6, and 7 µg/mL with a value of $y = 0.1006x + 0.0102$ ($R^2 = 0.9999$); accuracy is shown from the percent of recovery is 127.88%; 113.67%; 108.44%; precision is also shown with %RSD with measurements are 0.4283%; 0.1255%; 0.122%, respectively; BD value = 0.679 µg/mL, and BK value = 2.058 µg/mL. This study using three sunscreen gel samples obtained from shops in Cibinong market showed that all gel samples containing octyl methoxycinnamate did not exceed the specified concentration, where sample A was 2.81%; sample B was 0.96%; and sample C was 0.37%.

Keywords: Cosmetic Product, UVB Rays, UV Filter Compounds, UV-Vis Spectrophotometer.

PENDAHULUAN

Paparan sinar matahari berlebihan dapat membahayakan kulit manusia sehingga kerusakan kulit dapat terjadi setelahnya yang berupa eritema atau kulit terbakar. Kerusakan kulit tersebut terjadi akibat paparan dalam jangka panjang yang akan memberikan efek akumulatif, seperti penuaan dini kulit dan kemungkinan terjadinya kanker kulit [1].

Berdasarkan beberapa faktor, Indonesia memiliki iklim tropis dan terletak di garis khatulistiwa, dimana hal tersebut berpengaruh pada paparan sinar matahari yang masuk. Paparan tersebut dapat mengakibatkan bahaya yaitu kerusakan pada kulit sebab radiasi sinar ultraviolet (UV), perubahan iklim juga dapat memengaruhi karena adanya pemanasan global sehingga paparan sinar UV semakin tinggi [2]. Akibat dari paparan tersebut, maka diperlukan penggunaan tabir surya sebagai perlindungan kulit dari paparan sinar UV.

Tabir surya atau *sunscreen* digunakan untuk meminimalisir kulit dari pengaruh buruk sinar matahari baik akut maupun kronik. Penggunaan *sunscreen* dapat memantulkan radiasi sinar UV pada kulit yang terpapar [3].

Tabir surya memiliki dua jenis bahan aktif berupa tabir surya kimia dan tabir surya fisika. Tabir surya kimia bekerja dengan menyerap energi radiasi sedangkan tabir surya fisika bekerja dengan memantulkan radiasi dan tidak dapat tembus cahaya. Salah satu senyawa yang dapat menyerap radiasi sinar UVB adalah oktil metoksisinamat yang merupakan turunan sinamat dari bahan alam [4].

Octyl Methoxycinnamate (OMC) merupakan salah satu senyawa kimia yang paling umum digunakan sebagai bahan aktif dalam sediaan tabir surya atau *sunscreen*. Penggunaan OMC dalam produk tabir surya sangat penting untuk melindungi kulit dari potensi kerusakan akibat paparan sinar matahari [3]. Jika di dalam tabir surya mengandung OMC maka ada potensi akumulasi radikal bebas dalam jaringan yang dapat menimbulkan efek samping sehingga ditetapkan konsentrasi maksimum OMC yang diperbolehkan dalam tabir surya, yaitu 10% dan 7,5% yang dinyatakan dalam *European Union* dan *U.S. Food and Drug Administration* [5]. Selain itu, OMC juga memiliki efek yang menyebabkan fotoalergi dan fotodermatitis, sehingga BPOM

mengeluarkan syarat kadar maksimum untuk penggunaan OMC yang diperbolehkan dalam sediaan *sunscreen*, yaitu sebesar 10% [6].

Salah satu metode yang bisa digunakan untuk menganalisis kadar OMC dalam sediaan tabir surya adalah dengan metode spektrofotometri UV-Vis yang memanfaatkan prinsip serapan cahaya oleh suatu senyawa pada panjang gelombang tertentu dalam spektrum ultraviolet hingga tampak (*visible*). Metode spektrofotometri UV-Vis adalah salah satu teknik/cara yang sering digunakan dalam analisis farmasi yang melibatkan pengukuran jumlah UV atau radiasi tampak yang diserap oleh suatu zat dalam larutan [7]. Metode spektrofotometri UV-Vis digunakan dalam penelitian ini karena merupakan salah satu metode yang sederhana, hemat biaya [4, 5], cepat, cukup spesifik serta dapat diterapkan pada sejumlah kecil senyawa [7] jika dibandingkan dengan menggunakan metode KCKT.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menetapkan kadar OMC pada sediaan gel tabir surya yang beredar di Pasar Cibinong dengan metode spektrofotometri UV-Vis yang

sebelumnya akan divalidasi terlebih dahulu.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi timbangan analitik (Ohaus, Amerika), *centrifuge* (Hettich EBA 200, Jerman), vortex (Velp RX3, China), dan spektrofotometer UV-Vis (Dynamica Halo DB-20, Australia).

Bahan yang digunakan meliputi standar oktil metoksisinamat (BPOM, Indonesia), metanol (Merck, Jerman), etanol (Merck, Jerman), isopropanol (Merck, Jerman), sediaan gel yang beredar tanpa OMC (selanjutnya disebut basis gel), sediaan gel tabir surya mengandung OMC (selanjutnya disebut sampel).

Cara Kerja

Pembuatan Larutan Induk

Larutan induk dibuat dengan konsentrasi 1000 µg/mL. Standar OMC ditimbang 100 mg ~ 100.000 µg dengan timbangan analitik, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL untuk dilarutkan dengan pelarut yang cocok ditambahkan sampai tanda batas pada labu ukur.

Optimasi Pelarut

Basis gel ditimbang 50 mg sebanyak 3 kali yang dimasukkan di

wadah terpisah dan masing-masing bagian ditambahkan OMC sebesar 10% dari bobot sediaan gel yang ditimbang. Dilakukan preparasi dengan sampel 1 dilarutkan menggunakan 10 mL pelarut isopropanol, sampel 2 dengan 10 mL pelarut metanol dan sampel 3 dengan 10 mL pelarut etanol. Dibuat seri pengenceran dengan konsentrasi 2, 3, 4, 5, dan 6 $\mu\text{g/mL}$ kemudian tiap konsentrasi diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis lalu hasil pengukuran dibuat kurva kalibrasi untuk perhitungan kadar sampel dalam optimasi pelarut.

Validasi Metode Analisis

Spesifisitas

Basis gel ditimbang 50 mg dengan OMC 50% dari basis gel yang ditimbang ditambahkan dengan pelarut optimal, kemudian untuk larutan uji lainnya hanya basis gel 50 mg dengan pelarut optimal saja. Keduanya dilarutkan dalam labu ukur 10 mL yang berbeda hingga batas kalibrasi, larutan disentrifugasi selama 10 menit. Larutan jernih yang diambil dan diukur, sebelum diukur dilakukan pengenceran 100 kali dengan mengambil 0,1 mL larutan jernih dilarutkan dengan pelarut optimal hingga 10 mL dalam labu ukur. Selanjutnya

kedua larutan uji dan larutan standar OMC diukur panjang gelombangnya dalam rentang 200–400 nm.

Linearitas

Dari larutan induk konsentrasi 1000 $\mu\text{g/mL}$, dilakukan pengenceran dengan konsentrasi 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 $\mu\text{g/mL}$. Dilarutkan dengan pelarut yang optimal. Dilakukan pengukuran absorbansi dan dibuat kurva kalibrasi.

Akurasi

Basis gel yang ditimbang 50 mg ditambahkan analit berupa OMC yang diambil dari batas maksimum OMC, yaitu 10% sehingga analit ditambahkan 5 mg dari basis gel. Pada uji akurasi menggunakan tiga konsentrasi analit berbeda, yaitu 80%, 100%, dan 120%. Kemudian ditambahkan pelarut yang optimal dalam labu ukur 10 mL hingga batas kalibrasi. Tiga konsentrasi larutan uji dilakukan enam kali pengulangan. Kemudian larutan uji tersebut disentrifugasi selama 10 menit. Selanjutnya larutan tersebut diukur absorbansinya pada panjang gelombang 310 nm dan hasil absorban dihitung persentase perolehan kembalinya.

Presisi

Basis gel yang ditimbang 50 mg ditambahkan analit berupa OMC yang diambil dari batas maksimum OMC, yaitu 10% sehingga analit ditambahkan 5 mg dari basis gel. Pada uji presisi menggunakan konsentrasi analit berbeda, yaitu 80%, 100%, 120%. Kemudian ditambahkan pelarut yang optimal dalam labu ukur 10 mL hingga batas kalibrasi. Tiga konsentrasi larutan uji dilakukan enam kali pengulangan. Kemudian larutan uji tersebut disentrifugasi selama 10 menit. Selanjutnya larutan tersebut diukur absorbansinya dalam panjang gelombang 310 nm dan hasil absorbansi dihitung %RSD.

Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi

Batas deteksi dihitung dengan mengukur respon blanko lalu dihitung simpangan baku dari respon blanko dengan rumus $LOD = \frac{3,3 \times SD}{b}$. Perhitungan nilai batas deteksi dan batas kuantitasi dengan rumus tersebut dimana SD adalah simpangan baku dari kurva kalibrasi dan b adalah slope kemiringan dari kurva kalibrasi. Batas kuantitasi dapat dihitung dengan rumus $LOQ = \frac{10 \times SD}{b}$.

Preparasi Sampel

Basis gel dilarutkan dengan pelarut optimal dalam menarik OMC secara maksimal. Sampel ditimbang 100 mg kemudian dilarutkan dengan 10 mL pelarut yang cocok dan divorteks selama 1 menit. Larutan sampel disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 4500 rpm. Larutan jernih hasil sentrifuga dipindahkan ke dalam labu ukur 10 mL dan ditambahkan pelarut yang cocok hingga tanda batas. Pindahkan sampel preparasi ke dalam kuvet dan diukur serapan maksimum sampelnya pada panjang gelombang 310 nm. Lakukan pengenceran hingga absorbansi yang dihasilkan dalam rentang 0,2 – 0,8.

Penentuan Kadar OMC dalam Sampel

Masing-masing sampel yang sudah dilarutkan dalam pelarut yang optimal diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. Dengan memasukkan larutan sampel ke dalam kuvet lalu pada komputer diatur panjang gelombangnya 310 nm sesuai literatur oktil metoksisinamat. Kemudian dihitung kadarnya dengan rumus: %Kadar = $\frac{C \times V}{M} \times 100\%$

HASIL DAN PEMBAHASAN

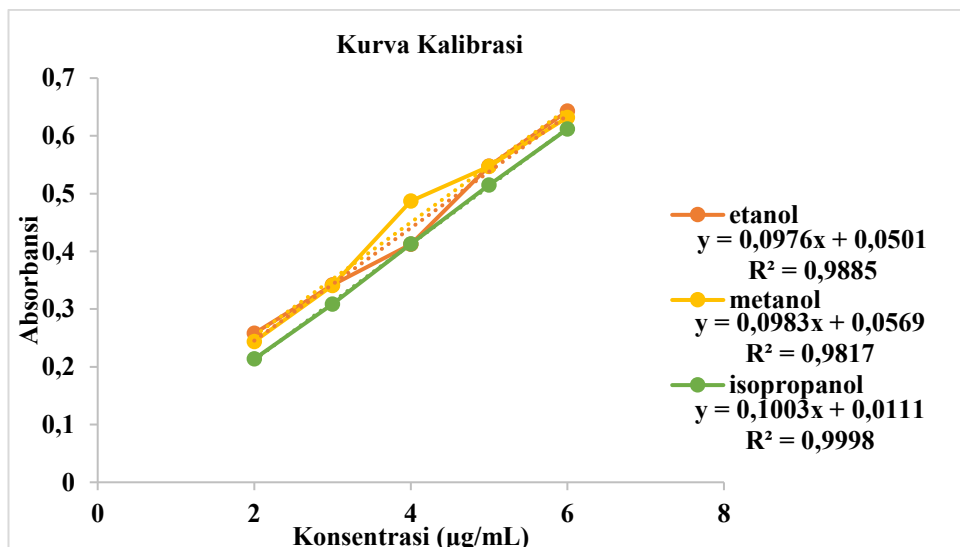
Optimasi Pelarut

Dalam optimasi pelarut diperlukan analisis data statistik sebagai salah satu metode validasi yang berguna sebagai pembuktian untuk mengetahui keabsahan, kualitas dan kesesuaian data yang diperoleh dari proses analisis [8]. Optimasi pelarut dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan pelarut yang optimal untuk digunakan dalam analisis. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan data absorbansi pada setiap konsentrasi larutan standar OMC. Pada Tabel 1 menampilkan absorbansi standar OMC dalam pelarut yang berbeda untuk kurva kalibrasi sehingga bisa didapatkan koefisien korelasi (r) yang mendekati 1

dari ketiganya. Kurva kalibrasi standar OMC untuk menentukan nilai koefisien korelasi dan persamaan garis regresi linier sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1. Menurut Indra, et.al. (2022), koefisien korelasi memiliki interval dari 0,00 – 1,000 menunjukkan tingkat hubungan dari sangat rendah hingga sangat kuat, hasil yang didapat menunjukkan seberapa kuat kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat [9]. Semakin nilai r mendekati 1 maka semakin kuat kontribusi variabel X terhadap variabel Y [10].

Tabel 1. Data Kalibrasi Baku Pembanding Oktal Metoksisinamat

Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi		
	Etanol	Metanol	Isopropanol
2,016	0,2578	0,2438	0,2135
3,024	0,3418	0,3405	0,3085
4,032	0,412	0,487	0,413
5,04	0,5474	0,5469	0,515
6,048	0,6428	0,632	0,6118



Gambar 1. Kurva Kalibrasi

Tabel 2. Absorbansi Optimasi Pelarut

Pelarut	Absorbansi	Kadar yang diperoleh (%)
Etanol	0,1746	2,552
Metanol	0,4301	7,592
Isopropanol	0,493	9,61

Hasil dari pengukuran basis gel dengan masing-masing pelarut menunjukkan nilai absorbansi yang kemudian dilakukan perhitungan dengan rumus $y = bx + a$ yang didapatkan dari kurva kalibrasi. Dimana basis dengan pelarut etanol menunjukkan absorbansi 0,1746 dengan nilai $y = 0,0976x + 0,0501$ menghasilkan nilai kadar 2,552%. Dilakukan juga pada pelarut metanol dengan basis yang menunjukkan absorbansi 0,4301, dengan nilai $y = 0,0983x + 0,0569$ menghasilkan nilai kadar 7,592%. Begitu pula pada pelarut

isopropanol menunjukkan absorbansi sebesar 0,493, dengan rumus $y = 0,1003x + 0,0111$ menghasilkan nilai kadar 9,61%.

Dari hasil Tabel 3 dapat dilihat bahwa pelarut isopropanol menunjukkan nilai kadar 9,61% yang mendekati nilai kadar sebenarnya dari OMC yang ditambahkan, yaitu 10%. Dapat dikatakan bahwa pelarut yang dapat menarik secara optimal adalah pelarut isopropanol. Dalam penelitian Abdillah, Nur, et.al. (2017), juga menggunakan pelarut isopropanol dengan hasil yang

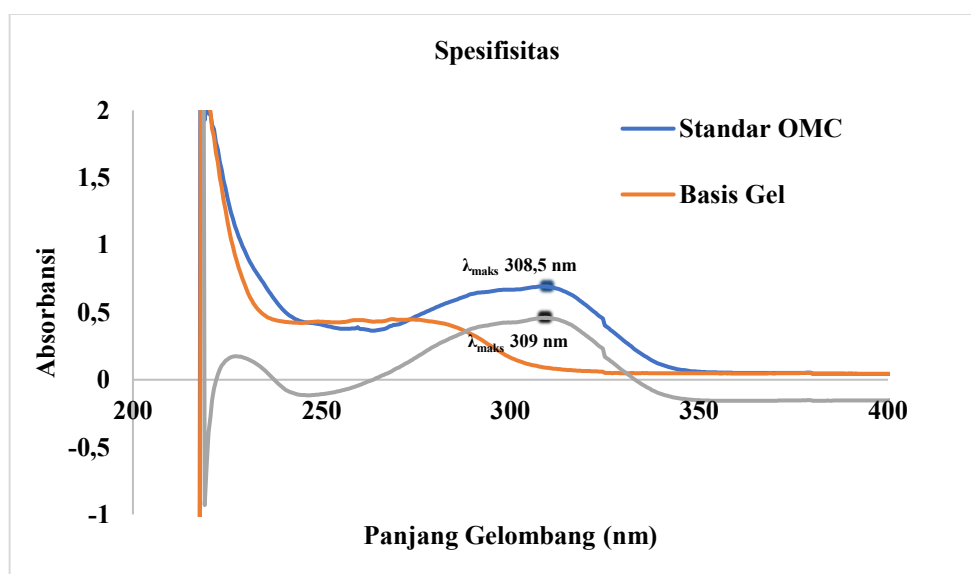
baik dan telah dilakukan validasi metode sebelumnya. Sehingga pelarut yang akan digunakan selanjutnya dalam penelitian ini adalah isopropanol.

Validasi Metode Analisis

Spesifisitas

Berdasarkan hasil pada Gambar 2 menunjukkan spesifisitas dari hasil analisis standar OMC, larutan uji yang mengandung OMC, dan larutan uji yang tanpa penambahan zat apapun. Panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) untuk penentuan OMC adalah 310 nm menurut

literatur [1, 4, 5], sedangkan dalam uji ini λ_{maks} tidak ditemukan di 310 nm. Namun, panjang gelombang maksimum ditemukan di titik yang mendekati 310 nm, yaitu untuk basis yang ditambahkan OMC terdapat di puncak 309 nm, sedangkan untuk standar OMC ditemukan di panjang gelombang 308,5 nm. Menurut Spangenberg, Poole, dan Weins (2011) dalam Pratiwi & Nandiyanto (2022) menyebutkan bahwa pergeseran panjang gelombang tidak lebih dari 2,5 nm masih dapat diterima [11].

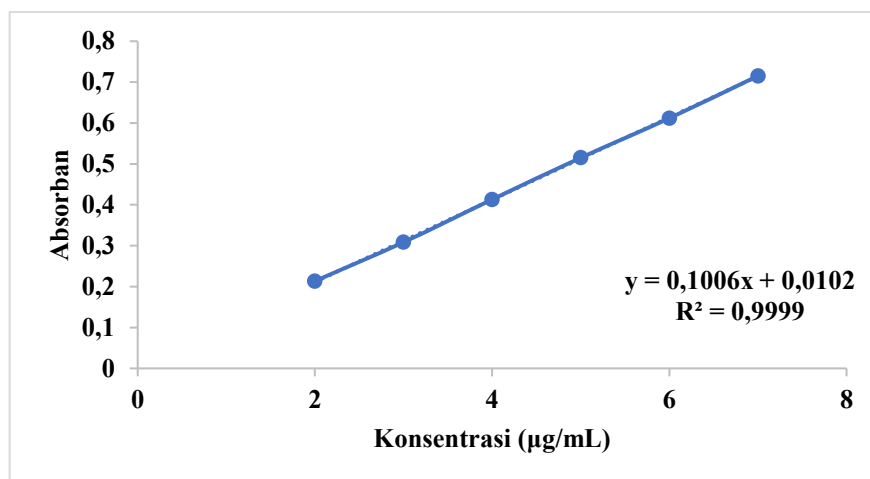


Gambar 2. Spesifisitas

Linearitas

Parameter validasi dari linearitas menggunakan enam konsentrasi yang berbeda dari OMC, yaitu 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 $\mu\text{g/mL}$. Pada Gambar 3 ditunjukkan koefisien korelasi untuk konsentrasi

linearitas ini adalah 0,9999 dengan nilai $y = 0,1006x + 0,0102$ sehingga ketepatan metode dengan linearitas ini dapat diterima karena membentuk garis yang linier dan nilai koefisien korelasi mendekati 1.



Gambar 3. Linearitas

Nilai koefisien korelasi berkisar $0 < r < 1$, yang berarti r mendekati 1 maka dikatakan memiliki pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikatnya besar sehingga model yang digunakan baik untuk menjelaskan pengaruh variabel tersebut [10].

Presisi dan Akurasi

Absorban yang dihasilkan dalam uji presisi dan akurasi mengalami peningkatan dari tiap konsentrasi yang digunakan atau dikatakan berbanding

lurus antara konsentrasi dengan absorban yang dihasilkan. Terjadinya peningkatan absorban dapat dikatakan sebagai peningkatan intensitas serapan atau disebut sebagai hiperkromik [12]. Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kedua penilaian sudah memenuhi rentang perolehan kembali dalam analisis standar OMC dengan persen perolehan kembali untuk parameter akurasi sebesar 80-110% [13] dan parameter presisi dengan $\%RSD \leq 2\%$ [14].

Tabel 3. Presisi dan Akurasi OMC

Konsentrasi OMC (µg/mL)	Rata-rata % kadar	Simpangan baku (SD)	%Recovery	%RSD
400	102,3	0,0011	127,88	0,4283
500	113,67	0,0004	113,67	0,1255
600	130,13	0,0004	108,44	0,122

Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi

Batas deteksi dan batas kuantitasi ditentukan menggunakan standar OMC dengan konsentrasi 2, 3, 4, 5, 6, dan 7

µg/mL sehingga didapatkan persamaan regresi linier dengan nilai $y = 0,1006x + 0,0102$. Hasil dari uji batas deteksi dan batas kuantitasi untuk senyawa OMC

secara berturut-turut sebesar 0,679 µg/mL dan 2,058 µg/mL.

Analisis Kadar

Dalam menentukan kadar sampel di pasaran menggunakan tiga sampel gel tabir surya yang dipilih secara acak. Menurut BPOM (2019), kadar maksimum dari oktil metoksisinamat yang terkandung dalam suatu kosmetik adalah 10% [6]. Kadar oktil metoksisinamat yang terkandung dihitung berdasarkan persamaan regresi

linier dari kurva kalibrasi oktil metoksisinamat. Tabel 4 menunjukkan hasil analisis kadar dari tiga buah sampel gel tabir surya yang diperoleh dari pasar Cibinong menunjukkan bahwa tidak ada satupun dari tiga sampel tersebut yang memiliki kadar OMC diatas persyaratan yang telah ditetapkan. Tiga sampel menunjukkan hasil kadar OMC untuk sampel A sebesar 2,81%; untuk sampel B sebesar 0,96%; dan sampel C sebesar 0,37%.

Tabel 4. Hasil Kadar Sampel

Sampel	Pengenceran	Absorban	Persentase Kadar (%)	% Kadar setelah dikoreksi (% <i>Recovery</i> = 113,67%)
A	100x	0,6543	3,2	2,81
B	50x	0,4484	1,09	0,96
C	25x	0,3503	0,425	0,37

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan dalam analisis kadar OMC karena telah dilakukan validasi metode sebelumnya. Pada pengukuran kadar OMC dalam produk gel tabir surya dinyatakan bahwa produk memenuhi kriteria dan tidak melebihi kadar maksimum yang telah ditentukan oleh BPOM, yaitu 10%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Montenegro L, Turnaturi R,

Parenti C, et al. In Vitro Evaluation of Sunscreen Safety: Effects of The Vehicle and Repeated Applications on Skin Permeation From Topical Formulations. *Pharmaceutics*; 10. Epub ahead of print 2013. DOI: 10.3390/pharmaceutics10010027.

[2] Mumtazah EF, Salsabila S, Lestari ES, et al. Pengetahuan Mengenai Sunscreen Dan Bahaya Paparan Sinar Matahari Serta Perilaku Mahasiswa Teknik Sipil Terhadap

- Penggunaan Sunscreen. *J Farm Komunitas* 2020; 7: 63–68.
- [3] Minerva P. Penggunaan Tabir Surya Bagi Kesehatan Kulit. *J Pendidik dan Kel* 2019; 11: 95–101.
- [4] Nur Abdillah M, Sunarti F, Idar. Penetapan Kadar Oktimetoksi Sinamat Dalam Krim Tabir Surya Menggunakan Spektrofotometri Uv. *J Farm Galen* 2017; 4: 57–61.
- [5] Kanlayavattanakul M, Kasikawatana N, Lourith N. Analysis of Octyl Methoxycinnamate in Sunscreen Products by a Validated UV-Spectrophotometric Method. *J Cosmet Sci* 2016; 67: 167–173.
- [6] BPOM RI. *Peraturan Badan Pengawasan Obat dan Makanan Nomor 23 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Bahan Kosmetika*. 2019.
- [7] Wahyuni AM, Afthoni MH, Rollando R. Pengembangan dan Validasi Metode Analisis Spektrofotometri UV Vis Derivatif untuk Deteksi Kombinasi Hidrokortison Asetat dan Nipagin pada Sediaan Krim. *Sainsbertek J Ilm Sains Teknol* 2022; 3: 239–247.
- [8] Anjarsari N, Djarot R. Analisa Gangguan Ion Merkuri(II) terhadap Kompleks Besi(II)-Fenantrolin Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *J Sains Dan Seni ITS* 2015; 4: 5–8.
- [9] Indra I, Pratiwi WAA, Putra YD. Pengaruh Biaya Promosi Terhadap Penjualan. *J Ekon Manaj dan Akunt* 2022; 24: Hal 711-716.
- [10] Nduru RE, Situmorang M, Tarigan G. Analisa Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Hasil Produksi Padi di Deli Serdang. *Saintia Mat* 2014; 2: 71–83.
- [11] Pratiwi RA, Nandiyanto ABD. How to Read and Interpret UV-VIS Spectrophotometric Results in Determining the Structure of Chemical Compounds. *Indones J Educ Res Technol* 2022; 2: 1–20.
- [12] Suhartati T. *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Bandar Lampung: AURA, 2017.
- [13] AOAC I. Appendix F : Guidelines for Standard Method Performance Requirements. *AOAC Off Methods*



Anal.

- [14] Harmita H. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode Dan Cara Perhitungannya. *Maj Ilmu Kefarmasian* 2004; 1: 117–135.