FORMULASI EMULGEL MINYAK BIJI PALA (*Myristica fragans*) SEBAGAI ANTIOKSIDAN

EMULGEL FORMULATION OF SEED NUTMEG OIL (Myristica fragans) AS ANTIOXIDANT

Rizky Dwi Larasati[1]*, Dias Endah Khoirunnisa[1], Titian Daru Asmara Tugon[1], Zulkaida[1], Fauzia Ningrum Syaputri[1]
[1]*Program Studi Farmasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Bandung*
**Email Corresponding: rizkydwilarasati@umbandung.ac.id*

Submitted : 2 November 2022 Revised : 27 December 2022 Accepted: 27 December 2022

ABSTRAK

Emulgel merupakan sediaan topikal yang terdiri dari emulsi dan *gelling agent*. Minyak biji pala mengandung beberapa senyawa yaitu metil eugenol, isoeugenol, miristisin, α-pinene, dan β-pinene yang mempunyai aktivitas antioksidan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk memformulasikan emulgel minyak biji pala yang stabil secara fisik dan mempunyai aktivitas antioksidan yang optimal. Sediaan emulgel dibuat 3 formula yaitu FI (minyak biji pala 3%), FII (minyak biji pala 4,5%), FIII (minyak biji pala 6%). Evaluasi sediaan emulgel yang dilakukan yaitu uji organoleptis, uji homogenitas, uji tipe emulsi, uji pH, uji viskositas, uji daya sebar, uji daya lekat, *cycling test*, dan uji aktivitas antioksidan dengan menggunakan DPPH. Dari hasil evaluasi didapatkan formula terbaik yaitu formula II dengan kandungan minyak biji pala 4,5% yang stabil secara fisik dan mempunyai IC_{50} 11774,19 ppm.

Kata kunci : Pala, emulgel, antioksidan

ABSTRACT

Emulgel is a topical preparation consisting of an emulsion and a gelling agent. Nutmeg seed oil contains several compounds like methyl eugenol, isoeugenol, myristicin, α-pinene, and -pinene which have antioxidant activity. The purpose of this study was to formulate a nutmeg seed oil emulgel which was physically stable and had optimal antioxidant activity. Emulgel preparations made 3 formulas, FI (nutmeg seed oil 3%), FII (nutmeg seed oil 4.5%), FIII (nutmeg seed oil 6%). The evaluation of emulgel preparations were organoleptic test, homogeneity test, emulsion type test, pH test, viscosity test, dispersion test, adhesion test, cycling test, and antioxidant activity test using DPPH. From the evaluation results, it was found that the best formula was formula II with 4.5% nutmeg oil content which was physically stable and had an IC_{50} of 11774.19 ppm.

***Keywords**: Nutmeg, emulgel, antioxidant*

PENDAHULUAN

Pala (*Myristica fragrans* Houtt) merupakan salah satu komoditi di sektor agribisnis dan salah satu sumber devisa negara. Pala dikenal sebagai tanaman rempah yang memiliki nilai ekonomis dan multiguna yang tinggi. Produk utama pala adalah biji, minyak pala, dan fuli. Biji pala terdiri dari dua bagian utama yaitu 30-45% minyak dan 45-60% bahan padat termasuk selulosa. Minyak terdiri atas dua jenis yaitu minyak atsiri sebanyak 5-15% dari berat biji keseluruhan, dan lemak (*fixed oil*) yang disebut nutmeg butter sebanyak 24-40% dari berat biji (Nurdjannah, 2007). Minyak biji pala mengandung beberapa senyawa yaitu metil eugenol, isoeugenol, miristisin, α-pinene, dan β-pinene. Minyak biji pala diketahui mempunyai aktivitas antioksidan dengan IC_{50} pada konsentrasi 3,16% dan antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif (Wibowo *et al*., 2018). Antioksidan pada kulit berfungsi untuk menangkal radikal bebas yang dapat menyebabkan penuaan dini dan melindungi dari sinar UV (Haerani *et al*., 2018).

Minyak biji pala bersifat tidak larut dalam air sehingga dibutuhkan suatu bentuk sediaan yang mampu memfasilitasi pelarutan dan penetrasinya. Shabrina *et al*., (2020) mengembangkan formula sediaan mikroemulsi dengan kandungan minyak biji pala 6,4%. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan mikroemulsi minyak biji pala memiliki aktivitas antioksidan kuat dengan persen inhibisi 64-68%. Kekurangan dari sediaan mikroemulsi untuk penggunaan topikal yaitu penetrasi ke dalam kulit yang kurang baik dibandingkan sediaan semisolid. Emulgel adalah suatu bentuk sediaan semisolid yang dibuat dengan mencampurkan emulsi dan *gelling agent* dengan perbandingan tertentu. Emulgel memiliki stabilitas yang baik, karena stabilitas dari emulsi ditingkatkan dengan penambahan *gelling agent*. Emulgel dapat digunakan sebagai pembawa untuk berbagai zat termasuk zat-zat yang bersifat hidrofobik. Untuk senyawa yang bersifat hidrofobik pembuatan sediaan emulgel dianggap lebih mudah dilakukan dibandingkan sediaan gel karena masalah kelarutannya dalam air (Matulyte *et al*., 2020). Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan formula emulgel minyak biji pala (*Myristica fragrans*) yang stabil secara fisik dan mempunyai aktivitas antioksidan yang optimal untuk menghambat penuaan dini dari kulit dan melindunginya dari sinar UV.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat gelas (Iwaki Pyrex), kulkas (Sharp), mortir dan stamper, neraca analitik digital (Ohaus Navigator), oven (Memmert), pH meter (Trans Instrument), piknometer (Iwaki Pyrex), viskometer *Brookfield* (Ika Rotavisc lo.vi), *Homogenizer* (Overhead stirrer Dlab lab), Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1601). Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak biji pala (CV. Ratu Aroma), dietil eter (Merck), etanol 90% (PT. Brataco), metilen biru (Merck), BHT (butil hidroksi toluen) (Merck), Carbopol 940 (PT. Brataco), mentol (PT. Brataco), sorbitol (PT. Brataco), parafin cair (PT. Brataco), Tween 80 (Merck), Span 80 (Merck), metil paraben (Merck), propil paraben (Merck), trietanolamin (PT. Brataco), *aquadest* (PT. Brataco), metanol pro *analyze* (Merck), dan DPPH (*1,1-diphenyl-2-picryllrydrazyl*) (Merck).

Jalannya Penelitian

1. **Karakterisasi Minyak Biji Pala**
   Minyak biji pala diperoleh dari CV. Ratu Aroma, Bogor (*Certificate Of Analysis* (COA) terlampir). Karakterisasi minyak biji pala dilakukan sesuai dengan SNI 06-2388-2006. Pengujian yang dilakukan meliputi uji organoleptis, uji bobot jenis, uji indeks bias, uji putaran optik, uji sisa penguapan, dan uji kelarutan dalam etanol (SNI, 2006).

2. **Formulasi Emulgel Minyak Biji Pala**
   Formulasi emulgel minyak biji pala disajikan pada **Tabel I**. Formulasi dirancang dengan variasi konsentrasi minyak biji pala dimana FI mengandung 3% minyak biji pala, FII mengandung 4,5% minyak biji pala, FIII mengandung 6% minyak biji pala.

Tabel I. Formulasi Emulgel Minyak Biji Pala

Bahan	Fungsi	Formula (%)		
		FI	FII	FIII
Minyak Biji Pala	bahan aktif	3	4,5	6
Carbopol 940	*gelling agent*	2	2	2
TEA	Pembasa	0,8	0,8	0,8
Sorbitol	*Humectant*	5	5	5
Parafin cair	fase minyak	3,25	3,25	3,25
Span 80	Emulgator	4	4	4
Tween 80	Emulgator	10	10	10
Metil Paraben	Pengawet	0,18	0,18	0,18
Propil Paraben	Pengawet	0,02	0,02	0,02
Mentol	*Enhancer*	5	5	5
BHT	Antioksidan	0,1	0,1	0,1
Aquadest	Pelarut	ad 100	ad 100	ad 100

Keterangan:
FI : Emulgel dengan konsentrasi minyak biji pala 3%
FII : Emulgel dengan konsentrasi minyak biji pala 4,5%
FIII : Emulgel dengan konsentrasi minyak biji pala 6%

3. Pembuatan Emulgel Minyak Biji Pala

Sediaan emulgel minyak biji pala dibuat dengan cara mengembangkan *gelling agent* Carbopol 940 didispersikan dalam 120 mL *aquadest* panas, dikembangkan selama 10 menit. Dilakukan pengadukan hingga terdispersi sempurna, selama 24 jam. Ditambahkan TEA ke dalam dispersi carbopol untuk menetralkan pH carbopol dan diaduk sampai terbentuk basis gel, selama 15-20 menit. Setelah itu, terbentuk gel yang mengembang dan jernih (Monika *et al*., 2015). Selanjutnya, fase air dan fase minyak dipanaskan dalam penangas air sampai suhu 60-70ºC. Kedua fase dicampur menggunakan *ultra turrax* dengan kecepatan 2000 rpm selama 20 menit. Fase air terdiri dari aquadest, sorbitol, Tween 80, metil paraben, dan menthol. Fase minyak terdiri dari minyak biji pala, asam oleat, parafin cair, Span 80, BHT, dan propil paraben. Minyak biji pala dimasukkan setelah fase minyak yang lain dipanaskan pada suhu 60-70ºC. Campuran dari fase air dan fase minyak yang telah homogen dan membentuk emulsi, didispersikan ke dalam basis gel dengan *homogenizer*. Kemudian gel dan emulsi yang telah terbentuk dicampur dengan rasio 1:1 dan digerus homogen sampai terbentuk emulgel (Lidia, 2017).

4. Evaluasi Karakteristik Fisik Sediaan Emulgel

4.1 Uji Organoleptis

Uji organoleptis minyak biji pala dan emulgel minyak biji pala dilakukan dengan mengamati bentuk fisik, warna, dan bau.

4.2 Uji Homogenitas

Sediaan emulgel dioleskan pada keping kaca kemudian diamati apakah sediaan menunjukkan tekstur yang homogen dan tidak terlihat adanya butiran kasar.

4.3 Uji Tipe Emulsi

Uji tipe emulsi dilakukan dengan cara meneteskan 1 tetes sediaan di atas *object glass* dan ditambah 1 tetes larutan Sudan III kemudian diamati di bawah mikroskop. Jika terjadi warna merah homogen pada fase luar, maka tipe emulsi adalah air dalam minyak (A/M). Kemudian sebanyak 1 tetes sediaan berbeda ditempatkan di atas *object glass* dan ditambah 1 tetes larutan *methylen blue* kemudian diamati di bawah mikroskop, jika terjadi warna biru homogen pada fase luar, maka tipe emulsi adalah minyak dalam air (M/A). Sebanyak 1 tetes sediaan ditempatkan pada gelas beker yang telah berisi aquades sebanyak 10 mL, diamati, jika sediaan dapat larut dengan sempurna maka tipe emulsi adalah minyak dalam air (M/A).

4.4 Uji pH

Uji pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Hasil uji pH yang sesuai dengan pH kulit yaitu dalam interval 4,5 sampai 6,5.

4.5 Uji Viskositas

Pengukuran viskositas dilakukan dengan menggunakan *Viscometer Brookfield*, memasang *spindle* No.4 pada alat kemudian dicelupkan ke dalam sediaan sampai batas tertentu dan atur kecepatan 50 rpm. Nilai viskositas sediaan emulgel yang baik yaitu 2000-4000 cPs/mPa.s (Garg *et al*., 2002).

4.6 Uji Daya Sebar

Sediaan emulgel diletakkan di atas plat kaca kemudian ditutup oleh plat kaca lainnya, biarkan 1 menit, ukur diameter sebar emulgel, kemudian ditambah dengan beban 10 g, beban didiamkan selama 1 menit, lalu diukur diameter sebarnya. Dilakukan hal yang sama untuk penambahan beban 25 g. Diameter penyebaran sediaan emulgel yang baik berkisar antara 5-7 cm (Garg *et al*., 2002).

4.7 Uji Daya Lekat

Emulgel diletakkan di atas *object glass* yang telah ditentukan luasnya. Kemudian diletakkan *object glass* lain di atas emulgel tersebut. Kemudian ditekan dengan beban 0,5 kg selama 5 menit. Lalu beban diangkat dan dua *object glass* yang berlekatan tersebut dilepaskan sambil dicatat waktu terlepasnya kedua *object glass*. Syarat daya lekat yang baik adalah tidak kurang dari 4 detik (Ulaen *et al*., 2012).

4.8* Uji *Cycling Test

Sediaan diletakkan pada suhu (4±2ºC) selama 24 jam dilanjutkan dengan meletakkan sampel sediaan pada suhu (40±2ºC) selama 24 jam (1 siklus). Pengujian dilakukan sebanyak 6 siklus dan diamati terjadinya perubahan fisik dari sediaan gel pada awal dan akhir siklus.

***4.9* Uji Aktivitas Antioksidan**

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH (*diphenyl-picryl-hydrazyl*). Metode dilakukan dengan membuat larutan uji emulgel minyak biji pala dengan konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, dan 50 ppm yang dilarutkan dalam pelarut metanol. Setiap konsentrasi larutan uji diambil sebanyak 1 mL dan ditambahkan dengan larutan DPPH (60 ppm) sebanyak 1 mL, kemudian dihomogenkan. Campuran larutan ini kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 515 nm. Kemudian dihitung % inhibisinya dengan rumus (Wibowo *et al*., 2018):

$$\% \text{ inhibisi} = \left(\frac{absorbansi\ kontrol\ DPPH - absorbansi\ sampel\ emulgel}{absorbansi\ kontrol\ DPPH}\right) X\ 100\ \%$$

Selanjutnya dibuat kurva hubungan antara konsentrasi dan persen inhibisi untuk menentukan nilai IC_{50} (*Inhibitory Concentration* 50%). Sebagai pembanding untuk pengujian aktivitas antioksidan digunakan vitamin C.

Analisis Data

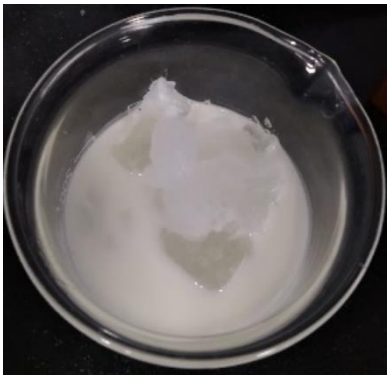
Hasil pengamatan selanjutnya dilakukan analisis statistik. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Statisical Package for the Social Scienes* (SPSS) dengan uji *statistik Analysis of Variance One Way* (ANOVA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Karakteristik Fisik Emulgel Minyak Biji Pala

Karakterisasi minyak biji pala dilakukan untuk membandingkan kualitas minyak yang dipakai dalam penelitian dengan standar nasional. Dari hasil karakterisasi diperoleh warna minyak biji pala kuning pucat, bobot jenis berkisar 0,0880, indeks bias minyak biji pala 1,48, putaran optik (+) 13,65º, sisa penguapan 2,0 %, dan kelarutan dalam etanol 90% 1:3 jernih. Semua parameter uji sudah memenuhi standar SNI sehingga minyak biji pala

tersebut dapat dibuat dalam bentuk sediaan emulgel dengan variasi konsentrasi dosis pala **(Gambar 1)**. Sediaan emulgel kemudian dilakukan evaluasi karakteristik fisik sebagaimana disajikan pada **Tabel II**.



Gambar 1. Sediaan emulgel minyak biji pala

Hasil uji organoleptis menunjukkan emulgel formula I, II, dan III memiliki warna putih kekuningan, bau khas minyak biji pala, konsistensi semisolid. Hasil uji homogenitas menunjukkan semua formula emulgel homogen. Hasil uji tipe emulsi menunjukkan sediaan emulgel memiliki tipe emulsi minyak dalam air (M/A) sehingga memiliki sifat yang tidak lengket, mudah menyerap di kulit, dan mudah dibersihkan dengan air sehingga lebih nyaman pada saat penggunaan di kulit **(Tabel II)**.

Tabel II. Hasil Evaluasi Karakteristik Fisik Emulgel Minyak Biji Pala

Karakteristik	Formula		
	FI	FII	FIII
Organoleptis	Warna putih kekuningan, bau khas minyak biji pala, konsistensi semisolid	Warna putih kekuningan, bau khas minyak biji pala, konsistensi semisolid	Warna putih kekuningan, bau khas minyak biji pala, konsistensi semisolid
Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen
Tipe emulsi	M/A	M/A	M/A
pH	4,96	4,91	4,85
Viskositas	2942 mPa.s	2958 mPa.s	2973 mPa.s
Daya sebar	5,4 cm	5,3 cm	5 cm
Daya lekat	7,34 detik	6,52 detik	3,13 detik

Hasil pengukuran pH sediaan emulgel minyak biji pala yaitu FI 4,96, FII 4,91, FIII 4,85 **(Tabel II)**. Hasil tersebut menunjukkan semua sediaan emulgel minyak biji pala masuk dalam rentang pH kulit yaitu 4,5-6. Sehingga jika sediaan diaplikasikan tidak menimbulkan iritasi, dan aman digunakan pada kulit. Pada uji statistik menggunakan Anova ($p<0,05$) didapatkan hasil FI, FII, dan FIII memiliki perbedaan yang signifikan. Penambahan konsentrasi minyak biji pala dalam sediaan emulgel menyebabkan penurunan pH pada sediaan. Hal ini disebabkan karena pH minyak biji pala cenderung asam yaitu 4,99 sehingga semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, maka pH sediaan akan semakin rendah.

Hasil uji viskositas menunjukkan semua formula memenuhi persyaratan viskositas sediaan emulgel yaitu 2000-4000 mPa.s (Garg *et al*., 2002). Formula III menunjukkan nilai viskositas yang paling tinggi dibandingkan formula I dan II **(Tabel II)**. Semakin tinggi konsentrasi minyak biji pala semakin tinggi viskositas sediaan emulgel. Hasil uji ini sesuai dengan penelitian Wibowo *et al*., (2021). Namun pada uji statistik Anova ($P>0,05$) didapatkan hasil FI, FII, dan FIII tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Hasil uji daya sebar emulgel minyak biji pala menunjukkan FI, FII, dan FIII memiliki daya sebar 5-5,4 cm **(Tabel II)** sehingga memenuhi persyaratan yaitu 5-7 cm (Ulaen *et al*., 2012). Pada uji statistik menggunakan Anova ($p<0,05$) didapatkan hasil FI, FII, dan FIII memiliki perbedaan yang signifikan. Sediaan yang memiliki daya sebar yang baik akan membuat luas kontak permukaan antara obat dengan kulit semakin besar dan absorpsi obat semakin optimal. Daya sebar erat kaitannya dengan viskositas sediaan. Semakin kecil viskositas, maka daya sebar sediaan semakin besar, sebaliknya nilai viskositas yang semakin tinggi maka sediaan akan semakin kental sehingga diameter daya sebar semakin kecil (Rahmatullah *et al*., 2020).

Hasil uji daya lekat menunjukkan FI dan FII telah memenuhi persyaratan daya lekat yaitu tidak kurang dari 4 detik (Ulaen *et al*., 2012). Sedangkan FIII tidak memenuhi persyaratan. Pada uji statistik menggunakan Anova ($p<0,05$) didapatkan hasil FI, FII, dan FIII memiliki perbedaan yang signifikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak konsentrasi minyak biji pala dalam sediaan emulgel, maka semakin cepat daya lekatnya karena karakteristik emulgel menjadi lebih berminyak. Hasil ini sesuai dengan penelitian (Kurnianto *et al*., 2018). Daya lekat yang lama pada permukaan kulit diharapkan dapat memperlama kontak antara zat aktif dengan kulit dan akan memberikan efek terapi yang lebih optimal.

Evaluasi Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan minyak biji pala dan sediaan emulgel dilakukan dengan metode DPPH. Dari hasil pengukuran didapatkan aktivitas antioksidan emulgel minyak biji pala lebih kecil dibandingkan dengan minyak biji pala (**Tabel III**). Hal ini disebabkan karena minyak biji pala teroksidasi selama proses formulasi emulgel. Nilai IC_{50} di atas 500 ppm dianggap sudah tidak memiliki aktivitas antioksidan (Jun *et al*., 2003). Aktivitas antioksidan berbanding terbalik dengan nilai IC_{50}, semakin kecil nilai IC_{50} maka semakin besar aktivitas antioksidannya. Nilai aktivitas antioksidan akan bertambah seiring dengan bertambahnya konsentrasi minyak biji pala yang terkandung dalam sediaan emulgel. Semakin besar konsentrasi minyak biji pala maka semakin besar aktivitas antioksidannya. Tantangan formulasi senyawa antioksidan untuk sediaan topikal yaitu terkait stabilitas, kompaktibilitas, dan penetrasi ke dalam kulit. Salah satu alternatif untuk meningkatkan aktivitas antioksidan sediaan topikal yaitu dengan membuat *nanocarrier* seperti liposom dan niosom. *Nanocarrier* dapat meningkatkan waktu tinggal senyawa antioksidan di stratum korneum dan epidermis (Haerani *et al*., 2018).

Tabel III. Hasil Antioksidan Minyak Biji Pala dan Sediaan Emulgel

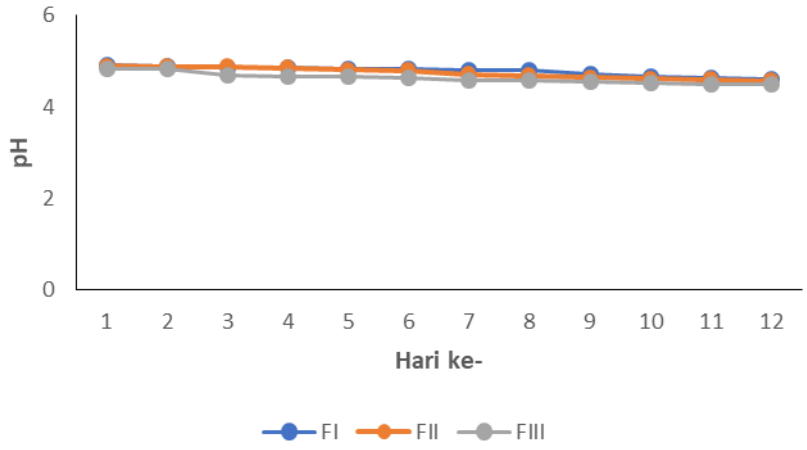
Formula	IC_{50} (ppm)
FI	11902,84
FII	11774,19
FIII	9776,26
Minyak biji pala	26,307

Evaluasi Uji Stabilitas Minyak Biji Pala

Uji stabilitas emulgel minyak biji pala dilakukan dengan menggunakan metode *cycling test*. Sediaan emulgel ditempatkan pada suhu 4°C selama 24 jam kemudian dipindahkan ke tempat suhu 40°C selama 24 jam (1 siklus). Setelah itu dilanjutkan selama 6 siklus atau 12 hari. Hasil uji *cycling test* menunjukkan sediaan emulgel minyak biji pala tetap homogen, tidak mengalami perubahan warna dan bau, serta tidak terjadi pemisahan. Namun sediaan emulgel mengalami perubahan pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat.

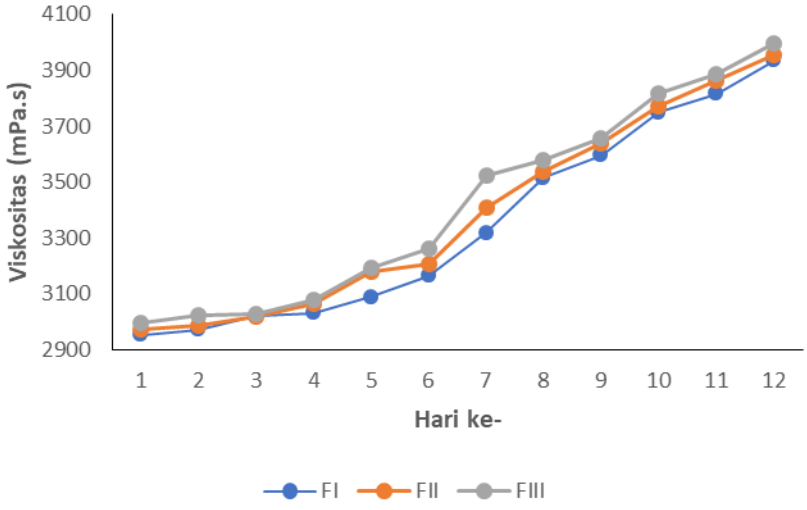
Dari data pH didapatkan sediaan emulgel minyak biji pala mengalami penurunan namun masih memenuhi pH kulit **(Gambar 2)**. Penurunan pH dapat disebabkan oleh faktor zat aktif yang tidak stabil pada penyimpanan karena mengalami reaksi oksidasi yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu, cahaya, atau kondisi penyimpanan yang

kurang baik. Oleh karena itu, pengemasan sediaan dalam wadah gelap dapat menahan cahaya masuk secara langsung.



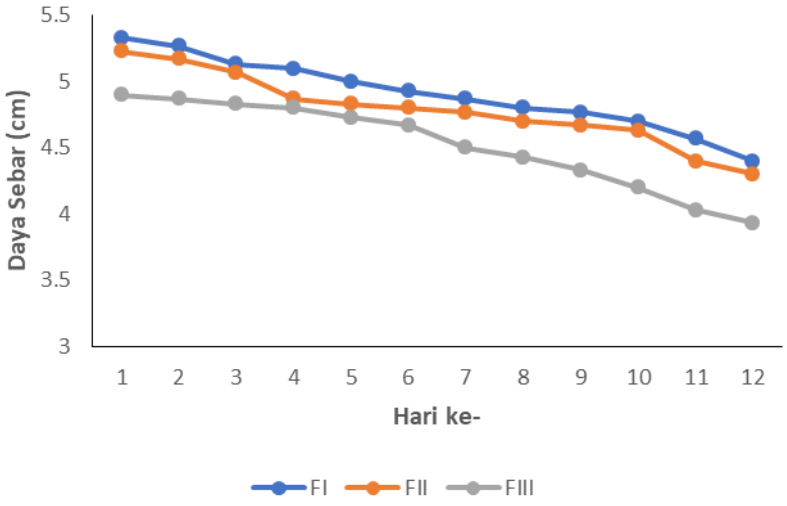
Gambar 2. Perubahan pH emulgel selama uji *cycling test*

Hasil pengukuran viskositas emulgel minyak biji pala selama *cycling test* 12 hari menunjukkan adanya kenaikan tetapi masih dalam rentang persyaratan viskositas sediaan emulgel **(Gambar 3)**. Hal ini disebabkan karena Carbopol 940 mengalami hidrasi polimer yang disebabkan oleh kondisi penyimpanan. Viskositas yang tinggi akan memberikan stabilitas yang baik terhadap sistem emulgel karena akan meminimalkan pergerakan droplet sehingga mencegah terjadinya *coalescence*.



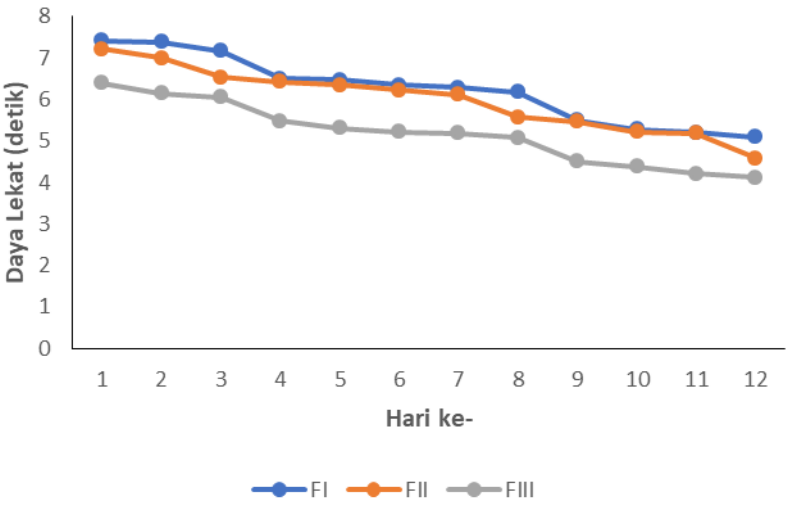
Gambar 3. Perubahan viskositas emulgel selama uji *cycling test*

Perubahan viskositas emulgel menyebabkan perubahan daya sebar. Daya sebar emulgel menurun karena viskositas sediaan yang semakin meningkat selama penyimpanan. Selama penyimpanan daya sebar emulgel menurun dan tidak masuk dalam rentang persyaratan 5-7 cm **(Gambar 4)** sehingga perlu dilakukan optimasi formula lebih lanjut untuk mendapatkan daya sebar yang baik.



Gambar 4. Perubahan daya sebar emulgel selama uji *cycling test*

Daya lekat emulgel selama penyimpanan 12 hari mengalami penurunan tetapi masih dalam rentang persyaratan lebih dari 4 detik **(Gambar 5)**. Daya Lekat erat kaitannya dengan lama kontak antara sediaan dengan kulit dan kenyamanan penggunaan sediaan agar dapat memberikan efek yang optimal (Hana *et al*., 2013).



Gambar 5. Perubahan daya lekat emulgel selama uji *cycling test*

KESIMPULAN

Dari pengembangan ketiga formula emulgel, formula II memiliki stabilitas fisik dan aktivitas antioksidan yang paling baik. Formula emulgel minyak biji pala II memberikan nilai IC_{50} sebesar 11744,19 ppm. Adanya aktivitas antioksidan minyak biji pala dalam sediaan emulgel sangat potensial dikembangkan menjadi produk *sunscreen* disertai dengan perbaikan proses pembuatan untuk menghindari kerusakan dari senyawa antioksidan itu sendiri.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Kemdikbudristek atas pendanaannya dalam Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun 2022 dengan nomor kontrak 156/E5/PG.02.00.PT/2022.

DAFTAR PUSTAKA

Garg, A., Aggarwal, D., Garg, S., & Singla, A. K. (2002). Spreading of Semisolid Formulations: An update. *Pharmaceutical Technology North America*, *26*(9), 84–105.

Haerani, A., Chaerunisa, A., Yohana, & Subarnas, A. (2018). Artikel Tinjauan: Antioksidan Untuk Kulit. *Farmaka*, *Universitas Padjadjaran*, *Bandung*, *16*(2), 135–151.

Hana Shovyana, H., & Karim Zulkarnain, A. (2013). Physical Stability and Activity of Cream W/O Etanolik Fruit Extract Mahkota Dewa (Phaleria macrocarph (scheff.) Boerl,) as A Sunscreen. *Traditional Medicine Journal*, *18*(2), 2013.

Jun, M., Fu, H. Y., Hong, J., Wan, X., Yang, C. S., & Ho, C. T. (2003). Comparison of Antioxidant Activities of Isoflavones from Kudzu Root (Pueraria lobata Ohwi). *Journal of Food Science*, *68*(6), 2117–2122. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb07029.x

Kurnianto, E., Sugihartini, N., & Nurani, L. H. (2018). Hubungan antara Konsentrasi Minyak Atsiri Kayu Manis (Cinnamomum burmannii Nees Ex Bl.) dalam *Lotion* dengan Sifat Fisik dan Tingkat Kesukaan Konsumen. *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 21–28. https://doi.org/10.22435/blb.v13i1.251

Lidia. (2017). Formulasi Emulgel Sari Buah Tomat dan Octyl Methoxycinnamate serta Uji Nilai SPF. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, *6*, 1–6.

Matulyte, I., Jekabsone, A., Jankauskaite, L., Zavistanaviciute, P., Sakiene, V., Bartkiene, E., Ruzauskas, M., Kopustinskiene, D. M., Santini, A., & Bernatoniene, J. (2020). The Essential Oil and Hydrolats from Myristica fragrans Seeds with Magnesium Aluminometasilicate. *Foods*, *9*(37), 1–12.

Monika, T., Edityaningrum, C. A., & Binarjo, A. (2015). Formulasi Emulgel Minyak Biji Bunga Matahari (Helianthus annuus L.) Sebagai Sediaan Penyembuh Luka Bakar. *Media Farmasi: Jurnal Ilmu Farmasi*, *12*(1), 1. https://doi.org/10.12928/mf.v12i1.3026

Nurdjannah, N. (2007). Teknologi Pengolahan Pala. *Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian*, 1–54.

Rahmatullah, S., Slamet, Ningrum, W. A., & Dewi, N. K. (2020). Formulasi dan Evaluasi Sediaan Gel *Hand Sanitizer* Sebagai Antiseptik Tangan dengan Variasi Basis Karbopol 940 dan Tea. *Pharmaceutical Scientific Journal*, *3*(3), 192–193.

Shabrina, A., Pratiwi, A. R., & Muurukmihadi, M. (2020). Stabilitas Fisik dan Antioksidan Mikroemulsi Minyak Nilam dengan Variasi Tween 80 dan PEG 400. *Media Farmasi*, *16*(2), 185. https://doi.org/10.32382/mf.v16i2.1720

SNI 06-2388 2006 (Standar Nasional Indonesia). 2006. Minyak Pala. Badan Standarisasi Nasional (BSN).

Ulaen, S., Banne, Y., & Suatan, R. (2012). Pembuatan Salep Anti Jerawat dari Ekstrak Rimpang Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb.). *Jurnal Ilmiah Farmasi Poltekkes Manado*, *3*(2), 45–49.

Wibowo, D. N., Rahmawati, N. L., & Murrukmihadi, M. (2021). Formulasi dan Evaluasi Fisik Sediaan Emulgel Minyak Kayu Manis (Cinnamomum zeylanicum) dan Efektivitas Sediaan Sebagai Antifungi Candida albicans. *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, *2*, 7–14.

Wibowo, D. P., Febriana, Y., Riasari, H., & Auilifa, D. L. (2018). Essential Oil Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities of Nutmeg (Myristica fragrans Houtt) from Garut West Java. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, *5*(3), 82. https://doi.org/10.24198/ijpst.v5i3.16030