

POTENSI HYDROGEL LIMBAH KULIT PISANG KEPOK (*MUSA PARADISIACA L.*) SEBAGAI PENYEMBUHAN LUKA SECARA IN VIVO PADA MENCIT GALUR SWISS WEBSTER

Diah Permata Sari*, Azmi Zauli Evani, Ahmad Sopian, Firdha Senja Maelaningsih, LM Zulfahrin UZ, Nurihardiyanti, Vina Fauziah

¹STIKes Widya Dharma Husada Tangerang, JL. Pajajaran No.1, Pamulang Barat, kec.Pamulang, Tangerang Selatan, 15417, Indonesia.

ARTICLE INFORMATION	ABSTRACT
<p><i>*Corresponding Author</i> Diah Permata Sari E-mail: diahpermatasari@wdh.ac.id</p>	<p><i>The use of kepok banana peel as a traditional medicine can be an alternative for people to further develop the use of traditional medicine, one of which is as a wound healing ingredient. The purpose of this study was to formulate hydrogel preparations from kepok banana peel extract (<i>Musa paradisiaca L</i>) with various concentrations as an effort in developing preparations for healing open wounds. The research method used was experimental, namely evaluation of hydrogel preparations and in vivo wound closure tests on Swiss Webster mice. The results of hydrogel tests with 3 formulas obtained that F1 HG-EKPK 2.5%, F2 HG-EKPK 5% and F3 HG-EKPK 7.5%, resulted in no physical problems in the organoleptic test, although in the evaluation of homogeneity, pH, spreadability, adhesiveness and viscosity there was instability in concentration. Based on the results of the In Vivo test, it was found that the administration of hydrogel preparations at F1 HG-EKPK 2.5%, F2 HG-EKPK 5%, F3 HG-EKPK 7.5% showed optimal wound closure when compared with the negative control</i></p>
<p>Keywords: <i>Musa Paradisiaca L_1</i> <i>Hydrogel_2</i> <i>Wound Healing_3</i></p>	
<p>Kata Kunci: <i>Musa Paradisiaca L_1</i> <i>Hidrogel_2</i> <i>Penyembuhan Luka_3</i></p>	<p>Pemanfaatan kulit pisang kepok sebagai obat tradisional dapat menjadi alternatif bagi masyarakat untuk lebih mengembangkan penggunaan obat tradisional, salah satunya sebagai bahan penyembuhan luka. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memformulasikan sediaan hidrogel dari ekstrak kulit pisang kepok (<i>Musa paradisiaca L</i>) dengan berbagai konsentrasi sebagai upaya dalam pengembangan sediaan sebagai penyembuhan luka terbuka. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental yakni evaluasi sediaan hidrogel dan uji penutupan luka secara in vivo pada mencit galur swiss webster. Hasil uji hidrogel dengan 3 formula didapatkan bahwa F1 HG-EKPK 2,5%, F2 HG-EKPK 5% dan F3 HG-EKPK 7.5%, menghasilkan pada uji organoleptis tidak terdapat permasalahan secara fisik, meskipun pada evaluasi homogenitas, pH, daya sebar, daya lekat dan juga viskositas terdapat ketidak stabilan pada sediaan. Berdasarkan hasil uji In Vivo pada mencit diketahui bahwa pemberian sediaan hidrogel pada F1 HG-EKPK 2,5%, F2 HG-EKPK 5%, F3 HG-EKPK 7.5% menunjukkan penutupan luka optimal jika dibandingkan dengan kontrol negatif.</p>

PENDAHULUAN

Limbah yang dihasilkan pada perkebunan pisang sangat besar dan menimbulkan ancaman terhadap

lingkungan. Setelah proses panen pisang, sisa tanaman pisang sudah tidak berguna lagi karena setiap pohon pisang tidak dapat digunakan untuk panen berikutnya. Kulit

buahnya biasanya langsung dibuang setelah daging buahnya dimakan. Kandungan nitrogen dan fosfor yang tinggi pada kulit pisang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Jika limbah tanaman pisang didaur ulang, maka dapat memberikan manfaat bagi masyarakat dan mengurangi sampah organik (Muliana, 2017)

Kulit pisang kepok mengandung serat, pektin, fitosterol, fenolik, amina biogenik dan karotenoid. Senyawa-senyawa tersebut menunjukkan sifat antioksidan. (Singh B., Singh J., 2016) Kulit pisang kepok mengandung senyawa flavonoid yang berperan dalam mempercepat pertumbuhan fibroblast sehingga bisa memaksimalkan perawatan luka. Senyawa bioaktif yang terkandung dalam kulit pisang kepok adalah jenis flavonoid 5, 6, 7, 4'-tetrahidroksi-3-4-flavon-diol yang jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan kulit buah pisang yang lainnya. Senyawa bioaktif mempunyai aktivitas yaitu antioksidan, antidermatosis. Selain itu, kandungan kulit pisang adalah steroid dan saponin yang berfungsi sebagai zat untuk mengatasi luka inflamasi dan sebagai antioksidan (Hariningsih & Hartono, 2022).

Berdasarkan kandungan yang dimiliki oleh kulit pisang kepok maka dapat dimanfaatkan menjadi salah satu bentuk sediaan luka yaitu hidrogel. Hidrogel merupakan salah satu bentuk sediaan

farmasi yang digunakan secara topikal atau dioleskan pada permukaan kulit. Hidrogel sangat efektif digunakan sebagai bahan penutup luka karena dapat membantu menghilangkan jaringan mati. Sediaan hidrogel memiliki kandungan air yang cukup tinggi, antara 80 hingga 90%. Karena kandungan airnya yang tinggi ternyata mampu menyegarkan kulit serta menjaga hidrasi dan elastisitasnya. Sediaan hidrogel memiliki beberapa keunggulan seperti daya dispersi yang tinggi pada kulit, mudah larut, tidak menutupi permukaan kulit, dan tidak menyumbat pori-pori kulit (Sa'diyah & Pambudi, 2024).

Tujuan dalam penelitian ini yakni memanfaatkan kandungan limbah kulit pisang kepok menjadi bentuk sediaan hidrogel agar mudah digunakan dalam proses penutupan luka secara *in vivo*.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui sediaan hidrogel ekstrak kulit pisang kapok (*Musa Paradisiaca L*) sebagai penyembuhan luka secara *in vivo* dengan variasi konsentrasi 2,5%, 5%, 7,5%.

a. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan hidrogel ekstrak pisang kepok adalah alat-alat gelas, cawan porselen, oven, pH meter,

hot plate, viskometer, anak timbangan.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan hidrogel ekstrak kulit pisang kepok adalah Gliserin, Metil paraben, Profil paraben, Aquadest, Ekstrak kering kulit pisang kepok, Karbopol, Na CMC

b. Ekstraksi Kulit Pisang Kepok

Sebanyak 8 gr NaOH dilarutkan dengan 100 mL. Kemudian Larutan NaOH ditambahkan ekstrak kulit pisang kepok (EKPK) masing-masing pada F1, F2, dan F3 ditimbang sebanyak 2,5 gr, 5 gr, dan 7,5. Larutan ekstrak kering yang dihasilkan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan hidrogel.

c. Formulasi Hidrogel Kulit Pisang Kepok

Formula hidrogel dari ekstrak kering kulit pisang kepok (HG-EKPK) ini dilakukan dengan variasi pada zat aktif.

Tabel 1. Formulasi Hidrogel Ekstrak Kulit Pisang Kepok (HG-EKPK)

Nama Bahan	Fungsi	Formulasi (%)		
		F1	F2	F3
Ekstrak Kulit Pisang Kepok	Zat aktif	2,5	5	7,5
Karbopol	Basis	0,5	1	1,5
Na CMC	Basis	1,5	1	0,5
Gliserin	Humektan	5	5	5
Metilparaben	Pengawet	0,18	0,18	0,18
Propil Paraben	Pengawet	0,02	0,02	0,02
Aquadest	Pelarut	100	100	100

d. Pembuatan Hydrogel Kulit Pisang kepok

Basis hidrogel Karbopol dan Na-CMC dikembangkan kedalam aquadest panas sebanyak 100 mL. Metil paraben dan Propil paraben dilarutkan dalam sebagian gliserin. Campurkan larutan ekstrak kering kulit pisang ke dalam campuran, kemudian masukkan sisa gliserin dan diaduk hingga homogen. Masukkan campuran tersebut kedalam basis yang telah dikembangkan sebelumnya. Kemudian sisa aquadest dimasukkan, diaduk hingga membentuk massa hidrogel yang homogen. (Budi Santoso, 2022)

e. Evaluasi Fisik Sediaan Hydrogel Kulit Pisang Kepok

Evaluasi Fisik Hidrogel dilakukan pengamatan pada hari ke 0,7,14 dan 21 hari, evaluasi dilakukan secara triplo :

1. Organoleptis

Uji organoleptis dilakukan dengan mengamati bentuk, warna, dan bau gel secara visual (Nurwaini & Savitri, 2020).

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas sediaan dilakukan dengan pengamatan menggunakan mikroskop perbesaran 40x. Sediaan diletakan pada kaca preparat dan ditutup menggunakan kaca objek (Tanjung *et al.*, 2024).

3. Uji pH

Ditimbang 1 gr kemudian dilarutkan menggunakan aquadest 20 ml, lalu diukur menggunakan pH meter. Uji pH sediaan hidogel yang dipersyaratkan pada kulit yaitu pH yaitu 4,5-7 (Nabillah *et al*, 2022).

4. Uji Daya Sebar

Pengujian daya lekat dilakukan dengan cara menimbang 0,5 gr hidrogel yang diletakkan pada salah satu permukaan kaca arlogi kemudian ditutup dengan kaca arlogi yang lain. Kaca arlogi ditindih dengan beban 1 kg selama 5 menit. Lalu diukur berapa panjang daya sebar yang diberikan oleh beban dari masing-masing sediaan. (Febrianto & Suweni, 2023).

5. Uji Daya Lekat

Pengujian daya lekat dilakukan dengan cara menimbang 0,5 gr hidrogel yang diletakkan pada salah satu permukaan kaca arlogi kemudian ditutup dengan kaca arlogi yang lain lalu diberi beban 1 kg selama 5 menit. Kaca arlogi yang berhimpit kemudian dipasang pada alat uji daya lekat dan bersamaan dengan pemberian beban 80 gr pada alat uji daya lekat, catat waktu ketika lekatan terlepas dengan menurunkan beban 80 gr.

Persyaratan uji daya lekat yaitu >4 detik (Febrianto & Suweni, 2023).

6. Uji Viskositas

Pengujian viskositas menggunakan viskometer Brookfield DV-E yang dioperasikan dengan spindel 64 dan kecepatan 30 rpm. Viskositas hidrogel yang diuji akan terbaca pada viskometer dalam skala Cps. Nilai viskositas sediaan topikal yang 2.000-4.000 cP atau 20-40 dPa.s (Sujono dkk., 2014).

f. Uji Penyembuhan Luka Secara In Vivo

1. Hewan Uji

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap 24 ekor mencit jantan jenis *Swiss wabster* dengan berat sebesar 20-30 gr yang diaklimatisasi selama satu minggu di laboratorium farmakologi. Mencit diberi pakan harian sebanyak 3-5 gr, dan dikelompokkan menjadi 4 kelompok hewan uji.

Tabel 2. Perlakuan Terhadap Hewan Uji Dalam Penyembuhan Luka

Kelompok	Jumlah Hewan Uji (n)	Perlakuan
Kelompok Negatif (-)	6	Tanpa perlakuan apapun
Kelompok Perlakuan 1	6	Hidrogel ekstrak kulit pisang kepok konsentrasi 2,5%
Kelompok Perlakuan 2	6	Hidrogel ekstrak kulit pisang kepok konsentrasi 5%
Kelompok Perlakuan 3	6	Hidrogel ekstrak kulit pisang kepok konsentrasi 7,5%

2. Prosedur Melukai Hewan

Prosedur dalam melukai hewan diawali dengan mencukur bulu punggung mencit sekitar 2-3 cm. Kemudian dilakukan desinfeksi dengan alkohol 70%. Mencit dibius menggunakan ketamine, pemberian ketamine dilakukan secara *intraperitoneal* (i.p. Pembuatan luka pada mencit menggunakan alat *Biopsy Punch* 5 mm pada dorsal sehingga terbentuk luka dan dibersihkan dengan mengaliri aquadest sampai pendarahan terhenti. (Ferreira *et al.*, 2016).)

3. Pengobatan Luka

Pengobatan dilakukan setiap hari, dengan memberikan pengolesan pada hewan uji mencit satu kali sehari. Pemeriksaan dan pengukuran area luka dilakukan pada hari ke-0, 7, 14 dan 21 hari. Proses pemeriksaan memastikan perbaikan pada lesi jaringan kulit, edema, excudate dan scab. Pada proses pemeriksaan area luka, luka difoto lalu diukur dengan menggunakan ImajeJ (Ferreira *et al.*, 2016).

HASIL

a. Determinasi Kulit Pisang Kepok

Berdasarkan hasil determinasi tanaman bahwa tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah benar kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) dengan nomor surat 996/IPH.1.06.If.04/I/2024 yang

dikeluarkan oleh PT.Palapa Muda Perkasa.

b. Hasil Pati Kulit Pisang Kepok

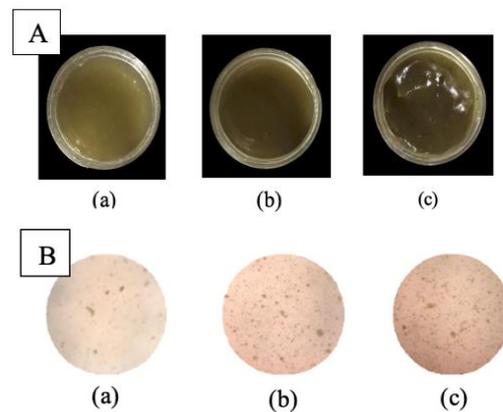
Pemeriksaan karakteristik EKPK diuji melalui pengamatan fisik menggunakan panca indera seperti bentuk, warna, bau dan rasa dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Organoleptis Ekstrak Kulit Pisang Kepok (EKPK)

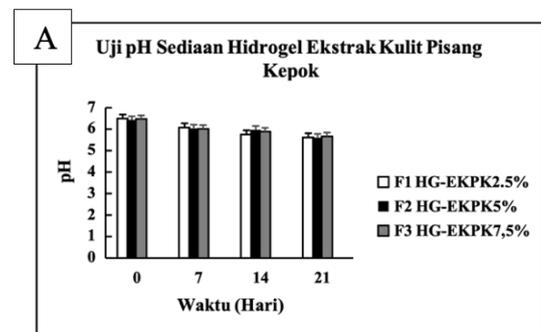
Spesifikasi	Keterangan
Bentuk	Serbuk
Warna	Hijau
Bau	Khas Kulit Pisang

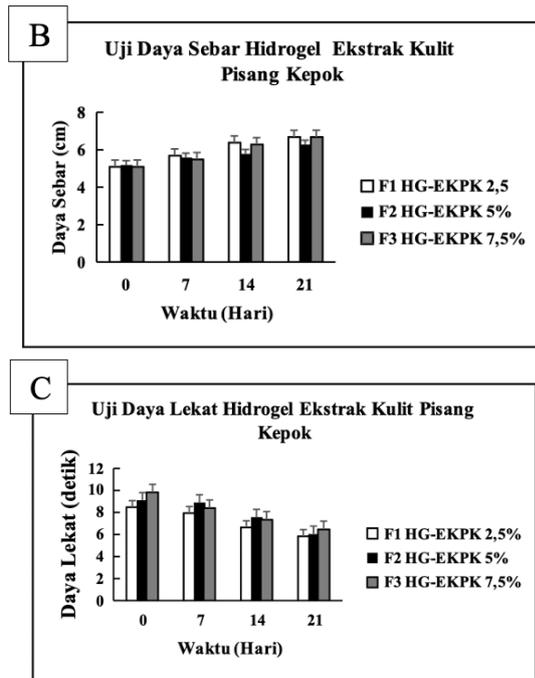
c. Evaluasi Sediaan

Evaluasi sediaan yang dilakukan selama hari ke-0, 7, 14 dan 21 hari



Gambar 1. Hasil Evaluasi Sediaan HG-EKPK; (A) Hasil Organoleptis Sediaan HG-EKPK; (B) Hasil Homogenitas HG-EKPK; (a) HG-EKPK 2,5%, (b) HG-EKPK 5%, (c) HG-EKPK 7,5%.





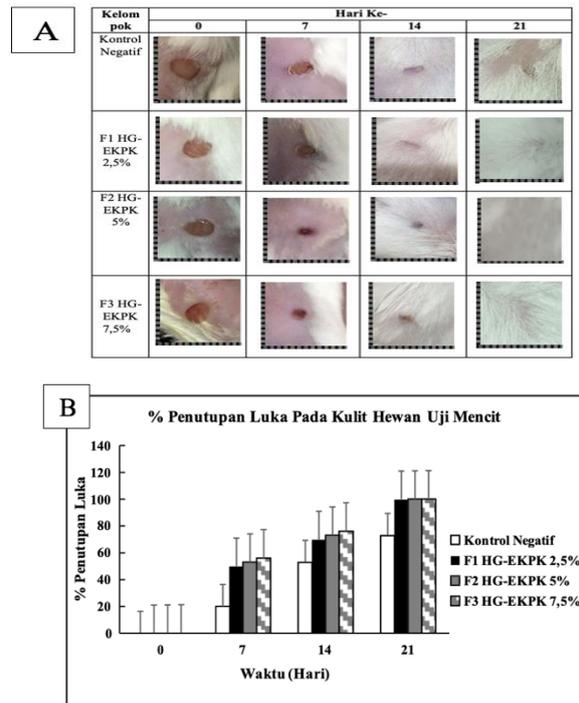
Gambar 2. Hasil Uji Hidrogel Ekstrak Kulit Pisang Kepok; (A) Uji pH HG-EKPK; (B) Uji Daya Sebar HG-EKPK; (C) Uji Daya Lekat HG-EKPK

Tabel 4. Hasil Uji Viskositas Hidrogel Pati Kulit Pisang Kepok

Formula	Hasil Rata-Rata Pengukuran Viskositas (Cps) ± SD (Hari)			
	0	7	14	21
HG-EKPK 2,5%	197,46±0.17	172,53±0.08	160,74±0.20	148,20±0.91
HG-EKPK 5%	198,80±0.09	186,86±0.23	176,86±0.36	164,46±0.66
HG-EKPK 7,5%	199,66±0.03	194,33±0.04	188,40±0.30	173,60±0.26

c. Evaluasi Pengujian Luka Pada Mencit

Jumlah mencit yang digunakan sebanyak 24 mencit dan terbagi menjadi 4 kelompok dengan tiap kelompok terdiri atas 6 ekor. Luka yang telah terbentuk diberikan HG-EKPK secara topikal dengan mengoleskan pada bagian luka satu kali sehari. Pengukuran dilakukan selama 3 minggu yakni hari ke-0, 7, 14 dan 21 hari, pengukuran dilakukan menggunakan ImajeJ. Data pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Uji In Vivo; (A) Gambar Penutupan Luka Mencit; (B) Persentase Penutupan Luka pada Hewan Uji Mencit

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah disajikan diatas, dimana pengujian dilakukan dengan tahapan pembuatan sediaan HG-EKPK, lalu dilanjutkan dengan evaluasi sediaan selama hari ke-0, 7, 14 dan 21 hari. Pengujian dilakukan secara simultan dengan pengujian secara in-vivo pada hewan uji mencit galur *swiss webster* yang telah dikelompokkan menjadi 4 kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari 6 mencit. Mencit dilukai dengan menggunakan *Biospy Punch* 5 mm dan luka diukur menggunakan ImajeJ.

Berdasarkan hasil organoleptik dapat terlihat perbedaan secara fisik pada ketiga formula. Semakin tinggi konsentrasi

zat aktif yang ditambahkan warna pada sediaan semakin pekat begitu juga sebaliknya. Sedangkan dari bau memiliki bau yang khas yakni bau kulit pisang kepek, dan dari bentuk setiap formula memiliki bentuk pada HG-EKPK 2,5% sedikit kental, HG-EKPK 5% kental dan HG-EKPK 7,5% sangat kental. Tingkat kekentalan yang terlihat secara fisik dipengaruhi oleh konsentrasi basis yang digunakan. Carbopol dominan meningkatkan viskositas, daya lekat dan pH gel, sedangkan Na-CMC dominan meningkatkan daya sebar gel (Mardiana *et al.*, 2019).

Hasil pengujian homogenitas yang dilakukan dibawa mikroskop dengan perbesaran 40x. Didapatkan bahwa dari setiap formula semakin tinggi konsentrasi zat aktif semakin banyak pula agregat yang terdapat didalam sediaan. Hal ini menunjukkan bahwa zat aktif tidak terdispersi secara merata. Hidrogel yang memiliki homogenitas yang tinggi tentunya akan mendapatkan efek yang maksimal sebagai agen penyembuhan luka. (Nikam, *et al.*, 2017)

Evaluasi yang dilakukan selama 21 hari dengan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi terlebih dahulu, menunjukkan adanya penurunan pH disetiap minggunya yakni dari pH 6 menjadi pH 5 disetiap formula, dan penurunan ini masih

sesuai dengan rentang pH kulit normal yaitu 4,5–6,5 artinya aman untuk digunakan. Perubahan pH yang terjadi akibat dari basis yang digunakan yakni carbopol memiliki sifat yang asam sehingga membutuhkan bahan stabilizing agent yang memiliki sifat basa lemah untuk menetralkan Carbopol. Sedangkan Na CMC memiliki pH basa, sehingga perubahan pH dapat terjadi (Santoso, 2022) .

Uji daya sebar yang dilakukan dengan tujuan untuk melihat kemampuan menyebar sediaan hidrogel. Daya sebar pada masing-masing sediaan memiliki peningkatan selama penyimpanan. Setiap sediaan memiliki daya sebar pada range yang sama yakni 5 - 7 cm dan ini masih sesuai dengan range yang dipersyaratkan hanya saja dapat dikatakan tidak stabil, karena ada resiko terjadinya sineresis. Hal ini bisa disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi carbopol maka akan semakin tinggi viskositasnya artinya daya sebar akan semakin rendah. Sehingga perubahan yang terjadi pada masa penyimpanan masih dapat disebabkan oleh perubahan pH pada sediaan (Munika, 2018)

Uji daya lekat yang dilakukan dengan memberikan beban pada kaca objek seberat 1 kg selama 5 menit. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk mengetahui kemampuan sediaan berada dibagian epidermis kulit. (Wulandari, 2015). Pada

hasil uji daya sebar dapat dilihat pada gambar.2B bahwa selama proses penyimpanan lama waktu daya lekat semakin berkurang. Meskipun tidak ada persyaratan khusus pada daya lekat, Bahwa kombinasi Carbopol dan Na CMC akan meningkatkan daya lekat. Sehingga akan semakin banyak zat aktif dari gel yang diabsorpsi oleh kulit. Hal ini terjadi karena pembentukan koloid dengan penambahan air panas. (Rowe, 2019) Penurunan daya lekat pada penyimpanan bisa disebabkan karena ketidak stabilan pH sediaan hidrogel, sehingga menurunkan kekentalan pada sediaan.

Uji viskositas yang dilakukan dengan menggunakan alat viskometer brookfield selama 21 hari. Tujuan uji viskositas adalah untuk mengukur ketahanan. sediaan yang mempengaruhi aliran. Syarat viskositas sediaan gel yang baik adalah memenuhi standar viskositas yaitu 2.000-4.000 cP atau 20-40 dPa.s (Sujono dkk., 2014). Pada sediaan dari ketiga formula tidak memenuhi syarat pH karena memiliki nilai Cps yang tidak sesuai dengan persyaratan dan mengalami penurunan setiap minggunya. Perubahan yang terjadi sejalan dengan perubahan pH, daya sebar dan daya lekat. Ini bisa disebabkan oleh kombinasi antara basis carbopol dan Na CMC berpengaruh menurunkan viskositas. Na CMC mengalami oksidasi karena pengaruh udara dimana molekul oksigen dari udara

menyebabkan kerusakan sistem dispersi koloid dengan putusanya gugus karboksil sehingga viskositas menurun carbopol mengakibatkan viskositas menjadi turun karena ada Cl- (elektolit kuat). Kedua bahan memiliki sifat yang berbeda dimana Na CMC dapat membengkakan karena dapat menyerap >50% air, sedangkan carbopol dapat mengembang dalam air tetapi tidak menyerap air (Zulfa et al., 2017).

Pengujian in vivo pada mencit galur swiss webster dengan bobot 20 - 30 gr. Hasil penutupan luka pada HG-EKPK 2,5%, HG-EKPK 5% dan HG-EKPK 7,5% menunjukkan pada setiap minggunya mengalami peningkatan penutupan luka hingga pada hari ke 21 mencapai 100% jika dibandingkan dengan kontrol negatif yang memiliki persen penutupan luka 73%. Bisa disimpulkan bahwa penambahan ekstrak kulit pisang kepok mempercepat persentasi penutupan luka dibandingkan kontrol negatif tanpa pengobatan. (Gitafitri, *et al.*, 2023) Tentunya kandungan senyawa pada ekstrak pisang kepok berperan penting dalam proses ini, dimana telah dikenal sejak dulu bahwa Flavonoid bisa menyembuhkan luka dengan berbagai jalur. Flavonoid memiliki 3 cincin aromatik yakni cincin A dan B yang terhubung oleh rantai 3 karbon dan membentuk cincin C (Heterosiklik teroksigenasi). Kehadiran gugus hidroksil dalam struktur flavonoid

terutama pada posisi struktur, 5, 7, 3 dan 4 sangat memiliki efektivitas dalam antibakteri, antifibrotik, antioksidan, dan anti-inflamasi karena flavonoid memiliki tingkat hindroksilasi yang tinggi (Bagher, *et al.*, 2020)

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa;

1. Hasil evaluasi sediaan hidrogel ekstrak kulit pisang kepok, pada HG-EKPK 2,5%, HG-EKPK 5% dan HG-EKPK 7,5% menghasilkan dari segi organoleptis tidak terdapat permasalahan secara fisik. Meskipun pada evaluasi homogenitas, pH, daya sebar, daya lekat dan juga viskositas terdapat ketidak stabilan pada sediaan, tetapi tidak memberikan pengaruh yang cukup signifikan pada hasil uji in vivo. Berdasarkan hasil uji In Vivo pada mencit diketahui bahwas pemberian sediaan hidrogel yang mengandung HG-EKPK 2,5%, HG-EKPK 5% dan HG-EKPK 7,5% memiliki persen penutupan luka yang optimal dibandingkan dengan kontrol negatif.

DAFTAR PUSTAKA

Bagher Z., Ehterami A., Safdel MH, Khastar H., Semiari H., Asefnejad A., Davachi SM, Mirzaii M., Salehi M. Penyembuhan luka dengan hidrogel alginat/kitosan yang mengandung hesperidin pada model tikus. *J. Drug*

Deliv. Sci. Technol. 2020;55:101379. doi: 10.1016/j.jddst.2019.101379.

Febrianto, Y., & Suweni. D. N. (2023). Potency of Cassava Starch (*Amylum Manihot*) With a Combination of Gelling Agent as a Moisturizer Product Preparation. *Jurnal Sunan Doe*, 1(6).

Ferreira, Maria O. G. L., Layara L. R., Idglan S., Humberto M., Lívio C., Alessandra B., (2016) : Chitosan Hydrogel in combination with Nerolidol for healing wounds, *Carbohydrate Polymers*, 152, 409–418

Gitafitri Farahanis, Sahuri Teguh Kurniawan², & Deoni Vioneery. (2023). Pengaruh Gel Daun Jambu Mete (*Anacardium Occidentale L.*) Terhadap Perawatan Luka Bakar Grade Ii Pada Hewan Uji Mencit (Mus Musculus). *Program Studi Keperawatan Program Sarjana Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Kusuma Husada Surakarta*, 46, 3–10.

Hariningsih, Y., & Hartono, A. (2022). Formulasi Krim Ekstrak Etanol Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca Formatypica*) Sebagai Penyembuh Luka Bakar. *Pengembangan Ilmu Dan Praktik Kesehatan*, 1(2), 48–56. <https://doi.org/10.56586/pipk.v1i2.213>

Nabillah, S., Noval, N., & Hidayah, N. (2022). Formulasi dan Evaluasi Nano Hidrogel Ekstrak Daun Serunai (*Chromolaena odorata L.*) Dengan Variasi Konsentrasi Polimer Carbopol 980. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina (JIIS): Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 7(2), 340–349. <https://doi.org/10.36387/jiis.v7i2.995>

Nikam, S., 2017, Anti-acne Gel of Isotretinoin: Formulation and Evaluation, *Asian J.Pharm. Clin. Res.*,

10 (11):257-266

- Nurwaini, S., & Savitri, A. I. (2020). Formulasi Sediaan Gel Antiseptik Tangan Daun Jambu Mete (*Anacardium occidentale L.*). *The 11th University Research Colloquium 20*, 95–105.
- Muliana W. D. (2017). Kajian Ulasan Aktivitas Farmakologi dari Limbah Pisang Ambon dan Pisang Kepok. *Sainstech Farma*, 10(1), 30–36. <https://ejournal.istn.ac.id/index.php/saintechfarma/article/view/801>
- Munika, S., *Karakteristik fisik dan profil penetrasi gel transdermal nanopartikel glukosamin hidroklorida pada pH 5 dan pH 6*. Jakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan UIN Syarif Hidayatullah.
- Rowe, R. C., Sheskey, P J., Queen, M. E. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Exipients*. 6th edition. London: Pharmaceutical Press.
- Sa'diyah, A., & Pambudi, D. B. (2024). Evaluasi Sediaan Masker Hidrogel Ekstrak Etanol Daun Mangrove Merah (*Sonneratia caseolaris Engl.*).3(1), 62–71.
- Santoso, A.B., Hariningsih, Y. & Ayuwardani, N., 2022. Pengaruh kombinasi gelling agent Carbopol 934 dan Natrium Carboxymethylcellulose (Na-CMC) terhadap stabilitas fisik gel getah jarak pagar (*Jatropha curcas*) sebagai penyembuh luka insisi. Program Studi S1 Farmasi, STIKes Bhakti Husada Mulia Madiun, Jawa Timur.
- Sujono, Tanti Azizah., dkk., 2014, Efek Gel Ekstrak Herba Pegagan (*Centella asiatica L. Urban*) dengan Gelling Agent Hidroksipropil Methylcellulose Terhadap Penyembuhan Luka Bakar pada Kulit Punggung Kelinci, *Biomedika Vol. 6 No. 2*, Universitas Muhammadiyah: Surakarta, pp: 9 – 16
- Tanjung, C., Al Fajr, I. T., Khoiriyah, I., Senjaya, M. R. H., Nabila, S. P., & Akmal, T. (2024). Formulasi dan Evaluasi Sediaan Spray gel Minyak Atsiri Niaouli (*Melaleuca quinquenervia L.*) dengan Karbopol 940 sebagai Pembentuk Gel. *Pharmaceutical Science and Clinical Pharmacy*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.61329/pscp.v2i1.24>
- Wulandari, Putri, 2015, *Formulasi dan Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Gel Ekstrak Pegagan (Centella asiatica (L.) Urban) dengan Gelling Agent Karbopol 940 dan Humektan Propilenglikol*, Skripsi, Universitas Sanata Dharma:Yogyakarta.
- Zulfa, E., Indah, F.,& Murukmihadi, M. (2017). Optimasi CMC-Na dan Karbomer sebagai Pengikat pada Formula Pasta Triklosan Secara SLD. *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik*, 2012, 156–162.
- Tuberkulosis Paru di Kota Makassar [Tesis]. Makassar: Universitas Hasanuddin; 2015.