



Preparation of Moisturizing Lotion Containing Silkworm (*Bombyx mori L.*) Sericin Nanoparticles

Aulia F. Hidayat*, Ratih Aryani, Indrawati Hannisah

Department of Pharmacy, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Islam Bandung, Jalan Ranggagading
No. 8, Bandung 40116, Indonesia

Submitted 04 November 2020; Revised 15 November 2021; Accepted 15 November 2021; Published 25 February 2022

*Corresponding author: aulia.fikri.h@gmail.com

Abstract

Sericin as one of two main proteins in silkworm (*Bombyx mori L.*) cocoons was found to have the ability to increase skin moisture in cosmetics. The objective of this study was to determine the optimal formula of sericin nanoparticle lotion and the effectiveness of sericin nanoparticle lotion. The formation of sericin nanoparticles was mainly carried out by mixing and stirring mechanism using urea as a crosslinking agent. Temperature and stirring speed were fixed, while stirring duration were varied. Optimal sericin nanoparticles with the average particle size of 701 nm were obtained at 800 rpm stirring for 30 minutes at room temperature. Based on the results of the study, the new formula of sericin nanoparticle lotion with a concentration of 5% and 10% sericin nanoparticles was obtained which was able to significantly increase skin moisture.

Keywords: moisturizer, lotion, silkworm, sericin, nanoparticles.

Preparasi Lotion Pelembab Mengandung Nanopartikel Serisin Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*)

Abstrak

Sericin yang merupakan salah satu protein yang terkandung dalam kepompong ulat sutera (*Bombyx mori L.*) diketahui memiliki kemampuan meningkatkan kelembaban kulit dalam sediaan kosmetik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan formula lotion nanopartikel serisin dan efektivitas lotion nanopartikel serisin. Pembentukan nanopartikel serisin secara garis besar dilakukan dengan mekanisme pencampuran dan pengadukan menggunakan urea sebagai agen taut silang. Suhu dan kecepatan pengadukan dijaga konstan, sedangkan durasi pengadukan divariasikan. Nanopartikel serisin optimal yang diperoleh memiliki rata-rata ukuran 701 nm, yang diperoleh pada pengadukan 800 rpm dalam 30 menit di suhu ruang. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh formula baru dari penelitian ini, lotion nanopartikel serisin dengan konsentrasi nanopartikel serisin 5% dan 10% yang mampu meningkatkan kelembaban kulit secara signifikan.

Kata Kunci: pelembab, lotion, ulat sutera, serisin, nanopartikel

1. Pendahuluan

Kulit sebagai lapisan pelindung terluar tubuh manusia memerlukan tingkat kelembaban yang ideal untuk bisa melakukan fungsinya secara optimal. Kadar kelembaban kulit yang rendah dapat menurunkan fungsi penghalang pada kulit (*skin barrier function*) dan berpotensi menimbulkan gangguan dermatitis¹. Untuk meningkatkan kadar kelembaban pada kulit maka diperlukan bahan yang memiliki kemampuan meningkatkan kelembaban kulit, salah satunya yaitu serisin dari kepompong ulat sutera (*Bombyx mori L.*).

Kepompong ulat sutera mengandung dua protein utama yaitu serisin (20–30%; ~20–310 kDa) dan fibroin (70–80%; ~25–325 kDa)^{2,3}. Serisin merupakan protein mirip lem (glue-like protein) yang bersifat hidrofilik. Dari beberapa penelitian yang telah ada, diketahui bahwa serisin memiliki kemampuan meningkatkan kelembaban kulit yang sangat baik^{4,5}, dapat menekan peroksidasi lemak, menghambat aktivitas tirosinase secara *in vitro*, dan membantu aktivitas antioksidan pada kelompok senyawa yang mempunyai gugus hidroksil⁶. Serisin juga dapat digunakan dalam sediaan krim dan lotion untuk kulit karena dapat meningkatkan elastisitas kulit, mencegah kekerutan, serta penuaan dini^{7,8}. Sifat anti-penuaan serisin sebanding dengan vitamin C, kecuali untuk stres oksidatif, yang mana serisin memiliki efek yang lebih unggul⁸. Penelitian Padamwar & Pawar (2005) tersebut menyatakan bahwa penggunaan serisin pada sediaan untuk kulit dapat menurunkan nilai transepidermal water loss (TEWL). Sebagai pelembab, serisin memiliki mekanisme sebagai agen oklusif dan humektan, dimana serisin akan melapisi permukaan kulit dan mencegah keluarnya air dari dalam tubuh melalui kulit sekaligus meningkatkan hidrasi kulit terluar dengan cara menarik air dari lingkungan. Namun, pengaplikasian serisin secara langsung pada sediaan kosmetika masih cenderung sukar akibat ketidakstabilan pada air dan cenderung sukar larut pada pelarut organik⁹. Salah satu alternatif yang dipandang dapat mengeliminasi masalah tersebut yaitu dengan cara pengecilan ukuran partikel hingga

berskala nanometer yang diikuti dengan modifikasi seperti metode taut silang.

Struktur nanopartikel serisin dapat diperoleh dengan beberapa pendekatan metode, diantaranya dengan desolvasi protein⁸, presipitasi tanpa pelarut¹¹, serta dengan urea sebagai agen taut silang¹².

Pada penelitian ini dilakukan modifikasi terhadap metode yang dilakukan oleh Pushpa et al. (2013), sebagai eksplorasi lanjutan mengenai pemanfaatan potensi serisin dalam sediaan lotion pelembab. Tujuan yang diharapkan yaitu diperolehnya informasi mengenai efektivitas sediaan lotion nanopartikel serisin terhadap perubahan kelembaban kulit.

2. Metode

2.1. Alat

Viskometer *Brookfield* (DV-I prime), pH meter, *skin analyzer* (skin detector SG-5E, USA), *particle size analyzer* (Beckman Coulter LS100, Germany), homogenizer kecepatan tinggi (IKA T18 Digital Ultra Turrax, USA), *magnetic stirrer* (Thermo scientific, USA), alat sentrifugasi, timbangan analitik (Mettler Toledo®AL204, USA), cawan penguap, *hot plate* (Cimarec®thermoscientific, USA), *waterbath*.

2.2. Bahan

Bahan Tanaman

Kepompong ulat sutera (*Bombyx mori L.*) diambil dari Kampung Panyiriban, Desa Wangunjaya, Banjarwangi, Kabupaten Garut pada Maret 2019 dan ditaksonomi di Laboratorium Herbarium Sekolah Hayati ITB dengan identitas 19032019.

Bahan Kimia

Urea (PT. Metro, Inonesia). Aqua demineralisasi, aquades, HCl, NaOH, etanol, natrium lauril sulfat, metil paraben, propil paraben, setil alkohol, parafin cair, asam stearat, trietanolamin, dan vanillin (Bratachem, Indonesia).

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Ekstraksi Serisin

Serisin kepompong ulat sutera diekstraksi menggunakan pelarut natrium

bikarbonat (NaHCO_3) 0,05% dalam aqua demineralisasi pada suhu 105 °C selama 30 menit setelah air mendidih. Ekstrak kemudian didialisis selama 48 jam menggunakan aqua demineralisasi dengan tujuan untuk menghilangkan natrium bikarbonat. Ekstrak yang sudah didialisis selanjutnya dipekatkan dengan menggunakan tangas air diatas cawan penguap hingga diperoleh ekstrak yang kental. Terhadap ekstrak kental serisin dilakukan evaluasi meliputi uji kelarutan dan uji pH. Pengujian kelarutan dilakukan dengan melarutkan 2 mg ekstrak serisin pada 4 jenis pelarut, masing-masing yaitu aquades, HCl 10%, NaOH 40%, dan etanol 96% hingga mencapai volume 1 mL.

2.3.2. Pembuatan Nanopartikel Serisin

Nanopartikel serisin dibuat dengan menambahkan 48 g urea ke dalam 100 mL ekstrak serisin. Terhadap campuran ini kemudian dilakukan homogenisasi 800 rpm tanpa pemanasan pada suhu ruang dengan variasi waktu 30, 60, dan 90 menit. Larutan yang diperoleh kemudian didialisis selama 48 jam menggunakan aqua demineralisasi yang diganti setiap 3 jam untuk menghilangkan pengotor. Karakterisasi menggunakan particle size analyzer (PSA) kemudian dilakukan untuk mengetahui rata-rata ukuran partikel.

2.3.3. Formulasi Sediaan Lotion Nanopartikel Serisin

Formulasi sediaan lotion yang mengandung nanopartikel serisin diawali

dengan melakukan orientasi basis lotion. Orientasi basis dilakukan dalam 3 formula dengan variasi konsentrasi trietanolamin (TEA) sebesar 1%, 2%, dan 3%. Fase air terdiri dari natrium lauril sulfat, metil paraben, TEA, dan aquadest. Sedangkan fase minyak terdiri dari setil alkohol, asam stearat, parafin cair, dan propil paraben. Fase air dan fase minyak masing-masing dipanaskan menggunakan cawan penguap hingga suhu 70 °C. Kemudian kedua fase tersebut dihomogenisasi pada kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Tabel optimasi basis ditunjukkan pada Tabel 1. Terhadap variasi formula basis dilakukan uji pH dan uji stabilitas berupa sentrifugasi dan *freeze thaw* agar diketahui basis optimal.

Setelah diperoleh basis lotion optimal, selanjutnya dilakukan formulasi sediaan lotion yang mengandung karakterisasi nanopartikel serisin seperti ditunjukkan Tabel 2. Terhadap sediaan lotion yang terbentuk dilakukan beberapa evaluasi. Uji organoleptis dan uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui karakteristik visual dan aroma sediaan. Selanjutnya, dilakukan pengukuran viskositas dan profil reologi dengan viskometer, uji stabilitas termodinamika dengan metode *freeze thaw* 6 siklus pada suhu -21 °C dan 27 °C, serta uji efektivitas pelembab dengan pengolahan pada data persentase yang dihasilkan oleh perangkat *skin analyzer*.

3. Hasil

3.1. Evaluasi Ekstrak Serisin

Ekstraksi serisin dengan pelarut natrium

Tabel 1. Formula Optimasi Basis

Komposisi	% b/b		
	F1	F2	F3
Natrium Lauril Sulfat	0,5	0,5	0,5
Metil Paraben	0,15	0,15	0,15
Trietanolamin	1	2	3
Asam Stearat	10	10	10
Setil Alkohol	0,5	0,5	0,5
Parafin Cair	10	10	10
Propil Paraben	0,15	0,15	0,15
Vanilin	qs	qs	qs
Aquades	ad 100	ad 100	ad 100

Tabel 2. Formulasi Sediaan Lotion

Komposisi	% b/b	
	F1A	F1B
Nanopartikel Serisin	5	10
Natrium Lauril Sulfat	0,5	0,5
Metil Paraben	0,15	0,15
Trietanolamin	1	1
Asam Stearat	10	10
Setil Alkohol	0,5	0,5
Parafin Cair	10	10
Propil Paraben	0,15	0,15
Vanilin	qs	qs
Aquades	ad 100	ad 100

Tabel 3.Rata-rata ukuran partikel

Sampel	Rata-rata ukuran Partikel (nm)
NP 800 rpm 30 menit	701
NP 800 rpm 60 menit	1034
NP 800 rpm 90 menit	804

bikarbonat menghasilkan rendemen sebesar 22,25%. Kemudian uji kelarutan yang dilakukan menunjukkan bahwa kelarutan optimal serisin dicapai dengan pelarut aquades. Selanjutnya, pH ekstrak serisin yang diperoleh yaitu sebesar 5,8.

3.2. Karakteristik Ukuran Nanopartikel Serisin

Karakterisasi ukuran nanopartikel serisin menggunakan PSA pada beberapa variasi parameter ditunjukkan pada Tabel 3.

3.3. Sediaan Lotion Nanopartikel Serisin

Evaluasi yang dilakukan pada optimasi basis meliputi uji pH serta uji stabilitas dengan sentrifugasi dan freeze thaw. Basis F1, F2, dan F3 memiliki pH berturut-turut sebesar 6,5; 6,7; dan 7,1. Sedangkan uji stabilitas berupa sentrifugasi dan freeze thaw menunjukkan hasil bahwa hanya pada basis F1 tidak terjadi pemisahan fasa yang mengindikasikan kestabilan basis, sedangkan pada F2 dan F3 terjadi pemisahan yang mengindikasikan basis yang tidak stabil. Terhadap F1 sebagai basis terpilih selanjutnya dilakukan formulasi sediaan lotion nanopartikel serisin dengan variasi seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Uji organoleptis pada sediaan lotion dilakukan melalui pengamatan indrawi yang meliputi warna, bau, tekstur, dan konsistensi dari sediaan. Secara umum, pengujian organoleptis menunjukkan hasil yang sama dari formula F1A dan F1B, dimana dihasilkan warna putih keabuan, bau khas vanila, tekstur yang homogen dan terdispersi dengan baik yang diindikasikan dari tidak

adanya gumpalan yang muncul pada titik-titik tertentu. Selanjutnya, pengujian viskositas dan reologi menunjukkan bahwa F1A dan F1B memiliki nilai viskositas yang hampir sama, masing-masing sebesar 2301 dan 2245 cP dengan profil reologi pseudoplastis. Nilai pH pada kedua formula tersebut sama besar yaitu 6,6. Hasil uji organoleptis, viskositas, dan pH ditunjukkan pada Tabel 4.

Uji stabilitas yang dilakukan meliputi uji sentrifugasi dan uji freeze thaw. Dari hasil uji sentrifugasi yang dilakukan pada suhu ruang dengan kecepatan 500 rpm selama 30 menit terlihat bahwa F1A dan F1B menunjukkan kecenderungan stabil dimana tidak terjadi pemisahan fasa. Uji freeze thaw dilakukan dalam 6 siklus (24 jam per siklus) pada suhu -21°C dan 27°C . Hasilnya, diperoleh sediaan yang stabil secara organoleptis pada kedua formula tersebut.

Terakhir, dilakukan uji efektivitas lotion pelembab dari sediaan terhadap 3 panelis laki-laki dan 3 panelis perempuan dengan mengaplikasikan sediaan lotion di bagian lengan bawah. Pengukuran kelembaban dilakukan sebelum pengaplikasian sediaan dan setelah pengaplikasian sediaan dalam rentang waktu 1 jam dengan durasi 3 jam. Empat kategori sampel yang digunakan dalam pengujian ini meliputi kategori kontrol (tanpa pengaplikasian sediaan), basis, F1A, dan F1B seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

4. Pembahasan

4.1. Ekstrak Serisin

Hasil rendemen ekstrak serisin sebesar 22,25% menunjukkan bahwa pelarut natrium bikarbonat memiliki cukup kapabilitas untuk menarik senyawa serisin. Kemudian kelarutan serisin yang lebih baik di dalam aquades juga mengonfirmasi kecenderungan sifat hidrofilik dari serisin.

4.2. Nanopartikel Serisin

Tabel 4. Hasil Uji Organoleptis, viskositas, dan pH

Formula	Uji Organoleptis				Viskositas (cP)	pH
	Warna	Bau	Tekstur	Konsistensi		
F1A	Putih keabuan	Vanila	Homogen	++	2301	6,6
F1B	Putih keabuan	Vanila	Homogen	++	2245	6,6

Tabel 5. Hasil Uji *Freeze Thaw*

Formula	Parameter	Siklus					
		1	2	3	4	5	6
F1A	Bau Warna	Vanila	Vanila	Vanila	Vanila	Vanila	Vanila
		Putih	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih
		keabuan	keabuan	keabuan	keabuan	keabuan	keabuan
	Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
F1B	Bau Warna	Vanila	Vanila	Vanila	Vanila	Vanila	Vanila
		Putih	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih
		keabuan	keabuan	keabuan	keabuan	keabuan	keabuan
	Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen

Pembuatan nanopartikel serisin pada penelitian ini secara umum hanya memanfaatkan proses pencampuran dan pengadukan dengan urea sebagai agen taut silang menggunakan homogenizer kecepatan tinggi pada kecepatan 800 rpm dengan variasi durasi waktu 30, 60, dan 90 menit. Berdasarkan hasil PSA pada Tabel 3, nampak bahwa durasi waktu pengadukan 30 menit menghasilkan rata-rata ukuran terkecil yaitu 701 nm partikel. Penambahan durasi 60 menit menghasilkan rata-rata ukuran partikel terbesar yaitu 1034 nm, dan lebih kecil lagi yaitu sebesar 804 nm pada durasi 90 menit. Inkonsistensi parameter durasi waktu dengan rata-rata ukuran partikel ini dapat dijelaskan dengan konteks proses mekanis antara homogenizer dengan sistem partikel serisin¹³.

Ketika dalam keadaan statis tanpa gangguan, partikel-partikel serisin akan saling berikatan sama lain terkoordinasi dalam ukuran yang besar. Proses pengadukan atau homogenisasi dengan kecepatan yang memadai memungkinkan pemecahan globul-globul besar menjadi globul-globul yang lebih kecil. Kecepatan homogenisasi merupakan representasi banyaknya input energi yang diberikan oleh bagian rotor-stator homogenizer. Input energi ini secara langsung berkorelasi dengan besarnya gaya mekanis pemecahan globul pada sistem partikel serisin. Kecepatan homogenisasi yang lebih rendah berimplikasi pada rendahnya input energi dan gaya mekanis pemecahan sehingga pengecilan partikel menjadi kurang optimal¹⁴.

Pada kecepatan homogenisasi yang sama, input energi dan gaya mekanis yang terapkan pada sistem partikel akan sama besar. Namun demikian, adanya variasi

pada parameter durasi waktu pengadukan memberikan efek yang berbeda. Durasi waktu yang pendek memungkinkan globul-globul berukuran besar di titik-titik yang dekat dengan rotor-stator terpecah menjadi globul-globul yang lebih kecil ketika proses homogenisasi dilakukan, dan di titik-titik yang lain globul-globul yang sudah terpecah dalam ukuran kecil tidak memiliki waktu yang memadai untuk saling mengintegrasikan atau menggumpal kembali.

Sementara itu, durasi waktu yang lebih panjang memungkinkan globul-globul yang

Tabel 6. Persentase perubahan aktivitas pelembab

Sampel	Persentase Perubahan (%)		
	Jam ke-1	Jam ke-2	Jam ke-3
Kontrol	-1,03%	-2,06%	-3,44%
	-2,87%	-4,30%	-6,09%
	-3,12%	-5,56%	-6,60%
	-1,75%	-2,45%	-4,20%
	-2,42%	-4,84%	-6,92%
	-1,41%	-4,24%	-5,30%
Basis	5,84%	7,56%	8,25%
	5,02%	6,81%	8,60%
	8,68%	9,72%	10,76%
	6,64%	8,74%	9,44%
	6,23%	10,38%	12,11%
	6,36%	8,13%	8,48%
F1A	15,12%	19,93%	22,68%
	17,20%	25,81%	30,47%
	19,10%	23,96%	28,82%
	17,48%	19,58%	23,78%
	22,15%	26,64%	29,07%
	23,32%	26,50%	31,45%
F1B	22,34%	24,74%	34,36%
	30,82%	34,77%	43,01%
	27,78%	31,60%	39,93%
	29,72%	32,52%	34,97%
	27,68%	34,26%	40,83%
	30,39%	35,34%	43,11%

sudah terpecah untuk mengintegrasikan kembali menjadi globul yang lebih besar. Hal tersebut terlihat dari rata-rata ukuran partikel sampel nanopartikel dengan durasi pengadukan 60 menit yang lebih besar dibandingkan sampel 30 menit. Sebaliknya, sampel nanopartikel dengan durasi pengadukan terlama yaitu 90 menit justru memiliki rata-rata ukuran partikel yang lebih kecil lagi dibandingkan sampel 60 menit. Hal ini mungkin dapat terjadi karena adanya siklus pemecahan-penggumpalan yang terjadi selama proses homogenisasi berlangsung. Proses pemecahan globul di titik dekat rotor-stator yang memperkecil ukuran partikel dan penggumpalan pada titik-titik lain akan terjadi hingga mencapai fase optimal hingga durasi waktu tertentu. Kemudian setelah dicapai fase optimal tersebut, terjadi siklus pemecahan-penggumpalan berikutnya dimana rata-rata ukuran partikel membentuk pola (kecil-besar-kecil) seperti sebelumnya. Rata-rata

ukuran partikel yang dihasilkan pada pembuatan nanopartikel serisin ini dapat dikatakan masih cukup besar, namun masih berada pada rentang skala yang dapat disebut sebagai struktur nano¹⁵.

4.3. Sediaan Lotion Nanopartikel Serisin

Berdasarkan hasil optimasi basis lotion, penambahan konsentrasi TEA mengindikasikan basis yang kurang optimal dari sudut pandang stabilitas dan sudut pandang pH. Pada sediaan topikal, TEA berfungsi sebagai pengemulsi dan agen pengalkali. Sehingga, peningkatan konsentrasi TEA akan diikuti dengan peningkatan pH. Penambahan TEA juga mengakibatkan pemisahan fase pada basis. Hal ini berkorelasi dengan argumentasi bahwa peningkatan konsentrasi TEA akan diikuti dengan penurunan nilai viskositas¹⁴. Menurut Liu et al. (2020) penurunan nilai viskositas menyebabkan gaya tahanan atau friksi internal pada basis menurun, sehingga gaya dari luar lebih mudah teraplikasikan dan mengganggu struktur basis. Akibatnya, pemisahan fase lebih mudah terjadi¹⁷.

Hasil dari variasi formula sediaan lotion (F1A dan F1B) secara umum mengindikasikan karakteristik organoleptis dan nilai pH yang

sama. Perbedaan yang minor ditunjukkan pada nilai viskositas, dimana F1A memiliki viskositas lebih tinggi dari F1B. Viskositas berkaitan dengan konsistensi. Viskositas harus dapat membuat sediaan mudah dioleskan dan dapat menempel pada kulit. Sediaan dengan konsistensi yang lebih tinggi akan berpengaruh pada aplikasi penggunaannya. Kestabilan sediaan yang dibuat berhubungan dengan nilai viskositas saat pengukuran maupun perubahan viskositas selama penyimpanan. Semakin kental suatu cairan, maka semakin besar usaha yang diperlukan untuk mengalir. Perubahan viskositas lotion emulsi dapat dipengaruhi oleh perubahan kondisi fase dispersi maupun medium dispersi, pengaruh emulgator yang digunakan, dan penambahan bahan penstabil lainnya^{18,19}.

Hasil uji freeze thaw pada Tabel 5 juga mengindikasikan kestabilan yang baik pada formula F1A dan F1B. Dimana selama perlakuan dalam 6 siklus, kedua formula tersebut dapat dikatakan stabil dan konsisten dari parameter bau, warna, dan homogenitas sediaan.

Informasi mengenai efektivitas pelembab sediaan lotion diperoleh berdasarkan data perubahan persentase kelembaban kulit pada Tabel 6. Terhadap data tersebut dilakukan uji statistik dengan metode ANOVA. Level signifikansi yang digunakan yaitu $\alpha = 0.05$. Hasil uji statistik ANOVA menunjukkan signifikansi pengaplikasian lotion pada kelembaban kulit ($p \leq 0.05$). Hasil pada Tabel 6 tersebut menunjukkan penurunan persentase kelembaban kulit pada sampel kontrol dimana tidak diaplikasikan sediaan apapun. Pengaplikasian basis lotion meningkatkan kelembaban pada level terbatas. Keberadaan parafin cair pada basis memiliki peranan sebagai emolien yang dapat menahan air yang hendak menguap pada lapisan stratum korneum kulit²⁰.

Selanjutnya, pengaplikasian sediaan akhir berupa lotion nanopartikel serisin meningkatkan persentase kelembaban kulit secara signifikan. Konsentrasi nanopartikel serisin sebesar 10% pada formula F1B menunjukkan peningkatan persentase kelembaban lebih baik dibandingkan

konsentrasi 5%. Hal ini merupakan implikasi adanya kandungan asam amino pada serisin, salah satunya yaitu serin (30–33%) yang memiliki kemampuan tinggi dalam menarik air dari lingkungan^{21, 22, 23}.

5. Simpulan

Pada penelitian ini diperoleh formula baru untuk lotion pelembab menggunakan nanopartikel serin dengan konsentrasi 5% dan 10%. Diperlukan studi scale up untuk kedua formulasi tersebut untuk meningkatkan jumlah produksi lotion pelembab dan menghasilkan produk yang terstandar.

Daftar Pustaka

1. Engebretsen KA, Johansen JD, Kezic S, Linneberg A, Thyssen JP. The effect of environmental humidity and temperature on skin barrier function and dermatitis. *J Eur Acad Dermatology Venereol*. 2016;30(2):223-249.
2. Cao TT, Zhang YQ. Processing and characterization of silk sericin from *Bombyx mori* and its application in biomaterials and biomedicines. *Mater Sci Eng C*. 2016;61:940-952.
3. Joseph B, Raj SJ. Therapeutic applications and properties of silk proteins from *Bombyx mori*. *Front Life Sci*. 2012;6(3-4):55-60.
4. Sheng, J. Y., Xu, J., Zhuang, Y., Sun, D. Q., Xing, T. L., & Chen, G. Q. Study on the Application of Sericin in Cosmetics. *Advanced Materials Research*. 2012; 796: 416-423
5. Sheng, J. Y., Xu, J., Zhuang, Y., Sun, D. Q., Xing, T. L., & Chen, G. Q. Study on the Application of Sericin in Cosmetics. 2013. *Advanced Materials Research*. 796: 416-423
6. Takechi T, Wada R, Fukuda T, Harada K, Takamura H. Antioxidant activities of two sericin proteins extracted from cocoon of silkworm (*Bombyx mori*) measured by DPPH, chemiluminescence, ORAC and ESR methods. *Biomed Reports*. 2014;2(3):364-9.
7. Padamwar MN, Pawar AP, Daithankar A V, Mahadik KR. Silk sericin as a moisturizer: an in vivo study. *J Cosmet Dermatol*. 2005;4(4):250-257.
8. 8. Kitisin, T., Maneekan, P., & Luplertlop, N. In-vitro Characterization of Silk Sericin as an Anti-aging Agent. 2013. *Journal of Agricultural Science*. 5(3): 54-62.
9. Zhou C, Shi Y, Sun C, Yu S, Liu M, Gao C. Thin-film composite membranes formed by interfacial polymerization with natural material sericin and trimesoyl chloride for nanofiltration. *J Memb Sci*. 2014;471:381-91.
10. Das SK, Dey T, Kundu SC. Fabrication of sericin nanoparticles for controlled gene delivery. *RSC Adv*. 2014;4(5):2137-2142.
11. Suktham K, Koobkokkrud T, Wutikhun T, Surassmo S. Efficiency of resveratrol-loaded sericin nanoparticles: Promising bionanocarriers for drug delivery. *Int J Pharm*. 2018;537(1-2):48-56.
12. Pushpa A, Vishnu BVG, S TRK. Preparation of Nano Silk Sericin Based Hydrogels From Silk Industry Waste. *J Environ Res Dev*. 2013;8(2):243-253.
13. Anarjan N, Jafarizadeh-Malmiri H, Nehdi IA, Sbihi HM, Al-Resayes SI, Tan CP. Effects of homogenization process parameters on physicochemical properties of astaxanthin nanodispersions prepared using a solvent-diffusion technique. *Int J Nanomedicine*. 2015;10:1109-1118.
14. Marinho R, Horiuchi L, Pires CA. Effect of stirring speed on conversion and time to particle stabilization of poly (vinyl chloride) produced by suspension polymerization process at the beginning of reaction. *Brazilian J Chem Eng*. 2018;35(2):631-9.
15. Mohanraj V, Chen Y. Nanoparticles – A Review. *Trop J Pharm Res*. 2006;5(1):561-573.
16. Gyawali R, Paudel N, Shrestha S, Silwal A. Formulation and Evaluation of Antibacterial and Antioxidant Polyherbal Lotion. *J Inst Sci Technol*. 2016;21(1):148-156.
17. Liu J, Zhong L, Ren L, Hao T, Wang C, Liu Y, Jiang Y, Zhou Y. Laboratory Evaluation of Fluidity of Heavy Oil

- Emulsions in Formation Pores Medium. ACS Omega. 2020;6(1):623-632. doi: 10.1021/acsomega.0c05148.
18. Zulkarnain AK, Susanti M, Lathifa N. The Physical Stability Of Lotion O/W And W/O From Phaleria Macrocarpa Fruit Extract As Sunscreen And Primary Irritation Test On Rabbit. Tradit Med J. 2015;18(3):141-150.
 19. Costa C, Medronho B, Filipe A, Mira I, Lindman B, Edlund H, Norgren M. Emulsion Formation and Stabilization by Biomolecules: The Leading Role of Cellulose. Polymers. 2019;11(10):1570. doi: 10.3390/polym11101570.
 20. Danby SG, Chalmers J, Brown K, Williams HC, Cork MJ. A functional mechanistic study of the effect of emollients on the structure and function of the skin barrier. Br J Dermatol. 2016;175(5):1011–9.
 21. Kunz RI, Brancalhão RMC, Ribeiro LDFC, Natali MRM. Silkworm Sericin: Properties and Biomedical Applications. Biomed Res Int. 2016; 8175701: 1-19.
 22. Dong Z, Guo K, Zhang X, Zhang T, Zhang Y, Ma S, Chang H, Tang M, An L, Xia Q, Zhao P. Identification of Bombyx mori sericin 4 protein as a new biological adhesive. Int J Biol Macromol. 2019 Jul 1;132:1121-1130.
 23. Wang WH, Lin WS, Shih CH, Chen CY, Kuo SH, Li WL, Lin YS. Functionality of Silk Cocoon (*Bombyx mori* L.) Sericin Extracts Obtained through High-Temperature Hydrothermal Method. Materials (Basel). 2021;14(18):5314. doi: 10.3390/ma14185314.