

**FORMULASI DAN UJI AKTIVITAS NANOSPRAY HYBRID
SUNSCREEN
EKSTRAK KULIT PISANG RAJA NANGKA (*Musa paradisiaca*)
SECARA IN VITRO**

Dicro Zamiya, Aulia Safira Putri, Neina Naura Amalia
Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas dr. Soebandi, Jember,
Jawa Timur, Indonesia

ABSTRAK

Paparan sinar ultraviolet (UV) khususnya UVA dan UVB, dapat menimbulkan berbagai efek merugikan pada kulit, seperti eritema, hingga kanker kulit. Di Indonesia tercatat sebanyak 7.841 kasus dan 120.846 kasus di Asia kanker kulit non-melanoma. Salah satu tanaman yang belum banyak dimanfaatkan yaitu kulit buah pisang raja nangka (*Musa paradisiaca*) yang memiliki potensi sebagai bahan alami *sunscreen*. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasi dan mengevaluasi sediaan *Nanospray Hybrid Sunscreen* (NHS) dengan bahan aktif ekstrak kulit buah pisang raja nangka yang mengandung senyawa bioaktif seperti mineral seng (Zn) yang berpotensi sebagai tabir surya. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi diperoleh rendemen sebesar 7,027%. NHS diformulasikan dalam empat variasi F1, F2, F3, dan F4 dengan penambahan zink oksida dan titanium dioksida pada F3 dan F4. Hasil diperoleh karakteristik fisik yang stabil dengan pH 6,17–6,63 dan ukuran partikel 55,9–674,2 nm. Nilai SPF berkisar antara 6,08–20,04 dengan kategori perlindungan sedang hingga ultra. Formula terbaik (F3) yang mengandung *zinc oxide* dan *titanium dioxide* menunjukkan nilai SPF tertinggi (20,04) serta % eritema 6,40% dan % pigmentasi 4,84%, termasuk kategori proteksi ekstra. Hasil ini membuktikan bahwa kombinasi ekstrak alami dengan filter fisik efektif meningkatkan aktivitas fotoprotektif sediaan. Berdasarkan hasil ini, ekstrak kulit pisang raja nangka berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif *sunscreen* alami dalam bentuk *nanospray* yang lebih praktis dan efektif.

Kata Kunci : Sinar UV, *Nanospray Hybrid Sunscreen*, Kulit Pisang Raja Nangka, Kanker kulit non-melanoma

ABSTRACT

*Exposure to ultraviolet (UV) radiation, particularly UVA and UVB, can cause various harmful effects on the skin, including erythema and even skin cancer. In Indonesia, 7,841 cases and 120,846 cases of non-melanoma skin cancer have been reported across Asia. One of the underutilised natural resources is the peel of the raja nangka banana (*Musa paradisiaca*), which has potential as a natural sunscreen ingredient. This study aimed to formulate and evaluate a Nanospray Hybrid Sunscreen (NHS) using raja nangka banana peel extract as an active ingredient, which contains bioactive compounds such as zinc (Zn) minerals with potential photoprotective properties. The extract was obtained through maceration, yielding 7.027%. The NHS was formulated into four variations (F1, F2, F3, and F4), with zinc oxide and titanium dioxide added to F3 and F4. The results demonstrated stable physical characteristics with pH values ranging from 6.17 to 6.63 and particle sizes between 55.9 and 674.2 nm. The SPF values ranged from 6.08 to 20.04, corresponding to moderate to ultra protection categories. The best-performing formula (F3), containing zinc oxide and titanium dioxide, exhibited the highest SPF (20.04), with erythema at 6.40% and pigmentation at 4.84%, classified as extra protection. These findings indicate that the combination of natural extracts with physical filters effectively enhances the photoprotective activity of the formulation. Based on these results, raja nangka banana peel extract shows strong potential to be developed as a natural active ingredient for sunscreen in nanospray*

form, offering a more practical and effective formulation.

Keywords : *UV radiation, Nanospray Hybrid Sunscreen, raja nangka Banana Peel, Non-melanoma Skin Cancer*

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang terletak di garis khatulistiwa dan beriklim tropis. Letak Indonesia yang berada di daerah khatulistiwa memungkinkan untuk terpapar sinar matahari dengan intensitas yang tinggi (Pulungan et al., 2021). Cahaya matahari dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan panjang gelombangnya yakni ultraviolet C (UVC) λ 100-280 nm, ultraviolet B (UVB) λ 280-320 nm dan ultraviolet A (UVA) λ 315-400 nm (Al-Sadek and Yusuf, 2024). Dimana jenis sinar yang berbahaya yaitu sinar UVA dan UVB (Yu et al., 2024). Dampak yang banyak dialami saat ini meliputi kemerahan pada kulit (eritema), perubahan warna kulit, serta kemungkinan terkena kanker kulit, termasuk melanoma dan non-melanoma (Haddad et al., 2025). Berdasarkan data World Health Organization (WHO), prevalensi kanker kulit non-melanoma tercatat sebanyak 1.234.533 kasus secara global pada tahun 2022, dengan 120.846 kasus terjadi di Asia dan 7.841 kasus di Indonesia (WHO, 2024).

Adapun beberapa solusi untuk melindungi paparan matahari diantaranya menggunakan pakaian pelindung, menggunakan *sunscreen* dan *sunblock* (Lim et al., 2024). Penggunaan *sunscreen* dan *sunblock* untuk memberi perlindungan pada kulit dari sinar UVB dan UVA telah terbukti memberikan manfaat jangka panjang dalam mengurangi risiko kanker kulit (Bravo and Negbenebor, 2023). *Sunscreen* menggunakan zat organik yang dapat menyerap radiasi UV berenergi tinggi dan *sunblock* menggunakan zat anorganik yang dapat memantulkan radiasi sinar UV (Chivte et al., 2024). Inovasi pada penelitian ini menggabungkan antara *sunscreen* dan *sunblock* menjadi suatu produk *hybrid sunscreen* (HS). Saat ini sudah banyak *sunscreen* yang beredar di masyarakat dengan kandungan bahan kimia yang berbahaya untuk kulit dan karsinogenik (Tiwari et al., 2022). Oleh sebab itu perlu adanya pengembangan *sunscreen* yang aman dan efektif dari bahan herbal.

Beberapa tanaman yang telah digunakan sebagai *sunscreen* diantaranya yaitu bonggol pisang kepok (Rilen et al., 2024), kombinasi kulit pisang merah dan lidah buaya (Kathiravan et al., 2022), kulit pisang ambon (Miri et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa bagian-bagian dari tanaman pisang memiliki potensi sebagai bahan alami *sunscreen*. Pisang raja nangka yang berasal dari Jember tidak hanya memiliki ukuran buah yang besar dan cita rasa yang khas. Namun, bagian dari kulit pisang raja nangka belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit buah pisang raja nangka (KBPRN) mengandung beberapa kelompok senyawa yaitu flavonoid, tanin, phlobatannin, alkaloid, glikosida, pektin, dan terpenoid, serta enzim seperti polifenol oksidase (Al-Khaial et al., 2024). Selain itu juga mengandung mineral seperti seng (Zn) dimana seng bermanfaat sebagai

sunscreen (Bhavani et al., 2023).

Kandungan dari KBPRN yang meliputi senyawa organik dan anorganik (mineral) perlu dikombinasikan untuk menghasilkan HS. Inovasi HS dari KBPRN pada penelitian ini terletak pada bentuk sediaannya. Biasanya bentuk sediaan HS berupa krim, gel dan lotion yang memiliki beberapa kekurangan. Bentuk sediaan krim relatif kurang menghidrasi, gel yang kurang melembabkan dan tidak memberikan hidrasi sedangkan lotion yang sedikit melembabkan, sehingga menjadikannya sebagai pembawa topikal yang kurang ampuh (Barnes et al., 2021). Sehingga penelitian ini memformulasi ekstrak kulit pisang raja nangka (EKPRN) dalam bentuk sediaan nanospray. Bentuk sediaan nanospray yang memiliki kelebihan daya sebar yang luas dimana sediaan ini membentuk kabut yang sangat halus (Öztürk and Arpagaus, 2021). Nanospray Hybrid Sunscreen (NHS) dapat memberikan kemudahan bagi pengguna serta perlindungan yang menyeluruh terhadap paparan sinar UVA dan UVB (Ekstein and Hylwa, 2023).

Metode

Tempat dan Waktu Riset

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam jangka waktu tiga bulan. Sampel yang digunakan yaitu limbah KBPRN yang diperoleh dari Kabupaten Jember, Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium farmakologi dan toksikologi, laboratorium biologi farmasi, laboratorium instrumen, laboratorium teknologi dan laboratorium hewan di Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas dr. Soebandi Jember

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan limbah KBPRN, etanol 96%, zink oksida, titanium dioxide, propilparaben, metilparaben, sorbitol, tween 80, oxybenzone, pulvis gummi arabicum (PGA), aquadest, kloroform, kertas saring dan hewan uji mencit putih jantan. Beberapa alat yang digunakan yaitu spektrofotometer UV VIS (Shimadzu UV-1780), kuvet, waterbath (Faithful WB-6), rotary evaporator (Buchi R-100), oven (Mettler), pipet tetes (pyrex), neraca analitik (Ohaus), batang pengaduk (pyrex), botol nanospray, corong kaca, kaca arloji, spatula, ultrasonik (Biobase), erlenmeyer, cawan porselin, beaker glass, gelas ukur, mortir, stamper, pompa vakum, sinar UV, pH meter dan alat particle size analyzer.

Cara kerja

1. Persiapan Bahan dan Alat

Tahap pertama diawali dengan identifikasi dan pencatatan seluruh bahan dan alat yang dibutuhkan dalam formulasi NHS. Semua peralatan yang dibutuhkan dicuci dan dibersihkan. Bahan-bahan yang sensitif terhadap suhu disimpan dalam wadah tertutup di suhu ruang atau lemari pendingin sesuai kebutuhan.

2. Determinasi dan ekstraksi

Sampel limbah KBPRN yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari UD. Rasin Snack Sanenrejo Kabupaten Jember. Sampel limbah KBPRN yang digunakan yaitu kulit pisang yang masih utuh, berwarna kuning dengan tekstur cukup sedikit tebal dan permukaan yang mengkilap.

Limbah KBPRN dilakukan pencucian menggunakan air sampai bersih lalu dipotong kecil-kecil untuk mempercepat proses pengeringan. Selanjutnya dikering anginkan selama 3 hari setelah itu dilakukan pengeringan pada oven di suhu 30°C dalam jangka waktu tiga hari. Setelah dikeringkan, KBPRN diblender hingga halus lalu diayak. Ekstraksi ini menggunakan ekstraksi maserasi dengan menimbang sebanyak 300 gram KBPRN, kemudian direndam dengan aquadest sebanyak 1 liter dan lakukan pengadukan. Selanjutnya toples kaca ditutup menggunakan alumunium foil selama tiga hari, diaduk setiap 24 jam. Lalu hasil maserasi disaring guna memperoleh ekstrak cair. Lakukan ekstraksi remaserasi dengan cara hasil ekstraksi pertama ditambah dengan pelarut etanol 96% sebanyak 1 liter, lakukan pengadukan. Wadah ditutup secara rapat dan didiamkan selama tiga hari, dengan pengadukan dilakukan setiap satu hari. Setelah proses maserasi selesai, hasilnya disaring dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* untuk memperoleh EKBPRN.

3. Pembuatan Formulasi dan Evaluasi Sediaan NHS

Pembuatan dimulai dari melelehkan oxybenzone diatas waterbath pada suhu 60 °C. Tambahkan tween 80 perlahan dan aduk. Mencampurkan metil paraben dan propil paraben dalam sorbitol pada beaker glass. Campur PGA dengan air sebanyak 1,5 kali berat serbuk untuk membentuk mucilago kedalam mortar dan masukkan campuran oxybenzone dan tween 80 secara bertahap, lalu tambahkan campuran sorbitol, metil paraben dan propil paraben. Selanjutnya tambahkan EKBPRN aduk hingga homogen. Tambahkan aquadest dan lakukan ultrasonikasi selama 2 jam pada suhu 50°C dan saring dengan pompa vakum. Jumlah bahan yang digunakan mengikuti variasi formulasi yang disampaikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Formulasi Sediaan NHS

No.	Material Name	F1	F2	F3	F4
1.	EKBPRN	1,70 g	3,41 g	5,11 g	5,11 g
2.	Zink oksida	-	-	7 g	-
3.	Titanium dioxide	-	-	4 g	4 g
4.	PGA	5 g	5 g	5 g	5 g
5.	Propilparaben	0,003 g	0,003 g	0,003 g	0,003 g
6.	Metilparaben	0,0167 g	0,0167 g	0,0167 g	0,0167 g
7.	Sorbitol	0,67 g	0,67 g	0,67 g	0,67 g
8.	Tween 80	1 g	1 g	1 g	1 g
9.	Oxybenzone	3 g	3 g	3 g	3 g

10.	Aquadest	Ad 100 ml	Ad 100 ml	Ad 100 ml	Ad 100 ml
-----	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

4. Evaluasi sediaan NHS

Uji Organoleptis

Pengujian organoleptis dilakukan dengan mengamati tampilan fisik nanospray pada produk NHS menggunakan panca indera manusia yang meliputi warna, bau, dan tekstur (Sabrien et al., 2024).

Uji pH

Proses pengukuran pH sediaan NHS dilakukan dengan cara dicelupkan pH meter ke dalam sediaan produk NHS, kemudian menunggu hingga nilai pH pada layar menunjukkan angka yang stabil. Setiap formula harus sesuai dengan batas pH kulit normal, yaitu 4,5-7 (Sabrien et al., 2024).

Uji Partikel

Untuk menentukan ukuran partikel dalam NHS. Pengukuran dilakukan dengan memasukkan 1 ml NHS ke dalam kuvet, kemudian dipasang pada alat particle size analyzer selama 15 menit (Sabrien et al., 2024).

Hasil dan Pembahasan

Ekstraksi Sampel

Pada penelitian ini ekstrak kental yang diperoleh ditimbang untuk mendapatkan berat ekstrak dan % rendemen.

Tabel 2. Rendemen Ekstrak Kulit Buah Pisang Raja Nangka (*Musa paradisiaca*)

Simplisia Rendemen	Berat	Simplisia	Berat	Ekstrak	%
Kulit Buah Pisang Raja Nangka (<i>Musa paradisiaca</i>)		300 gram	7,027 %	21,08 gram	

Dari tabel 2 diketahui bahwa dari 300 gram serbuk simplisia kulit buah pisang raja nangka yang direndam dengan pelarut etanol 96% menghasilkan sebanyak 21,08 gram dan menghasilkan rendemen ekstrak yaitu 7,027%. Nilai rendemen ini menunjukkan jumlah zat aktif yang berhasil ditarik oleh pelarut dari bahan simplisia. Secara umum, rendemen ekstrak yang baik berada di atas 10%, karena menunjukkan efisiensi pelarut dalam mengekstraksi senyawa bioaktif secara optimal (Sahrudin et al., 2025). Rendemen ekstrak yang baik atau tinggi dapat bervariasi tergantung pada jenis bahan baku, metode ekstraksi yang digunakan dan lama waktu ekstraksi. Sementara itu, rendemen ekstrak yang rendah dapat mengindikasikan bahwa bahan baku yang digunakan tidak memiliki kandungan bioaktif yang cukup atau metode ekstraksi yang digunakan tidak efektif. Namun rendemen ekstrak yang rendah tidak selalu berarti ekstrak yang dihasilkan tidak berkualitas (Wijayani et al., 2024).



Gambar 1. Ekstrak Kulit Buah Pisang Raja Nangka (*Musa paradisiaca*)

Pada gambar 1 menunjukkan ekstrak yang didapatkan adalah ekstrak kental berwarna Coklat kehitaman.

Evaluasi Sediaan NHS Uji Organoleptis

Uji organoleptis ini dilakukan dengan mengamati keadaan fisik sediaan menggunakan panca indera yang meliputi pengamatan tekstur, warna dan bau.



Gambar 2. Sediaan Nanospray Hybrid Sunscreen Ekstrak Kulit Buah Pisang Raja Nangka (*Musa paradisiaca*)

Berdasarkan gambar diatas, perbedaan jumlah bahan yang ditambahkan dapat mempengaruhi terhadap variasi warna pada sediaan NHS. Semakin banyak penambahan EKBPRN maka warna yang dihasilkan semakin pekat. Namun, pada F3 dan F4 warna tampak lebih pucat, karena adanya penambahan zink oksida dan titanium dioxide pada F3 dan titanium dioxide pada F4 sehingga menurunkan intensitas warna alami ekstrak. Warna kuning khas pada sediaan berasal dari senyawa flavonoid seperti quercetin serta karotenoid seperti β -karoten dan lutein (Gallage et al., 2025).

Tabel 3. Hasil Uji Organoleptis NHS

NHS EKBPRN	Warna	Bau	Tekstur
F1	Kuning sedikit kecoklatan	Khas pisang	Cair
F2	Kuning kecoklatan	Khas pisang	Cair
F3	Coklat muda	Khas pisang	Cair
F4	Coklat muda kekuningan	Khas pisang	Cair

Dalam pengujian organoleptik sediaan NHS pada F1, F2, F3, dan F4 yaitu memiliki bau khas pisang karena adanya senyawa volatile (Zhang et al., 2021). Berdasarkan tabel diatas, sediaan NHS memiliki tekstur cair sehingga mudah digunakan dan diaplikasikan.

Uji pH

Uji pH ini dilakukan dengan menggunakan pH meter. Pengujian ini penting dilakukan untuk mengetahui derajat keasaman dari sediaan NHS.

	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	
F1	6,1	6,1	6,3	6,17
F2	6,2	6,3	6,2	6,23
F3	6,7	6,7	6,5	6,63
F4	6,6	6,6	6,5	6,57

Tabel 4. Hasil Uji pH

NHS EKBPRN	pH	-	Rata-rata
------------	----	---	-----------

Berdasarkan tabel 4. menunjukkan bahwa seluruh formulasi memiliki nilai pH yang stabil, dimana nilai replikasi pada setiap formula menunjukkan hasil yang konsisten. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengukuran pH cukup akurat karena tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar replikasi. Perbedaan nilai pH pada setiap formula ini berhubungan dengan komposisi bahan yang digunakan. Ekstrak kulit pisang mengandung senyawa flavonoid yang umumnya bersifat asam. Sebaliknya, zink oksida dan titanium dioksida bersifat pH sedikit basa. Pengujian pH memenuhi standar mutu apabila pH sediaan topikal yaitu 4,5-7 (SNI 16-4399-1996). Keempat formula sediaan NHS memenuhi persyaratan karena berada didalam rentang pH 4,5-7.

Uji Ukuran Partikel

Uji ukuran partikel ini dilakukan menggunakan *particle size analyzer*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel sediaan.

Tabel 5. Hasil Uji Ukuran Partikel

NHS EKBPRN	Ukuran Partikel (nm)	Pi
F1	55,9	0,572

F2	136,2	0,722
F3	268,3	0,465
F4	674,2	0,623

Berdasarkan tabel 5. menunjukkan bahwa formula 1 menghasilkan partikel terkecil yaitu 55,9 nm, sedangkan F4 menghasilkan partikel terbesar yaitu 674,2 nm. Sehingga keempat formula tersebut telah memenuhi persyaratan ukuran partikel sediaan bentuk nano, yaitu 10-1000 nm (Sabrien et al., 2024). Selain ukuran partikel, nilai Indeks Polidispersitas (PI) membantu memberikan informasi mengenai kestabilan dan keseragaman ukuran partikel. Nilai Indeks Polidispersitas (PI) dalam nanospray menunjukkan kualitas kehomogenan atau kestabilan suatu ukuran partikel. Berdasarkan tabel 5 menunjukkan bahwa nilai Pi terkecil yaitu 0,465 dan terbesar 0,722. Sehingga dapat dikatakan memenuhi persyaratan nilai indeks polidispersitas yang baik yaitu 0,01-0,7 (Widyastuti and Saryanti, 2023). Ukuran partikel pada F1 dan F2 kecil disebabkan oleh disperse partikel yang baik dan efektivitas ekstrak sebagai agen capping yang menstabilkan partikel (Villagrán et al., 2024). Selain itu, rasio komponen aktif dan bahan pembawa yang optimal dapat meningkatkan repulsi elektrostatis antar partikel, menghasilkan ukuran lebih kecil dan distribusi lebih homogen (Ceballos-Chuc et al., 2022). Sedangkan F4 yang lebih besar dibanding F3 ($\text{TiO}_2 + \text{ZnO}$) kemungkinan disebabkan karena adanya perbedaan interaksi permukaan antara ekstrak dan partikel. Senyawa aktif ekstrak dapat teradsorpsi pada permukaan TiO_2 membentuk lapisan organik tebal atau menyebabkan *bridging flocculation*, sehingga meningkatkan ukuran hidrodinamik (Villagrán et al., 2024). Sebaliknya, keberadaan ZnO pada F3 diduga memberikan efek stabilisasi elektrostatis dan sterik yang dapat mengurangi aglomerasi partikel (Araki and Baby, 2025). Selain itu, DLS mengukur ukuran hidrodinamik, bukan ukuran inti partikel. Lapisan ekstrak teradsorpsi di permukaan dapat memperbesar nilai yang terdeteksi oleh DLS (Coones et al., 2025). Adapun faktor lain seperti perbedaan kecepatan pengadukan, konsentrasi sampel, proses sonikasi dan homogenisasi yang tidak optimal serta insufisiensi konsentrasi surfaktan untuk menstabilkan ukuran partikel (Muaratan et al., 2025).

Uji Aktivitas Tabir Surya secara In Vitro Uji Aktivitas SPF

Pengujian Spf dilakukan untuk mengetahui efektivitas formulasi sediaan dengan penentuan potensi tabir surya yang dilakukan secara in vitro menggunakan spektrofotometer UV-VIS.

Tabel 6. Hasil Uji Aktivitas SPF

NHS EKBPRN	Nilai Spf	Kategori
F1	6,084	Perlindungan Medium
F2	9,210	Perlindungan Extra
F3	20,040	Perlindungan Ultra
F4	10,029	Perlindungan Maximum

Berdasarkan tabel 6 diperoleh hasil pengujian pada keempat formula menunjukkan adanya peningkatan nilai spf akibat dari adanya peningkatan konsentrasi pada ekstrak kulit pisang raja nangka. Pada tabel, nilai SPF menunjukkan bahwa sediaan *sunscreen* pada F3 adalah yang terbaik karena memiliki daya perlindungan ultra terhadap paparan sinar UV dengan nilai 20,040. Nilai SPF yang tinggi menandakan kemampuan sediaan dalam menyerap atau memantulkan radiasi UVB semakin besar (Sabrien et al., 2024). Hal ini disebabkan

karena adanya penambahan konsentrasi pada bahan aktif dan bahan lain yang berperan penting dalam menentukan efektivitas perlindungan terhadap radiasi sinar ultraviolet. Faktor ini dapat meningkatkan atau menurunkan sinar UV masing-masing tabir surya. Berdasarkan hal di atas, menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi, maka daya perlindungan tabir surya juga meningkat (Hakim et al., 2024). Hal ini dapat dilihat dari hasil nilai SPF yang diperoleh pada tabir surya ekstrak kulit pisang raja nangka yang menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi maka nilai SPF tabir surya tersebut juga semakin besar. Selain itu ada penambahan bahan seperti zink oksida dan titanium dioxide yang memiliki kemampuan dalam memantulkan dan menyerap UV, sehingga keduanya bekerja mengurangi risiko pembentukan radikal bebas (Araki and Baby, 2025).

Uji Aktivitas % Eritema dan % Pigmentasi

Transmisi eritema/pigmentasi merupakan perbandingan antara jumlah energi radiasi ultraviolet (UV) yang dapat menembus sediaan tabir surya pada spektrum eritema atau pigmentasi terhadap faktor efektivitas eritema pada setiap panjang gelombang tertentu

Tabel 7. Hasil Uji Aktivitas % Eritema dan % Pigmentasi

NHS EKBPRN	% Eritema	% Pigmentasi	Kategori
F1	16,93	14,631	Fast Tanning
F2	13,142	11,582	Suntan Ekstra
F3	6,400	4,841	Proteksi Ekstra
F4	7,986	6,836	Proteksi Ekstra

Hasil pengujian nilai % eritema dan % pigmentasi menunjukkan adanya perbedaan antar formula. Formula F1 dan F2 memiliki nilai % eritema dan pigmentasi tertinggi. Berdasarkan kategori penilaian efektivitas tabir surya, nilai F1 termasuk ke dalam kategori fast tanning yaitu hanya memberikan perlindungan rendah terhadap UV, sehingga kulit cepat mengalami perubahan warna (pigmentasi) dan eritema dan F2 dalam kategori suntan ekstra yang berarti sediaan memberikan perlindungan sedang, kulit masih dapat mengalami tanning setelah paparan UV sedang. Sebaliknya, F3 dan F4 menunjukkan nilai yang jauh lebih rendah dan dikategorikan sebagai Proteksi Ekstra yang menunjukkan kemampuan sediaan dalam menghambat transmisi sinar UV dengan sangat baik, sehingga kulit terlindungi dari efek eritema (kemerahan) dan pigmentasi akibat aktivasi melanosit (González et al., 2022). Kategori tersebut menjelaskan tingkat kemampuan sediaan tabir surya dalam menghambat radiasi UV terhadap kulit (Sucharitha et al., 2025). Perbedaan hasil pengujian ini disebabkan oleh adanya perbedaan pada komposisi dan konsentrasi dari bahan yang digunakan.

Pada F1 dan F2 hanya mengandung filter kimia oxybenzone, tanpa tambahan filter fisik anorganik. Oxybenzone bekerja dengan cara menyerap sinar UV dan mengubah energi menjadi panas, tetapi memiliki kelemahan berupa stabilitas fotokimia yang rendah dan rentang proteksi yang sempit, terutama terhadap sinar UVA panjang (Cui et al., 2023). Akibatnya, sebagian energi UV masih dapat menembus kulit dan menimbulkan efek eritematogenik serta pigmentogenik. Sebaliknya, F3 dan F4 mengandung Titanium dioxide (TiO₂) dan Zinc oxide (ZnO) yang berperan sebagai filter fisik spektrum luas. TiO₂ terutama efektif memantulkan dan menyebarkan sinar UVB (280–320 nm) yang

menyebabkan eritema, sedangkan ZnO memberikan perlindungan terhadap UVA (320–400 nm) yang berhubungan dengan pigmentasi dan penuaan kulit (Araki and Baby, 2025). Kombinasi keduanya menghasilkan efek sinergis dalam menurunkan transmisi radiasi UV, sehingga menekan nilai eritema dan pigmentasi secara signifikan (Pangilinan et al., 2025).

Selain itu, ZnO dan TiO₂ dalam bentuk nanopartikel dapat meningkatkan efektivitas perlindungan tanpa meninggalkan residu putih (white cast) pada kulit, karena ukuran partikel yang lebih kecil meningkatkan daya hambur dan efisiensi perlindungan (Niska et al., 2025). Adapun pada penelitian (Pannakal et al., 2025) juga menjelaskan bahwa filter fisik anorganik bekerja tidak hanya secara optik, tetapi juga dengan mengurangi stres oksidatif dan inflamasi kulit akibat paparan UV. Oleh karena itu, F3 dengan kombinasi ZnO dan TiO₂ memberikan hasil % eritema dan % pigmentasi terendah, menandakan kemampuan proteksi paling baik terhadap sinar UV di antara semua formula.

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa ekstrak kulit buah pisang raja nangka (*Musa paradisiaca*) dapat diformulasi menjadi sediaan *Nanospray Hybrid Sunscreen* (NHS) yang memenuhi karakteristik organoleptis yang menunjukkan keseragaman warna, bau khas pisang, serta konsistensi cair yang stabil dan mudah digunakan. Semua formula memperlihatkan nilai pH dalam kisaran fisiologis kulit (6,17–6,63), yang mengindikasikan kecocokan dan keamanan produk untuk penggunaan topikal jangka panjang. Analisis ukuran partikel menggunakan metode DLS menunjukkan bahwa semua formula terletak dalam rentang nanometer (55,9–674,2 nm) dengan indeks polidispersitas <0,7, yang menunjukkan distribusi ukuran yang konsisten dan stabilitas sistem dispersi yang baik.

Uji aktivitas fotoprotektif menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak serta penambahan Zinc oxide dan Titanium dioxide secara signifikan meningkatkan nilai SPF dan mengurangi transmisi radiasi UV yang menyebabkan eritema dan pigmentasi. Formula F3 yang mengandung kombinasi ZnO dan TiO₂ menunjukkan kinerja paling baik, dengan nilai SPF tertinggi (20,04 – kategori perlindungan ultra) dan persentase eritema serta pigmentasi terendah (6,40% dan 4,84%).

Dengan demikian, secara ilmiah dapat disimpulkan bahwa formula F3 adalah formulasi paling efektif dan stabil sebagai pelindung matahari alami berbasis nanospray hybrid system, dengan potensi besar untuk dikembangkan sebagai sediaan fotoprotektif modern yang aman, stabil, dan memiliki daya perlindungan tinggi terhadap radiasi sinar UV.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia melalui Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (Belmawa) atas dukungan pendanaan melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun pendanaan 2025 dan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas dr. Soebandi Jember atas dukungan fasilitas penelitian, serta kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini.

Kontribusi Penulis

Seluruh penulis berkontribusi dalam penelitian ini sesuai perannya masing-masing. Penulis utama berperan dalam melakukan percobaan, pengolahan sampel, serta penyusunan draf naskah. Penulis lainnya turut serta dalam formulasi sediaan, pengujian, dan analisis data. Dosen pendamping berperan dalam memberikan arahan penelitian, mendesain percobaan, serta melakukan supervisi dan penyempurnaan akhir naskah. Penulis Satu berperan dalam melakukan percobaan awal, ekstraksi kulit pisang raja nangka, serta menyiapkan draf naskah (manuskrip). Penulis dua melaksanakan formulasi sediaan nanospray hybrid sunscreen dan melakukan uji organoleptis. Penulis tiga melakukan pengujian pH dan ukuran partikel, serta mengolah data hasil pengujian. Penulis empat melakukan kajian literatur, penyusunan pembahasan, dan penyempurnaan naskah. Penulis terakhir (dosen pembimbing) memberikan arahan riset, mendesain percobaan, serta melakukan supervisi dan penyelesaian akhir manuskrip.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Khaial, M. Q., Chan, S. Y., Abu-Zurayk, R. A. & Alnairat, N. 2024. Biosynthesis and Characterization of Zinc Oxide Nanoparticles (ZnO-NPs) Utilizing Banana Peel Extract. *Inorganics*, 12(4), 121.
- Al-Sadek, T. & Yusuf, N. 2024. Ultraviolet Radiation Biological and Medical Implications. *Current Issues in Molecular Biology*, 46(3), 1924-1942.
- Araki, S. M. & Baby, A. R. 2025. New Perspectives on Titanium Dioxide and Zinc Oxide as Inorganic UV Filters: Advances, Safety, Challenges, and Environmental Considerations. *Cosmetics*, 12(2), 77.
- Barnes, T. M., Mijaljica, D., Townley, J. P., Spada, F. & Harrison, I. P. 2021. Vehicles for Drug Delivery and Cosmetic Moisturizers: Review and Comparison. *Pharmaceutics*, 13(12), 2012.
- Bhavani, M., Morya, S., Saxena, D. & Awuchi, C. G. 2023. Bioactive, Antioxidant, Industrial, and Nutraceutical Applications of Banana Peel. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 1277-1289.
- Bravo, C. G. & Negbenebor, N. A. 2023. *Sunblock Uncovered: Essentials for Optimal Protection* [Online]. Iowa Cancer Consortium. Available: <https://canceriowa.org/sunblock-uncovered-essentials-for-optimal-protection/> [Accessed 22 May 2025].
- Ceballos-Chuc, M. C., Ramos-Castillo, C. M., Rodríguez-Pérez, M., Ruiz-Gómez, M. Á., Rodríguez-Gattorno, G. & Villanueva-Cab, J. 2022. Synergistic correlation in the colloidal properties of TiO₂ nanoparticles and its impact on the photocatalytic activity. *Inorganics*, 10(9), 125.
- Chivte, V. K., Chivte, D. K., Sutar, V. A. & Sutar, V. A. 2024. Shielding Your Skin: A Deep Dive into Sunscreen Efficacy. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research*, 3(12), 136-148.
- Coones, R. T., Kestens, V. & Minelli, C. 2025. A comparison of hydrodynamic diameter results from MADLS and DLS measurements for nanoparticle reference materials. *Journal of Nanoparticle Research*, 27(7), 170.
- Cui, Y., Chen, Z., Zhu, P., Ma, W., Zhu, H., Liao, X. & Chen, Y. 2023. Enhancing photostability and power conversion efficiency of organic solar cells by a “sunscreen” ternary strategy. *Science China Chemistry*, 66(4), 1179-1189.
- Ekstein, S. F. & Hylwa, S. 2023. Sunscreens: A Review of UV Filters and Their Allergic Potential. *Dermatitis®*, 34(3), 176-190.
- Gallage, K., Chandimala, U., Weerasinghe, S. & Weerathunga, H. 2025. Extraction of Natural Colorants from Banana (*Musa spp.*) Peel and Determination of Total Carotenoids, β -Carotene and Antioxidant Activity of the Extracts. *Journal of Agricultural Sciences–Sri Lanka*, 20(3).
- González, S., Aguilera, J., Berman, B., Calzavara-Pinton, P., Gilaberte, Y., Goh, C.- L., Lim, H. W., Schalka, S., Stengel, F. & Wolf, P. 2022. Expert recommendations on the evaluation of sunscreen efficacy and the beneficial role of non-filtering ingredients. *Frontiers in Medicine*, 9790207.
- Haddad, S., Weise, J. J., Wagenpfeil, S., Vogt, T. & Reichrath, J. 2025. Malignant

- Melanoma: Vitamin D Status as a Risk and Prognostic Factor—Meta-Analyses and Systematic Review. *Anticancer Research*, 45(1), 27-37.
- Hakim, A., Rahmawati, Y. A. & Hidayat, M. S. 2024. THE IN VITRO TEST OF. SUNSCREEN SUN PROTECTING FACTOR FROM. *Jurnal Pijar MIPA January*, 19(1), 1-8.
- Kathiravan, I., Sankaranarayanan, S., Balasundaram, J. & Subramaniam, B. 2022. Experimentation of Dyes Extracted from the Peels of Red Banana and Aloe Vera as Sensitizers for TiO₂-Based Dye-Sensitized Solar Cells. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(55), 83897-83906.
- Lim, H. W., Saint Aroman, M., Skayem, C., Halioua, B., Perez Cullell, N., Ben Hayoun, Y., Baissac, C., Bergqvist, C., Taieb, C. & Richard, M. A. 2024. Sun Exposure and Protection Habits: Self-Reported Attitudes, Knowledge and Behaviours. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 38(10), 2024-2033.
- Miri, A., Beiki, H., Najafidoust, A., Khatami, M. & Sarani, M. 2021. Cerium Oxide Nanoparticles: Green Synthesis Using Banana Peel, Cytotoxic Effect, UV Protection, and Their Photocatalytic Activity. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 44(9), 1891-1899.
- Muaratan, J., Ginting, A. N. B., Meutia, R. & Simanjuntak, N. J. P. 2025. Aktivitas Nano Spray Gel Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus epidermidis* pada Ulkus Diabetes Melitus Secara In Vitro. *Jurnal Riset Ilmu Kesehatan Umum dan Farmasi (JRIKUF)*, 3(3), 49-62.
- Niska, K., Muszyńska, B., Kowalski, S., Tomaszewska, E., Narajczyk, M., Pawłowska, M., Majewski, P. W., Augustin, E. & Inkielewicz-Stepniak, I. 2025. Cytotoxicity of ZnO nanoparticles in human melanocyte cells in the presence or absence of UV radiation: A preliminary comparative study with TiO₂ nanoparticles. *Toxicology in Vitro*, 106106051.
- Öztürk, A. A. & Arpagaus, C. 2021. Nano Spray-Dried Drugs for Oral Administration: A Review. *ASSAY and Drug Development Technologies*, 19(7), 412-441.
- Pangilinan, N. D. T., Shalbaf, M., Souza, A., Chavan, B., Bonn, C. & Birch-Machin, M. A. 2025. Profiling the Anti-Photoaging Impact of Titanium Dioxide and Zinc Oxide Nanoparticles: A Focus on Signaling Pathways. *The FASEB Journal*, 39(9), e70568.
- Pannakal, S. T., Durand, S., Gizard, J., Sextius, P., Planel, E., Warrick, E., Lelievre, D., Lelievre, C., Eilstein, J. & Beaumard, F. 2025. A Proprietary *Punica granatum* pericarp Extract, Its Antioxidant Properties Using Multi-Radical Assays and Protection Against UVA-Induced Damages in a Reconstructed Human Skin Model. *Antioxidants*, 14(3), 301.
- Pulungan, A., Soesanti, F., Tridjaja, B. & Batubara, J. 2021. Vitamin D Insufficiency and Its Contributing Factors in Primary School-Aged Children in Indonesia, A Sun-Rich Country. *Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism*, 26(2), 92-98.
- Rilen, M., Masakana, V. & Dini, E. 2024. Physicochemical Characteristics and

SPF Value of Kepok Banana Corm Extract Cream. *Farmasains: Jurnal Farmasi dan Ilmu Kesehatan*, 9(1), 8-18.

Sabrien, D. A., Azzahra, N. m. N., Paramitha, P. C. R., Desta, F. K. & Latifah, E. 2024. Formulation of nano spray preparation from Purslane Leaf Extra