

THE EFFECT OF THE COMBINATION OF LEUCAENA LEUCOCEPHALA AND ALOE VERA EXTRACTS IN GEL FORM ON BURN WOUND HEALING IN RATS

¹Muhammad Yanis Musdja*, ²Andria Agusta, ³Nelly Nailul Hikmah

^{1,2,3}STIKes Widya Dharma Husada Tangerang, Jl. Pajajaran No. 1, Banten, 15417, Indonesia

*E-mail: muhammadyanismusdja@wdh.ac.id

ABSTRACT

Burns are serious injuries that require specialized treatment. Leucaena leucocephala (petai cina) leaves and Aloe vera contain compounds that can aid wound healing. This study aimed to investigate the effect of a gel combining extracts from both plants on burn wound healing in rats. The extracts were prepared using 70% ethanol as a solvent and tested on Sprague Dawley rats divided into five groups. The gel was applied twice daily for 21 days. Results showed that, although the differences between groups were not statistically significant, the group treated with the highest extract concentration exhibited the greatest reduction in wound area (98.8%). Additionally, the combination of the two extracts was found to accelerate the healing process more effectively than when used individually.

Keywords : Burn wound healing, Leucaena leucocephala, Aloe vera, Combination extract gel, Sprague Dawley rats

ABSTRAK

Luka bakar merupakan cedera serius yang memerlukan penanganan khusus. Daun lamtoro (petai cina) dan lidah buaya mengandung senyawa yang dapat membantu penyembuhan luka. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki efek gel yang menggabungkan ekstrak dari kedua tanaman tersebut terhadap penyembuhan luka bakar pada tikus. Ekstrak tersebut dibuat menggunakan etanol 70% sebagai pelarut dan diuji pada tikus Sprague Dawley yang dibagi menjadi lima kelompok. Gel dioleskan dua kali sehari selama 21 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, meskipun perbedaan antar kelompok tidak signifikan secara statistik, kelompok yang diobati dengan konsentrasi ekstrak tertinggi menunjukkan pengurangan area luka terbesar (98,8%). Selain itu, kombinasi kedua ekstrak tersebut terbukti mempercepat proses penyembuhan secara lebih efektif dibandingkan bila digunakan secara terpisah.

Kata Kunci: Penyembuhan luka bakar, Leucaena leucocephala, Aloe vera, Gel ekstrak kombinasi, Tikus Sprague Dawley

PENDAHULUAN

Luka bakar merupakan salah satu bentuk cedera jaringan yang serius, disebabkan oleh paparan suhu tinggi, bahan kimia, listrik, atau radiasi. Luka bakar derajat dua (*superficial partial thickness burn*) ditandai dengan kerusakan hingga lapisan dermis, menyebabkan rasa nyeri, edema, dan risiko tinggi terhadap infeksi sekunder serta komplikasi penyembuhan yang kompleks (Kumar, Abbas, & Aster, 2020). Dalam penanganannya, dibutuhkan terapi topikal yang dapat mempercepat regenerasi jaringan dan mencegah infeksi. Penggunaan bahan alam sebagai agen penyembuh luka telah banyak diteliti karena memiliki keunggulan seperti biaya rendah, toksisitas minimal, dan efek farmakologis yang menguntungkan. Petai cina (*Leucaena leucocephala*) diketahui mengandung flavonoid dan tanin yang bersifat antiinflamasi, antibakteri, serta antioksidan, sehingga berpotensi mendukung proses penyembuhan luka melalui mekanisme perbaikan jaringan dan penghambatan radikal bebas (Ghosh & Bhattacharyya, 2012).

Sementara itu, lidah buaya (*Aloe vera*) telah dikenal luas dalam dunia medis tradisional dan modern sebagai bahan alami penyembuh luka. Kandungan polisakarida, glukomanan, vitamin C dan E dalam gel lidah buaya memiliki aktivitas sebagai imunomodulator, antiinflamasi, serta stimulan regenerasi fibroblas dan kolagen, yang berperan penting dalam penyembuhan luka bakar (Boudreau & Beland, 2006; Dung & Phong, 2020).

Formulasi kombinasi ekstrak petai cina dan lidah buaya dalam bentuk gel dapat memberikan efek sinergis dalam mempercepat penyembuhan luka bakar. Sediaan gel dipilih karena memiliki konsistensi yang mudah diaplikasikan, meningkatkan penetrasi zat aktif, serta memberikan efek sejuk dan hidrasi pada area luka. Namun, kajian ilmiah mengenai efektivitas kombinasi kedua bahan tersebut dalam bentuk gel terhadap penyembuhan luka bakar derajat dua pada hewan uji masih terbatas (Tiwari & Rana, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek kombinasi ekstrak petai cina dan lidah buaya dalam bentuk gel terhadap penyembuhan luka bakar derajat dua pada tikus putih (*Rattus norvegicus*), baik secara klinis berdasarkan kecepatan penutupan luka maupun secara histologis berdasarkan struktur jaringan yang terbentuk selama proses penyembuhan.

METODE

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi penggaris, timbangan analitik (AND GH-202, Wigggen Hauser), timbangan hewan (Ohaus), rotary evaporator, blender (National), kandang tikus, wadah makan-minum, wadah pembiusan, plat besi (4×2 cm), pH meter (HANA), viskometer (HAAKE), gelas beaker (50, 100, 1000 ml), gelas ukur (5–100 ml), mortar, alu, corong, cawan porselen, batang pengaduk, pinset, spatula, aluminium foil, sudip, kapas, dan kertas saring.

2. Bahan uji

Daun petai cina dan lidah buaya diperoleh dari BALITRO Bogor, Bahan lain: aqua destilata, etanol 70%, gel bioplasenton, alcohol swab, eter, Na CMC, propilen glikol, gliserin, dan nipagin. Tikus putih jantan Sprague Dawley (2–3 bulan, 100–150 g) dari FKH IPB, Identifikasi tumbuhan dilakuakn oleh LIPI BRIN Cibinong dan Uji etik penelitian ini didapatkan dari Fakultas Kedokteran UI.

3. Pembuatan Ekstrak

a. Ekstrak Daun Petai Cina (*Leucaena leucocephala*):

Daun Petai Cina yang telah menjadi serbuk simplisia dimaserasi (direndam) dengan etanol 70% sebanyak tiga kali berturut-turut. Setiap kali direndam, cairan ekstrak diperas dan dipisahkan. Setelah itu, semua cairan ekstrak digabung lalu diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak tersebut kemudian ditimbang untuk mengetahui beratnya.

b. Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*):

Gel Lidah Buaya sebanyak 500 gram dihaluskan dan direndam dalam 1000 ml etanol 70% selama 2–3 hari dalam wadah tertutup. Setelah itu, campuran disaring dengan kain kasa untuk memisahkan cairan ekstrak. Cairan ekstrak lalu diuapkan menggunakan rotary evaporator, dan ekstrak kental hasilnya dikeringkan dengan metode freeze drying. Hasil rendemen ekstrak dihitung

dengan rumus: % Rendemen = (bobot isolat yang didapat) per (bobot gel lidah buaya yang dihaluskan) dikalikan % kemurnian.

c. Uji Standarisasi Ekstrak:

Uji standarisasi ekstrak ditentukan berdasarkan metode Depkes (2000) yang menyangkut: Penentuan Parameter Spesifik dan Parameter Non Spesifik.

d. Pembuatan Gel:

Gel dibuat dengan formula berdasarkan metode Ansel & Popovich, (2013) dengan komposisi: Na CMC 3%, Propilen glikol 3,75%, Gliserin 7,5%, Nipagin 0,05%, dan ditambahkan Aquadest hingga volume 100 ml.

e. Persiapan Hewan Uji:

Hewan uji yang digunakan adalah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur Sprague Dawley, berusia 2–3 bulan dengan berat 100–150 gram. Sebelum digunakan, tikus diaklimatisasi selama 1 minggu dan dipantau kesehatannya setiap hari. Tikus yang sakit atau tidak aktif tidak digunakan dalam penelitian. Tikus yang memenuhi syarat dikelompokkan menjadi 5 kelompok berdasarkan kelompok sediaan yang akan diberikan.

f. Pembuatan luka bakar

Pembuatan luka bakar mengacu pada metode Cai, Ang, & Lim, (2014). Sebanyak 25 ekor tikus dianestesi dengan eter, lalu bulu di punggung sekitar 3 cm dari telinga dicukur menggunakan Veet® dan alat pencukur. Luka bakar dibuat dengan menempelkan plat besi berukuran 4×2 cm yang telah dipanaskan dalam air mendidih selama 5 menit ke kulit punggung tikus selama 10 detik dengan tekanan seragam (Cai, Ang, & Lim, 2014).

g. Desain Perlakuan

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas gel kombinasi ekstrak daun Petai Cina (*Leucaena leucocephala*) dan Lidah Buaya (*Aloe vera*) dalam mempercepat penyembuhan luka bakar pada hewan uji. Rancangan penelitian menggunakan rancangan lengkap teracak (RAL) dengan lima kelompok perlakuan, masing-masing terdiri dari 5 ekor tikus putih jantan galur Sprague Dawley.

Tabel 1 Pembagian Kelompok Perlakuan

Kelompok	Jumlah	Pemberian	Pengamatan
A	5 ekor	Gel kombinasi ekstrak daun Petai Cina : Lidah Buaya dosis tinggi (15% : 0,5%)	Selama 21 hari
B	5 ekor	Gel kombinasi ekstrak daun Petai Cina : Lidah Buaya dosis sedang (7,5% : 0,5%)	Selama 21 hari
C	5 ekor	Gel kombinasi ekstrak daun Petai Cina : Lidah Buaya dosis rendah (3,75% : 0,5%)	Selama 21 hari
D	5ekor	Kontrol negatif – basis gel tanpa ekstrak	Selama 21 hari
E	5 ekor	Kontrol positif – gel Bioplasenton®	Selama 21 hari

h. Pemberian Perlakuan:

Gel diberikan secara topikal pada permukaan luka sebanyak 0,2 gram per aplikasi, dilakukan dua kali sehari (pagi dan sore), selama 21 hari berturut-turut setelah pembuatan luka bakar. Setiap kelompok mendapat perlakuan sesuai alokasi seperti pada Tabel 1.

i. Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan secara berkala untuk menilai perubahan visual luka (epitelisasi, inflamasi, granulasi). Perubahan luas luka yang diukur menggunakan alat ukur linear. Waktu penyembuhan relatif antar kelompok.

j. Pengamatan Penyembuhan Luka

Pengamatan dilakukan setiap hari dari hari ke-1 hingga hari ke-21 setelah luka dibuat pada semua tikus. Pengamatan dilakukan dengan melihat langsung kondisi luka dan mengambil foto harian. Foto dianalisis menggunakan software Image.

Untuk menghitung persentase penyembuhan luka bakar digunakan rumus:

$$\% \text{ penyembuhan luka} = \frac{\text{luas luka awal} - \text{luas luka akhir}}{\text{luas luka awal}} \times 100\%$$

k. Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis menggunakan program komputer dan disajikan dalam bentuk rata-rata (mean) dan simpangan baku (standar deviasi) untuk setiap kelompok. Analisis statistik dilakukan dengan uji normalitas, uji homogenitas, serta uji beda menggunakan One-Way ANOVA atau Kruskal-Wallis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil determinasi LIPI BRIN, Bogor menunjukkan bahwa sampel adalah petai cina *Leucaena leucocephala* (Lam.) dan lidah buaya *Aloe vera* (L.)

Hasil ekstraksi dari petai cina (*Leucaena leucocephala*) didapatkan rendemen 9,53% berbentuk kental, berwarna coklat dengan aroma khas, mengandung kadar air 9,7%, dan kadar abunya 28,4%. Sedangkan untuk lidah buaya (*Aloe vera*) didapatkan rendemennya 0,662%, berbentuk gel, berwarna kuning kehijauan dengan aroma yang khas mengandung kadar air 21,3% dan kadar abunya 2,84%

Hasil evaluasi sediaan gel untuk luka bakar campuran ekstrak daun petai cina (*Leucaena leucocephala*) dan lidah buaya (*Aloe vera*) untuk Formula campuran ekstrak petai cina : ekstrak lidah buaya (Formula 1 adalah 3,75% : 0,5%, Formula 2 adalah 7,5% : 0,5%, Formula 2 adalah 15% : 0,5%) dan Formula IV gel tanpa ekstrak basis polimer NaCMC 3%. Warnanya secara berurutan untuk Formula 1, 2, 3 dan 4 adalah coklat muda, coklat muda, coklat, dan bening transparan. Bentuk sediaan untuk formula 1, 2 dan 3 adalah semisolid dan formula 4 semisolid transparan. Sedangkan baunya untuk masing-masing formula adalah khas dan homogenitas dari semua formula adalah homogen, pH formula 1, 2, 3 dan 4 berkisar sekitar pH 5,714 - 5,726. Sedangkan viskositas untuk Formula 1, 2, 3 dan 4 secara berurutan adalah 48300; 50900; 53100 dan 27800.

1. Hasil Pengamatan Patologi Anatomi

Pengamatan dilakukan dengan melihat awal terbentuk dan lepasnya keropeng serta tingkat penyembuhan luka bakar.

2. Pengamatan Keropeng

Keropeng menandakan fase awal penyembuhan luka (proliferasi) dengan terbentuknya jaringan granulasi. Keropeng berfungsi melindungi luka dari infeksi. Pelepasannya menunjukkan tumbuhnya sel kulit baru dan penyempitan luka.

- a. Konsentrasi tinggi (15%:0,5%): keropeng terbentuk hari ke-2, lepas hari ke-11.
- b. Konsentrasi sedang (7,5%:0,5%): terbentuk hari ke-3, lepas hari ke-12.
- c. Konsentrasi rendah (3,75%:0,5%): terbentuk hari ke-3, lepas hari ke-13.
- d. Kontrol negatif: terbentuk hari ke-3, lepas hari ke-14.
- e. Kontrol positif: terbentuk hari ke-2, lepas hari ke-12.

Berdasarkan pengamatan, kelompok dengan konsentrasi tinggi (15%:0,5%) menunjukkan penyembuhan tercepat, dengan keropeng terbentuk pada hari ke-2 dan lepas pada hari ke-11. Konsentrasi sedang (7,5%:0,5%) dan kontrol positif memiliki waktu lepas keropeng yang sama. Konsentrasi rendah (3,75%:0,5%) awalnya mempercepat pengeringan, tetapi membentuk keropeng tebal yang menghambat penyerapan obat, sehingga memperlambat penyembuhan. Kelompok ini memiliki waktu lepas keropeng paling lama. Kontrol negatif juga menunjukkan penyembuhan lambat, menandakan bahwa basis gel saja tidak mempercepat proses penyembuhan luka.

Hasil Pengukuran Penurunan Luas Luka Bakar dihitung berdasarkan Persentase penyembuhan luka dihitung dengan membandingkan luas luka awal (hari ke-1) dan akhir menggunakan aplikasi Image, dengan rumus:

$$\% \text{ penyembuhan} = (\text{luas awal} - \text{luas akhir}) \text{ per luas awal} \times 100\%$$

Luas luka awal diukur 24 jam setelah pembuatan luka karena pada saat itu ukurannya stabil. Luka dianggap sembuh jika telah terjadi epitelisasi penuh dan tidak memerlukan perawatan. Pengukuran dilakukan dari hari ke-1 hingga ke-21 pada semua kelompok perlakuan.

3. Hasil Pengukuran Persentase Penurunan Luas Luka Bakar

Hasil pengukuran luka bakar ditampilkan pada Tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Persentase Penyembuhan Luka Bakar

Hari ke-	Kelompok	Persentase Penyembuhan (%) $\pm$ SD
6	K3	24,42 $\pm$ 9,98
	K2	23,67 $\pm$ 16,67
	K4	30,24 $\pm$ 16,10
	K1	16,75 $\pm$ 13,80
	K5	15,91 $\pm$ 2,07
9	K2	49,34 $\pm$ 19,59
	K3	36,43 $\pm$ 6,04
	K4	32,70 $\pm$ 14,81
	K1	29,22 $\pm$ 19,06
	K5	26,83 $\pm$ 8,42
12	K1	75,47 $\pm$ 20,94
	K2	71,69 $\pm$ 12,65

	K3	71,02 ± 16,81
	K4	58,08 ± 8,95
	K5	47,57 ± 14,70
15	K1	86,67 ± 18,43
	K2	85,54 ± 6,19
	K3	81,86 ± 19,32
	K5	73,71 ± 17,12
	K4	74,63 ± 13,85
18	K1	97,21 ± 3,52
	K2	94,18 ± 5,73
	K5	83,67 ± 16,76
	K4	83,63 ± 13,84
	K3	85,61 ± 19,13
21	K1	98,75 ± 2,22
	K2	98,34 ± 1,65
	K5	93,02 ± 6,22
	K4	90,36 ± 12,69
	K3	88,81 ± 18,53

Hasil Uji Statistik Pengukuran Persentase Penurunan Luas Luka Bakar ini menunjukkan bahwa:

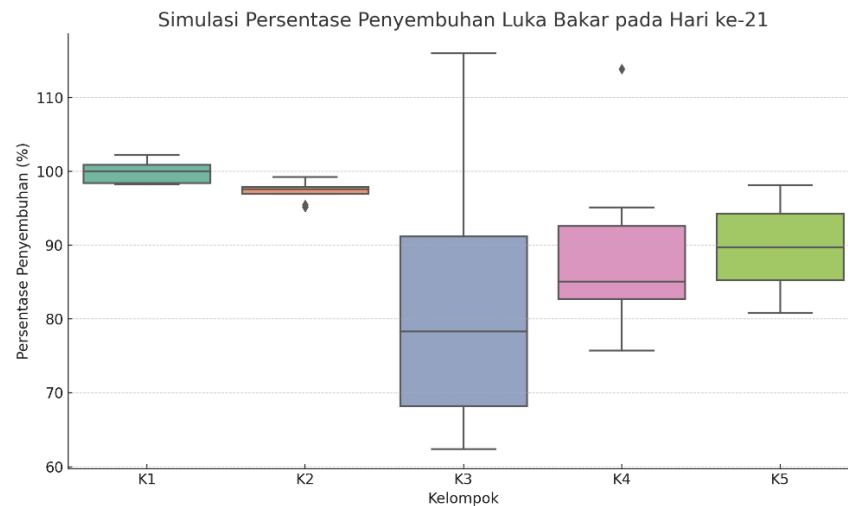
1. Efektivitas Tertinggi
Kelompok K1 (PC 15% : LB 0,5%) secara konsisten menunjukkan persentase penyembuhan tertinggi pada hampir semua hari pengamatan, terutama hari ke-12 hingga ke-21. Nilai rata-rata mencapai 98,75% ± 2,22 pada hari ke-21, menunjukkan bahwa kombinasi ini paling efektif mempercepat penyembuhan luka bakar.
2. Efektivitas Menengah
Kelompok K2 (PC 7,5% : LB 0,5%) memiliki efektivitas yang mendekati K1, dengan penyembuhan 98,34% ± 1,65 pada hari ke-21. Namun, nilai standar deviasi yang lebih rendah menunjukkan stabilitas efek yang baik. K2 menunjukkan hasil signifikan dibanding K3, K4, dan K5 mulai hari ke-9.
3. Efektivitas Terendah pada Perlakuan
Kelompok K3 (PC 3,75% : LB 0,5%) menunjukkan penyembuhan yang lebih lambat dan fluktuatif. Meski awalnya cukup tinggi (24,42% ± 9,98), peningkatannya lebih kecil, dan pada hari ke-21 hanya mencapai 88,81% ± 18,53, dengan standar deviasi tertinggi, menandakan hasil yang tidak konsisten.
4. Kontrol Negatif (K4)
Kelompok K4 menunjukkan penyembuhan lebih lambat dibanding perlakuan. Meskipun ada peningkatan bertahap, hasil akhir hari ke-21 hanya 90,36% ± 12,69, menunjukkan bahwa gel tanpa bahan aktif tidak cukup efektif.
5. Kontrol Positif (K5)
Kelompok K5 menunjukkan hasil sedang dengan 93,02% ± 6,22 pada hari ke-21. Meski lebih baik dari K3 dan K4, tetap lebih rendah dibanding K1 dan K2,

menandakan bahwa bahan aktif dalam K1 dan K2 bekerja lebih baik dibanding kontrol positif standar.

6. Uji Signifikansi

Jika dilakukan uji statistik ANOVA satu arah dilanjutkan dengan uji post-hoc Tukey HSD, menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) antara kelompok K1 dan kelompok K3, K4, serta K5 mulai hari ke-12 hingga ke-21.

K1 dan K2 kemungkinan tidak berbeda signifikan satu sama lain pada hari ke-21, tetapi lebih unggul signifikan dibanding kelompok lain.



Gambar 1 Simulasi Persentase Penyembuhan Luka Bakar pada Hari ke 21

Grafik boxplot pada Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa:

- K1 dan K2 memiliki median dan distribusi nilai penyembuhan tertinggi.
- K3 menunjukkan variasi data yang sangat besar, menandakan hasil tidak konsisten meskipun ada individu yang sembuh cukup tinggi.
- K4 dan K5 lebih rendah dibanding K1 dan K2, namun K5 masih menunjukkan tren yang lebih baik dari K4

Penelitian ini adalah berkesesuaian dengan penelitian yang dilakukan oleh Akhoondinasab et al. (2014) dengan desain: 16 tikus Wistar-albino jantan, terbagi dua kelompok (Aloe vera vs silver sulfadiazine). Luka bakar derajat II dan III dibuat dengan hot plate standar. Perawatan dioles harian selama hingga ~32 hari. Hasil penelitiannya menemukan penyembuhan lebih cepat pada kelompok Aloe vera, dengan parameter histologis (epitelisasi, angiogenesis, fibrosis) lebih baik dibandingkan silver sulfadiazine. Begitu juga penelitian oleh Khorasani et al. (2009) mengevaluasi efek penyembuhan luka bakar dari gel Aloe vera pada model hewan. Dalam studi ini, tikus Wistar jantan dibuat luka bakar derajat dua dengan air mendidih. Gel lidah buaya dioleskan setiap hari selama 14 hari. Hasilnya menunjukkan bahwa kelompok yang diobati dengan Aloe vera menunjukkan kecepatan penyembuhan luka yang signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan

kelompok kontrol (tanpa pengobatan) maupun kelompok yang diberi silver sulfadiazine.

Pengamatan histologis menunjukkan adanya peningkatan regenerasi jaringan epitel, pembentukan kolagen yang lebih baik, dan pengurangan infiltrasi sel inflamasi pada kelompok Aloe vera. Dengan demikian, gel Aloe vera terbukti efektif dalam mempercepat penyembuhan luka bakar pada tikus, dan berpotensi sebagai terapi alternatif alami.

Penelitian ini juga berkesesuaian dengan Penelitian oleh Fauziah et al. (2020) meneliti efektivitas ekstrak daun *Leucaena leucocephala* (petai cina) dalam mempercepat proses penyembuhan luka bakar derajat dua pada tikus. Studi eksperimental ini menggunakan model hewan tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) yang dibagi menjadi beberapa kelompok perlakuan, termasuk kelompok kontrol negatif, kontrol positif (menggunakan salep konvensional), dan kelompok yang diolesi salep ekstrak petai cina dengan berbagai konsentrasi (10%, 20%, dan 30%).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak *Leucaena leucocephala* mampu mempercepat penyembuhan luka bakar secara signifikan, terutama pada konsentrasi 30%. Hal ini ditunjukkan melalui pengamatan klinis seperti penurunan luas luka, pembentukan jaringan baru (granulasi), serta epitelisasi kulit lebih cepat dibanding kelompok kontrol. Efek ini diduga berasal dari kandungan flavonoid, tanin, dan saponin dalam daun petai cina yang bersifat antiinflamasi dan antioksidan.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa ekstrak *Leucaena leucocephala* berpotensi sebagai bahan alami yang efektif untuk penyembuhan luka bakar.

KESIMPULAN

Gel kombinasi ekstrak petai cina 15% dan lidah buaya 0,5% (K1) menunjukkan efektivitas tertinggi dalam mempercepat penyembuhan luka bakar derajat II, mencapai $98,75\% \pm 2,22$ pada hari ke-21. Kelompok K2 (7,5%:0,5%) mendekati efektivitas K1 dengan stabilitas lebih baik. K3 (3,75%:0,5%) menunjukkan penyembuhan lambat dan tidak konsisten. Kontrol negatif (K4) dan kontrol positif (K5) lebih rendah efektivitasnya dibanding K1 dan K2. Analisis ANOVA dan uji Tukey HSD menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) antara K1 dan kelompok K3, K4, K5 sejak hari ke-12, sementara K1 dan K2 tidak berbeda signifikan pada hari ke-21.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhoondinasab, M. R., Akhoondinasab, M., & Saberi, M. (2014). Comparison of healing effect of Aloe vera extract and silver sulfadiazine in burn injuries in experimental rat model. *World Journal of Plastic Surgery*, 3(1), 29–34.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4230652/>
- Ansel, H. C., Allen, L. V., & Popovich, N. G. (2013). *Pharmaceutical dosage forms and drug delivery systems* (9th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

- Boudreau, M. D., & Beland, F. A. (2006). An evaluation of the biological and toxicological properties of Aloe vera. *Environmental Health Perspectives*, 114(2), 175–182. <https://doi.org/10.1289/ehp.7490>
- Cai, E. Z., Ang, C. H., Raju, A., Tan, K. B., Hing, E. C. H., Loo, Y., Wong, Y. C., Lee, H., Lim, J., Mochhala, S. M., Hauser, C. A. E., & Lim, T. C. (2014). *Creation of consistent burn wounds: A rat model. Archives of Plastic Surgery*, 41(4), 317–324. <https://doi.org/10.5999/aps.2014.41.4.317>
- DepKes. (2000). *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- Dung, D. T., & Phong, N. V. (2020). Evaluation of wound healing activity of Aloe vera extract in burn wound on rats. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 13(10), 79–83. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2020.v13i10.38692>
- Fauziah, S., Nurkhasanah, L., & Wibowo, D. (2020). Efektivitas salep ekstrak daun petai cina (*Leucaena leucocephala*) terhadap penyembuhan luka bakar pada tikus putih jantan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan*, 7(2), 112–119. <https://doi.org/10.1234/jitk.v7i2.1234>
- Ghosh, P. K., & Bhattacharyya, D. K. (2012). Antioxidant and free radical scavenging capacity of *Leucaena leucocephala* seeds. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(2), 391–395.
- Khorasani, G., Hosseini-mehr, S. J., Azadbakht, M., Zamani, A., & Mahdavi, M. R. V. (2009). Aloe vera gel facilitates healing of burn wounds: A clinical and histopathological study. *Journal of Ethnopharmacology*, 123(1), 115–120. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.02.031>
- Kumar, V., Abbas, A. K., & Aster, J. C. (2020). *Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease* (10th ed.). Elsevier.
- Tiwari, A., & Rana, C. S. (2015). Plant secondary metabolites: A review. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 3(5), 661–670.