

## EFEK PLESTER HIDROGEL EKSTRAK GETAH JARAK CINA (*JATROPHA MULTIFIDA* L.) BERBASIS PVA/KITOSAN TERHADAP PENYEMBUHAN LUKA INSISI PADA TIKUS

Putu Ayu Krishna Jihvani<sup>1</sup>, Putu Nita Cahyawati<sup>2\*</sup>

Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Warmadewa,  
Universitas Warmadewa<sup>1</sup>, Bagian Farmakologi dan Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu  
Kesehatan Warmadewa, Universitas Warmadewa<sup>2</sup>

\*Corresponding Author : putunitacahyawati@gmail.com

### ABSTRAK

Penyembuhan luka adalah mekanisme biologis yang kompleks dan terdiri dari tahapan peradangan, proliferasi dan remodeling jaringan. Luka yang paling umum adalah luka insisi (sayat) dan apabila tidak diobati dengan benar berpotensi menyebabkan lamanya penutupan luka yang berujung terjadinya infeksi. Berdasarkan data dari Riset Kesehatan Dasar (Riskesdes) tahun 2023, prevalensi kesakitan akibat benda tajam atau tumpul sebesar 7,3% di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas hidrogel ekstrak getah jarak cina (*Jatropha multifida* L.) berbasis PVA (polivinil alkohol) berbanding kitosan (3:1) terhadap penyembuhan luka insisi. Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimental yang menggunakan 25 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur Sprague dawley, yang terdiri dari 5 ekor tiap kelompok. Kelompok ini terdiri dari kontrol negatif yaitu NaCl 0,9%, kontrol positif antibiotik topikal yaitu clindamycin, dan 3 kelompok perlakuan dengan persentase ekstrak masing-masing 1%, 3%, dan 6%. Alat untuk mengumpulkan data yaitu *timer digital*, jangka sorong, kamera dan formulir observasi. Metode analisis data menggunakan One-Way ANOVA. Hidrogel ekstrak 6% memiliki efek tertinggi dan signifikan ( $p < 0,001$ ) dalam mempercepat keringnya luka dengan rerata dan standar deviasi ( $17,4 \text{ jam} \pm 0,4$ ), terbentuknya keropeng paling cepat ( $86.02 \pm 1.63 \text{ jam}$ ) serta pada hari ke-21 rerata diameter luka yang paling sempit ( $0.84 \pm 0.24 \text{ mm}$ ). Hidrogel berbasis PVA/kitosan dengan konsentrasi 6% menunjukkan terdapat efek yang lebih unggul dibandingkan dengan antibiotik topikal yaitu clindamycin dalam proses penyembuhan luka insisi.

**Kata kunci** : hidrogel, *jatropha multifida* l, kitosan., luka insisi, PVA

### ABSTRACT

Wound healing is a complex biological mechanism and consists of stages of inflammation, proliferation and tissue remodeling. The most common wound is an incision wound (incision) and if not treated properly has the potential to cause a long period of wound closure that leads to infection. Based on data from Basic Health Research (Riskesdes) in 2023, the prevalence of pain due to sharp or blunt objects is 7.3% in Indonesia. This study aimed to assess the effectiveness of PVA-based Coralbushs (*Jatropha multifida* L.) sap extract hydrogel compared to chitosan (3:1) on incision wound healing. The research design used was experimental using 25 male white rats (*Rattus norvegicus*) of the Sprague dawley strain, consisting of 5 in each group. This group consisted of a negative control of NaCl 0.9%, a positive control of a topical antibiotic called clindamycin, and 3 treatment groups with an extract percentage of 1%, 3%, and 6%, respectively. Tools for collecting data are digital timers, calipers, cameras and observation forms. The data analysis method uses One-Way ANOVA. Hydrogel extract 6% had the highest and significant effect ( $p < 0.001$ ) in accelerating wound drying with average and standard deviations ( $17.4 \text{ hours} \pm 0.4$ ), the fastest scab formation ( $86.02 \pm 1.63 \text{ hours}$ ) and on the 21st day the narrowest average wound diameter ( $0.84 \pm 0.24 \text{ mm}$ ). PVA/chitosan-based hydrogels with a concentration of 6% showed a superior effect compared to the topical antibiotic, clindamycin, in the healing process of incision wounds.

**Keywords** : incisional wound, hydrogel, *jatropha multifida* l., PVA, chitosan

## PENDAHULUAN

Luka merupakan suatu kondisi terganggunya struktur dan fungsi anatomi tubuh secara normal, yang dapat diklasifikasikan ke dalam berbagai jenis (Bunganaen, dkk., 2019). Salah satu jenis luka tersebut adalah luka terbuka. Luka terbuka yang sering dijumpai adalah luka insisi/sayat. Ciri khas luka insisi biasanya berbentuk memanjang dengan tepi yang rapi dan lurus, serta memiliki panjang yang melebihi kedalamannya, tanpa menyebabkan kerusakan pada jaringan sekitarnya jika segera diobati (Husnul Khotimah et al., 2023). Luka jenis ini biasanya muncul akibat tekanan dari benda tajam, seperti pecahan kaca atau pisau. Luka sayat merupakan jenis luka yang kerap terjadi dalam aktivitas harian, baik di lingkungan rumah maupun luar rumah. Faktor penyebab luka sayat dapat bervariasi, mulai dari trauma akibat benda tajam hingga paparan suhu ekstrem atau bahan kimia berbahaya. Luka yang disebabkan oleh benda tajam, seperti silet, pisau, atau pecahan kaca, dikenal dengan istilah *vulnus incisivum*. Menurut data pada tahun 2023 Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) melaporkan angka kejadian luka akibat benda tajam atau tumpul di Indonesia tercatat mencapai 7,3%, menjadikannya sebagai penyebab cedera ketiga terbanyak setelah terjatuh sebesar 40,9% dan kecelakaan lalu lintas sebesar 40,6%. Di Bali, proporsi cedera akibat benda tajam mencapai 5,5%, sementara di Nusa Tenggara Timur (NTT) angka tersebut mencapai 6,2% (Riset Kesehatan Dasar, 2023).

Secara fisiologis, suatu luka akan menjalani proses penyembuhan alami. Tahapan penyembuhan terdiri dari beberapa tahapan dimulai dari hemostasis dan inflamasi, diikuti oleh fase proliferasi serta pembentukan pembuluh darah baru, dan diakhiri dengan tahap maturasi dan pembentukan kembali epitel kulit. Namun, mekanisme penyembuhan ini dapat terhambat oleh faktor-faktor lain, sehingga diperlukan penanganan yang tepat untuk mempercepat pemulihan luka (Marwansyah & Sajidah, 2020). Pada kasus luka sayat, infeksi menjadi salah satu komplikasi yang sering terjadi sehingga harus diwaspadai. Infeksi ini dapat diakibatkan oleh mikroorganisme patogen, seperti *Staphylococcus aureus*, yang dapat masuk ke dalam jaringan yang mengalami kerusakan dan berkembang biak, menyebabkan infeksi pada luka tersebut (Rusdy et al., 2021).

Salah satu cara untuk mengatasi infeksi dapat dari bahan alternatif yaitu dengan mencari senyawa aktif dari tumbuhan. Tumbuhan dapat memproduksi metabolit sekunder yang berpotensi menjadi zat aktif dengan sifat obat, termasuk sebagai antibakteri yang mampu menghambat atau membunuh bakteri. Dengan perawatan yang tepat, luka sayat dapat sembuh dengan baik, meskipun perhatian harus diberikan untuk menghindari komplikasi yang mungkin terjadi. Oleh karena itu, pemanfaatan bahan alternatif yang berasal dari tumbuhan herbal diperlukan yaitu berasal dari getah tanaman jarak cina (*Jatropha multifida* L.). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan getah jarak cina memberikan hasil signifikan dalam mempercepat tahapan penyembuhan luka, yaitu setelah tikus diinduksi luka, terbukti luka sembuh dalam waktu sekitar 3 hingga maksimal 6 hari. Sebaliknya, pada kelompok kontrol, proses penyembuhan terjadi antara hari ke-5 hingga ke-8 (Rusdy et al., 2021).

Studi lain juga menyatakan bahwa getah tanaman ini berpotensi digunakan sebagai terapi pada luka dan ulkus, serta menunjukkan aktivitas antibiotik terhadap bakteri gram negatif seperti *Escherichia coli* (Nurhayati et al., 2024). Selain itu, penelitian tambahan menunjukkan bahwa getah jarak cina juga memiliki efek antibiotik terhadap bakteri gram positif *Staphylococcus aureus*, yang umum menjadi penyebab infeksi kulit (Anggita et al., 2018). Berdasarkan temuan-temuan tersebut, dilakukan pengujian terhadap formulasi hidrogel dari ekstrak getah jarak cina berbasis PVA/kitosan sebagai pembalut luka, untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam mempercepat waktu penyembuhan luka pada model tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan dari galur Sprague dawley sebagai alternatif

pengobatan luka insisi.

## METODE

### Rancangan Penelitian dan Penyiapan Hewan Uji

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental pada model hewan yang dilakukan di dalam laboratorium Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Warmadewa yaitu laboratorium biomedik dan hewan, serta laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa. Penelitian ini berjalan selama tiga bulan, yaitu dari bulan Januari hingga Maret 2025. Jumlah sampel ditentukan menggunakan rumus Federer, yang menunjukkan hasil total 25 ekor tikus sebagai subjek penelitian. Tikus yang digunakan merupakan tikus putih (*Rattus norvegicus*) dengan jenis kelamin jantan dari galur Sprague Dawley berusia 2 hingga 3 bulan dengan berat berkisar antara 160–200 gram. Sebelum percobaan dimulai, tikus menjalani masa aklimatisasi selama 7 hari dan diberi pakan standar yaitu AD2 sehari sebanyak satu kali. Pakan diberikan sebanyak 130–140 gram per kandang, serta diberikan air minum mineral secara ad libitum. Tikus dipelihara dalam ruangan dengan kondisi standar, yaitu suhu  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan siklus terang-gelap selama 12 jam. Masing-masing tikus diberi tanda pengenalan berupa kode khusus untuk membedakan tiap kelompok.

Kelompok perlakuan terdiri dari 5 kelompok yang dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali. Kelompok perlakuan yaitu 3 konsentrasi ekstrak getah jarak cina, yaitu konsentrasi 1%, 3%, 6%. Kelompok kontrol positif clyndamycin dan kontrol negatif NaCl 0,9%. Peralatan yang digunakan selama penelitian antara lain timer digital, jangka sorong, kamera, lembar observasi, timbangan analitik dengan merek dari AND GH-202, tabung reaksi, batang pengaduk, lumpang, spatula, kasa steril, *alkohol swab*, alat pencukur rambut tikus, sarung tangan steril, gunting, pisau bedah, pipet tetes, oven, waterbath, aluminium foil, serta stik pH universal. Sementara itu, bahan yang digunakan meliputi 50 gram getah tanaman jarak cina (*Jatropha multifida* L.), serbuk PVA, serbuk kitosan, etanol 95%, clyndamycin gel, dan larutan NaCl 0,9%. Penelitian ini berjalan berdasarkan izin etik dari Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Warmadewa dengan Nomor 579/Unwar/FKIK/EC-KEPK/I/2025.

### Ekstraksi Simplisia

Pengambilan getah jarak cina diperoleh dari tanaman berusia 6 tahun yang tumbuh di Desa Kebonagung, di Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Penyadapan dilakukan pada tanaman berumur 5 tahun dengan menyayat batang sepanjang 10 cm dan kedalaman 0,5 cm. Getah diambil dari bagian kulit batang pohon. Teknik penyadapan dilakukan dengan menggoreskan pisau pada kulit batang hingga mencapai lapisan kambium, dengan ketebalan sekitar 0,1 cm, sudut kemiringan sebesar  $30^{\circ}$ , dan jarak antar sayatan kulit batang sekitar 3 cm. Getah yang keluar ditampung dalam botol kering berwarna gelap. Target pengambilan getah adalah sebanyak 50 gram, kemudian ditambahkan 0,1 ml etanol 96% untuk mengurangi perubahan warna getah akibat oksidasi serta untuk menghambat pembentukan busa, yang disebabkan oleh kandungan saponin dalam getah jarak cina. Getah kemudian disimpan dalam lemari pendingin bersuhu  $0^{\circ}\text{C}$  dan ditutup rapat menggunakan aluminium foil guna menjaga kestabilan serta mencegah oksidasi (Febiati, 2016). Sampel getah segar ditimbang menggunakan timbangan analitik dan segera disimpan di dalam pendingin. Proses ekstraksi getah memakai metode maserasi dengan pelarut etanol 96% selama 3-5 hari dengan dua kali proses. Setelah itu, pelarut pada maserat diuapkan menggunakan rotary evaporator.

### Pembuatan Plester Hydrogel

Sebanyak 3 gram serbuk PVA dilarutkan dalam aquades dengan volume 100 ml. Larutan tersebut lalu dihomogenkan menggunakan pengaduk magnet pada suhu 120°C. Secara terpisah, larutan kitosan dibuat dengan melarutkan 3 gram kitosan dalam 100 ml asam asetat pada suhu 70°C. Setelah kedua larutan mencapai homogenitas, larutan kitosan kemudian dicampurkan ke dalam larutan PVA dengan rasio PVA : kitosan sebesar 3 : 1, dan diaduk hingga terjadi peningkatan viskositas campuran. Selanjutnya, ekstrak getah jarak cina ditambahkan ke dalam campuran tersebut sesuai dengan konsentrasi yang ditentukan, yaitu 1%, 3%, dan 6%, kemudian diaduk kembali hingga membentuk campuran yang homogen menyerupai gel. Campuran gel tersebut kemudian dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 50 ml dan dikeringkan pada suhu 95°C selama 6 jam, lalu didiamkan pada suhu ruang. Seluruh bahan dicampur dan dipanaskan kembali pada suhu 95°C dalam waktu dua jam hingga formula hydrogel menjadi kental. Formula yang telah terbentuk kemudian dicetak menggunakan pelat kaca, disatukan dengan kain non-woven, dan bagian atasnya dilapisi dengan plastik film untuk menjaga sterilitas dan kelembaban dari hydrogel tersebut.

### Induksi luka

Tikus dibius menggunakan ketamin dengan dosis 90 mg/kg berat badan melalui injeksi intraperitoneal, lalu diletakkan dalam posisi terlentang diatas meja bedah dengan kedua kaki dipegang agar tetap pada posisinya. Periksa kondisi tikus 1-2 menit dengan meggerakan salah satu kaki, jika tidak ada respon menandakan bius sudah mulai bekerja. Kemudian, area punggung bagian tengah dibersihkan terlebih dahulu dengan mencukur rambut bagian punggung, kemudian disterilkan menggunakan *alkohol swab*. Pada proses induksi luka, pisau bedah digoreskan pada kulit tikus sampai berbentuk garis memanjang dengan panjang 2 cm dan kedalaman 1,5 cm pada area yang telah diberikan tanda hingga mencapai lapisan dermis.

### Uji Aktivitas Penyembuhan Luka

Setiap kelompok perlakuan (P1, P2, P3) diberikan sediaan hidrogel pada area luka yang telah dibuat, dengan ketebalan aplikasi yang seragam, lalu ditutup menggunakan plester hydrogel. Sementara kelompok kontrol positif dioleskan salep antibiotik topikal dan kelompok kontrol negatif dibalut dengan NaCl 0,9% kemudian kedua kelompok kontrol dibalut dengan kasa steril. Sediaan diganti setiap dua hari sekali pada waktu yang sama hingga sembuhnya luka yang ditandai dengan tumbuhnya kembali rambut tikus. Mekanisme penyembuhan luka diamati dua kali dalam sehari pada waktu yang konsisten. Parameter yang digunakan pada aktivitas penyembuhan luka antara lain waktu yang dibutuhkan hingga luka menjadi kering, waktu terbentuknya keropeng, serta penyempitan diameter luka hingga hari ke-21.

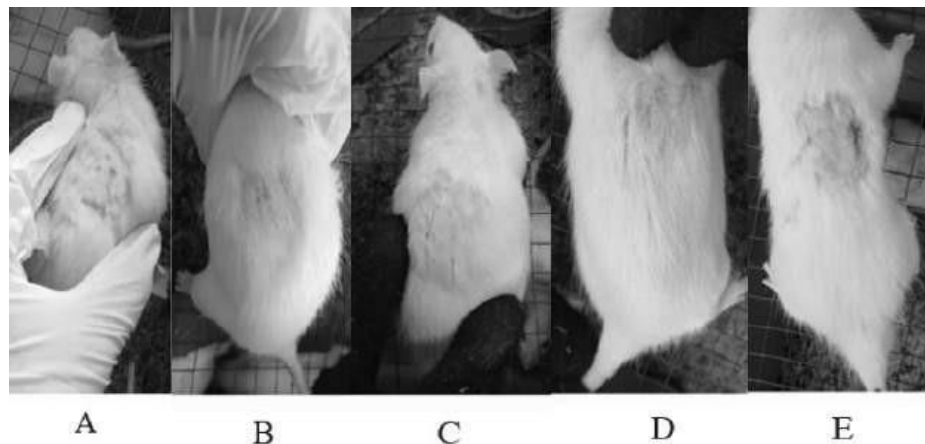
### Analisis Data

Data dianalisis pada aplikasi Jamovi dan untuk analisis statistik menggunakan uji *One Way ANOVA* dan post hoc Tukey. Data akan disajikan dalam bentuk *mean*±*SD*.

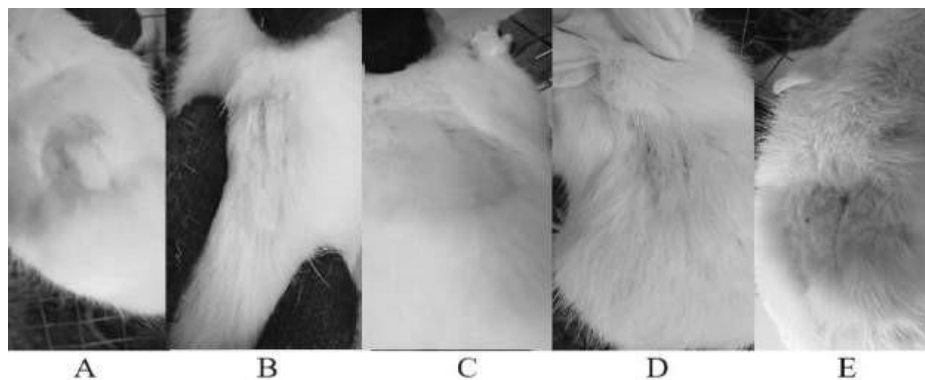
### HASIL

Hasil pengamatan makroskopik menunjukkan adanya perubahan tampilan luka pada tikus yang diamati mulai dari hari ke-7, hari ke-14, hingga hari ke-21 (Gambar 1, 2, dan 3). Perubahan tersebut menggambarkan proses penyembuhan luka yang meliputi pengeringan luka hingga terbentuknya keropeng secara jelas. Kelompok tikus yang diberikan perlakuan pada hari ke-7 telah menunjukkan tanda-tanda pengeringan luka dan mulai terbentuk

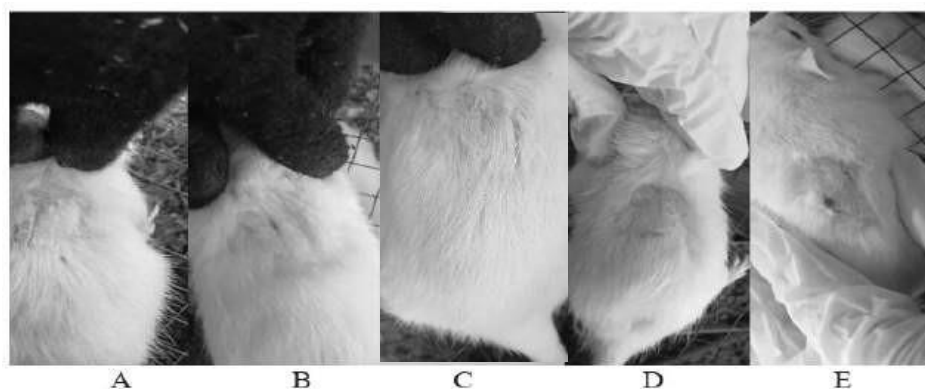
keropeng, sedangkan kelompok kontrol belum menunjukkan perubahan signifikan. Begitupun untuk diameter lukanya sudah mulai mengecil di hari ke-21 yang berbeda dengan kelompok kontrol. Berikut hasil makroskopis dari masing-masing kelompok yang setiap kelompok masing-masing diwakili diwakili salah satu ekor tikus.



Gambar 1. Hasil hari ke-7



Gambar 2. Hasil hari ke-14



Gambar 3. Hasil hari ke-21

Keterangan:

- A = Perlakuan hidrogel ekstrak getah jarak cina 1% berbasis PVA/Kitosan
- B = Perlakuan hidrogel ekstrak getah jarak cina 3% berbasis PVA/Kitosan
- C = Perlakuan hidrogel ekstrak getah jarak cina 6% berbasis PVA/Kitosan
- D = Kontrol positif dengan antibiotik topikal yaitu clyndamycin gel
- E = Kontrol negatif dengan Nacl 0,9%

Hasil pengukuran berdasarkan parameter waktu kering luka (jam), terbentuknya keropeng (jam), dan diamter luka hari ke-21 (mm) tampak pada Tabel 1. Berdasarkan data



rata-rata dan standar deviasi, kelompok K(-) menunjukkan rerata waktu terbentuk keropeng yang paling lama yaitu  $212,96 \pm 3,72$  jam, serta rerata diameter luka hari ke-21 yang paling besar yaitu  $5,18 \pm 0,24$  mm. Urutan rerata dari terbesar ke terkecil untuk kedua parameter diikuti oleh kelompok K(+), P1, P2, dan P3. Sebaliknya, kelompok P3 memiliki rerata waktu terbentuk keropeng yang paling cepat, yaitu  $86,02 \pm 1,63$  jam, serta rerata diameter luka hari ke-21 yang paling kecil, yaitu  $0,84 \pm 0,24$  mm.

Berikut perhitungan hasil pengukuran berdasarkan parameter waktu kering luka (jam), terbentuknya keropeng (jam), dan diamter luka hari ke-21 (mm) tampak pada tabel 1.

**Tabel 1. Parameter Pemeriksaan**

Parameter	Kelompok	Mean $\pm$ SD
Waktu Kering Luka (jam)	K(-)	46,32 $\pm$ 1,48
	K(+)	30,220 $\pm$ 0,66
	P1	25,14 $\pm$ 0,56
	P2	20,28 $\pm$ 0,59
	P3	17,48 $\pm$ 0,42
Waktu Terbentuk Keropeng (jam)	K(-)	212,96 $\pm$ 3,72
	K(+)	151,14 $\pm$ 1,61
	P1	131,36 $\pm$ 1,40
	P2	96,10 $\pm$ 1,63
	P3	86,02 $\pm$ 1,63
Diameter Luka Hari ke-21 (mm)	K(-)	5,18 $\pm$ 0,23
	K(+)	3,64 $\pm$ 0,24
	P1	2,88 $\pm$ 0,19
	P2	1,64 $\pm$ 0,24
	P3	0,84 $\pm$ 0,24

Keterangan:

K(-) = Kontrol negatif dengan NaCl 0,9%

K(+) = Kontrol positif dengan antibiotik topikal yaitu clyndamycin

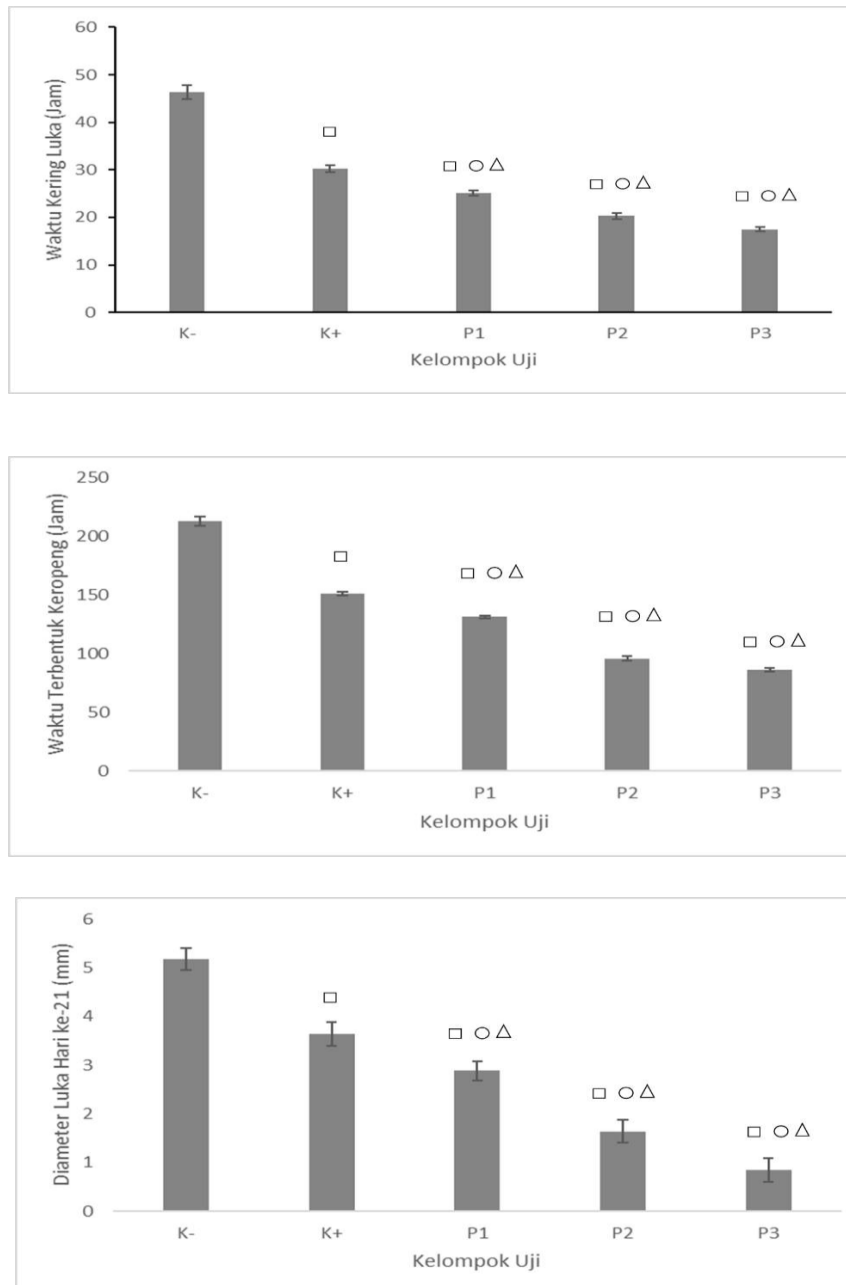
P1 = Perlakuan hidrogel ekstrak getah jarak cina 1% berbasis PVA/Kitosan P2 = Perlakuan hidrogel ekstrak getah jarak cina 3% berbasis PVA/Kitosan P3 = Perlakuan hidrogel ekstrak getah jarak cina 6% berbasis PVA/Kitosan

Hasil pengujian normalitas dan homogenitas data menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan homogen, sehingga analisis dilanjutkan dengan uji One-Way ANOVA. Hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan setiap kelompok perlakuan pada ketiga parameter yang diukur ( $p < 0,001$ ). Dilanjutkan dengan uji Post Hoc Tukey mengkonfirmasi adanya perbedaan signifikan antara kelompok kontrol (K(-), K(+)) dengan kelompok perlakuan (P1, P2, P3) pada seluruh parameter, yaitu waktu pengeringan luka, waktu terbentuknya keropeng, serta penyempitan diameter luka pada hari ke-21 ( $p < 0,001$ ).

Kelompok K(-) menunjukkan waktu penyembuhan yang paling lama dibandingkan kelompok lainnya ( $p < 0,001$ ). Waktu kering luka pada K(-) berbeda signifikan dengan K(+) (16,10 jam), P1 (21,18 jam), P2 (26,04 jam), dan P3 (28,84 jam). Demikian pula pada parameter waktu pembentukan keropeng, K(-) menunjukkan waktu lebih lama dibanding K(+) (61,80 jam), P1 (81,60 jam), P2 (116,90 jam), dan P3 (126,90 jam). Rata-rata diameter luka hari ke-21 pada K(-) juga lebih besar dibandingkan K(+) (1,54 mm), P1 (2,30 mm), P2 (3,54 mm), dan P3 (4,34 mm). Kelompok K(+) juga berbeda signifikan dengan P1, P2, dan P3 pada seluruh parameter ( $p < 0,001$ ). Waktu pengeringan luka pada K(+) lebih lama dibandingkan P1 (5,08 jam), P2 (9,94 jam), dan P3 (12,74 jam). Waktu pembentukan keropeng juga lebih lama dibanding P1 (19,80 jam), P2 (55,00 jam), dan P3 (65,10 jam). Selain itu, diameter luka hari ke-21 pada K(+) lebih besar dibanding P1 (0,76 mm), P2 (2,00

mm), dan P3 (2,80 mm).

Analisis antar kelompok perlakuan (P1, P2, P3) juga menunjukkan perbedaan signifikan ( $p < 0,001$ ). Kelompok P1 memiliki waktu pengeringan luka lebih lama dibanding P2 (4,86 jam) dan P3 (7,66 jam), dan P2 juga lebih lama dibanding P3 (2,80 jam). Waktu pembentukan keropeng pada P1 lebih lama dibanding P2 (35,30 jam) dan P3 (45,30 jam), sedangkan P2 lebih lama dibanding P3 (10,10 jam). Diameter luka pada hari ke-21 menunjukkan hasil serupa, dengan  $P1 > P2$  (1,24 mm)  $> P3$  (0,80 mm). Hasil ini mengindikasikan bahwa kelompok perlakuan, khususnya P3, menunjukkan efektivitas tertinggi dalam mempercepat penyembuhan luka dibanding kelompok lain. Berikut perbandingan hasil disajikan dalam grafik histogram pada gambar 4.



**Gambar 4. Grafik Histogram Hasil Uji Tukey Post-Hoc Test pada Waktu Kering Luka (Jam), Waktu Terbentuk Keropeng (Jam), dan Besarnya Diameter Luka Hari ke-21 (mm)**

Keterangan:

- =  $p < 0,001$  vs K(-)
- =  $p < 0,001$  vs K (+)
- △ =  $p < 0,001$  vs antar P1, P2, P3

## PEMBAHASAN

Mekanisme penyembuhan luka melalui empat fase utama, yaitu hemostasis, inflamasi, proliferasi, dan remodeling (Huang et al., 2022). Kecepatan proses ini dipengaruhi oleh berbagai faktor biologis, termasuk kadar faktor pertumbuhan, intensitas inflamasi, dan regenerasi epitel. Fase hemostasis berlangsung segera setelah terjadinya luka bertujuan untuk menghentikan pendarahan melalui vasokonstriksi dan agregasi trombosit untuk membentuk sumbatan (Shao et al., 2023). Selanjutnya, fase inflamasi terjadi infiltrasi sel imun seperti makrofag ke area luka untuk mengeliminasi debris serta patogen yang masuk. Fase ini kemudian diikuti oleh fase proliferasi, yaitu fibroblas menuju area luka dan mulai mensintesis kolagen-kolagen yang berguna dalam pembentukan jaringan baru (Sari et al., 2024). Selama proses penyusutan luka, fibroblas melanjutkan produksi kolagen dan elastin, yang berperan dalam penguatan jaringan baru, penyempitan diameter luka, serta pembentukan keropeng (Shao et al., 2023).

Ekstrak getah jarak cina yang mengandung senyawa flavonoid, tanin, dan saponin dapat mempercepat proses proliferasi (Destri et al., 2017). Efek kandungan saponin yaitu dalam stimulasi sintesis kolagen, yaitu protein struktural yang berperan dalam aktivasi jalur sinyal TGF- $\beta$  melalui peningkatan ekspresi reseptornya (Cahyawati & Satriyasa, 2021). Hal ini memperkuat ikatan reseptor terhadap TGF- $\beta$ , sehingga mendorong peningkatan aktivasi TGF- $\beta$ . Aktivasi ini menyebabkan jumlah fibroblas meningkat dan bermigrasi menuju area luka. Setelah mencapai lokasi luka, fibroblas dipicu oleh TGF- $\beta$  untuk proses proliferasi (Agistasari, 2019). Sementara itu, flavonoid berperan sebagai vasodilator yang memperlancar aliran darah ke jaringan yang mengalami kerusakan, sehingga suplai oksigen dan nutrisi meningkat. Selain itu, flavonoid juga menghambat aktivitas cAMP fosfodiesterase serta menekan faktor inflamasi seperti sitokin, interleukin 10 (IL-10), TNF- $\alpha$ , serta MIP-1 $\alpha$  untuk mempercepat proses regenerasi jaringan dan penyembuhan (Sanjaya et al., 2023). Tanin berfungsi sebagai antiseptik alami terhadap bakteri yang berpotensi menginfeksi luka. Mekanismenya dengan membentuk kompleks bersama enzim atau substrat bakteri untuk merusak membran sel bakteri sehingga mencegah terjadinya infeksi (Suryani et al., 2023). Efek lainnya dapat menyebabkan vasokonstriksi pada pembuluh darah kapiler untuk mengurangi pendarahan dan eksudasi pada luka (Suyati, 2018).

Kitosan berperan sebagai agen antimikroba yang mampu menurunkan potensi terjadinya infeksi, sementara PVA berfungsi untuk meningkatkan kestabilan mekanik hidrogel. (Chopra et al., 2022). Keropeng terbentuk sebagai hasil dari proses pengeringan eksudat luka dan pembentukan jaringan granulasi. Hidrogel membantu dalam proses ini dengan memberikan kelembapan yang diperlukan untuk mendorong migrasi sel dan pembentukan jaringan baru (Yuliani et al., 2022). Terjaganya kelembapan luka dapat mencegah pengeringan yang berlebihan dan menciptakan lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan sel sehingga dapat mempercepat proses penyembuhan. mencegah keropeng yang terlalu keras dan memungkinkan keropeng yang terbentuk lebih elastis dan mudah lepas saat jaringan baru terbentuk di bawahnya.

Hidrogel ekstrak getah jarak cina dengan konsentrasi 6% yang berbasis PVA/kitosan terbukti lebih efektif dalam mempercepat mekanisme tersebut jika dibandingkan dengan clindamycin secara makroskopis setelah pengamatan selama 21 hari. Saat memberikan efek antibakteri, hidrogel ekstrak getah jarak cina secara bersamaan memberikan efek kelembapan yang dipertahankan di area luka, memfasilitasi proses autolisis dan menghilangkan jaringan yang rusak sehingga menjaga kadar air luka tetap kering, lembut dan lembab serta menghilangkan jaringan nekrotik (Sari et al., 2024). Pada penelitian sebelumnya, didapatkan konsentrasi 3% ekstrak getah jarak cina lebih efektif dalam penyembuhan luka dalam bentuk sediaan gel dibandingkan salep Nitrofurazone 2% lebih



efektif dalam epitelisasi luka (Nurhayati et al., 2024). Hal ini dikarenakan antibiotik topikal berfungsi untuk mengurangi infeksi, tetapi tidak memberikan dukungan struktural dan kelembapan yang sama seperti hidrogel (Sari et al., 2024). Oleh karena itu, meskipun antibiotik topikal terbukti efektif dalam mengendalikan infeksi, efeknya dalam mempercepat penyembuhan luka masih terbatas jika dibandingkan dengan penggunaan hidrogel ekstrak getah jarak cina berbasis PVA/kitosan yang mampu mendukung proses penyembuhan luka secara makroskopis. Penggunaan hidrogel ini menunjukkan percepatan pengeringan luka dan pengecilan diameter luka.

Meskipun demikian, efek hidrogel ini dapat mendukung penyembuhan dari fase inflamasi hingga remodeling melalui mekanisme regenerasi sel, deposisi kolagen, dan angiogenesis masih memerlukan pembuktian lebih lanjut melalui analisis histopatologis dan molekuler. Oleh karena itu, penelitian ini masih memiliki sejumlah keterbatasan, khususnya dalam aspek evaluasi histopatologis pada pewarnaan dasar menggunakan Hematoksin-Eosin (H&E), belum disertai analisis lanjutan seperti pewarnaan Masson's Trichrome untuk menilai deposisi kolagen, atau Sirius Red untuk membedakan tipe kolagen yang terbentuk (Shao et al., 2023). Selain itu, belum dilakukan juga imunohistokimia (IHC) untuk mendeteksi ekspresi protein kunci yaitu TGF- $\beta$  (Transforming Growth Factor Beta) dan VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor) yang berperan penting dalam proses pembentukan jaringan fibrosa (fibrogenesis) dan pembentukan pembuluh darah baru (angiogenesis) (Zhang et al., 2022). Dalam aspek cakupan subjek penelitian, pengujian ini masih terbatas pada model hewan tikus, sehingga diperlukan generalisasi hasil terhadap spesies lain.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa hidrogel berbasis PVA/kitosan dengan penambahan ekstrak getah jarak cina konsentrasi 6% memiliki efektivitas paling tinggi dalam mempercepat proses penyembuhan luka insisi, melebihi kontrol positif (clindamycin). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan, semakin cepat proses pengeringan luka, pembentukan keropeng, dan penyusutan diameter luka. Efektivitas ini berkaitan dengan kemampuan hidrogel dalam menjaga kelembapan lingkungan luka, memfasilitasi migrasi sel epitel, serta sifat antimikroba dari ekstrak getah jarak cina. Temuan ini tidak hanya memperkuat potensi kombinasi PVA/kitosan sebagai matriks hidrogel, tetapi juga membuka peluang pengembangan terapi topikal berbasis bahan alam yang lebih aman dan efektif. Penelitian ini memberikan dasar bagi pengembangan formulasi biomaterial penyembuh luka baru dan dapat menjadi rujukan untuk studi lebih lanjut pada model hewan lain atau uji klinis.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UP2M), Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Warmadewa atas dukungan dana hibah yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

Agistasari, Y. (2019). *Perbandingan Antara Gel Getah Batang Tanaman Yodium (Jatropha Multifida L.) Dan Gel Aloe Vera Terhadap Kepadatan Serabut Kolagen Pada Penyembuhan Luka Pasca Gingivektomi Tikus Wistar (Rattus Norvegicus)*. Malang: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya.

- Ambarwati, S. A., Hidayati, N. A., & Hutapea, H. P. (2024). Sintesis Membran Kitosan/Poli Vinil Alkohol (Pva) Untuk Menurunkan Kadar Limbah Pewarna Tekstil. *Dalton : Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 7(1), 75. <https://doi.org/10.31602/DI.V7i1.14360>
- Anggita, D., Abdi, D. A., & Desiani, V. (2018). Efektifitas Ekstrak Daun Dan Getah Tanaman Jarak Cina (*Jatropha Multifida* L.) Sebagai Antibakteri Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* Secara In Vitro. *Window Of Health : Jurnal Kesehatan*, 29–33. <https://doi.org/10.33096/Woh.V1i1.556>
- Arief, N. A., Arsyad, A., & Idris, I. (2021). Pengaruh Cahaya *Light Emitting Diode* (Led) Di Malam Hari Terhadap Kortisol Serum Dan Parameter Hematologi Pada Tikus Wistar Jantan. *Jurnal Kesehatan*, 12(3), 373–380. <https://doi.org/10.26630/Jk.V12i3.2670>
- Aryantini, D., Sari, E. A., & S.W, D. N. (2021). Karakter Spesifik Ekstrak Daun Yodium (*Jatropha Multifida* L.) Dari Tiga Lokasi Tempat Tumbuh Di Jawa Timur. *Journal Of Pharmacy Science And Technology*, 2(2), 156–162. <https://doi.org/10.30649/Pst.V3i1.109>
- Bunganaen, Dkk. (2019). Studi Komparatif Efektivitas Pemberian Ekstrak Daun Lamtoro(*Leucaena Leucocephala*) Dan Salep Gentamisinterhadap Penyembuhan Luka Sayat Kulit Mencit (*Mus Musculus*). *Cendana Medical Journal (Cmj)*, 8(1), 512–520. <http://ejurnal.undana.ac.id/Cmj/Article/View/2660>
- Cahyawati, P. N., . N., Sari, D. C. R., Romi, M. M., Arfian, N., Romi, M. M., Romi, M. M., Arfian, N., & Arfian, N. (2017). Simvastatin Attenuates Renal Failure In Mice With A 5/6 Subtotal Nephrectomy. *International Journal Of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences*, 9(5), 12. <https://doi.org/10.22159/Ijpps.2017v9i5.12261>
- Cahyawati, P. N., I Nyoman Mantik Astawa, Bagus Komang Satriyasa, & I Made Bakta. (2023). *Simvastatin: A New Therapeutic Strategy For Chronic Kidney Disease (Ckd)*. *Bali Medical Journal*, 12(2), 2223–2238. <https://doi.org/10.15562/Bmj.V12i2.4636>
- Cahyawati, P. N., Lestari, D. P. O., Siskayani, A. S., & Ariawan, I. M. T. (2020). *Simvastatin Improves Renal Function And Glomerulosclerosis In Ischemic-Reperfusion Injury*. *The Indonesian Biomedical Journal*, 12(2), 143–148. <https://doi.org/10.18585/Inabj.V12i2.1082>
- Cahyawati, P. N., & Satriyasa, B. K. (2021). *Subtotal Nephrectomy As A Model Of Chronic Kidney Disease: A Systematic Review*. *Indian Journal Of Public Health Research & Development*, 12(3), 150–157.
- Candra, S., Susilawati, E., & Adnyana, I. K. (2019). Pengaruh Gel Ekstrak Daun Kerehau (*Callicarpa Longifolia* Lam.) Terhadap Penyembuhan Luka Pada Model Tikus Diabetes. *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(2), 70. <https://doi.org/10.26874/Kjif.V6i2.154>
- Chamidah, N. L. F., & Rohmawati, L. (2022). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Sirih Hijau Dan Madu Terhadap Sifat Antibakteri Plester Luka Hidrogel Pva/Kitosan. *Inovasi Fisika Indonesia*, 11(1), 48–55. <https://doi.org/10.26740/Ifi.V11n1.P48-55>
- Chopra, H., Bibi, S., Kumar, S., Khan, M. S., Kumar, P., & Singh, I. (2022). *Preparation And Evaluation Of Chitosan/Pva Based Hydrogel Films Loaded With Honey For Wound Healing Application*. *Gels*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/Gels8020111>
- Destri, C., Ketut Sudiana, I., & Nugraha, J. (2017). Potensi *Jatropha Multifida* Terhadap Jumlah Fibroblast Pada Aphthous Ulcer Mukosa Mulut Tikus. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 19(1).
- Febiati, F. (2016). *Uji Efektivitas Sediaan Gel Getah Jarak Cina (Jatropha Multifida Linn.) Untuk Pengobatan Luka Bakar Pada Tikus Putih (Rattus Norvegicus) Jantan Galur Sprague Dawley*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Huang, J., Lei, X., Huang, Z., Rong, Z., Li, H., Xie, Y., Duan, L., Xiong, J., Wang, D., Zhu, S., Liang, Y., Wang, J., & Xia, J. (2022). *Bioprinted Gelatin-Recombinant Type Iii*

- Collagen Hydrogel Promotes Wound Healing. International Journal Of Bioprinting*, 8(2), 13–24. <https://doi.org/10.18063/Ijb.V8i2.517>
- Husnul Khotimah, Novida Ariani, & Lubna Maimunah. (2023). Pengaruh Ekstrak Calendula Officinalis Terhadap Lama Penyembuhan Luka Sayat Pada Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*). *Jurnal Penelitian Sains Dan Kesehatan Avicenna*, 2(3), 14–21. <https://doi.org/10.69677/Avicenna.V2i3.57>
- Lestari, F., Darma, G. C. E., & Kartika, R. (2016). Efek Hidrogel Getah Jarak Cina (*Jatropha Multifida* Linn.) Berbasis Karagenan Kappa Dan Karagenan Iota Terhadap Penyembuhan Luka Tikus Wistar Jantan. *Pharmaciana*, 6(2), 117–122. <https://doi.org/10.12928/Pharmaciana.V6i2.3899>
- Marwansyah, & Sajidah, A. (2020). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*) Terhadap Penyembuhan Luka Insisi Pada Tikus Putih (*Rattus Norvegicus* Strain Wistar). *Jurnal Citra Keperawatan*, 8(1), 7–15. <https://doi.org/10.31964/Jck.V8i1.135>
- Nurhayati, E., Novalinda Ginting, C., & Nababan, T. (2024). *Potential Of The Betadine Plant (Jatropha Multifida L) For Wound Healing: Literature Review. Jurnal Keperawatan Priority*, 7(1), 119–131. *Riset Kesehatan Dasar*. (2023).
- Rusdy, H., Pasaribu Saruksuk, A. S., Dalimunte, R. S., & Dohude, G. A. (2021). Efektivitas Getah Batang Betadine (*Jatropha Multifida* L.) Terhadap Penyembuhan Luka Pasca Pencabutan Gigi Pada Tikus Sprague-Dawley. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran*, 33(2), 145. <https://doi.org/10.24198/Jkg.V33i2.32563>
- Sari, L. G. M. P., Winaya, K. K., & Puspawati, N. M. D. (2024). Pengaruh Pemberian Patch Hidrogel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) 9% Terhadap Penyembuhan Luka Akut Pada Kulit Tikus Wistar (*Rattus Norvegicus*) Jantan Berdasarkan Ekspresi Kolagen Dan Vascular Endothelial Growth Factor. *Intisari Sains Medis*, 15(1), 349–354. <https://doi.org/10.15562/IsM.V15i1.1936>
- Shao, Z., Yin, T., Jiang, J., He, Y., Xiang, T., & Zhou, S. (2023). *Wound Microenvironment Self-Adaptive Hydrogel With Efficient Angiogenesis For Promoting Diabetic Wound Healing. Bioactive Materials*, 20(June 2022), 561–573. <https://doi.org/10.1016/J.Bioactmat.2022.06.018>
- Solehah, N. Z., Prayitno, A., & Pamungkasari, E. P. (2022). *The Effect Of Red Dragon Fruit (Hylocereus Polyrhizus) On Ros Plasma Of Overweight Sprague Dawley Rats. Media Gizi Indonesia*, 17(2), 144–150. <https://doi.org/10.20473/Mgi.V17i2.144-150>
- Suryani, H. P., Erikania, S., & Natawaskita, K. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Getah Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) Terhadap Bakteri Isolat Ulkus Diabetikum Menggunakan Metode Difusi Cakram. *Prosiding Seminar Informasi Kesehatan Nasional (Sikesnas)*, 168–173.
- Suyati, M. (2018). Uji Aktivitas Penyembuh Luka Bakar Dari Gel Getah Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.). *Hmj.Jurnalsenior.Com*, 1, 20–24.
- Wibawa, I. D. G. A. P., Sumadewi, K. T., & Cahyawati, P. N. (2022). Simvastatin Memperbaiki Degerasi Hidropis Dan Nekrosis Sel Hepatosit Mencit Subtotal Nefrektomi. *Jbn (Jurnal Bedah Nasional)*, 6(1), 22. <https://doi.org/10.24843/Jbn.2022.V06.I01.P04>
- Yuliani, I., Diah, ), & Kusumawati, H. (2022). Nanofiber Pva/Kitosan Sebagai *Wound Dressing. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (Ifi)*, 11(3), 26–34.
- Zhang, C., Yang, D., Wang, T., Nie, X., Chen, G., Wang, L., Wang, Q., & Surgery, N. (2022). *Supplemental Information Biodegradable Hydrogels With Photodynamic Antibacterial Activity*.