

## Aplikasi Gel *Symbiotic Culture of Bacteria* dan *Yeast Kombucha* pada Luka Sayat dan Bakar Mencit (*Mus musculus*)

### *Application of Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast Kombucha Gel on Incision and Burn Wounds in Mice (Mus musculus)*

Funsu Andiarna<sup>1</sup>, Irul Hidayati<sup>2</sup>, Eva Agustina<sup>3\*</sup>, Risa Purnamasari<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Gizi, Fakultas Psikologi dan Kesehatan, UIN Sunan Ampel Surabaya

<sup>3,4</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya

Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.682, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294, Indonesia.

\*Corresponding author: [eva\\_agustina@uinsa.ac.id](mailto:eva_agustina@uinsa.ac.id)

#### ABSTRAK

DOI;  
10.30595/jrst.24079

#### Article information:

Received:  
21/02/2024

Revised:  
17/01/2025

Accepted:  
28/10/2025

*SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) merupakan hasil fermentasi teh kombucha yang mengandung senyawa aktif, seperti asam fenolat dan flavonoid, yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Namun penggunaan SCOBY hanya terbatas sebagai starter dalam pembuatan teh kombucha baru, sehingga diperlukan inovasi untuk meningkatkan manfaat lain dari SCOBY. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas gel SCOBY kombucha dalam penyembuhan luka sayat dan luka bakar pada mencit (Mus musculus). Metode penelitian ini dimulai dari pembuatan teh kombucha, pemanenan SCOBY, pembuatan gel pengaplikasian pada luka sayat dan bakar pada mencit dan pengamatan penyembuhan luka sampai penutupan luka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gel SCOBY kombucha mempercepat penyembuhan luka sayat dan bakar secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol. Luka sayat sembuh sempurna pada hari ke-6, sedangkan luka bakar sembuh pada hari ke-7. Efektivitas ini dikaitkan dengan tingginya kadar total fenolik (TPC) gel SCOBY, yaitu sebesar 790,4 mg GAE/g ekstrak, serta aktivitas antioksidan kuat sebesar 12,42% (uji DPPH). Hasil analisis statistik menyatakan pada luka sayat dan bakar terdapat perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ) antara kelompok tanpa perlakuan dan gel SCOBY. Dengan demikian, gel SCOBY kombucha berpotensi sebagai agen penyembuh luka topikal alami yang efektif, khususnya untuk luka ringan hingga sedang.*

**Kata Kunci:** gel, luka sayat, luka bakar, teh kombucha, SCOBY

#### ABSTRACT

SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) is a result of kombucha tea fermentation that contains active compounds, such as phenolic acids and flavonoids, which possess high antioxidant activity. However, the use of SCOBY is currently limited to serving as a starter culture for new batches of kombucha tea, necessitating innovation to enhance its other potential benefits. This study aims to evaluate the effectiveness of kombucha SCOBY gel in the healing of incised and burn wounds in mice (*Mus musculus*). The research methods included the preparation of kombucha tea, harvesting of SCOBY, formulation of gel, application of the gel to incised and burn wounds in mice, and observation of wound healing until closure. The results showed that kombucha SCOBY gel significantly accelerated the healing of both incised and burn wounds compared to the control group. Incised wounds fully

healed by day 6, while burn wounds healed by day 7. This effectiveness is associated with the high total phenolic content (TPC) of the SCOBY gel, measured at 790.4 mg GAE/g extract, along with strong antioxidant activity of 12.42% (DPPH assay). Statistical analysis revealed a significant difference ( $p < 0.05$ ) in wound healing between the untreated and SCOBY gel-treated groups for both types of wounds. Therefore, kombucha SCOBY gel has potential as an effective natural topical wound-healing agent, particularly for mild to moderate wounds.

**Keywords:** gel, incisional wound, burn wound, kombucha tea, SCOBY

## 1. PENDAHULUAN

Lapisan terluar dan terluas dari tubuh manusia yaitu kulit. Kulit berfungsi sebagai pelindung utama dari berbagai gangguan eksternal (Kaban et al., 2022). Kerusakan pada kulit, seperti luka akibat goresan benda tajam, dapat mengganggu kontinuitas jaringan dan memicu respons penyembuhan yang kompleks. Secara umum, terdapat 3 fase dalam proses penyembuhan luka, yaitu (1) fase inflamasi, (2) fase proliferasi, dan (3) fase maturasi. Setiap fase ini memiliki peran penting dalam mengembalikan integritas jaringan yang rusak dan mencegah infeksi lebih lanjut (Primadina et al., 2019).

Penggunaan obat-obatan dengan agen antiinflamasi atau antibiotik sering kali menjadi bagian integral dari manajemen luka untuk mempercepat penyembuhan dan mencegah komplikasi (Fauziah & Soniya, 2020). Gel merupakan salah satu bentuk sediaan yang semakin populer dalam penyembuhan luka. Sediaan gel memiliki keuntungan seperti sensasi mendinginkan dan penetrasi zat aktif yang lebih baik ke dalam jaringan, serta kemudahan penggunaan tanpa meninggalkan rasa lengket (Sayuti, 2015).

Namun, sebagian besar gel komersial menggunakan pengawet kimia seperti paraben, yang telah lama dipertanyakan keamanannya. Beberapa studi menunjukkan adanya risiko kesehatan terkait penggunaan paraben dalam jangka panjang, sehingga muncul kebutuhan untuk mencari alternatif pengawet yang lebih aman (Fransway et al., 2019). Penggunaan bahan alami seperti ekstrak tanaman sebagai pengganti paraben mulai banyak diteliti. Di antara alternatif tersebut, *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast* atau biasa dikenal dengan SCOBY yang berasal dari fermentasi teh kombucha, menunjukkan potensi besar sebagai bahan dasar sediaan gel dengan sifat antimikroba dan antiinflamasi (Goh et al., 2012).

SCOBY adalah biofilm selulosa yang kaya akan senyawa bioaktif, termasuk polifenol, asam organik, vitamin, dan mineral yang penting untuk penyembuhan luka. Senyawa-senyawa ini berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroba patogen dan mendukung proses regenerasi jaringan. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antimikroba SCOBY meningkat seiring lamanya fermentasi, menjadikannya bahan yang menjanjikan dalam formulasi sediaan gel untuk perawatan luka (Laavanya et al., 2021).

SCOBY kombucha berpotensi sebagai agen antiinflamasi dan antimikroba, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi penggunaannya sebagai bahan dasar sediaan gel dalam pengobatan luka. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi alami yang lebih aman dan efektif dalam penyembuhan luka, serta mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintesis yang berpotensi berbahaya. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi gel SCOBY kombucha pada luka sayat dan bakar mencit (*Mus musculus*).

## 2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian eksperimental dengan variabel bebas adalah gel SCOBY pada luka sayat dan bakar mencit (*Mus musculus*), sedangkan variabel terikatnya adalah panjang luka sayat dan diameter luka bakar pada mencit.

Bahan-bahan yang digunakan adalah *Folin-ciocalteu*, methanol,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , aquabidest, aquadest, kertas Whatman, DPPH ( $\alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl), teh, ragi, TEA (*Triethanolamine*), metil paraben, gliserin, carbomer, etanol, mencit (*Mus musculus*).

Alat yang digunakan yaitu alat-alat gelas (*beaker glass*, labu ukur, erlenmeyer, pipet tetes, pipet ukur, gelas ukur, tabung reaksi, kaca arloji,

corong, kaca), *magnetic heater stirrer*, *oven*, *sentrifuge*, *freeze dryer*, pH meter, spektrofotometer UV-Vis, kembang dan set minum, alat pengukur luka sayat dan bakar.

## 2.1 Pembuatan Teh Kombucha

Air sebanyak 3 L dipanaskan sampai mendidih, kemudian teh diseduh selama 5 menit. Selanjutnya, gula pasir ditambahkan dan diaduk sampai larut sepenuhnya. Teh kemudian didinginkan hingga suhu kamar, disaring untuk menghilangkan ampas teh. Teh dimasukkan dalam toples dan ditambahkan tarter SCOBY kombucha. Toples yang berisi campuran ditutup dengan rapat. Fermentasi berlangsung selama 14 hari sampai lapisan SCOBY baru terbentuk di permukaan. Pemanenan melibatkan pemisahan cairan kombucha dengan SCOBY. SCOBY diiris tipis-tipis dan diblender sampai homogen.

## 2.2 Pembuatan Sediaan Gel

Pembuatan sediaan gel melalui beberapa tahap, yaitu:

Tahap 1: wadah pertama dicampurkan carbomer 940 sebanyak 10 gram kedalam 500 mL aquades panas. Kemudian diaduk dengan cepat sampai terbentuk gel dan ditambahkan 10 tetes TEA (Triethanolamine). Wadah kedua berisi paraben sebanyak 1,0 gram dilarutkan dalam 25 mL aquades dan diaduk hingga homogen.

Tahap 2: Wadah kedua dituang ke wadah pertama dan diaduk hingga homogen, selanjutnya ditambahkan 5 mL gliserin dan didapat *base gel* (Putri et al., 2019). Gel SCOBY Kombucha dibuat dengan menambahkan 12 gr ekstrak SCOBY dalam 88 gr *base gel*.

## 2.3 Uji Kadar Fenolik Gel SCOBY Kombucha

### 2.3.1 Kurva Standar Larutan Standar Asam Galat

Larutan standar asam galat dibuat variasi konsentrasi 10, 20, 30, 40, 50 ppm. Larutan standar asam galat masing-masing konsentrasi diambil 1 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 0,5 ml Folin-ciocalteu kemudian didiamkan 8 menit sambil dikocok. Kedalam larutan ditambahkan 4 ml larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7% dan divortex selama 1 menit, lalu larutan di sentrifuge 500 rpm selama 3 menit. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 760 nm. Sampel diambil sebanyak 1 ml dan perlakuan yang sama dengan asam galat.

Kandungan fenol total dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{TPC} = \frac{c.v. \text{ fp}}{g}$$

Keterangan :

TPC : kandungan fenolik total (mg/g GAE)  
c : konsentrasi (nilai x) (ppm)  
v : volume ekstrak (ml)  
fp : faktor pengenceran  
g : berat sampel (gram)

## 2.4 Uji Aktivitas Antioksidan Gel SCOBY Kombucha

Metode DPPH ( $\alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl) digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan gel SCOBY kombucha. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan cara mencampurkan 2 ml larutan DPPH 50 ppm dan 2 ml larutan sampel. Variasi konsentrasi SCOBY teh kombucha adalah 10%, 15%, 20%, 25% dan 30%. Blanko menggunakan 4 ml aquades. Larutan divortex dan dibiarkan pada suhu kamar selama 30 menit. Absorbansinya diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 524 nm. Persentase penghambatan DPPH ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{(A_0 - A_s)}{A_0} \times 100$$

Keterangan :

A<sub>0</sub> : Absorbansi kontrol (DPPH + Aquades)  
A<sub>s</sub> : Absorbansi sampel dan DPPH

Absorbansi kontrol dibuat dengan cara menambahkan 2 ml DPPH 50 ppm dan 2 ml aquades diukur pada panjang gelombang 524 nm. Setelah itu ditentukan nilai IC<sub>50</sub> dari persamaan regresi linier.

## 2.5 Uji Aktivitas Anti-inflamasi

### 2.5.1 Pembuatan luka sayat dan Bakar pada mencit

Proses aklimatisasi selama 1 minggu dilakukan pada mencit sebelum dilukai. Mencit yang digunakan adalah mencit jantan. Sebelum dilukai, mencit dibius dengan ketamine. Punggung mencit dicukur dan disayat sepanjang kurang lebih 0,5 cm secara perlahan dengan menggunakan pisau bedah yang telah didesinfeksi menggunakan alkohol 70%. Perlakuan ini dilakukan pada setiap hewan uji.

Sedangkan pembuatan luka bakar diawali dengan ujung jarum ose yang memiliki diameter berukuran 0,4 mm dipanaskan diatas bunsen selama 10 detik.

### 2.5.2 Perawatan Luka Sayat pada Mencit

Perawatan luka pada mencit yang telah dilukai dengan sediaan gel sebanyak 2x sehari sampai sembuh. Indikator luka sembuh apabila tidak ada lagi luka segar dan mulai tumbuh rambut pada bekas luka.

### 2.5.3 Proses Pengobatan Luka Sayat dan Bakar

Kontrol positif adalah bioplasenton, kontrol negatif adalah base gel tanpa SCOBY, sedangkan perlakuan adalah gel SCOBY 12%. Pengobatan luka sayat dan bakar dilakukan dengan mengoleskan gel ke mencit sehari 2 kali di waktu pagi dan sore. Pengukuran luka dan diameter luka sayat dan bakar diukur pada sore hari. Indikator penyembuhan luka apabila tidak ada lagi luka segar dan mulai tumbuh rambut pada bekas luka.

## 2.6 Analisis Data Statistik

Diameter luka bakar dan panjang luka sayat dianalisis menggunakan *Repeated Measures ANOVA* yang sebelumnya sudah dilakukan uji prasyarat. Apabila dari uji *Repeated Measures ANOVA* terdapat perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ) maka dilanjutkan dengan uji *Pairwise Comparisons*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kombucha adalah minuman tradisional yang terbuat dari teh (*Camellia sinensis*) manis yang difermentasi oleh SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) yang terdiri dari mikroba kompleks termasuk asam asetat, bakteri asam laktat dan ragi (Hamed et al., 2023). SCOBY merupakan simbiosis antara bakteri dan ragi. Pada saat proses fermentasi, SCOBY akan membentuk lapisan baru dan dapat mencapai ketebalan 8 hingga 12 mm dalam waktu kurang lebih 14 hari (Soares et al., 2021).

### 3.1 Uji Kadar Fenolik SCOBY

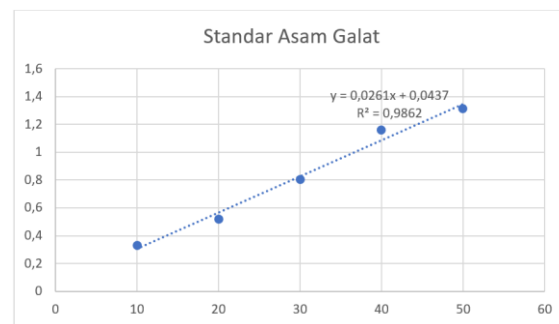
SCOBY kombucha dipercaya memiliki kandungan senyawa fenolik yang tinggi. Penentuan kadar fenolik SCOBY dapat dilakukan menggunakan instrumen *spektrofotometer uv-vis*. Uji kadar fenolik merupakan langkah awal untuk

membuat kurva kalibrasi standar. Larutan standar asam galat digunakan sebagai larutan standar pada penelitian ini. Data absorbansi asam galat masing-masing konsentrasi dapat dilihat pada **tabel 1**

**Tabel 1.** Data Penentuan Kurva Kalibrasi Asam Galat

Konsentrasi Asam Galat (ppm)	Absorbansi
10	0,331
20	0,52
30	0,804
40	1,159
50	1,315

Berdasarkan data di atas, berikut kurva standar asam galat disajikan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Kurva Kalibrasi Standar Asam Galat

Fermentasi dapat meningkatkan kandungan vitamin dan senyawa fenolik secara signifikan (Soares et al., 2021). Data pada grafik menunjukkan adanya nilai absorbansi dari asam galat yang diukur oleh panjang gelombang maksimal. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar asam galat dibuat kurva kalibrasi sehingga menghasilkan adanya persamaan regresi linear yang diperoleh yaitu  $y = 0,0261x + 0,0437$  dengan nilai  $R^2 = 0,9862$ . Pada Tabel 1. Menunjukkan bahwa setiap kenaikan konsentrasi nilai absorbansi juga meningkat. Hal ini dikarenakan fermentasi SCOBY kombucha dapat meningkatkan kandungan total fenolik akibat adanya aktivitas berbagai mikroorganisme dan jenis khamir (Nurmiati Dyah & Wijayanti, 2018). Langkah selanjutnya adalah mencari nilai konsentrasi dan diperoleh nilai TPC didapatkan nilai kandungan total fenolik sebesar 790,4 mg GAE/g.

Perhitungan nilai TPC sebagai bagian dari analisis yang berkorelasi dengan kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan. Sampel yang memiliki total kandungan fenolik yang tinggi biasanya aktivitas antioksidan juga tinggi (Handayani et al., 2022). Tingginya kadar fenolik yang dihasilkan disebabkan oleh proses metabolisme mikroorganisme saat proses fermentasi berlangsung. Proses inilah yang menyebabkan terjadinya peningkatan pembentukan senyawa polifenol (Jayabalan et al., 2008). Selain itu, adanya bakteri asam laktat dalam fermentasi memberikan pengaruh terhadap konversi kompleks fenolik menjadi senyawa sederhana dan depolimerisasi fenolik yang memiliki berat molekul tinggi (Rahmi et al., 2020).

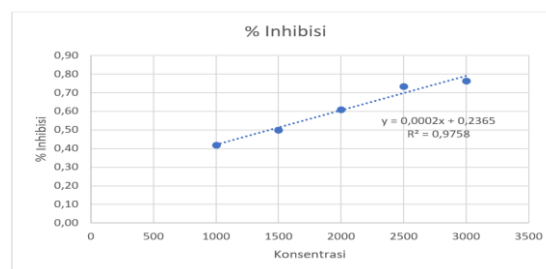
### 3.2 Uji Aktivitas Antioksidan SCOBY

*Spektrofotometer* UV-Vis digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan pada SCOBY kombucha dengan mengukur pengurangan absorbansi DPPH setelah sampel uji diterapkan, kemudian dibandingkan dengan kontrol pada seluruh konsentrasi yang meningkat. Nilai absorbansi mewakili kapasitas penghambatan antioksidan terhadap radikal bebas, yang biasa disebut sebagai persentase penghambatan. Setelah pengukuran absorbansi diperoleh menggunakan *spektrofotometer* UV-Vis, perhitungan dilakukan untuk menentukan persentase penghambatan (% inhibisi) pada **Table 2**.

Tabel 2. Nilai Inhibisi

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Kontrol	Absorbansi	% Inhibisi
1000	0,544	0,318	0,42
1500		0,273	0,50
2000		0,211	0,61
2500		0,145	0,73
3000		0,128	0,76

Kurva hubungan konsentrasi (mg/L) dengan % inhibisi pada sampel uji SCOBY kombucha disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Grafik Nilai Inhibisi

**Gambar 2** menunjukkan peningkatan persentase penghambatan radikal bebas DPPH yang konsisten dengan meningkatnya konsentrasi sampel kombucha. Nilai  $R^2$  yang diperoleh dari kurva mewakili hubungan antara konsentrasi (ppm) dan persentase penghambatan SCOBY kombucha menegaskan bahwa kurva linier ( $R^2$  mendekati 1). Hasil uji aktivitas antioksidan SCOBY kombucha menunjukkan nilai  $IC_{50}$  sebesar 12,42 ppm. Sehingga dapat dinyatakan bahwa SCOBY kombucha memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Senyawa antioksidan diklasifikasikan sebagai sangat kuat dengan nilai  $IC_{50}$  kurang dari 50 ppm, kuat dengan nilai  $IC_{50}$  antara 50-100 ppm, sedang dengan nilai  $IC_{50}$  101-150 ppm, dan lemah dengan nilai  $IC_{50}$  lebih besar dari 150 ppm (Andry et al., 2022).

Berdasarkan hasil uji aktivitas antioksidan dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi sampel kombucha yang ditambahkan ke DPPH maka nilai absorbansi akan mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan adanya aktivitas antioksidan oleh SCOBY kombucha dengan menangkap radikal bebas dari DPPH. Hasilnya juga menunjukkan bahwa persentase penghambatan meningkat dengan konsentrasi yang lebih tinggi, sehingga terdapat hubungan antara konsentrasi sampel uji dan kemampuannya untuk menetralkan radikal bebas (Meigaria et al., 2016).

Kemampuan menangkal radikal bebas suatu senyawa aktif dengan cara mendonorkan satu elektron pada atom hidrogen (H) untuk diberikan ke elektron radikal DPPH, sehingga ikatannya menjadi stabil dan netral. Berkurangnya intensitas warna ungu pada larutan DPPH secara kuantitatif akan menunjukkan pengurangan absorbansi larutan sehingga semakin besar konsentrasi bahan uji maka absorbansi semakin kecil.

**Tabel 3.** Nilai Rata-Rata Panjang Luka Sayat

Perlakuan	Panjang Luka Sayat (Cm)						
	Hr 1	Hr 2	Hr 3	Hr 4	Hr 5	Hr 6	Hr 7
Luka Sayat Tanpa Perlakuan	0,5	0,46	0,33	0,23	0,10	0,02	0
Luka Sayat dengan gel SCOBY 12%	0,5	0,29	0,22	0,10	0,01	0	0
Bioplacenton	0,5	0,33	0,16	0,10	0,00	0,00	0

**Tabel 4.** Nilai Mean dan Standar Deviasi Luka Sayat

	Mean	Standar Deviasi
Tanpa Perlakuan	0,2343	0,20395
Gel SCOBY 12%	0,1600	0,18859
Bioplacenton	0,1557	0,19355

Aktivitas antioksidan yang kuat dipengaruhi oleh kadar fenolik yang tinggi pada pada SCOBY kombucha. Kadar fenolik pada SCOBY kombucha memiliki hubungan yang erat dengan kadar antioksidan. Kadar fenolik yang semakin tinggi, maka IC<sub>50</sub> yang diperoleh akan semakin rendah, artinya kadar fenolik yang semakin tinggi, akan diikuti pula oleh aktivitas antioksidan yang tinggi. Hal ini karena semakin banyak molekul fenolik yang tersedia maka akan semakin besar potensi dalam menetralkan radikal bebas dengan mendonorkan atom hidrogen (Rusdiana, 2018).

### 3.3 Penyembuhan Luka Sayat dan Bakar Mencit

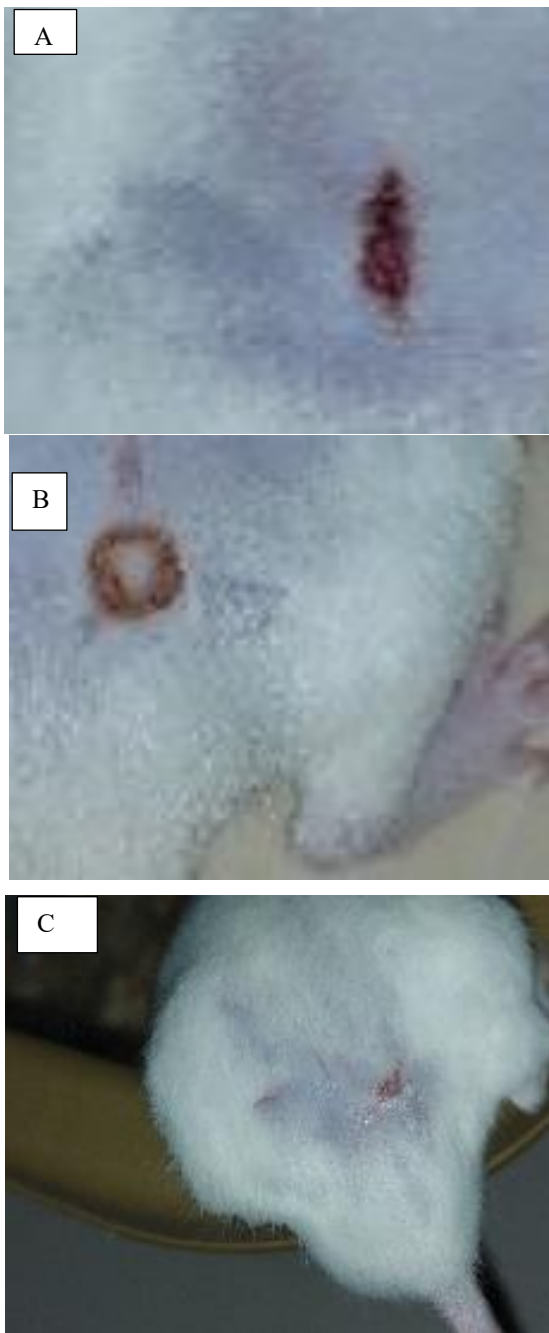
SCOBY dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan obat luka. Selulosa bakteri yang ada di SCOBY dapat menyebabkan efek peremajaan karena pH rendah dan astringency yang dapat menghambat bakteri. Kondisi tersebut dapat memicu regenerasi sel, menginduksi kapiler di bawah kulit untuk meningkatkan aliran darah ke permukaan dan menciptakan sel-sel baru (Soares et al., 2021). Data pengukuran panjang luka sayat mencit (*Mus musculus*) dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Penyembuhan luka sayat diamati dengan mengukur panjang luka menggunakan jangka sorong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gel SCOBY 12% membantu mempercepat proses penyembuhan luka sayat. Hal ini dapat dilihat dari pada hari ke 6 pada perlakuan luka sayat

dengan gel SCOBY 12% sudah menutup sempurna, sedangkan luka sayat tanpa perlakuan penutupan luka pada hari ke 7. Penyembuhan luka paling cepat adalah kontrol positif bioplacenton dengan waktu penyembuhan 5 hari.

Data penyembuhan luka sayat antar kelompok perlakuan menunjukkan adanya perbedaan. Pada kelompok kontrol (tanpa perlakuan), nilai rata-rata panjang luka sebesar  $0,2343 \pm 0,20395$ , sedangkan pada kelompok dengan pemberian Gel SCOBY 12% nilai rata-rata panjang luka yaitu  $0,1600 \pm 0,18859$ . Adapun kelompok dengan pemberian Bioplacenton memiliki nilai rata-rata panjang luka sebesar  $0,1557 \pm 0,19355$ .

Nilai rata-rata panjang luka yang lebih rendah pada kelompok Gel SCOBY 12% dan Bioplacenton dibandingkan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut berpotensi mempercepat proses penyembuhan luka sayat. Selain itu, nilai standar deviasi pada kelompok perlakuan Gel SCOBY 12% dan Bioplacenton relatif lebih kecil dibandingkan kelompok kontrol, yang mengindikasikan bahwa respon penyembuhan luka antar hewan coba lebih konsisten pada kelompok perlakuan. Efektivitas Gel SCOBY 12% sebanding dengan Bioplacenton yang selama ini digunakan sebagai terapi standar penyembuhan luka. Hal ini dapat dilihat dari nilai panjang luka sayat yang hampir sama pada proses penyembuhan luka. Sehingga dapat disimpulkan bahwa gel Gel SCOBY berpotensi dikembangkan sebagai obat alternatif terapi alami untuk penyembuhan luka sayat.



**Gambar 4.** Luka pada Mencit.

A) Luka Sayat; B) Luka Bakar; C) Luka yang sudah sembuh

Semua garis pada **Gambar 3** menunjukkan penurunan panjang luka sayat seiring berjalannya waktu dari hari pertama hingga hari ketujuh. Penyembuhan luka yang paling lama terlihat pada kelompok tanpa perlakuan. Kelompok tanpa perlakuan memiliki efektivitas

penyembuhan yang paling lama jika dibandingkan dengan kelompok lainnya. Hal tersebut terjadi karena pada kelompok tanpa perlakuan tidak diberikan perlakuan apapun yang dapat mencegah masuknya bakteri patogen ke dalam luka sehingga proses penyembuhan luka menjadi relatif lebih lama.



**Gambar 3.** Grafik Nilai Rata-Rata Panjang Luka Sayat

Pada hari pertama perlukaan terlihat adanya pendarahan yang disebabkan oleh rusaknya pembuluh darah dan jaringan yang terkena sayatan (Gambar 4.a). Respon awal tubuh apabila terjadi pendarahan adalah mengaktifkan faktor koagulasi untuk menghentikan pendarahan. Fase awal tersebut adalah fase hemostasis, yaitu darah yang keluar bersentuhan dengan kolagen dan matriks ekstraseluler sehingga memicu trombosit untuk melepaskan glikoprotein lalu membentuk gumpalan. Gumpalan-gumpalan yang terbentuk akan mengisi rongga luka dan membentuk matriks untuk migrasi sel-sel inflamasi selama fase inflamasi (Primadina et al., 2019).

Fase inflamasi merupakan tahap kedua dari proses penyembuhan luka. Fase ini ditandai dengan gejala seperti pembengkakan, panas, kemerahan, dan nyeri. Neutrofil, yang sering hadir dalam dua hari pertama setelah cedera, merupakan kontributor utama untuk memulai respons inflamasi (Primadina et al., 2019). Fase ini ditandai dengan gejala seperti pembengkakan, panas, kemerahan, dan nyeri. Neutrofil, yang sering hadir dalam dua hari pertama setelah cedera, adalah kontributor utama untuk memulai respons inflamasi ke area luka.

**Tabel 5.** Nilai Rata-Rata Diameter Luka Bakar

Perlakuan	Diameter Luka Bakar (Cm)						
	Hr 1	Hr 2	Hr 3	Hr 4	Hr 5	Hr 6	Hr 7
Luka Bakar Tanpa Perlakuan	0,35	0,31	0,26	0,21	0,2	0,19	0
Luka Bakar dengan gel SCOPY 12%	0,35	0,25	0,14	0,1	0,09	0,08	0
Bioplacenton	0,38	0,31	0,17	0,1	0,08	0,07	0

**Tabel 6.** Nilai Mean dan Standar Deviasi Luka Bakar

	Mean	Standar Deviasi
Tanpa Perlakuan	0,2171	0,11280
Gel SCOPY 12%	0,1443	0,11788
Bioplacenton	0,1586	0,13825

Pada fase inflamasi, arteriol yang memasok darah ke area luka melebar, memungkinkan lebih banyak darah mengalir ke mikrosirkulasi lokal. Akibatnya, kapiler mengembang dan cepat terisi dengan darah. Secara klinis, kondisi ini menyebabkan kemerahan lokal, yang dikenal sebagai kemacetan atau hiperemia. Hiperemia terjadi karena perubahan pembuluh darah sebagai respons terhadap peradangan. Respon ini berlangsung selama 24-48 jam pertama dan dapat bertahan hingga dua minggu setelah cedera (Laut et al., 2019). Setelah peradangan, luka memasuki fase proliferasi.

Fase proliferasi adalah proses proliferasi fibroblas. Selama fase ini, fibroblas bermigrasi ke area luka dan secara bertahap merangsang sintesis kolagen. Proses ini melibatkan tiga tahap berturut-turut: epitelisasi (yang menutup permukaan luka), kontraksi luka (yang mengurangi jarak antara tepi luka), dan pembentukan kolagen. Kontraksi luka dilakukan oleh fibroblas yang menarik tepi luka bersama-sama dan menarik lapisan epidermis ke dalam, memungkinkan tepi luka bergabung. Selain memproduksi kolagen, fibroblas juga merangsang makrofag untuk menghasilkan faktor pertumbuhan, yang kemudian memicu sintesis vaskularisasi (Laut et al., 2019). Kolagen yang terbentuk akan membentuk jaringan granulasi. Jaringan yang telah terbentuk akan dilanjutkan dengan migrasi sel epitel hingga luka tertutup sempurna.

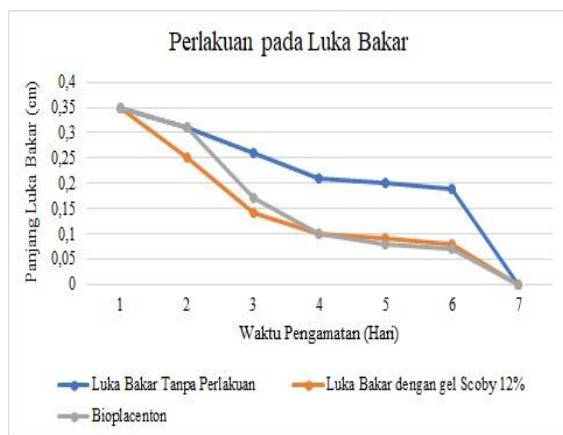
Fase terakhir penyembuhan luka adalah fase maturasi. Pada fase ini terjadi penyusutan luka, pembentukan jaringan baru, dan proses pematangan. Fase ini dinyatakan berakhir ketika seluruh tanda peradangan telah. Lapisan epidermis dan serat kolagen telah terbentuk dan membentuk anyaman, menunjukkan bahwa fase kesembuhan telah mencapai tahap maturasi (Suwiti, 2010). Pada pengamatan penyembuhan luka sayat yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa fase maturasi lebih cepat terjadi pada perlakuan gel SCOPY kombucha 12% dibandingkan tanpa perlakuan. Pada tahap kesembuhan, area luka telah menyatu, serat kolagen terbentuk, dan ditemukan fibroblas, pembuluh darah seperti pada kulit normal (Suwiti, 2010). Penyembuhan luka sayat ditandai dengan menutupnya luka secara menyeluruh dan tidak terdapat warna merah pada luka. Secara histologis, jaringan kulit yang rusak telah pulih, ditandai dengan terbentuknya jaringan ikat berupa serat kolagen yang menyatu kembali (Suwiti, 2010).

Pengobatan luka bakar dengan menggunakan sediaan gel SCOPY kombucha dioleskan sampai luka bakar sembuh. Penyembuhan luka bakar ditandai dengan pengencangan kulit, pengeringan luka, dan pengelupasan koreng di sekitar luka secara spontan. Nilai diameter luka bakar dengan beberapa perlakuan dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Berdasarkan **Tabel 5** diketahui bahwa rata-rata waktu penyembuhan luka pada gel SCOBY 12% adalah 7 hari. Pada hari ke-6 diameter luka bakar dengan gel SCOBY 12% lebih kecil dibandingkan dengan luka bakar tanpa perlakuan. Hal ini mengindikasikan gel SCOBY mampu mempercepat penyembuhan luka bakar.

Pada luka bakar data rata-rata diameter luka menunjukkan perbedaan antar kelompok perlakuan. Pada kelompok kontrol (tanpa perlakuan), nilai rata-rata diameter luka bakar adalah  $0,2171 \pm 0,11280$ . Rata-rata tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok perlakuan Gel SCOBY 12% dan Bioplacenton. Pemberian Gel SCOBY menunjukkan nilai rata-rata diameter luka bakar  $0,1443 \pm 0,11788$ , sedangkan pemberian Bioplacenton menghasilkan rerata luka bakar  $0,1586 \pm 0,13825$ .

Nilai rerata diameter luka bakar yang lebih rendah pada kelompok perlakuan dibandingkan kontrol mengindikasikan adanya efek positif Gel SCOBY maupun Bioplacenton dalam mempercepat penyembuhan luka bakar. Gel SCOBY memiliki rerata lebih rendah dibanding Bioplacenton, yang selama ini digunakan sebagai terapi standar, sehingga menunjukkan potensi efektivitas yang kompetitif.



**Gambar 5.** Grafik Nilai Rata-Rata Diameter Luka Bakar

**Gambar 5** menunjukkan nilai rata-rata diameter luka bakar yang semakin menurun tiap harinya dan sembuh pada hari ke 7. Penyembuhan luka bakar dengan menggunakan gel SCOBY 12% memiliki diameter yang hampir sama dengan bioplacenton. Hal ini mengindikasikan gel SCOBY 12% efektif

menyembuhkan luka bakar. Bioplacenton memiliki ekstrak plasenta 10% yang bekerja memicu pembentukan jaringan baru, sehingga mempercepat proses penyembuhan luka dan terdapat kandungan neomisin sulfat 0,5% yang berfungsi sebagai antibiotik untuk mencegah infeksi pada luka (Djuddawi et al., 2019).

Data luka sayat dan luka bakar diuji statistik menggunakan *Repeated Measures ANOVA* untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Hasil analisis statistik luka sayat dapat dilihat pada **Tabel 7**.

**Tabel 7.** Hasil Analisis Statistik *Repeated Measures ANOVA* Luka Sayat

Pengamatan	Sig (p)
Luka sayat	0,007

Berdasarkan analisis *Repeated Measures ANOVA*, terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan terhadap panjang luka sayat yang diukur secara berulang ( $p = 0,007 < 0,05$ ). Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian Gel SCOBY 12% maupun Bioplacenton berpengaruh terhadap percepatan penyembuhan luka sayat dibandingkan kelompok tanpa perlakuan.

Untuk melihat perbedaan antar kelompok perlakuan dilanjutkan dengan uji *Pairwise Comparisons*, dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil Uji Lanjut (*Pairwise Comparisons*) Luka Sayat

		Sig (p)
1	2	0,028
	3	0,026
2	1	0,028
	3	0,713
3	1	0,026
	2	0,713

Keterangan:

- 1 = Tanpa Perlakuan
- 2 = Gel SCOBY
- 3 = Bioplacenton

Berdasarkan **Tabel 8** dapat diketahui bahwa perlakuan yang memiliki perbedaan adalah kelompok tanpa perlakuan dibandingkan dengan kelompok gel SCOBY dengan nilai Sig. = 0,028, serta antara kelompok tanpa perlakuan dengan kelompok yang diberi Bioplacenton dengan nilai Sig. = 0,026. Hal ini menunjukkan

bahwa gel SCOBY dan bioplacenton memiliki kemampuan dalam menyembuhkan luka sayat dibandingkan dengan luka tanpa pemberian gel. Sedangkan kelompok gel SCOBY dibandingkan dengan kelompok bioplacenton tidak berbeda signifikan (Sig. = 0,713). Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas Gel SCOBY sebanding dengan Bioplacenton dalam mempercepat penyembuhan luka sayat.

Analisis statistik luka bakar dapat dilihat pada Tabel 9 berikut:

**Tabel 9.** Hasil Analisis *Repeated Measures ANOVA* Luka Bakar

Pengamatan	Sig (p)
Luka sayat	0,006

Berdasarkan analisis *Repeated Measures ANOVA*, terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan terhadap panjang luka bakar yang diukur secara berulang ( $p = 0,006 < 0,05$ ). Hasil ini menunjukkan Hal ini menunjukkan bahwa Gel SCOBY 12% dan Bioplacenton memiliki efek terhadap percepatan penyembuhan luka bakar dibandingkan kelompok tanpa perlakuan

Untuk melihat perbedaan antar kelompok perlakuan dilanjutkan dengan uji *Pairwise Comparisons*, dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 10.** Hasil Uji Lanjut (*Pairwise Comparisons*) Luka Bakar

		Sig (p)
1	2	0,011
	3	0,056
2	1	0,011
	3	0,202
3	1	0,056
	2	0,202

Keterangan:

- 1 = Tanpa perlakuan
- 2 = Gel SCOBY
- 3 = Bioplacenton

Berdasarkan tabel 10 dapat diketahui bahwa perlakuan yang memiliki perbedaan adalah kelompok tanpa perlakuan dibandingkan dengan kelompok gel SCOBY dengan nilai sig. = 0,011. Hal ini menunjukkan bahwa gel SCOBY lebih efektif menyembuhkan luka bakar dibandingkan dengan kelompok tanpa perlakuan dan bioplacenton. Karena kedua kelompok

tersebut tidak menunjukkan perbedaan bermakna.

Gel SCOBY kombucha memiliki efektivitas terhadap penyembuhan luka karena SCOBY mengandung fenolik dan memiliki aktivitas antioksidan. Hal tersebut sesuai dengan hasil pengujian kadar fenolik (nilai TPC) dan aktivitas antioksidan (nilai IC<sub>50</sub>). Fenolik merupakan senyawa kimia polar yang memiliki cincin aromatik dan memiliki satu atau lebih gugus hidroksil (-OH) pada strukturnya. Beberapa golongan senyawa fenolik contohnya adalah flavonoid dan tanin. Fenolik berperan sebagai antioksidan dengan cara menangkalkan radikal bebas atau memperkuat fungsi antioksidan endogen. Senyawa fenolik mampu menyumbangkan elektron atau atom hidrogen, menstabilkan radikal bebas, serta mengikat logam pro-oksidan sehingga dapat dikatakan bahwa senyawa fenolik memiliki aktivitas antioksidan (Akhmadi et al., 2022).

SCOBY Kombucha mengandung senyawa fenolik asam klorogenat, kafeat, Asam protokatekuat dan senyawa flavonoid seperti quercetin-3-glukosida dan rutin. Senyawa tersebut berpenetrasi aktif ke dalam kulit sehingga dapat memperkuat efek terapeutik langsung pada area luka topikal, termasuk re-epitelisasi dan antioksidan lokal. Pada penyembuhan luka bakar dan sayatan selama proses penyembuhan terjadi peningkatan radikal bebas (ROS) yang jika tidak terkontrol, sehingga dapat memperlambat regenerasi jaringan. Senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan membantu menetralkan ROS sehingga mengurangi stres oksidatif dan kerusakan sel, sehingga mempercepat regenerasi sel (Setyaningsih et al., 2025).

Radikal bebas dibentuk oleh oksigen yang disebut sebagai *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang dalam jumlah sedikit diperlukan sebagai sinyal dalam proses penyembuhan luka. Oksigen adalah bahan penting yang dibutuhkan tubuh untuk menghasilkan ATP. Ketika ada luka, tubuh memerlukan banyak ATP (energi) untuk memperbaiki jaringan yang rusak. Namun, ROS dalam jumlah yang banyak dapat merusak sel dan menghambat penyembuhan. Pencegahan kerusakan sel oleh banyaknya ROS dapat dibantu oleh antioksidan (Hidayat et al., 2024). ROS diproduksi oleh neutrofil dan makrofag di dalam jaringan yang mengalami luka fase inflamasi.

Selain oleh neutrofil, ROS juga diproduksi oleh sel yang sedang mengalami proliferasi. ROS tersebut memberikan efek bakterisidal dan berperan penting dalam intraseluler *signaling* sebagai tanggapan terhadap adanya rangsangan ekstraseluler. Fungsi komunikasi antar sel dapat terganggu akibat produksi ROS yang berlebihan sehingga akan berpengaruh terhadap proses penyembuhan luka (Arief & Widodo, 2018). Antioksidan dapat menangkap radikal bebas sehingga dapat memberi perlindungan endogen dan tekanan oksidatif eksogen (Adhityasmara et al., 2022). Antioksidan akan menghambat pembentukan ROS dengan cara yaitu (1) menurunkan jumlah oksidan yang ada di dalam dan di sekitar sel, (2) membatasi penyebaran oksidan, (3) mencegah ROS mencapai target biologisnya, dan (4) menggagalkan stres oksidatif (Safnowandi, 2022).

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah Gel SCOBY kombucha lebih cepat menyembuhkan luka sayat dan luka bakar pada mencit dibandingkan penyembuhan luka tanpa perlakuan gel. Gel SCOBY lebih efektif menyembuhkan luka sayat dibandingkan luka bakar, dilihat dari hari penyembuhan luka sayat pada hari ke-6 sedangkan luka bakar pada hari ke-7. Gel SCOBY mampu menyembuhkan luka sayat dan bakar karena memiliki kadar fenolik tinggi dan aktivitas antioksidan yang kuat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adhityasmara, D., Elisa, N., & Ramonah, D. (2022). Kajian Kadar Total Flavonoid dan Potensi Anti Oksidan Ekstrak Etanol Daun Putri Malu (*Mimosa pudica* L.) Secara In Vitro. *Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, Dan Kesehatan*, 8(2), 30–33.
- Akhmadi, C., Utami, W., & Annisaa, E. (2022). Narrative Review: Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Farmakologi Family Basellaceae Sebagai Obat Luka. *Generics: Journal of Research in Pharmacy*, 1(2), 77–85.
- Andry, M., Faisal, H., & Apila, N. N. (2022). Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Krim Ekstrak Etanol Daun Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dengan Menggunakan Metode DPPH. *Jurnal Dunia Farmasi*, 6(2), 96–107.
- Arief, H., & Widodo, M. A. (2018). Peranan Stres Oksidatif Pada Proses Penyembuhan Luka. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*, 5(2), 22–29.
- Djuddawi, M. N., Haryati, H., & Kholidha, A. N. (2019). Uji Efektivitas Ekstrak Serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap Penyembuhan Luka Sayat pada Mencit Putih. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 5(1).
- Fauziah, M., & Soniya, F. (2020). Potensi Tanaman Zigzag sebagai Penyembuh Luka. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(1), 39–44.
- Fransway, A. F., Fransway, P. J., Belsito, D. V., & Yiannias, J. A. (2019). Paraben Toxicology. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 30(1), 32–45. <https://doi.org/10.1097/DER.00000000000000428>
- Goh, W. ., Rosma, A., Kaur, B., Fazilah, A., A.A, K., & Rajeev, B. (2012). Fermentation Of Black Tea Broth (Kombucha): I. Effects of Sucrose Concentration and Fermentation Time on the Yield of Microbial Cellulose. *International Food Research Journal*, 19(1), 109–117.
- Hamed, D. A., Maghrawy, H. H., & Abdel Kareem, H. (2023). Biosynthesis of Bacterial Cellulose Nanofibrils in Black Tea Media by a Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast Isolated from Commercial Kombucha Beverage. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 39(48), 1–16.
- Handayani, T. H., Budiman, M. A., Amalia, R. L. R., Pribadi, A., Elfirta, R. R., & Ferdian, P. R. (2022). Aktivitas Antioksidan, Total Fenolik, dan Total Flavonoid Madu Apis mellifera dari Hutan Akasia (*Accacia crassicarpa*) Riau, Indonesia dengan Beberapa Perlakuan Pengeringan. *Jurnal Biologi Indonesia*, 18(2).
- Hidayat, F. S., Sanna, A. T., Basri, S. W. G., Syamsu, R. F., & Irwan, A. A. (2024). Narrative Review: Efek Antioksidan dan Antibakterial pada *S. Persica* terhadap Penyembuhan Luka di Kulit Tikus. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 4(5), 342–348.

- <https://doi.org/10.33096/fmj.v4i5.462>
- Jayabalan, R., Subathradevi, P., Marimuthu, S., Sathishkumar, M., & Swaminathan, K. (2008). Changes in Free-Radical Scavenging Ability of Kombucha Tea During Fermentation. *Food Chemistry*, 109.
- Kaban, V. E., Nasri, N., Syahputra, H. D., Fitri, R., Rani, Z., & Lubis, M. F. (2022). Formulasi Sediaan Gel dari Ekstrak Metanol Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) Sebagai Penyembuh Luka Sayat Pada Tikus Jantan (*Rattus norvegicus*). *Herbal Medicine Journal*, 5(2), 48–54.
- Laavanya, D., Shirkole, S., & Balasubramanian, P. (2021). Current Challenges, Applications and Future Perspectives of SCOBY Cellulose of Kombucha Fermentation. *Journal of Cleaner Production*, 295, 1–20.
- Laut, M., Ndaong, N., Utami, T., Junersi, M., & Seran, Y. B. (2019). Efektivitas Pemberian Salep Ekstrak Etanol Daun Anting-Anting (*Acalypha indica* Linn.) Terhadap Kesembuhan Luka Insisi pada Mencit (*Mus musculus*). *Jurnal Kajian Veteriner*, 7(1), 1–11. <https://doi.org/10.35508/jkv.v7i1.01>
- Meigaria, K. M., Mudianta, I. W., & Martiningsih, N. W. (2016). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Aseton Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 10(2).
- Nurmiati Dyah, N., & Wijayanti, E. D. (2018). Perbandingan Kadar Fenolik Total Antara Seduhan Daun Gaharu Dan Kombucha Daun Gaharu (*Aquilaria malaccensis*). *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia Dan Terapannya*, 2(1).
- Primadina, N., Basori, A., & Perdanakusuma, D. S. (2019). Proses Penyembuhan Luka Ditinjau dari Aspek Mekanisme Seluler dan Molekuler. *Qanun Medika*, 3(1), 31–43.
- Putri, M. A., Saputra, M. E., Amanah, I. N., & Fabiani, V. A. (2019). Uji Sifat Fisik Sediaan Gel Hand Sanitizer Ekstrak Daun Pucuk Idat (*Cratoxylum glaucum*). In *Proceedings of National Colloquium Research and Community Service*, 3, 39–41.
- Rahmi, N., Khairiah, N., Rufida, R., Hidayati, S., & Muis, A. (2020). Pengaruh Fermentasi Terhadap Total Fenolik, Aktivitas Penghambatan Radikal dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tepung Biji Teratai (*Nymphaea pubescens* Willd.). *Biopropal Industri*, 11(1).
- Rusdiana, T. (Taofik). (2018). Telaah Tanaman Seledri (*Apium Graveolens* L.) sebagai Sumber Bahan Alam Berpotensi Tinggi dalam Upaya Promotif Kesehatan. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 3(1), 1–8. <https://www.neliti.com/id/publications/341640/>
- Safnowandi. (2022). Pemanfaatan Vitamin C Alami sebagai Antioksidan pada Tubuh Manusia. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, 2(1), 6–13. <https://doi.org/10.36312/bjkb.v2i1.43>
- Sayuti, N. A. (2015). Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Gel Ekstrak Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata* L.). *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 74–82.
- Setyaningsih, W., Warni, W. O. R. S., Larasati, I. D., Yanti, R., & Utami, T. (2025). Bioprocess Strategies for Maximizing SCOBY Growth and Evaluating Fermentation Dynamics on Phenolic Content and Antioxidant Activity in Roselle-Based Kombucha. *Phytomedicine Plus*, 5(2), 100791. <https://doi.org/10.1016/J.PHYPLU.2025.100791>
- Soares, M. G., de Lima, M., & Schmidt, V. C. R. (2021). Technological Aspects of Kombucha, Its Applications and The Symbiotic Culture (SCOBY), and Extraction of Compounds of Interest: A Literature Review. *Trends in Food Science and Technology*, 110(1), 539–550.
- Suwiti, N. K. (2010). Deteksi Histologik Kesembuhan Luka pada Kulit Pasca Pemberian Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* Linn.). *Buletin Veteriner Udayana*, 2(1), 1–9.