

Kajian Pengembangan Sistem Nanopartikel Berbasis Lipid sebagai Pembawa Zat Aktif pada Sediaan Tabir Surya

Zalfa Hasna Raniah *, Aulia Fikri Hidayat, Sani Ega Priani

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*zalfahasna16@gmail.com, aulia.fikri.h@gmail.com, egapriani@gmail.com

Abstract. Excess solar radiation may harm the skin. Thus, additional protection like sunscreen is needed. Sunscreen contains chemical and physical (synthetic) UV filter materials to absorb, reflect, and scatter solar radiation before it hits the skin. UV filters that are unstable to light can be degraded and absorbed systematically into the skin. It is necessary to have a sound carrier system to prevent the UV filter from being degraded but still maintain an excellent photoprotective effect. Lipid-based nanoparticle carrier systems, such as solid lipid nanoparticles (SLN) and nanostructured lipid carriers (NLC), can protect UV filters from degradation and reflect UV radiation due to their lipid content. To increase the safety of sunscreen preparations, adding natural ingredients may be considered to provide a photoprotective effect. So the use of UV filters can be reduced due to the antioxidant effect of plants that work synergistically with UV filters. This research was conducted using the Systematic Literature Review (SLR) method. The results obtained indicate that the use of lipid-based nanoparticles can prevent UV filter degradation because it is stable after irradiation, has a sustained release effect, increases the SPF value, and can reduce the use of UV filter concentration by adding natural ingredients that contain antioxidants.

Keywords: *Solid Lipid Nanoparticle, Nanostructured Lipid Carrier, sunscreen, UV filter, natural ingredients, photoprotection.*

Abstrak. Radiasi sinar matahari berlebih berdampak buruk pada kulit sehingga diperlukan perlindungan tambahan seperti tabir surya. Tabir surya mengandung bahan filter UV kimia dan fisika (sintetis) yang berfungsi menyerap, memantulkan dan menyebarkan radiasi matahari sebelum mengenai kulit. Filter UV yang tidak stabil terhadap cahaya dapat terdegradasi dan terserap secara sistematis ke dalam kulit. Perlu adanya sistem pembawa yang baik untuk mencegah filter UV terdegradasi, namun tetap mempertahankan efek fotoproteksi yang baik. Sistem pembawa nanopartikel berbasis lipid, seperti solid lipid nanoparticle (SLN) dan nanostructured lipid carrier (NLC), dapat mencegah filter UV terdegradasi dan mampu bekerja dengan memantulkan radiasi UV karena kandungan lipidnya. Untuk meningkatkan keamanan sediaan tabir surya, dapat ditambahkan bahan alam yang mampu memberikan efek fotoproteksi. Sehingga penggunaan filter UV dapat dikurangi karena adanya efek antioksidan dari tanaman yang bekerja sinergis dengan filter UV. Penelitian ini dilakukan dengan metode Systematic Literature Review (SLR). Hasil yang diperoleh mengindikasikan bahwa penggunaan nanopartikel berbasis lipid mampu mencegah degradasi filter UV karena stabil setelah penyinaran, memberikan efek pelepasan diperlambat, meningkatkan nilai SPF, dan mampu mengurangi penggunaan konsentrasi filter UV dengan penambahan bahan alam yang mengandung antioksidan.

Kata Kunci: *Solid Lipid Nanoparticle, Nanostructured Lipid Carrier, tabir surya, filter UV, bahan alam, fotoproteksi.*

A. Pendahuluan

Kulit memerlukan perlindungan tambahan dengan penggunaan tabir surya karena radiasi UV berlebih bisa merusak kulit menjadi kemerahan, iritasi dan berpotensi menyebabkan kanker (Luthfiyana et al, 2016). *Sunscreen* atau tabir surya merupakan sediaan kosmetik yang mengandung zat berupa bahan pelindung kulit terhadap sinar matahari dan melindungi kulit dari sinar ultraviolet supaya tidak dapat memasuki kulit dan menyebabkan gangguan kulit. Tabir surya mengandung filter ultraviolet (UV) yang dapat bekerja secara fisika dan kimia. Filter yang bekerja secara kimia, misalnya octyl-p-methoxycinnamate (OMC) memiliki mekanisme menyerap radiasi UV. Sedangkan filter yang bekerja secara fisika, misalnya titanium oksida dan seng oksida memiliki mekanisme memantulkan dan menyebarkan radiasi UV (Puglia et al, 2012). Zat fotoprotektor atau filter UV juga dapat berasal dari bahan alam seperti *Aloe vera* (Rodrigues, L. R., & Jose, J., 2020) dan minyak-minyak dari tumbuhan (Badea et al, 2015) yang berpotensi mengurangi efek toksik dari filter UV sintetis. Penggunaan UV filter sintetis dapat terserap ke dalam kulit sehingga menyebabkan paparan sistemik karena mungkin terdegradasi sinar UV dan menjadi tidak stabil (Chu et al, 2019) sehingga diperlukan sistem pembawa yang dapat menstabilkannya.

Sistem pembawa nanopartikel memiliki efek sinergis dari hamburan atau penyebaran ultraviolet saat digunakan sebagai sistem pembawa untuk tabir surya molekuler (Souto, E. B., & Müller, R. H., 2008). Nanopartikel berbasis lipid juga kompatibel dengan kulit, mampu melindungi bahan yang dienkapsulasi terhadap degradasi dan dapat memberikan efek pelepasan obat terkontrol (Chu et al, 2019). Terdapat 2 jenis nanopartikel berbasis lipid yaitu Solid Lipid Nanoparticles (SLN) dan Nanostructured Lipid Carriers (NLC).

Partikel pada SLN dapat digunakan sebagai tabir surya karena mampu menangkal radiasi sinar ultraviolet dan jika digunakan sebagai pembawa zat aktif berukuran nano untuk zat aktif tabir surya akan memberikan sifat sinergistik (Angelia et al, 2019). SLN mampu bertindak sebagai *physical sunscreen* dengan sendirinya tanpa tambahan filter UV (Puglia et al, 2012). NLC tersusun dari campuran lipid padat dan lipid cair dengan kandungan lipid padat lebih banyak (Garcês, A., et al, 2018). NLC dapat ditoleransi oleh tubuh manusia dengan baik juga memiliki kestabilan fisika dan kimia yang baik. NLC memiliki potensi dalam aplikasi topikal karena daya rekatnya saat membentuk film di atas kulit dan memiliki efek oklusif. Pada NLC pelepasan zat aktif dapat dikontrol dan diperpanjang. Kombinasi ini juga mampu meningkatkan stabilitas tabir surya. Beberapa lipid padat yang digunakan untuk pembuatan NLC dapat berperan sebagai filter UV yang bekerja secara fisika sehingga akan memberikan efek sinergis dan dapat mengurangi jumlah penggunaan tabir surya yang diperlukan untuk mencapai efek fotoprotektif optimal (Medeiros et al, 2020).

Tujuan dari studi literatur ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengembangan sistem pembawa nanopartikel berbasis lipid terhadap efektivitas fotoproteksi tabir surya dengan zat aktif sintetis, untuk mengetahui pengaruh penambahan zat aktif bahan alam terhadap efektivitas fotoproteksi sediaan tabir surya dengan zat aktif sintetis pada sistem pembawa *Nanostructure Lipid Carrier* (NLC), serta untuk mengetahui pengaruh penggunaan zat aktif bahan alam terhadap efektivitas fotoproteksi sediaan tabir surya pada sistem pembawa *Solid Lipid Nanoparticles* (SLN).

B. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan studi literatur untuk mengetahui pengaruh pengembangan nanopartikel berbasis lipid terhadap efek fotoproteksi zat aktif sintetis dan bahan alam. Studi literatur ini dilakukan dengan meninjau pustaka dari jurnal penelitian yang telah dipublikasikan pada 10 tahun terakhir baik berupa jurnal nasional maupun jurnal internasional. Tahap studi literatur yang dilakukan diawali perancangan, pencarian, pengambilan, seleksi artikel, penentuan artikel, mengekstrak data, kemudian pelaporan hasil tinjauan artikel.

Penelitian diawali dengan pencarian dan pengambilan artikel jurnal pada berbagai *database* seperti Science Direct, Springer Link, NCBI-PMC, John Wiley and Sons, PubMed dan google scholar lainnya. Kata kunci yang digunakan pada seluruh *database* adalah *sunscreen*, tabir surya, *solid lipid nanoparticle*, *nanostructured lipid carrier*, *photoprotection*,

fotoproteksi. Artikel jurnal kemudian dipilih dan disaring berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Artikel lolos uji digunakan sebagai data primer untuk ditinjau.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian yang dilakukan ini didasarkan pada metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan cara dilakukan penelusuran pustaka terhadap jurnal internasional untuk mengkaji hasil penelitian yang dilakukan pada jurnal yang telah dipublikasi dan diterbitkan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengkaji literatur mengenai pengaruh pengembangan nanopartikel berbasis lipid berupa *Solid Lipid Nanoparticle* (SLN) dan *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) terhadap efektivitas fotoproteksi tabir surya dengan menggunakan zat aktif sintetis maupun alam. Hasil penelitian dibagi dalam 3 bagian. Bagian pertama berisi mengenai efektivitas fotoproteksi tabir surya dalam sistem pembawa SLN dan NLC dengan zat aktif sintetis, bagian kedua berisi mengenai efektivitas fotoproteksi tabir surya dengan penambahan minyak bahan alam pada tabir surya zat aktif sintetis dengan sistem pembawa NLC, dan bagian ketiga berisi mengenai efektivitas fotoproteksi tabir surya dengan menggunakan zat aktif bahan alam pada sistem pembawa SLN.

Efektivitas Fotoproteksi Tabir Surya Nanopartikel Berbasis Lipid

Pengujian efektivitas fotoproteksi tabir surya dengan sistem pembawa nanopartikel berbasis lipid (SLN dan NLC) dilakukan dengan menguji nilai SPF, absorbansi UV serta EUVA-PF dari setiap sediaan untuk melihat pengaruhnya dalam mengatasi sinar ultraviolet (UV). Efektivitas fotoproteksi dari tabir surya ini bergantung pada jenis UV filter serta sistem pembawa yang digunakan. Pada tabel 1 akan ditampilkan data mengenai jenis UV filter, jenis nanopartikel berbasis lipid, metode, ukuran partikel, potensial zeta, efisiensi penyerapan, dan hasil pengujian efektivitas fotoproteksi berupa nilai *sun protection factor* (SPF), nilai absorbansi UV, serta nilai *erythematous UVA-protection factor* (EUVA-PF).

Tabel 1. Efektivitas Fotoproteksi SLN dan NLC dengan Zat Aktif Sintetis

Zat Aktif	Jenis Nanopartikel Berbasis Lipid	Metode	Ukuran Partikel (nm)	ZP (mV)	Efektivitas Fotoproteksi			Pustaka
					SPF	Absorbansi UV	EUVA-PF	
Seng Oksida	SLN	Hot Emulsion	148,0 ± 1,1	-33,0	-	0,4 - 0,7	-	Berkman et al, 2012.
Octocrylene	SLN		143,0 ± 1,4	-31,0	-	1,6 - 2,0	-	
Avobenzone	SLN	Modified High Shear Homogenization	245,3 ± 2,6	-42,2 ± 1,3	-	1,4	33,8	Niculae et al, 2012.
	NLC		191,4 ± 2,7	-39,9 ± 1,9	-	1,1	18,8	
	SLN		±170,0	-37,0	5,0	-	22,5	Niculae et al, 2014.
	NLC		±150,0	-39,5	4,6	-	13,0	
Avobenzone - Octocrylen	SLN	Modified High Shear Homogenization	170,1	-38,0	13,4	0,4	31,0	Niculae et al, 2013.
	NLC		162,4	-41,0	13,7	0,6	39,7	
Oxybenzone	SLN	Ethanol Injection	162,0 ± 4,7	-36,8 ± 1,3	24,0	-	-	Gulbake et al, 2012.
	NLC		144,0 ± 3,0	-32,1 ± 0,9	21,0	-	-	
Octyl-methoxycinnamate	SLN	Ultrasonic Emulsification	392,8	-	11,5 ± 1,5	-	-	Liu et al, 2015.
	SLN	High Pressure Homogenization	190,0 - 200,0	-45,3 ± 2,2	27,3 ± 1,2	-	-	Andreio-Filho et al, 2018.
	NLC	Emulsification-Sonication	110,0 ± 1,2	- 16,9 ± 3,9	38,3	-	-	do Prado et al, 2020.
Bemotrizinol	NLC	Ultrasonication Technique	122,4 ± 0,3	-19,3 ± 0,4	11,0 ± 0,1	0,7	-	Medeiros et al, 2020.

Pada hasil efektivitas fotoproteksi berdasarkan nilai absorbansi UV pada panjang gelombang 290 – 400 nm, hasil penelitian Berkman et al. (2012) nilai absorbansi dari seng oksida yang merupakan filter UV fisika lalu pada octocrylene yang merupakan filter UV kimia didapatkan hasil yang cukup tinggi sehingga menandakan bahwa ada efek fotoproteksi yang baik pada penggabungan nanopartikel berbasis lipid seperti SLN dan NLC dengan filter UV pada area UVA (320 – 400 nm) dan UVB (290-320 nm). Seng oksida memang diketahui memiliki efek penyerapan yang bagus pada UVA dan UVB (Schneider, S. L., & Lim, H. W., 2019) sedangkan untuk octocrylene nilai absorbansi lebih bagus pada area UVB karena octocrylene lebih dominan menyerap pada panjang gelombang UVB dan sedikit pada panjang gelombang UVA (Berardesca et al, 2019). Pada penelitian Niculae et al. (2012) nilai absorbansi UV pada zat aktif avobenzone diatas 1 maka menandakan bahwa SLN dan NLC avobenzone mampu menyerap radiasi UV dengan cukup tinggi pada area UVA dan UVB. Pada Niculae et al. (2013) dan Medeiros et al. (2020) hal yang sama dihasilkan dari SLN dan NLC avobenzon-octocrylene juga NLC bemotrizinol bahwa dihasilkan nilai absorbansi yang cukup baik menandakan bahwa penggabungan SLN maupun NLC dengan campuran zat aktif mampu memberikan efektivitas fotoproteksi.

Pada efektivitas fotoproteksi berdasarkan nilai SPF, pada penelitian Niculae et al. (2014) nilai SPF dari SLN dan NLC avobenzone cukup kecil hal ini mungkin karena konsentrasi avobenzone yang digunakan pada formula hanya sedikit. Sedangkan pada zat aktif lain nilai SPF yang dihasilkan cukup tinggi yaitu sekitar 11,0-38,3. Nilai ini cukup tinggi sehingga menandakan bahwa penggabungan nanopartikel berbasis lipid dengan filter UV sintetis dapat memberikan efektivitas fotoproteksi yang baik ditambah dilihat dari karakteristik nanopartikel dihasilkan formula yang relatif stabil. Penggunaan nanopartikel berbasis lipid juga mampu meningkatkan nilai SPF jika dibandingkan dengan sistem pembawa lain. Pada penelitian Niculae et al. (2013) nilai SPF dan NLC avobenzone-octocrylene lebih besar jika dibandingkan dengan SPF emulsi yang hanya 10,2 dengan konsentrasi yang sama. Pada penelitian Gulbake et al. (2012) nilai SPF dari krim SLN dan NLC meningkat dua kali lipat dibandingkan SPF krim biasa yang hanya 13. Pada penelitian Liu et al. (2015) nilai SPF SLN-OMC juga lebih besar dibandingkan SPF emulsi-OMC hanya 7,81. Pada penelitian do Prado et al. (2020) nilai SPF NLC-OMC lebih besar dua kali lipat dari SPF nanoemulsi-OMC yang hanya bernilai 14.

Pada efektivitas fotoproteksi berdasarkan nilai EUVA-PF, nilai yang dihasilkan dari zat aktif cukup tinggi yaitu 13,0-39,7. Hal ini menandakan bahwa penggabungan SLN dan NLC dengan filter UV sintetis mampu memberikan efek fotoproteksi yang cukup tinggi dan baik. Selain itu juga pada penelitian Niculae et al. (2012) nilai EUVA-PF dari NLC avobenzone yang semula 18,8 setelah dilakukan penyinaran sebanyak dua kali pada panjang gelombang 365 dan 312 nm mengalami kenaikan menjadi 39,2. Adanya kenaikan nilai EUVA-PF ini menandakan bahwa nanopartikel berbasis lipid jenis NLC mampu menjadi sistem pembawa yang memberikan fotostabilitas pada avobenzone. Avobenzone diketahui memiliki stabilitas yang kurang baik dibawah sinar matahari, sehingga fungsi perlindungan UVnya dapat berkurang bahkan hilang (Pinto da Silva et al, 2014). Penggunaan nanopartikel berbasis lipid juga mampu meningkatkan nilai EUVA-PF jika dibandingkan dengan sistem pembawa lain. Pada penelitian Niculae et al. (2012) nilai EUVA-PF dari SLN dan NLC lebih besar jika dibandingkan nilai emulsi-avobenzone yang kurang dari 10. Pada penelitian Niculae et al. (2013) juga nilai EUVA-PF dari emulsi avobenzone-octocrylene hanya 23, jauh lebih kecil dari EUVA-PF SLN dan NLC avobenzone-octocrylene. Peningkatan nilai SPF dan EUVA-PF ini terjadi karena memang nanopartikel berbasis lipid dengan sendirinya berfungsi sebagai *physical sunscreen* (Andréo-Filho et al, 2018).

Penggunaan nanopartikel berbasis lipid juga mampu mengurangi iritasi dan penyerapan sistemik pada kulit. Pada penelitian Gulbake et al. (2012), dilakukan uji iritasi pada kulit manusia dari krim SLN dan NLC oxybenzone dan dihasilkan bahwa nilai eritema yang dihasilkan 0 sedangkan pada basis krim biasa bernilai 1 selama 48 jam. Hal ini terjadi karena penyerapan sistemik yang diberikan dari nanopartikel berbasis lipid dapat berkurang sehingga lebih sedikit menimbulkan efek toksik seperti iritasi kulit. Hal ini dibuktikan dari uji

difusi Franz pada krim SLN dan NLC oxybenzone bernilai 22 dan 27% dan pada krim biasa 40%. Pada penelitian Liu et al. (2015) juga pada uji difusi Franz jumlah penyerapan yang dihasilkan SLN-OMC hampir 0 sedangkan pada emulsi-OMC dihasilkan $>3000\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Dasar pembentuk sistem ini adalah lipid nontoksik dan noniritan. Hal ini yang menjadi keuntungan terbaik dari sistem ini karena matriks lipid terdiri dari lipid fisiologis yang dapat ditoleransi dengan baik sehingga akan meminimalisir adanya bahaya toksisitas akut dan kronis (Lacatusu et al, 2011).

Efektivitas Fotoproteksi Tabir Surya *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC)

Pengujian efektivitas fotoproteksi tabir surya dengan sistem pembawa *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) dilakukan dengan menguji nilai SPF dan absorbansi UV dari setiap sediaan untuk melihat pengaruh penambahan minyak bahan alam terhadap pengurangan penggunaan filter UV sintetis dalam mengatasi sinar ultraviolet (UV). Efektivitas fotoproteksi dari tabir surya ini bergantung pada minyak bahan alam yang digunakan. Pada tabel 2 akan ditampilkan data mengenai jenis minyak bahan alam dan jenis filter UV, metode, ukuran partikel, potensial zeta, efisiensi penyerapan, dan hasil pengujian efektivitas fotoproteksi berupa nilai *sun protection factor* (SPF) dan nilai absorbansi UV.

Tabel 2. Efektivitas Fotoproteksi NLC dengan Zat Aktif Bahan Alam

Zat Aktif		Metode	Ukuran Partikel (nm)	ZP (mV)	EE (%)	Efektivitas Fotoproteksi		Pustaka
Bahan Alam	UV Filter					SPF	Absorbansi UV	
Minyak Biji Labu	Uvinul A Plus Granular	Ultrasonication Homogenization	219,03 ± 0,84	-	89,16 ± 0,04	-	1,50	Chu et al, 2019.
	Uvinul T150				87,63 ± 0,04			
	Uvinul® A Plus B	135,00 ± 2,00	-	82,86 ± 0,15	16,61 ± 3,45	-	Chu et al, 2020	
	DHHB	High Shear - Pressure Homogenization	124,60 ± 1,00	-48,10 ± 0,89	83,00	46,50	-	Lacatusu et al, 2018.
	EHS				80,00			
Minyak Biji Kenaf	Uvinul A Plus Granular	Ultrasonication Homogenization	212,10 ± 2,69	-	91,61 ± 0,01	-	1,90	Chu et al, 2019.
	Uvinul T150				89,57 ± 0,24			
	Uvinul® A Plus B	Modified High Shear Homogenization	238,03 ± 2,57	-	64,09 ± 0,98	41,38 ± 6,03	-	Lee et al, 2019.
Minyak Biji Kenaf & Minyak Biji Labu	Uvinul A Plus Granular	Ultrasonication Homogenization	222,83 ± 2,35	-	91,25 ± 0,08	-	1,30	Chu et al, 2019.
	Uvinul T150				89,02 ± 0,18			
Minyak Bocaíúva Pulp	Octocrylene	High Pressure Homogenization	156,00	-65,10 ± 3,60	82,50	16,30 ± 1,10	-	Dario et al, 2018.
	Avobenzone				33,30			
Minyak Bocaíúva Almond	Octocrylene	High Pressure Homogenization	185,20	-56,70 ± 2,50	82,30	31,80 ± 0,60	-	
	Avobenzone				75,20			
Minyak Biji Delima	Bemotrizinol	High Pressure Homogenization	150,00	-34,00	95,00	34,30	1,60	Niculae et al, 2014.
	Avobenzone		170,00	-32,00	99,00	25,00	1,30	
	Octocrylene				94,80			
Minyak Bekatul	Avobenzone	Modified High Shear Homogenization	130,00	-27,50	79,00	17,30	2,30	Niculae et al, 2014.
	Octocrylene				89,00			
Minyak Biji Raspberry	Avobenzone	Modified High Shear Homogenization	130,00	-29,00	79,00	13,00	2,20	
	Octocrylene				78,50			
Minyak Bayam	DHHB	High Shear - Pressure Homogenization	110,30 ± 0,30	-46,90 ± 0,83	81,00	50,50	-	Lacatusu et al, 2018.
	EHS				78,00			

Pada hasil efektivitas fotoproteksi berdasarkan nilai absorbansi UV pada panjang gelombang 290 – 400 nm, nilai absorbansi yang dihasilkan tinggi yaitu pada rentang 1,3-2,3. Nilai absorbansi ini lebih dari 1 maka menandakan bahwa penyerapan sinar UV yang dihasilkan pada area UVA dan UVB sangat bagus sehingga penambahan minyak bahan alam pada SLN dan NLC yang terkandung filter UV mampu memberikan efek fotoproteksi yang baik. Pada penelitian Chu et al. (2019) untuk minyak biji labu, minyak biji kenaf dan campuran minyak biji labu dan minyak biji kenaf nilai absorbansi ketiga formula tersebut jauh lebih tinggi dari nilai absorbansi kontrol dengan formula tanpa tambahan minyak bahan alam meskipun konsentrasi filter UV yang digunakan hanya 1%. Hal ini menandakan bahwa penambahan minyak bahan alam mempengaruhi efektivitas fotoproteksi dari NLC tabir surya. Hal ini terjadi karena pada minyak biji labu dan minyak biji kenaf terdapat kandungan tokoferol yang memiliki aktivitas antioksidan yang baik (Chew et al, 2016).

Pada efektivitas fotoproteksi berdasarkan nilai SPF, nilai yang dihasilkan dari formula dengan minyak bahan alam sangat tinggi yaitu 13-50,5. Angka SPF yang tinggi ini dapat dihasilkan meskipun penggunaan konsentrasi filter UV yang digunakan hanya sedikit. Pada penelitian Dario et al. (2018), dengan hanya menggunakan 1% filter UV sintetis dengan 4% minyak *bocaiúva* almond didapatkan hasil nilai SPF 31,8 dan nilai SPF dengan hanya minyak *bocaiúva* almond tanpa tambahan filter UV nilai SPF 27,7. Penambahan minyak *bocaiúva* almond memberikan peningkatan nilai SPF karena adanya kandungan beta karoten dan polifenol yang memiliki aktivitas antioksidan (Silva et al, 2021). Pada penelitian Niculae et al. (2014), dilakukan uji fotoproteksi pada krim NLC dengan minyak biji delima 11% dan filter UV hanya 3,7%. Nilai SPF yang dihasilkan sangat tinggi yaitu 25 dan 34,3. Nilai SPF yang dihasilkan cukup jauh jika dibandingkan dengan SPF krim pembanding dengan konsentrasi yang sama dimana hanya menghasilkan nilai SPF sebesar 15. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan sistem pembawa NLC memberikan peningkatan pada SPF sehingga memberikan efektivitas fotoproteksi yang baik. Faktor lain yang mempengaruhi peningkatan SPF yaitu adanya kandungan tokoferol dan fitosterol yang bermanfaat untuk kulit di jaringan epidermal dan untuk meningkatkan proteksi terhadap UV (Chu, C. C., dan Nyam, K. L., 2021). Pada penelitian Niculae et al. (2014) untuk NLC dengan minyak bekatul dan minyak biji raspberry hanya digunakan filter UV sebanyak 3,5% dan minyak bahan alam 10,5% dapat memberikan nilai SPF yang tinggi yaitu 17,3 dan 13. Tingginya nilai SPF meskipun filter UV yang digunakan hanya sedikit karena pada minyak bekatul terdapat kandungan tokoferol dan tokotrienol (vitamin E) sebagai antioksidan (Poonsri et al, 2017) dan pada minyak biji raspberry terdapat kandungan senyawa tokoferol, tokotrienol, karotenoid, flavonoid, fitosterol (Ispiryan et al, 2021). Pada penelitian Lacatusu et al. (2018), dengan hanya menggunakan filter UV sebesar 1,4% dan minyak bayam 3% serta tambahan hesperidin sebagai antioksidan tambahan dapat dihasilkan nilai SPF yang tinggi yaitu 50,5. Tanpa adanya tambahan hesperidin juga tetap dihasilkan nilai SPF yang tinggi sebesar 41,7. Hal ini terjadi karena pada minyak biji bayam terkandung tokoferol, tokotrienol dan fitosterol (Skarupova et al, 2020).

Pada minyak bahan alam terdapat kandungan senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan. Fungsi antioksidan yang dimiliki minyak bahan alam ini dapat meningkatkan performa tabir surya dengan melawan radikal bebas dari sinar UV, sehingga efektivitas fotoproteksinya menjadi berlipat ganda untuk melindungi kulit ketika digabungkan bersama filter UV yang berfungsi sebagai penyerap sinar UV (Chu, C. C., dan Nyam, K. L., 2021).

Efektivitas Fotoproteksi Tabir Surya Solid Lipid Nanoparticle (SLN)

Pengujian efektivitas fotoproteksi tabir surya dengan sistem pembawa *Solid Lipid Nanoparticle* (SLN) dilakukan dengan menguji nilai SPF dari setiap sediaan untuk melihat bagaimana jika hanya digunakan bahan alam sebagai bahan aktif tanpa adanya filter UV tambahan dalam mengatasi sinar ultraviolet (UV). Efektivitas fotoproteksi dari tabir surya ini bergantung pada minyak bahan alam yang digunakan. Pada tabel III.3 akan ditampilkan data mengenai jenis minyak bahan alam, metode, ukuran partikel, potensial zeta, efisiensi penjerapan, dan hasil pengujian efektivitas fotoproteksi berupa nilai sun protection factor (SPF).

Tabel 3. Efektivitas Fotoproteksi SLN dengan Zat Aktif Bahan Alam

Zat Aktif	Metode	Ukuran Partikel (nm)	ZP (mV)	EE(%)	SPF	Pustaka
Lidah Buaya	<i>Modified Solvent Emulsification</i>	96,36 ± 1,26	- 19,18 ± 0,73	86,10	16,90 ± 2,44	Rodrigues, L. R., & Jose, J., 2020.
Silymarin dari Milk Thistle	<i>Mikroemulsi</i>	129,50 ± 8,71	2,79 ± 0,90	92,36	15,35	Netto, G., & Jose, J., 2017.
Safranal dari Saffron	<i>High Pressure Homogenization</i>	190,00	-55,00	85,26	10,50	Khameneh et al, 2015.
Fucoxanthin dari Rumput Laut		168,00	-	-	18,00	Lee, Y. J., & Nam, G. W., 2020.

Pada efektivitas fotoproteksi berdasarkan nilai SPF, untuk formula SLN dengan hanya mengandung bahan alam tanpa adanya tambahan filter UV dihasilkan nilai SPF yang cukup tinggi dan berpotensi untuk dikembangkan menjadi sediaan tabir surya bahan alam tanpa kandungan filter UV. Pada SLN lidah buaya, silymarin dan safranal nilai SPF yang dihasilkan cukup tinggi yaitu 10,50-16,90 meskipun tanpa adanya tambahan filter UV. Nilai ini tidak beda jauh dengan nilai SPF SLN fucoxanthin yang di dalamnya terkandung tambahan filter UV yaitu sebesar 18,00. Hal ini terjadi karena pada lidah buaya terkandung antioksidan berupa beta karoten dan tokoferol (Skarupova et al, 2020), pada silymarin terdapat aktivitas antioksidan sehingga mampu mengurangi kerusakan kulit karena bahan kimia, UVB dan karsinogen (Skarupova et al, 2020), pada safranal terdapat kandungan antioksidan dan dapat menyerap sinar UV (Mirhadi et al, 2020), dan pada fucoxanthin terdapat ikatan unik yaitu ikatan allenic dimana ikatan ini bertanggung jawab untuk memberikan antioksidan yang tinggi (Peng et al, 2011). Berdasarkan pembahasan tersebut, dengan penggunaan sistem pembawa SLN dengan bahan alam yang memiliki aktivitas antioksidan dapat memberikan potensi pembuatan sediaan tabir surya dengan tanpa tambahan filter UV.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Nanopartikel berbasis lipid, seperti SLN dan NLC, dapat menjadi sistem pembawa yang stabil untuk filter UV organik yang cenderung tidak stabil setelah radiasi sinar UV serta memberikan efek sinergis terhadap filter UV dengan meningkatnya nilai absorbansi, SPF dan EUVA-PF dibandingkan sistem pembawa lain.
2. Penambahan minyak bahan alam sebagai lipid cair pada sistem pembawa NLC dapat mengurangi penggunaan filter UV organik dengan tetap mempertahankan efektivitas fotoproteksi yang cukup tinggi atau meningkatkan efektivitas fotoproteksi formula.
3. Penggunaan hanya bahan alam pada SLN mampu memberikan efektivitas fotoproteksi cukup meskipun masih tidak sebagus jika digunakan filter UV tambahan.

Daftar Pustaka

- [1] Andréo-Filho, N., Bim, A. V. K., Kaneko, T. M., Kitice, N. A., Haridass, I. N., Abd, E., ... & Leite-Silva, V. R. (2018). Development and Evaluation of Lipid Nanoparticles Containing Natural Botanical Oil For Sun Protection: Characterization and In Vitro and In Vivo Human Skin Permeation and Toxicity. *Skin Pharmacology and Physiology*, 31(1), 1-9.

- [2] Angelia, F., Louisa, M., & Menaldi, S. L. (2019). Teknologi Nano Di Bidang Dermatologi Kosmetik. *Media Dermato Venereologica Indonesiana*, 46(2), 92-98.
- [3] Badea, G., Lăcătușu, I., Badea, N., Ott, C., & Meghea, A. (2015). Use of Various Vegetable Oils in Designing Photoprotective Nanostructured Formulations for UV Protection and Antioxidant Activity. *Industrial Crops and Products*, 67, 18-24.
- [4] Berardesca, E., Zuberbier, T., Sanchez Viera, M., & Marinovich, M. (2019). Review of The Safety of Octocrylene Used As An Ultraviolet Filter in Cosmetics. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 33, 25-33.
- [5] Berkman, M. S., & Yazan, Y. (2012). Solid Lipid Nanoparticles: A Possible Vehicle For Zinc Oxide and Octocrylene. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 67(3), 202-208.
- [6] Chew, S. C., Tan, C. P., Long, K., & Nyam, K. L. (2016). Effect of chemical refining on the quality of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) seed oil. *Industrial Crops and Products*, 89, 59-65.
- [7] Chu, C. C., Hasan, Z. A. B. A., Chua, S. K., & Nyam, K. L. (2020). Formulation And Characterization of Novel Nanostructured Lipid Carriers With Photoprotective Properties Made From Carnuba Wax, Beeswax, Pumpkin Seed Oil, And UV Filters. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 97(5), 531-542.
- [8] Chu, C. C., & Nyam, K. L. (2021). Application of Seed Oils and Its Bioactive Compounds in Sunscreen Formulations. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 98(7), 713-726.
- [9] Chu, C. C., Tan, C. P., & Nyam, K. L. (2019). Development of Nanostructured Lipid Carriers (NLCs) Using Pumpkin and Kenaf Seed Oils With Potential Photoprotective and Antioxidative Properties. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(10), 1900082.
- [10] Dario, M. F., Oliveira, F. F., Marins, D. S., Baby, A. R., Velasco, M. V., Löbenberg, R., & Bou-Chacra, N. A. (2018). Synergistic Photoprotective Activity of Nanocarrier Containing Oil of *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex. Martius—Arecaceae. *Industrial Crops and Products*, 112, 305-312.
- [11] do Prado, A. H., Araújo, V. H. S., Eloy, J. O., Fonseca-Santos, B., Pereira-da-Silva, M. A., Peccinini, R. G., & Chorilli, M. (2020). Synthesis and characterization of nanostructured lipid nanocarriers for enhanced sun protection factor of octyl p-methoxycinnamate. *AAPS PharmSciTech*, 21(4), 1-9.
- [12] Garcês, A., Amaral, M. H., Lobo, J. S., & Silva, A. C. (2018). Formulations Based On Solid Lipid Nanoparticles (SLN) and Nanostructured Lipid Carriers (NLC) for Cutaneous Use: A Review. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 112, 159-167.
- [13] Gulbake, A., Jain, A., & K Jain, S. (2012). Development of Nanostructured Lipid Carrier As Potential Sun Protectant. *Nanoscience & Nanotechnology-Asia*, 2(2), 210-216.
- [14] Ispiryanyan, A., Viškelis, J., & Viškelis, P. (2021). Red Raspberry (*Rubus idaeus* L.) Seed Oil: A Review. *Plants*, 10(5), 944.
- [15] Khameneh, B., Halimi, V., Jaafari, M. R., & Golmohammadzadeh, S. (2015). Safranal-loaded Solid Lipid Nanoparticles: Evaluation of Sunscreen and Moisturizing Potential for Topical Applications. *Iranian journal of basic medical sciences*, 18(1), 58-63.
- [16] Lacatusu, I., Arsenie, L. V., Badea, G., Popa, O., Oprea, O., & Badea, N. (2018). New Cosmetic Formulations With Broad Photoprotective And Antioxidative Activities Designed by Amaranth and Pumpkin Seed Oils Nanocarriers. *Industrial Crops and Products*, 123, 424-433.
- [17] Lacatusu, I., Badea, N., Murariu, A., & Meghea, A. (2011). The Encapsulation Effect of UV Molecular Absorbers Into Biocompatible Lipid Nanoparticles. *Nanoscale Research Letters*, 6(1), 1-8.

- [18] Lee, X. Y., Chu, C. C., Hasan, Z. A. B. A., Chua, S. K., & Nyam, K. L. (2019). Novel Nanostructured Lipid Carriers With Photoprotective Properties Made From Carnauba Wax, Beeswax, And Kenaf Seed Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(2), 201-211.
- [19] Lee, Y. J., & Nam, G. W. (2020). Sunscreen Boosting Effect by Solid Lipid Nanoparticles-loaded Fucoxanthin Formulation. *Cosmetics*, 7(1), 14, 2-8.
- [20] Liu, X. H., Liang, X. Z., Fang, X., & Zhang, W. P. (2015). Preparation and Evaluation of Novel Octylmethoxycinnamate-loaded Solid Lipid Nanoparticles. *International Journal of Cosmetic Science*, 37(4), 446-453.
- [21] Luthfiyana, N., Nurjanah, N. M., Anwar, E., & Hidayat, T. (2016). Rasio Bubur Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum* sp. Sebagai Formula Krim Tabir Surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3), 183-195.
- [22] Medeiros, T. S., Moreira, L. M., Oliveira, T. M., Melo, D. F., Azevedo, E. P., Gadelha, A. E., ... & Damasceno, B. P. (2020). Bemotrizinol-Loaded Carnauba Wax-Based Nanostructured Lipid Carriers for Sunscreen: Optimization, Characterization, and In vitro Evaluation. *AAPS PharmSciTech*, 21(8), 1-13.
- [23] Mirhadi, E., Nassirli, H., & Malaekhe-Nikouei, B. (2020). An Updated Review on Therapeutic Effects of Nanoparticle-based Formulations of Saffron Components (Safranal, Crocin, and Crocetin). *Journal of Pharmaceutical Investigation*, 50(1), 47-58.
- [24] Netto, G., & Jose, J. (2017). Development, Characterization, and Evaluation of Sunscreen Cream Containing Solid Lipid Nanoparticles of Silymarin. *Journal of cosmetic dermatology*, 17(6), 1073-1083.
- [25] Niculae, G., Badea, N., Meghea, A., Oprea, O., & Lacatusu, I. (2013). Coencapsulation of butyl-methoxydibenzoylmethane and octocrylene into lipid nanocarriers: UV performance, photostability and in vitro release. *Photochemistry and Photobiology*, 89(5), 1085-1094.
- [26] Niculae, G., Lacatusu, I., Badea, N., & Meghea, A. (2012). Lipid nanoparticles based on butyl-methoxydibenzoylmethane: in vitro UVA blocking effect. *Nanotechnology*, 23(31), 1-10.
- [27] Niculae, G., Lacatusu, I., Badea, N., Meghea, A., & Stan, R. (2014). Influence of Vegetable Oil On The Synthesis of Bioactive Nanocarriers With Broad Spectrum Photoprotection. *Open Chemistry*, 12(8), 837-850.
- [28] Niculae, G., Lacatusu, I., Badea, N., Stan, R., Vasile, B. S., & Meghea, A. (2014). Rice Bran And Raspberry Seed Oil-based Nanocarriers With Self-Antioxidative Properties As Safe Photoprotective Formulations. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 13(4), 703-716.
- [29] Niculae, G., Lacatusu, I., Bors, A., & Stan, R. (2014). Photostability Enhancement by Encapsulation of α -tocopherol Into Lipid-based Nanoparticles Loaded With A UV Filter. *Comptes Rendus Chimie*, 17(10), 1028-1033.
- [30] Peng, J., Yuan, J. P., Wu, C. F., & Wang, J. H. (2011). Fucoxanthin, a Marine Carotenoid Present in Brown Seaweeds and Diatoms: Metabolism and Bioactivities Relevant to Human Health. *Marine Drugs*, 9(10), 1806-1828.
- [31] Pinto da Silva, L., Ferreira, P. J., Duarte, D. J., Miranda, M. S., & Esteves da Silva, J. C. (2014). Structural, Energetic, and UV-Vis Spectral Analysis of UVA Filter 4-tert-butyl-4'-methoxydibenzoylmethane. *The Journal of Physical Chemistry A*, 118(8), 1511-1518.
- [32] Poonsri, O., Kwanhian, W., Poltien, A., Tangteerawatana, P., & Tangpong, J. (2017). Nanoemulsion Containing SangYod Rice Bran Oil and Thanakha Extracts: In Vitro Antioxidant and Irritation Assessments. *Applied Mechanics and Materials*, 866(1), 3-7.
- [33] Puglia, C., Bonina, F., Rizza, L., Blasi, P., Schoubben, A., Perrotta, R., ... & Damiani, E. (2012). Lipid Nanoparticles as Carrier for Octyl-Methoxycinnamate: In Vitro Percutaneous Absorption and Photostability Studies. *Journal of pharmaceutical*

- sciences, 101(1), 301-311.
- [34] Rodrigues, L. R., & Jose, J. (2020). Exploring The Photo Protective Potential of Solid Lipid Nanoparticle-based Sunscreen Cream Containing Aloe vera. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(17), 20876-20888.
- Salsabila S., Rahmiyani, I., dan Zustika, D.S. (2021). Nilai Sun Protection Factor (SPF) pada Sediaan Lotion Ekstrak Etanol Daun Jambu Air (*Syzygium aqueum*). *Majalah Farmasetika*, 6(1), 123-132.
- [35] Schneider, S. L., & Lim, H. W. (2019). A Review of Inorganic UV Filters Zinc Oxide and Titanium Dioxide. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 35(6), 442-446.
- [36] Silva, J. C. D. M., Santana, R. V., Almeida, A. B. D., Takeuchi, K. P., & Egea, M. B. (2021). Changes in The Chemical, Technological, and Microbiological Properties of Kefir-Fermented Soymilk after Supplementation with Inulin and *Acrocomia aculeata* Pulp. *Applied Sciences*, 11(12), 5575.
- [37] Skarupova, D., Vostalova, J., & Svobodova, A. R. (2020). Ultraviolet a Protective Potential of Plant Extracts and Phytochemicals. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of Palacky University in Olomouc*, 164(1), 1-22.
- [38] Souto, E. B., & Müller, R. H. (2008). Cosmetic Features and Applications of Lipid Nanoparticles (SLN®, NLC®). *International Journal of Cosmetic Science*, 30(3), 157-165.
- [39] Nurismawati, Dyah Ayu, Priani, Sani Ega. (2021). *Kajian Formulasi dan Karakterisasi Self-nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) sebagai Penghantar Agen Antihiperlipidemia Oral*. *Jurnal Riset Farmasi*. 1(2). 114-123.