

Formulasi Dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya Ekstrak Mikroalga *Spirulina platensis*

Formulation And Determination Of The SPF Value Of Sunscreen Cream Spirulina platensis Microalgae Extract

Nova Azizah Ramdhiany^{1*}, Nadya Tsurayya²

^{1,2}Farmasi, Ilmu Kesehatan dan Farmasi, Universitas Gunadarma, Jl. Margonda Raya No.100 Pondok Cina, Kota Depok, Indonesia

*Corresponding Author: novaaziram20@gmail.com

ABSTRAK

Paparan sinar ultraviolet (UV) dari matahari yang berlebihan akan meningkatkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan mengaktifkan makrofag untuk melepaskan enzim matriks metalloproteinase (MMP) yang terlibat dalam degradasi matriks ekstraseluler kulit, seperti pelepasan kolagen dan elastin. Dalam mengatasi hal tersebut, lapisan epidermis kulit menyediakan berbagai senyawa penyerap sinar UV salah satunya yaitu melanin. Tetapi produksi pigmen melanin yang berlebihan dapat menyebabkan hiperpigmentasi yang menyebabkan tanda-tanda penuaan kulit. Sehingga, untuk mencegah hiperpigmentasi diperlukan tabir surya. Mikroalga *Spirulina platensis* menjadi salah satu bahan alam yang berpotensi sebagai bahan aktif tabir surya karena mengandung flavonoid dan senyawa fenolik yang melimpah. Kandungan tersebut bermanfaat untuk menyerap sinar UV. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ekstrak etanol 90% *Spirulina platensis* yaitu 6%, 7%, dan 8% terhadap nilai SPF krim tabir surya dengan krim yang tidak diberi ekstrak, karakteristik fisik dan stabilitas sediaan krim tabir surya. Hasil pengujian SPF tertinggi secara *in vitro* dari krim dengan konsentrasi ekstrak 8% yaitu sebesar 22,05 dengan kategori proteksi ultra, dan krim yang tidak diberi ekstrak nilai SPFnya sebesar 0,5. Hasil evaluasi krim tabir surya berekstrak yaitu berwarna hijau pekat kecoklatan, bau khas wangi spirulina kuat, konsistensinya lembut, homogen, pH 6, tipe emulsi M/A, daya lekat 2-7 detik, dan daya sebar 5 – 6 cm. Uji stabilitas dengan *cycling test* menunjukkan hasil semua krim tabir surya stabil.

Kata kunci: Krim tabir surya, Penyerap sinar ultraviolet (UV), *Spirulina platensis*, *Sun Protection Factor* (SPF).

ABSTRACT

Excessive exposure to ultraviolet (UV) light from the sun will increase the production of Reactive Oxygen Species (ROS) and activate macrophages to release matrix metalloproteinase (MMP) enzymes involved in the degradation of skin extracellular matrix, such as collagen and elastin release. To combat this, the epidermal layer of the skin provides various UV-absorbing compounds, one of which is melanin. But excessive production of melanin pigment can lead to hyperpigmentation which causes signs of skin aging. So, to prevent hyperpigmentation, sunscreen is needed. The microalgae Spirulina platensis is one of the natural ingredients that has the potential as an active ingredient of sunscreen because it contains abundant flavonoids and phenolic compounds. The content is useful for absorbing UV rays. This study aims to determine the effect of variations in the concentration of 90% ethanol extract of Spirulina platensis, namely 6%, 7%, and 8% on the SPF value of sunscreen cream with creams that are not given extracts, physical characteristics and stability of sunscreen cream preparations. The highest SPF test results in vitro from the cream with 8% extract concentration was 22.05 with ultra protection category, and the cream that was not given the extract SPF value was 0.5. The evaluation results of extracted sunscreen cream are brownish solid green color, strong spirulina fragrance, soft consistency, homogeneous, pH 6, emulsion type M/A, adhesion 2-7 seconds, and spreadability 5-6 cm. Stability test with cycling test showed that all sunscreen creams were stable.

Keywords: Sunscreen cream, Ultraviolet (UV) light absorber, *Spirulina platensis*, *Sun Protection Factor* (SPF).

PENDAHULUAN

Paparan sinar matahari yang berlebihan dapat menimbulkan efek negatif bagi tubuh, terutama pada kulit. Radiasi matahari dibagi menjadi tiga kategori yaitu sinar inframerah, tampak, dan ultraviolet (UV). Sinar UV berdasarkan panjang gelombangnya dibagi menjadi tiga kelompok diantaranya UVA, UVB, dan UVC. Sinar UVA dan UVB melewati lapisan ozon dan menembus lapisan kulit manusia [1].

Radiasi sinar UVB adalah radiasi sinar ultraviolet yang memiliki pengaruh terhadap kulit paling banyak, dimana radiasinya memiliki efek paling kuat dalam menyebabkan terjadinya *photodamage* pada kulit [2]. Contoh *photodamage* antara lain eritema, hipermelanogenesis, immunosupresi, *photoaging*, dan sebagainya [3].

Paparan sinar UV yang berlebihan akan meningkatkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan mengaktifkan makrofag untuk melepaskan enzim matriks *metalloproteinase* (MMP) yang terlibat dalam degradasi matriks ekstraseluler kulit, seperti pelepasan kolagen dan elastin [1, 4]. Dalam hal ini, kulit mempunyai sistem perlindungan dari efek toksik paparan sinar UV seperti

pengeluaran keringat, pembentukan melanin dan penebalan sel tanduk [5].

Produksi melanin penting untuk melindungi kulit dari sinar UV, tetapi produksi pigmen melanin yang berlebihan dapat menyebabkan hiperpigmentasi yang menyebabkan tanda-tanda penuaan kulit. Produk kosmetik seperti tabir surya, krim, dan serum dikembangkan berdasarkan bahan aktif yang memperlambat perkembangan kerusakan kulit [6].

Cara sederhana dan efektif untuk mencegah penumpukan pigmen berlebih akibat paparan sinar matahari yang berlebihan adalah penggunaan tabir surya. Bahan aktif yang telah digunakan dalam tabir surya berbahan kimia diantaranya *avobenzone*, *octinoxate*, *oxybenzone*, dan senyawa golongan fenolik yang merupakan bahan alami berperan sebagai agen pengubah energi sinar ultraviolet menjadi energi panas. Bahan alami dianggap memiliki sedikit efek samping [7].

Pada mikroalga *Spirulina platensis* telah terdeteksi mengandung senyawa fenolik [8]. Kandungan senyawa tersebut menjadikan *Spirulina platensis* sebagai sumber alternatif bahan alami yang potensial untuk digunakan sebagai bahan

aktif yang menghasilkan senyawa fungsional yang berperan dalam perlindungan kulit.

Fenolik merupakan senyawa yang bersifat polar, dimana dengan mudah larut dalam senyawa polar [9]. Jenis pelarut polar yang terbaik untuk melarutkan senyawa fenolik adalah etanol 90% dibandingkan dengan pelarut aseton 90%, metanol 90%, etil asetat 90%, dan *aquadest* [10]. Pada penelitian Nabila, (2022) dilakukan ekstraksi *Spirulina platensis* dengan pelarut etanol 80%, kemudian ekstrak diformulasikan dalam sediaan krim tabir surya dengan variasi konsentrasi ekstrak 4%, 5%, 6% dan nilai SPF terbaik tabir surya pada hasil formulasi konsentrasi 6% yaitu 23,34 [11]. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan ekstraksi *Spirulina platensis* menggunakan pelarut etanol 90% dan hasil ekstrak diformulasikan dalam sediaan krim tabir surya dengan variasi konsentrasi ekstrak *Spirulina platensis* yaitu 6%, 7%, dan 8%. Hal tersebut untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ekstrak terhadap nilai SPF sediaan krim, karakteristik fisik sediaan krim, dan stabilitas sediaan krim.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya neraca analitik (Fujitsu FSR-A 320G, Japan); *vacuum rotary evaporator* (IKA RV 10, Malaysia); spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1280, Japan); gelas ukur (Pyrex, Indonesia); tabung reaksi (Pyrex, Indonesia); *beaker glass* (Pyrex, Indonesia); pipet tetes; corong (Pyrex, Indonesia); batang pengaduk; spatel; mikroskop; cawan penguap; lumpang alu; aluminium foil; labu ukur (Pyrex, Indonesia); mikropipet (Eppendorf Research Plus 1000 μ L, Jerman); *heating magnetic stirrer* (VELP Scientifica F20500061, Italy); *moisture analyzer* (BEL i-Thermo 163L, Jerman); oven (Mettler UN 55 Universal, Jerman); *freezer* (Labfreez MR-PR Series, Indonesia)); pH indikator (MQuant, Indonesia); pH meter (Eutech PC 2700, USA).

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biomassa *Spirulina platensis* yang telah dideterminasi (PT. Amorina Kirana Adiwarna, Indonesia); etanol 90%; *aquadest*; asam stearat (PT Brataco, Indonesia); propilen glikol (PT Brataco, Indonesia); FeCl_3 pro analisa (Merck, Indonesia); setil alkohol

(Akoma); nipagin (MCE); emulgide; TEA (Merck, Indonesia); etanol 96% pro analisa (Merck, Indonesia); gliserin (PT. Palapa Muda Perkasa, Indonesia); metilen *blue* pro analisa (Merck, Indonesia); HCl pekat; reagen mayer; kloroform; asam sulfat pekat (H₂SO₄ pekat); dan NaOH 2N pro analisa (Merck, Indonesia).

Cara Kerja

Ekstraksi Sampel

Ekstraksi *Spirulina platensis* dilakukan dengan metode ekstraksi maserasi berdasarkan Nabila, (2022) dengan sedikit modifikasi [11]. Ekstrak *Spirulina platensis* dipreparasi dengan menimbang 500 gram mikroalga *Spirulina platensis* dan dilarutkan dalam 5 liter etanol 90% (1:10 b/v), dimaserasi selama 1-2 hari pada suhu ruang. Setelah itu dilakukan penyaringan, dihasilkan filtrat dan residu. Filtrat yang dihasilkan dievaporasi menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 50°C dengan kecepatan 50 rpm selama 6 jam, sampai menjadi ekstrak kental.

Ekstrak dalam bentuk pasta (kental) diletakkan pada cawan penguap ditaruh pada *waterbath* 70°C selama 50 jam (terbagi selama 10 hari 5 jam/hari) untuk menguapkan sisa air yang

terkandung dalam ekstrak kental, setelah itu disimpan pada suhu 4°C. Persentase rendemen ekstrak dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Rendemen Ekstrak} = \frac{\text{Berat total ekstrak}}{\text{Berat total simplisia}} \times 100\%$$

Pembuatan Sediaan Krim

Formulasi krim tabir surya dilakukan dengan basis krimnya dari campuran fase air dan fase minyak, berat bersih sediaan 30 gram. Bahan fase air dan fase minyak dipanaskan secara terpisah pada suhu 70–75°C sampai meleleh sambil diaduk agar campuran homogen. Kemudian, fase minyak dicampurkan ke fase air sedikit demi sedikit pada suhu 70°C dengan kecepatan pengadukan yang konstan agar campuran homogen. Pengadukan terus dilakukan sampai suhu basis krim $\pm 40^\circ\text{C}$, lalu masukkan bahan tambahan berupa metil paraben dan ekstrak *Spirulina platensis* ke dalam basis krim tersebut [12].

Pengujian Nilai SPF Sediaan Krim

Pengujian nilai SPF *Spirulina platensis* dilakukan terhadap sediaan krim tabir surya ekstrak etanol *Spirulina platensis* dan krim kontrol negatif (tidak diberi ekstrak) yang sudah melalui proses stabilitas secara *cycling test*.

Pengujian nilai SPF dilakukan secara *in vitro* menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Krim yang dilarutkan dengan pelarut etanol pro analisis dibuat konsentrasinya sesuai dengan konsentrasi ekstrak pada formulasi krim dan diencerkan berdasarkan pada penelitian Alrosyidi & H (2021), yaitu pada krim 0, 1, 2, 3 dibuat konsentrasi secara berurutan sebesar 20.000 ppm, 60.000 ppm, 70.000 ppm, dan 80.000 ppm dalam labu ukur 50 mL [13]. Lalu setiap konsentrasi diencerkan dengan faktor pengenceran 5x dalam 10 mL. Kemudian absorbansi diukur pada panjang gelombang 290–320 nm. Serapan rerata (Abs) ditentukan dengan interval 5 nm. Perhitungan nilai SPF menggunakan metode mansur [14].

Evaluasi Fisik Sediaan Krim

Evaluasi fisik sediaan krim tabir surya yang dilakukan diantaranya pengamatan organoleptis, pengujian homogenitas, pH, daya sebar, daya lekat, dan penentuan tipe krim.

Uji Organoleptis

Pengamatan organoleptis meliputi bentuk, warna dan bau yang diamati secara visual [15].

Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan mengamati sampel yang dioleskan pada kaca objek yang bersih dan kering sehingga membentuk suatu lapisan yang tipis, kemudian ditutup dengan kaca preparat (*cover glass*) [16].

Uji pH

Uji pH dilakukan dengan menggunakan kertas pH universal, celupkan kertas pH (lakmus) ke dalam sediaan yang kemudian dibandingkan dengan warna yang tertera pada wadah, sesuaikan warna dan catat pH yang didapatkan. Dilakukan 3 kali dengan cara yang sama. Tetapi jika warna yang dihasilkan pada kertas pH tidak jelas maka pengujiannya menggunakan pH meter [17].

Uji Daya Sebar

Uji daya sebar dilakukan dengan menimbang 0,5 gram krim, lalu diletakan di atas plat kaca kemudian di atas sampel diletakkan plat kaca sehingga sampel terhimpit diantara dua plat kaca, ditambah beban di atas sampel dengan beban 125 gram, beban dидiamkan selama 1 menit, lalu diukur diameter sebarannya [18].

Uji Daya Lekat

Uji daya lekat dilakukan dengan mengoleskan 0,5 gram krim pada plat

kaca, kedua plat ditempelkan sampai plat menyatu. Krim diantara plat kaca ditekan dengan beban 250 gram selama 5 menit. Dua plat kaca yang menghimpit sampel dilepaskan dengan menarik setiap plat kaca secara berlawanan arah sambil dicatat waktu sampai kedua plat saling lepas [18].

Penentuan Tipe Krim

Penentuan tipe krim dilakukan menggunakan metode dispersi larutan zat warna, yaitu krim yang telah dibuat diletakkan di atas plat kaca kemudian ditetesi beberapa tetes larutan metilen biru lalu diaduk. Jika warna biru segera terdispersi keseluruh krim maka tipe krimnya M/A sebaliknya jika warna biru tidak terdispersi seluruhnya maka tipe krimnya A/M [19].

Uji Stabilitas Metode *Cycling Test*

Uji *cycling test* ini dilakukan sebanyak 6 siklus. Sediaan krim disimpan pada suhu dingin $\pm 4^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam lalu dikeluarkan dan ditempatkan pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam, proses ini dihitung 1 siklus. Kondisi fisik krim (evaluasi sediaan krim) dibandingkan selama percobaan dengan sediaan sebelumnya [19].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Sampel

Tabel 1. Hasil Ekstraksi *Spirulina platensis*

Bobot Serbuk (gram)	Bobot Ekstrak kental (gram)	Rendemen (%)
543.9	58.4	10.74

Sebagaimana yang ditunjukkan oleh Tabel 1. dari serbuk ekstrak 543,9 gram yang diekstraksi maserasi dengan pelarut etanol 90% didapatkan ekstrak kental sebanyak 58,4 gram. Dari kedua hasil tersebut dihitung %rendemen ekstraknya dan didapatkan sebesar 10,74%. Perhitungan rendemen menunjukkan tingkat kelarutan dan mobilitas partikel yang mempengaruhi interaksi antara sampel dan pelarut yang digunakan [20].

Pengujian Nilai SPF Sediaan Krim

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan SPF Krim

Formula	Nilai SPF	Kategori Proteksi
F0	0,50	< Proteksi minimal
F1	11,20	Proteksi maksimal
F2	16,55	Proteksi ultra
F3	22,06	Proteksi ultra

Keterangan:

Nilai SPF di atas merupakan nilai rata-rata dari tiga kali replikasi

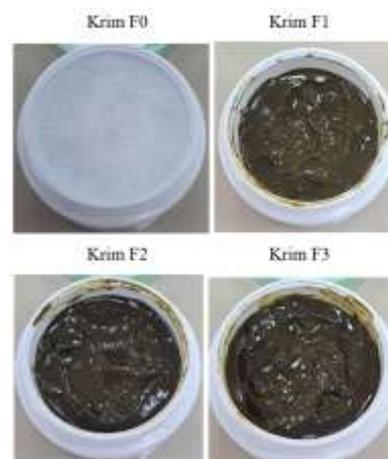
Sebagaimana yang ditunjukkan oleh Tabel 2. diketahui bahwa nilai SPF krim F0 sebesar 0,50 (dibawah kategori proteksi minimal) artinya krim tidak memberikan perlindungan di bawah sinar matahari, hal tersebut berbanding lurus dengan krim F0 yang sebagai krim kontrol negatif; lalu nilai SPF krim F1 sebesar 11,20 termasuk kategori proteksi maksimal; nilai SPF krim F2 sebesar 16,55 termasuk kategori proteksi ultra; dan nilai SPF krim F3 sebesar 22,06 termasuk kategori proteksi ultra. Dari hasil keempat krim tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak etanol 90% *Spirulina platensis* maka semakin tinggi nilai SPFnya.

Evaluasi Fisik Sediaan Krim

Uji Organoleptis dan Homogenitas

Hasil pengujian organoleptis dan homogenitas pada keempat krim yang diformulasikan pada penelitian ini adalah semuanya tetap konstan selama siklus stabilitas pada semua jenis pengamatan organoleptis dan homogenitas. Sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1. krim F0 dari siklus ke-0 sampai ke-6 tetap berwarna putih karena tidak diberi ekstrak *Spirulina platensis*, tidak ada bau, tekstur basis krim yang

lembut, dan selalu homogen; krim F1-F3 dari siklus ke-0 sampai ke-6 tetap berwarna hijau pekat kecoklatan karena pengaruh warna dari ekstrak *Spirulina platensis* dengan warna putih basis krim, memiliki bau khas *spirulina*, tekstur krim yang lembut, dan selalu homogen. Dari hasil tersebut membuktikan bahwa formulasi yang dilakukan pada penelitian ini berhasil dilakukan, tepat, dan stabil. Gambar 1. menunjukkan hasil formulasi krim tabir surya ekstrak *Spirulina platensis*.



Gambar 1. Hasil Formulasi Krim Tabir Surya

Uji pH

Sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 3. pengujian pH pada keempat krim didapatkan hasil bahwa krim F1-F3 memiliki pH yang sama setiap siklus stabilitas yaitu 6 dengan pengujian menggunakan kertas pH (lakmus). Hasil tersebut masuk dalam

range nilai pH krim yang baik yaitu sesuai dengan pH kulit 4,5 - 6,5 [21]. Sedangkan, pada krim F0 warna pada kertas pH tidak jelas tetapi warna kertas pHnya selalu sama setiap siklus stabilitas, sehingga menggunakan pH meter untuk mengukur pHnya dan

didapatkan hasil pH sebesar 7,26 selama siklus stabilitas, hasil tersebut tidak masuk dalam *range* nilai pH krim yang baik [21]. Tabel 3. menunjukkan hasil pengujian pH krim selama stabilitas *Cycling Test 6 Siklus*.

Tabel 3. Hasil Pengujian pH Krim Selama Stabilitas *Cycling Test 6 Siklus*

Formula	pH Sediaan Krim Siklus ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
F0	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26
F1	6	6	6	6	6	6	6
F2	6	6	6	6	6	6	6
F3	6	6	6	6	6	6	6

Uji Daya Sebar

Sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 4. hasil pengujian daya sebar pada keempat krim yang diformulasikan pada penelitian ini berada pada rentang 5-6 cm. Persyaratan krim dengan daya sebar yang baik yaitu antara 5-7 cm [21]. Berdasarkan hasil uji daya sebar dari krim F0, F1, F2, F3 memenuhi daya sebar yang baik, hal tersebut

menunjukkan bahwa krim tabir surya mudah diaplikasikan pada permukaan kulit dan bahan aktifnya menyebar secara merata pada kulit sehingga efek fotoprotektor dari bahan aktif menjadi lebih optimal [13]. Tabel 4. menunjukkan hasil pengujian daya sebar krim selama stabilitas *cycling test*.

Tabel 4. Hasil Pengujian Daya Sebar Krim Selama Stabilitas *Cycling Test 6 Siklus*

Formula	Luas Sebaran Krim (cm) Siklus ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
F0	5,8	5,9	5,8	5,9	5,7	6	5,8
F1	5,1	5	5,5	5	5,1	5	5,8
F2	5,1	5,1	5	5,3	5	5,3	5
F3	5,3	5,1	5,2	5,8	5,5	5,7	5,5

Uji Daya Lekat

Sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 5. hasil pengujian daya lekat pada keempat krim yang diformulasikan pada penelitian ini berada pada rentang 2-7 detik. Persyaratan krim dengan daya lekat yang baik yaitu antara 2-300 detik [22]. Berdasarkan hasil uji daya lekat dari krim F0, F1, F2, F3 memenuhi daya

lekat yang baik, hal tersebut menunjukkan bahwa krim tabir surya yang diformulasikan akan memberikan proteksi yang maksimal. Karena sediaan akan melekat pada kulit sesuai syarat sediaan topikal yang baik dan tidak mudah lepas [23]. Tabel 5. menunjukkan hasil pengujian daya lekat krim selama stabilitas *cycling test*.

Tabel 5. Hasil Pengujian Daya Lekat Krim Selama Stabilitas *Cycling Test* 6 Siklus

Formula	Lama Krim Melekat (detik) Siklus ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
F0	7	2	2	4	2	3	3
F1	5	2	2	3	2	2	2
F2	6	2	2	2	2	2	2
F3	5	2	2	3	2	2	2

Penentuan Tipe Krim

Sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 6. hasil pengujian tipe krim pada keempat krim yang diformulasikan di penelitian ini menghasilkan tipe krim M/A (minyak dalam air). Hal tersebut dikarenakan volume fase terdispersi (fase minyak) yang diformulasikan

dalam krim lebih kecil dari fase pendispersi (fase air), sehingga globul-globul minyak akan terdispersi ke dalam fase air dan membentuk emulsi tipe M/A [19]. Tabel 6. menunjukkan hasil pengujian tipe krim selama stabilitas *cycling test*.

Tabel 6. Hasil Pengujian Tipe Krim Selama Stabilitas *Cycling Test* 6 Siklus

Formula	Tipe Sediaan Krim Siklus ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
F0	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A
F1	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A
F2	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A
F3	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, didapatkan kesimpulan bahwa perbedaan konsentrasi ekstrak etanol 90% *Spirulina platensis* memiliki pengaruh terhadap nilai SPF, semakin tinggi konsentrasi ekstrak dalam krim maka semakin tinggi nilai SPF krim tersebut. Serta terbukti bahwa *Spirulina platensis* dengan kandungan fenoliknya memiliki potensi untuk memberikan perlindungan di bawah sinar matahari karena krim F0 sebagai kontrol negatif mendapatkan nilai SPF dibawah kategori proteksi minimal.

Karakteristik fisik dari formulasi krim tabir surya ekstrak *Spirulina platensis* yaitu krim berwarna hijau pekat kecoklatan, bau khas wangi spirulina, konsistensinya lembut, homogen, pH 6, tipe emulsi M/A, daya lekat 2-7 detik, dan daya sebar 5-6 cm.

Stabilitas dari formulasi krim tabir surya ekstrak *Spirulina platensis* dengan *cycling test* menunjukkan hasil semua krim tabir surya stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pratama GMCT, Hartawan IGNBRM, Indriani IGAT, et al. Potency of *Spirulina platensis* Extract as Sunscreen on Ultraviolet B Exposure. *J Med Heal* 2020; 2: 205–217.
- [2] Adzhani A, Darusman F, Aryani R. Kajian Efek Radiasi Ultraviolet terhadap Kulit. *Bandung Conf Ser Pharm* 2022; 2: 106–112.
- [3] Sharma RR, Deep A, Abdullah ST. Herbal products as skincare therapeutic agents against ultraviolet radiation-induced skin disorders. *J Ayurveda Integr Med* 2022; 13: 100500.
- [4] Cahyani E. Pengaruh Pemberian Gel Ekstrak Bunga Telang terhadap Ekspresi TNF- α Dan Ekspresi Caspase-3. 3.
- [5] Putri IM. Uji Efektivitas Krim O/W Kombinasi Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) dan Ganggang Hijau (*Haematococcus pluvialis*) sebagai Pelindung Radiasi Sinar UV secara In Vivo. 2021; 1–35.
- [6] Rauf A, Ningsi S, Hasriani A, et al. Aktivitas Penghambatan Enzim Tirosinase Ekstrak Metanol Klika Anak Dara (*Croton oblongus* Burm F.). *J Kesehat* 2020; 1: 17–24.
- [7] Geoffrey K, Mwangi AN, Maru SM. Sunscreen products: Rationale for use, formulation

- development and regulatory considerations. *Saudi Pharm J* 2019; 27: 1009–1018.
- [8] Mapoung S, Arjsri P, Thippraphan P, et al. Photochemoprotective effects of *Spirulina platensis* extract against UVB irradiated human skin fibroblasts. *South African J Bot* 2020; 130: 198–207.
- [9] Ramayani SL, Nugraheni DH, Wicaksono ARE. Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Kadar Total Fenolik dan Kadar Total Flavonoid Daun Talas (*Colocasia esculenta* L.). *J Farm (Journal Pharmacy)* 2021; 10: 11–16.
- [10] Wahyuni YAT, Kadek Diah Puspawati GA, Kencana Putra IN. Pengaruh Jenis Pelarut pada Metode Microwave Assisted Extraction (MAE) terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Singkong (*Manihot utilissima* Pohl.). *J Ilmu dan Teknol Pangan* 2021; 10: 566.
- [11] Nabila AM. Evaluasi Potensi Ekstrak Etanol *Spirulina platensis* sebagai Bahan Tabir Surya dan Anti Tirosinase Secara In Vitro dan In Silico, <http://repository.upi.edu/id/eprint/80791> (2022).
- [12] Pratama G, Munandar E, Yanuarti R, et al. Evaluasi Fisik Sediaan Krim Tabir Surya dari Bubur Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dan Infusa Lengkuas (*Alpinia galanga*). *J Fishtech*; 13, <http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/fishtech> (2024).
- [13] Alrosyidi AF, H S. Formulasi, Evaluasi Mutu Fisik, dan Uji SPF Krim Tabir Surya Berbahan Dasar Rumput Laut *E. cottonii*. *Maj Farm dan Farmakol* 2021; 25: 15–19.
- [14] Sayre RM, Agin PP, LeVee GJ, et al. a Comparison of in Vivo and in Vitro Testing of Sunscreening Formulas. *Photochem Photobiol* 1979; 29: 559–566.
- [15] Sinala S, Makassar PK, Arifuddin A, et al. Formulasi masker gel peel off dari sari buah dengan (*Dillenia serrata*). Epub ahead of print 2021. DOI: 10.32382/mf.v15i2.1248.
- [16] Safitri NA, Puspita OE, Yurina V. Optimasi Formula Sediaan Krim Ekstrak Stroberi (*Fragaria x ananassa*) sebagai Krim Anti Penuaan. *J Kesehat FKUB* 2014; 1: 238.

- [17] Setyopratiwi A, Palupi D, Fitrianasari N. Program Studi S1 Farmasi Universitas Bengkulu Formulasi Krim Antioksidan Berbahan Virgin Coconut Oil (VCO) Dan Red Palm Oil (RPO) Dengan Variasi Konsentrasi Trietanolamin. *Bencoolen J Pharm* 2021; 2021: 26–39.
- [18] Tungadi R, Sy. Pakaya M, D.as'ali PW. Formulasi dan Evaluasi Stabilitas Fisik Sediaan Krim Senyawa Astaxanthin. *Indones J Pharm Educ* 2023; 3: 117–124.
- [19] Pratasik MCM, Yamlean PVY, Wiyono WI. Formulasi dan uji stabilitas fisik sediaan krim ekstrak etanol daun sesewanua (*Clerodendron squamatum* Vahl.). *Pharmacon* 2019; 8: 261.
- [20] Wikantyasning ER, Nurhakimah UF, Sula RD, et al. Optimasi Formulasi Esens Sheet Mask Kombinasi Ekstrak *Spirulina platensis* dan Nanopartikel Bentonit dengan Metode Simplex Lattice Design. *Pharmacon J Farm Indones* 2019; 16: 18–27.
- [21] Tari M, Indriani O. Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Krim Ekstrak Sembung Rambat (*Mikania micrantha* Kunth). *Ilm Multi Sci Kesehat* 2023; 15: 192–211.
- [22] Pohan E. Formulasi dan Uji Stabilitas Krim Ekstrak Methanol Daun Beluntas (*Pluchea indica* L.) dari Kota Benteng Kabupaten Kepulauan Selayar Provinsi Sulawesi Selatan. *J Farm Sandi Karsa* 2019; 5: 57–64.
- [23] Putri AF. Pengembangan Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Sunscreen Spray Ekstrak Etanol Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga*) Sebagai Moisturizer. *Indones J Heal Sci* 2024; 4: 146–167.