

# TERAPI KOMBINATIF

## Plasma Medis & Aloe Vera untuk Penyembuhan Luka

**Penulis :**

Ns. Eka Sakti Wahyuningtyas, M.Kep.  
Apt. Ratna Wijayatri, S.Farm., M.Sc.  
Isabella Meliawati Sikumbang, S.Farm.

**Editor :**

Dr. Heni Setyowati Esti Rahayu, M.Kes



# TERAPI KOMBINATIF PLASMA MEDIS DAN ALOE VERA UNTUK PENYEMBUHAN LUKA

Ns. Eka Sakti Wahyuningtyas, M.Kep.  
Apt. Ratna Wijayatri, S. Farm., M.Sc.  
Isabella Meliawati Sikumbang, S.Farm.

# TERAPI KOMBINATIF PLASMA MEDIS DAN ALOE VERA DALAM PENYEMBUHAN LUKA

**ISBN: 978-623-7261-29-2**

Hak Cipta 2021 pada Penulis

Hak penerbitan pada UNIMMA PRESS. Bagi mereka yang ingin memperbanyak sebagian isi buku ini dalam bentuk atau cara apa pun harus mendapatkan izin tertulis dari penulis dan penerbit UNIMMA PRESS.

**Penulis:**

Ns. Eka Sakti Wahyuningtyas, M.Kep.

Apt. Ratna Wijayatri, S. Farm., M.Sc.

Isabella Meliawati Sikumbang, S.Farm.

**Editor:**

Dr. Heni Setyowati Esti Rahayu, M.Kes.

**Layouting:**

Muhammad Latifur Rochman, A.Md.



**Penerbit:**

UNIMMA PRESS

Gedung Rektorat Lt. 3 Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Magelang

Jalan Mayjend Bambang Soegeng km.05, Mertoyudan, Magelang 56172

Telp. (0293) 326945

E-Mail: [unimmapress@ummgl.ac.id](mailto:unimmapress@ummgl.ac.id)

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All Right Reserved

Cetakan I, Februari 2021



## Kata Pengantar

Kejadian luka hampir dialami oleh semua orang dalam kehidupan sehari-harinya, berbagai macam peristiwa mulai dari luka karena benda tajam, gigitan hewan, atau karena jatuh dari kendaraan, dan penyebab luka lainnya yang terjadi secara tiba-tiba. Luka yang dialami, baik itu ringan maupun berat berisiko terinfeksi bakteri apabila tidak diperhatikan dengan baik dan menimbulkan efek-efek yang tidak diinginkan. Maka, perawatan pada luka harus tepat supaya proses penyembuhannya pun cepat. Salah satu teknologi yang memiliki potensi sebagai perawatan luka adalah plasma medis (*Plasma medicine*). *Aloe vera* juga diketahui memiliki aktivitas antioksidan sehingga dalam kombinasinya dengan teknologi plasma diharapkan mampu menetralkan senyawa oksidan yang ada pada plasma dan secara sinergis mampu meningkatkan penyembuhan luka.

Terdapat 3 (empat) kelompok perlakuan dan 3 (tiga) kelompok kontrol pada pengujian efektivitas terapi kombinatif penyembuhan luka pada penelitian ini dengan menggunakan kelompok kontrol tanpa perlakuan plasma dimana luka hanya dibalut dengan *hydrocolloid dressing*, *basis spray*, dan *oxoferin*. Kelompok kombinatif menggunakan perlakuan *hydrocolloid dressing*, plasma medis / plasma jet, formula spray *Aloe Vera*.

Hasil pengujian efektivitas terapi kombinatif Plasma Medis dan *Aloe Vera* dalam proses penyembuhan luka menunjukkan bahwa Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terapi kombinatif plasma medis dengan *Spray Aloe Vera* memberikan efek signifikan pada fase proliferasi dan remodeling pada tahap penyembuhan luka yang sebanding dengan kontrol positif yaitu obat sintetik *Oxoferin*.

Kami mengucapkan terima kasih kepada (DRPM) Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Kemenristekdikti yang telah membiayai penelitian ini melalui skema PDUPT.

Kami menyadari, monograf ini masih banyak kekurangan dalam segi substansi maupun penyajiannya. Untuk itu, kami mengharapkan saran dari para pembaca.

Magelang, Februari 2021

Penulis

# Daftar Isi

<i>Kata Pengantar</i> .....	<i>iv</i>
<i>Daftar Isi</i> .....	<i>vi</i>
<i>Acknowledgement</i> .....	<i>vii</i>
<i>Daftar Singkatan</i> .....	<i>viii</i>
<b>1. Pendahuluan</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Lidah Buaya ( <i>Aloe Vera</i> ), kandungan zat aktif, khasiatnya dan kegunaannya.....	5
1.3. Inovasi Teknologi Plasma Jet dengan Kombinasi Bahan Alam Lidah buaya ( <i>Aloe vera</i> ).....	7
1.4. Konsep Pengujian Teknologi Plasma Jet kombinasi Lidah buaya ( <i>Aloe vera</i> ).....	7
1.5. Tujuan dan Urgensi Inovasi Teknologi Plasma Kombinasi Lidah buaya ( <i>Aloe vera</i> ) .....	9
<b>3. Kajian Pustaka</b> .....	<b>11</b>
2.1 Konsep Luka dan Penyembuhan Luka .....	11
2.2 Plasma Medis Untuk Luka : Keunggulan, Masalah, dan Terobosan .....	13
<b>4. Metode</b> .....	<b>17</b>
3.1 Sistem Jet Plasma Medis .....	17
3.2 Populasi dan Sampel .....	18
3.3 Pembuatan Ekstrak <i>Aloe Vera</i> .....	19
3.4 Pembuatan Spray <i>Aloe Vera</i> .....	20
3.5 Prosedur Pemberian Intervensi pada Sampel .....	21
4.1. Metode Pengambilan Data .....	23
4.7 Alur Pengujian .....	25
<b>5. Hasil dan Pembahasan</b> .....	<b>27</b>
4.1 Observasi Luka Secara Makroskopik .....	27
4.2 Penurunan Luas Luka .....	28
<b>6. Kesimpulan dan Rekomendasi</b> .....	<b>33</b>
<i>Daftar Referensi</i> .....	<i>34</i>
<i>Glosarium</i> .....	<i>38</i>
<i>Indeks</i> .....	<i>41</i>
<i>Profil Penulis dan Editor</i> .....	<i>49</i>

## *Acknowledgement*

Monograf ini merupakan luaran dari Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT) tahun 2019 yang dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat. Sebagian isi monograf ini diambil dari artikel yang diterbitkan dalam *Jurnal Clinical Plasma Medicine (Begell House)* dan *Jurnal Pharmacia*.



## *Daftar Singkatan*

KN	<i>Kontrol Negatif</i>
KB	<i>Kontrol Basis</i>
KP	<i>Kontrol Positif</i>
P	<i>Perlakuan Plasma</i>
A	<i>Perlakuan Aloe vera</i>
AP	<i>Perlakuan Kombinasi Plasma dan Aloe vera</i>
RONs	<i>Reactive Oxygen and Nitrogen Spesies</i>

# Pendahuluan

## 1.1. Latar Belakang



Kejadian luka hampir dialami oleh semua orang dalam kehidupan sehari-harinya, berbagai macam peristiwa mulai dari luka karena benda tajam, gigitan hewan, atau karena jatuh dari kendaraan, dan penyebab luka lainnya yang terjadi secara tiba-tiba. Luka yang dialami, baik itu ringan maupun berat berisiko terinfeksi bakteri apabila tidak diperhatikan dengan baik dan menimbulkan efek-efek yang tidak diinginkan. Maka, perawatan pada luka harus tepat supaya proses penyembuhannya pun cepat.

Luka memiliki manajemen perawatan yang berbeda-beda dengan memanfaatkan berbagai macam metode yang telah ada hingga kini. Proses penyembuhan luka adalah proses biologis yang kompleks dan pemulihan jaringan merupakan tujuan utama dari intervensi medis dalam manajemen perawatan luka. Penyembuhan luka merupakan proses dinamis yang berlangsung dalam tiga tahapan.

Saat ini metode-metode perawatan luka telah berkembang pesat, mulai dari metode konvensional sampai dengan metode modern hingga kemajuan dibidang teknologi melahirkan metode-metode lain yang memberikan perawatan luka yang lebih baik.

Manajemen perawatan luka pada era saat ini, telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Seiring dengan perkembangan pengetahuan dan teknologi tentang cara-cara perawatan maupun penyembuhan luka modern. Perubahan metode maupun manajemen perawatan luka yang semula bersifat konvensional bergeser menjadi tren perawatan luka modern. Pembalut luka tradisional atau konvensional mempergunakan bahan penutup luka seperti kain kasa, serat, plester, perban (alami atau sintesis), dan kapas yang dikeringkan dan digunakan sebagai pembalut primer atau sekunder untuk melindungi luka dari kontaminasi. Perban kasa memberikan semacam perlindungan terhadap infeksi bakteri pada teknik perawatan luka konvensional atau tradisional. Perban sebagai penutup luka ini perlu sering diganti untuk melindungi dari maserasi jaringan sehat. Perban kasa kurang hemat dalam segi biaya pada manajemen perawatan luka. Akibat drainase luka yang berlebihan, balutan menjadi lembap dan cenderung melekat pada luka sehingga terasa nyeri saat dilepas.

Sedangkan pembalut luka modern saat ini telah dikembangkan untuk memfasilitasi fungsi luka dan hanya untuk menutupinya. Balutan ini difokuskan untuk menjaga luka dari dehidrasi dan mempercepat penyembuhan. Perkembangan balutan luka sebagai penutup luka anti bakterial yang umum digunakan untuk penyembuhan luka salah satunya adalah *hidrocolloid dressing* (Dhivya et al., 2015).

*Hidrocolloid dressing* adalah salah satu balutan modern yang paling banyak digunakan dan terdiri dari dua lapisan,

lapisan koloid bagian dalam dan lapisan kedap air bagian luar. Hidrokoloid dapat ditembus oleh uap air tetapi tidak dapat ditembus oleh bakteri dan juga memiliki sifat meluruhkan dan menyerap eksudat luka. Hidrokoloid digunakan pada luka ringan sampai sedang seperti luka tekan, luka bakar ringan dan luka traumatis. Balutan ini juga direkomendasikan untuk manajemen perawatan luka pediatrik, karena tidak menyebabkan rasa sakit saat pengangkatan. Ketika hidrokoloid ini bersentuhan dengan eksudat luka, mereka membentuk gel dan memberikan lingkungan lembap yang membantu melindungi jaringan granulasi dengan menyerap dan menahan eksudat (Dhivya et al., 2015).

Salah satu teknologi yang memiliki potensi sebagai perawatan luka modern adalah plasma medis (*Plasma medicine*). Plasma medis bukanlah plasma darah, plasma medis adalah gas terionisasi yang merupakan sebuah materi ke empat, setelah materi cair, padat, dan gas. Teknologi yang melibatkan beberapa disiplin ilmu seperti kajian sains plasma, kajian sains hayati (*life science*), farmasi, biomedis dan kajian kesehatan klinis ini telah dikembangkan oleh beberapa ilmuwan atau peneliti untuk dapat diterapkan sebagai terapi pada manusia. Kemampuannya memproduksi molekul biologis yaitu spesies oksigen reaktif (ROS) dan spesies nitrogen reaktif (RONS) dapat dimanfaatkan sebagai terapi kesehatan dalam dosis yang tepat. Penelitian yang telah dilakukan oleh Nasruddin et al (2014), yang meneliti mengenai efek penyembuhan luka akut pada mencit yang diberi paparan plasma, menunjukkan hasil bahwa plasma

mempengaruhi fase inflamasi, revitalisasi, dan kontraksi luka sehingga mampu meningkatkan proses penyembuhan luka (Nasruddin et al., 2014).

Oleh karena itu, teknologi plasma merupakan suatu pendekatan yang prospektif dalam dunia medis. Namun, ada satu pendekatan yang lebih menarik perhatian dan patut untuk dilakukan kajian lebih dalam yaitu kombinasi plasma medis dengan senyawa bahan alam, salah satunya dengan tanaman lidah buaya (*Aloe vera*) yang dibuat menjadi sediaan spray topikal, pada penyembuhan luka dapat membantu mekanisme perbaikan dengan cara yang alami dan meningkatkan kinerja plasma.

Lidah buaya (*Aloe vera*) telah digunakan secara empiris sebagai penyembuhan luka di kulit oleh masyarakat. Kandungan senyawa dalam tanaman ini sangat bermanfaat dalam mempercepat penyembuhan luka yaitu antara lain glukomanan, lignin, antraquinon, vitamin A, vitamin C, enzim-enzim, serta asam amino yang perannya sangat penting untuk regenerasi sel-sel, menstimulasi faktor pertumbuhan epidermis, meningkatkan fungsi fibroblas, pembentukan pembuluh darah baru sehingga dapat mempercepat penyembuhan dan penutupan luka serta memiliki kemampuan sebagai antibakteri (Atik & Iwan A. R., 2009; Begum et al., 2016).

Nasruddin et al (2017) pada penelitiannya, mendapatkan hasil bahwa kombinasi perlakuan plasma dan zat cair dalam volume tertentu mampu meningkatkan penyembuhan luka akut dengan menurunkan inflammasi dan kontraksi luka secara

bermakna bila dibandingkan hanya paparan plasma saja (Nasruddin et al, 2017). Sedangkan bentuk sediaan spray dipilih atas dasar tersebut, yaitu spray *Aloe vera* yang berbentuk cairan akan berinteraksi dengan plasma dan memberikan efek pada luka. *Aloe vera* juga diketahui memiliki aktivitas antioksidan sehingga dalam kombinasinya dengan teknologi plasma diharapkan mampu menetralkan senyawa oksidan yang ada pada plasma dan secara sinergis mampu meningkatkan penyembuhan luka.

## 1.2. Lidah Buaya (*Aloe Vera*), kandungan zat aktif, khasiatnya dan kegunaannya



Lidah buaya (*Aloe vera*) yang termasuk dalam famili Lily (*Liliaceae*) ini telah dikenal oleh masyarakat secara turun temurun sebagai tanaman yang memiliki berbagai macam manfaat. Lidah buaya (*Aloe vera*) dapat dimanfaatkan oleh beberapa sektor, yaitu kosmetik, medis, dan kuliner. Pada penggunaan medis, tanaman yang secara empiris dapat digunakan sebagai pengobatan ini dilaporkan dari beberapa penelitian diketahui mengandung air dan minyak dalam jumlah yang tinggi, yang dapat membantu untuk melindungi kulit dari kekeringan dan juga sangat bermanfaat untuk mempercepat penyembuhan kulit yang terbakar atau terluka (Moghaddasi & Verma, 2011).

Tanaman lidah buaya (*Aloe vera*) memiliki tiga lapisan dan tiap-tiap lapisan memiliki senyawa kimia yang aktif.

Lapisan paling luar terdiri dari 15-20 sel lapisan pelindung yang menyintesis karbohidrat dan protein. Komponen aktif lidah buaya termasuk glukomannan, acemannan, antrakuinon, tanin, polisakarida, dan enzim. Lapisan pelindung luar daun berupa lateks kuning pahit tubulus pericyclic di bagian luar. Lapisan daun mengandung turunan dari hidroksiantrakena, antrakuinon dan glikosida aloin. Lapisan tengah daun berupa lateks kuning pahit yang mengandung antrakuinon dan glikosida. Lapisan dalam daun berupa Lapisan terdalam gel daun mengandung air hingga 99% dengan glukomannan, asam amino, lipid, sterol, dan vitamin (Moghaddasi & Verma, 2011; Sahu et al., 2013).

Kandungan pada *Aloe vera* seperti glukomannan akan berinteraksi dengan reseptor faktor pertumbuhan pada fibroblast, sehingga merangsang aktivitas dan proliferasinya, yang akan meningkatkan sintesis kolagen secara signifikan. Gel lidah buaya tidak hanya meningkatkan kandungan kolagen pada luka tetapi juga mengubah komposisi kolagen sehingga mempercepat kontraksi luka dan meningkatkan kekuatan jaringan parut. Berpengaruh juga pada peningkatan sintesis asam hialuronat dan dermatan sulfat dalam jaringan granulasi luka penyembuhan setelah perawatan. Sedangkan senyawa acemannan dalam lidah buaya (*Aloe vera*) dapat mengaktifkan makrofag sehingga merangsang pelepasan sitokin fibrogenik. Pengikatan acemannan dengan faktor pertumbuhan dan stabilisasi mereka dapat menyebabkan promosi stimulasi

jaringan granulasi yang berkepanjangan (Sahu et al., 2013; Hegggers et al.,1996; Chithra et al., 1998).

### **1.3. Inovasi Teknologi Plasma Jet dengan Kombinasi Bahan Alam Lidah buaya (*Aloe vera*)**

Dari latar belakang yang telah dijabarkan maka diperlukan sebuah riset dasar untuk pengujian terapi kombinatif plasma medis dengan spray *Aloe vera* pada penyembuhan luka jenis akut *full thickness* untuk memperoleh bukti atau *evidence based* pada teknik perawatan luka sehingga dengan data-data tersebut dapat memberikan kepastian dalam proses penyembuhan luka. Indonesia membutuhkan suatu inovasi atau terobosan baru pada aspek medis, maka pengembangan teknologi plasma merupakan suatu inovasi yang menjanjikan dan akan bermanfaat bagi masyarakat karena plasma disini akan dikombinasikan dengan bahan alam yaitu lidah buaya yang telah familiar di kalangan masyarakat dan pengobatan dengan bahan alam tersebut telah menjadi budaya di masyarakat Indonesia. Disisi lain, plasma yang dikombinasikan dengan spray lidah buaya (*Aloe vera*) merupakan suatu strategi baru yang dapat mengoptimalkan fungsi plasma medis sebagai terapi penyembuhan luka.

### **1.4. Konsep Pengujian Teknologi Plasma Jet kombinasi Lidah buaya (*Aloe vera*)**

Dasar pemikiran dalam pengujian efektivitas pada riset ini yaitu mengenai pentingnya inovasi dalam manajemen terkini penyembuhan luka dengan teknologi yang dikombinasikan bahan alam, sebagaimana diuraikan berikut:



- a. *Aloe vera* memiliki kemampuan penyembuhan luka, immunostimulan, anti bakteri, melindungi kulit dari paparan sinar UV dan radiasi gamma. Selain itu, kandungan senyawa pada *Aloe vera* berkhasiat sebagai penyembuh luka secara topikal, berinteraksi dengan reseptor hormon pertumbuhan pada fibroblast, merangsang aktivitas dan proliferasi, meningkatkan sintesis kolagen.
- b. Bentuk spray dipilih atas dasar sifat spray yang dapat memberikan suatu kandungan yang konsentrat, namun disaat yang bersamaan memiliki profil yang cepat kering sehingga memberikan pengalaman yang menyenangkan dan mudah dipakai untuk pengguna / pasien.
- c. Teknologi terkini yang memiliki potensi dan dapat dikembangkan sebagai suatu inovasi dalam penyembuhan luka adalah teknologi plasma medis (*plasma medicine*).

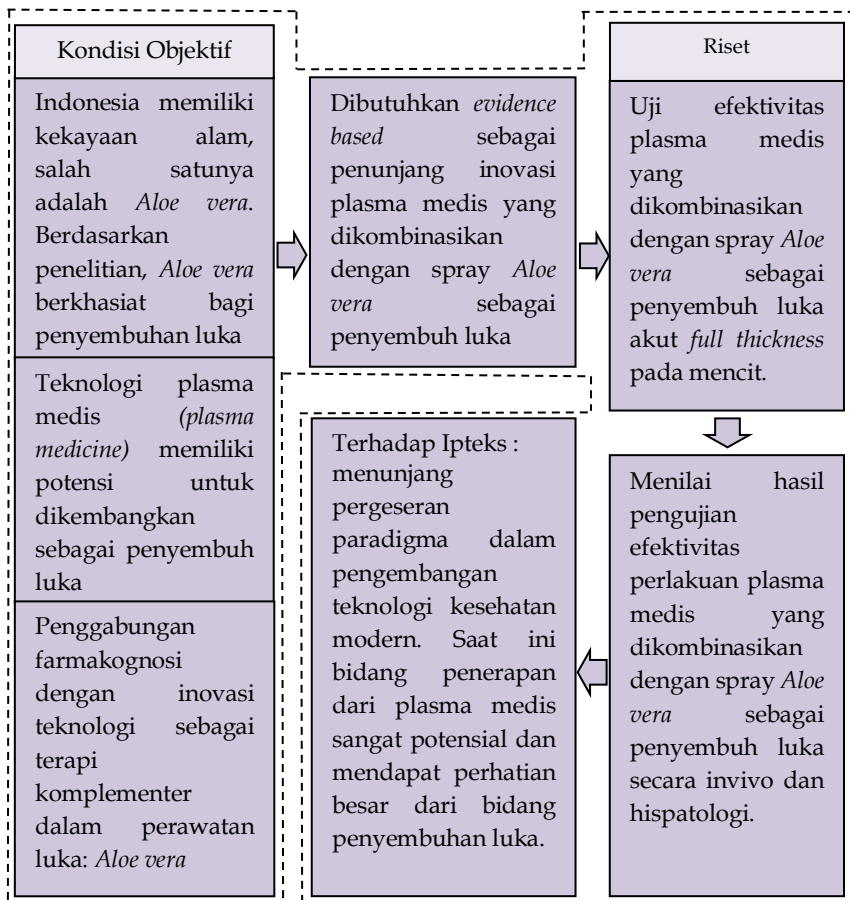
**Pemecahan masalah:**

- a. Untuk mengembangkan inovasi produk perawatan luka dalam penggunaan terapi komplementer (terapi pelengkap) yaitu madu untuk mempercepat proses penyembuhan luka. Dipandang perlu untuk memprioritaskan riset dasar untuk menguji efektivitas madu dalam penyembuhan atau perawatan luka jenis akut *full thickness*.
- b. *Hydrocolloid Dressing* merupakan balutan yang dapat mempertahankan kelembapan luka serta dapat menciptakan lingkungan lembap untuk penyembuhan luka.

- c. Penggunaan salah satu inovasi teknologi yang potensial dalam proses penyembuhan luka yaitu plasma medis.

### 1.5. Tujuan dan Urgensi Inovasi Teknologi Plasma Kombinasi Lidah buaya (*Aloe vera*)

Tujuan dan urgensi dari uji efektivitas terapi kombinatif penyembuhan luka ini disajikan dalam **Gambar 1. 1.** sebagai berikut.



**Gambar 1. 1.** Tujuan spesifik dan urgensi studi



# Kajian Pustaka

---

## 2.1. Konsep Luka dan Penyembuhan Luka

Luka merupakan terputusnya kontinuitas struktur anatomi jaringan tubuh mulai dari yang paling sederhana seperti lapisan epitel dari kulit, sampai lapisan yang lebih dalam seperti jaringan subkutis, lemak dan otot bahkan tulang beserta struktur lainnya seperti tendon, pembuluh darah dan syaraf, sebagai akibat dari trauma atau ruda paksa atau trauma dari luar (Velnar & Ailey, 2009). Pada saat terluka, tubuh akan mengeluarkan suatu mekanisme penyembuhan. Penyembuhan luka melibatkan tiga fase, yang akan sembuh sesuai tahapan spesifik yang dapat terjadi tumpang tindih, yaitu fase inflamasi, fase proliferasi, dan fase *remodeling* (Singer & Clark, 1999). Penyembuhan luka secara umum akan melalui tiga proses penyembuhan luka yaitu fase inflamasi, fase proliferasi, dan fase maturasi / *remodeling* (Singer & Clark, 1999).

### a. Fase Inflamasi

Fase inflamasi hanya berlangsung selama hari ke 0-5 dan setelah itu akan terjadi vasodilasi. Fase ini merupakan respons vaskuler dan seluler yang terjadi akibat perlukaan yang menyebabkan rusaknya jaringan lunak. Dalam fase ini pendarahan akan di hentikan dan area luka akan dibersihkan dari benda asing, sel-sel mati dan bakteri untuk mempersiapkan proses penyembuhan. Pada fase ini akan berperan platelet yang berfungsi hemostasis, dan leukosit serta makrofag yang

mengambil fungsi fagositosis. Fase inflamasi dapat terjadi singkat bila tidak terjadi infeksi.

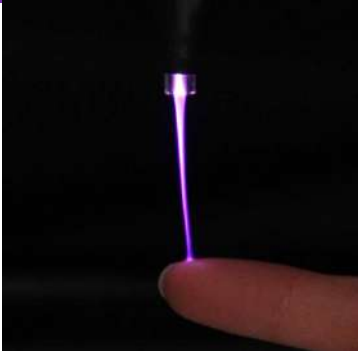
b. Fase Proliferasi atau Epitelisasi

Fase ini merupakan lanjutan dari fase inflamasi. Dalam fase proliferasi terjadi perbaikan dan penyembuhan luka yang ditandai dengan adanya jaringan granulasi, yang terdiri dari fibroblas yang bertanggung jawab pada persiapan menghasilkan produk struktur protein yang akan digunakan selama proses rekonstruksi jaringan, sel inflamasi, pembuluh darah baru, fibronektin, dan asam hialuronat. Epitelisasi ditandai dengan penebalan lapisan epidermis pada tepian luka.

c. Fase Pematangan atau *Remodeling*

Fase ini berlangsung dari beberapa minggu sampai kurang lebih 2 tahun. Dalam fase ini terjadi penyempurnaan terbentuknya jaringan baru menjadi jaringan yang lebih kuat. Terjadi sintesa kolagen dan pemecahan kolagen oleh enzim kolagenase. Penyembuhan akan tercapai secara optimal jika terjadi keseimbangan antara kolagen yang di produksi dengan kolagen yang dipecahkan. Kelebihan kolagen pada fase ini akan menyebabkan terjadinya penebalan jaringan parut atau *hypertrophic scar*. Sedangkan produksi kolagen yang terlalu sedikit juga dapat mengakibatkan turunnya kekuatan jaringan parut sehingga luka akan selalu terbuka.

## 2.2. Plasma Medis Untuk Luka : Keunggulan, Masalah, dan Terobosan



Karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan gas netral biasa, membuat plasma yang merupakan gas terionisasi ini disebut sebagai materi keempat (selain padat, cair, dan gas) (Bernhardt et al., 2019).

Plasma dapat dihasilkan dengan menambahkan energi (panas atau medan elektromagnetik) ke gas netral sampai zat gas terionisasi menjadi semakin konduktif secara elektrik. Plasma memancarkan radiasi elektromagnetik, terutama radiasi UV dan cahaya tampak, dan mengandung molekul gas tereksitasi, ion bermuatan positif dan negatif, elektron bebas, spesies oksigen / nitrogen reaktif netral (ROS / RNS), radikal bebas, dan fragmen molekul. Plasma memiliki berbagai bentuk dan dapat dibuat dengan berbagai cara, yaitu plasma termal dan non-termal (Fridman et al., 2008; Laroussi et al., 2003; Matsumoto et al., 2012).

Plasma termal dibentuk oleh medan listrik, elektron menerima energi eksternal jauh lebih cepat daripada ion yang jauh lebih berat dan mengalami pemanasan hingga beberapa ribu derajat sebelum lingkungannya memanaskan. Sedangkan plasma non-termal, dapat digunakan dalam pengobatan baik untuk pengobatan langsung atau tidak langsung. Baik plasma langsung maupun tidak langsung memaparkan sel atau

permukaan jaringan pada atom dan molekul netral berumur pendek dan panjang, termasuk ozon (O<sub>3</sub>), radikal NO, OH, dan oksigen singlet. Namun, plasma langsung memungkinkan fluks partikel bermuatan signifikan, termasuk elektron dan ion positif dan negatif seperti radikal superoksida O<sub>2</sub><sup>-</sup>, untuk mencapai permukaan. Suhu dan komposisi plasma non-termal dapat diubah untuk mengontrol produk plasma. Pada plasma non-termal terjadi pendinginan ion dan molekul yang tidak bermuatan lebih efektif daripada transfer energi dari elektron dan gas tetap pada suhu rendah, plasma non-termal juga disebut plasma non-ekuilibrium. Sebaliknya, dalam plasma termal, fluks energi dari elektron ke partikel berat menyeimbangkan fluks energi dari partikel berat ke lingkungan hanya jika suhu partikel berat menjadi hampir sama dengan suhu elektron (Fridman et al., 2008; Fridman et al., 2007; Kalghatgi et al., 2010).

Aspek medis dari plasma adalah terkait kemampuan plasma untuk memproduksi *Reactive Oxygen and Nitrogen Spesies* (RONS) yang jika dikontrol secara cermat dan dalam dosis yang tepat dapat berkhasiat untuk terapi kesehatan (Roy, Hafez, & Talukder, 2016). Aplikasi plasma dalam medis telah mengalami perkembangan sampai saat ini. Secara umum, pengobatan plasma didefinisikan sebagai penerapan plasma buatan manusia untuk tujuan medis (Fridman et al., 2008), antara lain membunuh mikroba atau bakteri patogen (Darmawati et al., 2019; Laroussi et al., 2003), sebagai terapi kanker (Gay-Mimbrera et al., 2016), menghambat pertumbuhan tumor (Rafiei et al., 2020), dan penyembuhan luka (Nasruddin, et al., 2017).

Pengembangan masa depan berfokus pada generasi baru perangkat plasma non-termal yang memiliki sifat kimia unik, yang membuatnya sangat bermanfaat dalam pengobatan luka akut dan kronis, yaitu pengembangan metode pembangkitan plasma dengan melibatkan gas karier (*carrier gas*), salah satunya dengan gas Argon (Lloyd et al., 2010).

*Argon Plasma Coagulation* (APC) adalah metode yang dikembangkan dan digunakan saat ini untuk koagulasi jaringan selama endoskopi (dalam gastroenterologi, bedah umum dan viseral, urologi, atau ginekologi) (Raiser & Zenker, 2006). APC adalah teknik monopolar yang diperkenalkan pada tahun 1970-an, di mana energi listrik ditransfer ke jaringan target sebagai arus melalui plasma argon. Teknik ini bersaing dengan ablasi laser tradisional. Studi perbandingan telah menunjukkan bahwa APC lebih efektif untuk kerusakan jaringan karena konsentrasi energinya yang superior dan terdiri dari sistem elektroda bipolar dengan argon aliran rendah sebagai gas pembawa (Raiser & Zenker, 2006). Penggunaan Argon sebagai gas *carrier* plasma telah dibuktikan melalui penelitian-penelitian sebelumnya yang meneliti efek plasma pada luka dan diketahui bahwa plasma dapat mempercepat fase penyembuhan luka secara *in vivo* (et al Nasruddin, 2017). Potensi tinggi dari jet plasma Ar untuk aplikasi medis khususnya di bidang regenerasi jaringan, penyembuhan luka dan dekontaminasi kulit serta keamanan aplikasinya telah dibuktikan dengan beberapa laporan kasus klinis, uji klinis dan aplikasi pada hewan (Nasruddin, et al., 2017; Weltmann & Woedtke, 2017). Namun disisi lain, terdapat efek

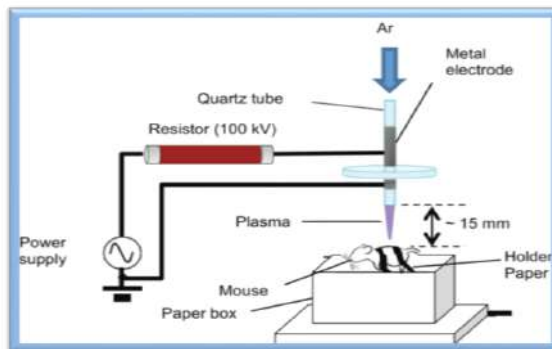


yang tidak diinginkan dalam proses penyembuhan luka menggunakan plasma, yaitu efek kering pada luka. Sesungguhnya, dalam prinsip penyembuhan luka, luka akan lebih efektif apabila berada dalam kondisi lembap daripada kering, luka yang kering justru dapat menghambat proses penyembuhan dan menghalangi proses reepithelisasi secara normal (Gallagher & Gray, 1961). Untuk mengurangi efek dari keringnya luka, kita dapat memodifikasi lingkungan area luka, salah satunya menggunakan moisture balancer seperti *hydrocolloid dressing* dan senyawa yang diketahui dapat menghidrasi kulit yaitu *Aloe Vera*.

# Metode

## 3.1. Sistem Jet Plasma Medis

Sistem plasma jet pada penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Nasruddin et al (2019) yang mengembangkan plasma medis tipe jet bertekanan atmosfer dan memiliki suhu rendah, dengan sudut inklinasi 900 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. 1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian Penyembuhan Luka Eksperimental, Universitas Muhammadiyah Magelang. Plasma jet dibangkitkan dengan sumber tegangan tinggi sebesar 6,67 kilovolt. Gas karier atau pembawa plasma jet menggunakan gas Argon *medical grade* 99,999% yang diperoleh dari Perusahaan Samator Indonesia. Pembangkitan plasma jet menggunakan 2 slm (*standard liters per minute*) gas Argon, dan jarak antara ujung plasma jet dengan luka pada mencit sejauh 5 mm dengan lama pemberian terapi plasma medis selama 3 menit setiap luka.



Gambar 3. 1. Perangkat Sistem Reaktor Plasma Tipe Jet

### 3.2. Populasi dan Sampel

Teknik total sampling merupakan teknik pengambilan sampel yang digunakan pada uji efektivitas ini. Teknik tersebut menggunakan semua subjek yang memenuhi kriteria penelitian. Penelitian ini menggunakan 18 ekor mencit galur BALB/c jantan yang berusia 5-7 pekan dengan berat 25-30 gram yang diperoleh dari LPPT Universitas Gadjah Mada Yogyakarta LPPT UGM (00028/04/LPPT/VI/2019). Setelah di aklimatisasi selama 1 pekan, mencit tersebut dibagi dalam 6 (enam) kelompok masing-masing mencit memiliki 2 luka, dilihat pada [Tabel 3. 1](#).

**Tabel 3. 1.** Pengelompokkan Sampel Uji

No	Kelompok	Kode	Perlakuan
1.	Kontrol (-) (3 ekor)	KN	Mencit + Luka + Hidrocoloid Dressing
2.	Kontrol <i>Baseline</i> (3 ekor)	KB	Mencit + Luka + Hidrocoloid Dressing + <i>Basis Spray</i>
3.	Kontrol (+) (3 ekor)	KP	Mencit + Luka + Hidrocoloid Dressing + Oxoferin
4.	Perlakuan 1 (3 ekor)	P	Mencit + Luka + Hidrocoloid Dressing + Plasma Jet
5.	Perlakuan 2 (3 ekor)	A	Mencit + Luka + Hidrocoloid Dressing + Formula Spray ekstrak Aloe vera
6.	Perlakuan 3 (3 ekor)	AP	Mencit + Luka + Hidrocoloid Dressing + Formula Spray ekstrak Aloe Vera + Plasma Jet

### 3.3. Pembuatan Ekstrak *Aloe Vera*

Tanaman *Aloe Vera* di dapatkan di daerah Magelang, Jawa Tengah, diambil dari tanaman yang berumur 10 bulan dengan spesifikasi daun dan batangnya hijau muda, utuh, dan segar. *Aloe Vera* yang sudah terkumpul disortasi basah kemudian dicuci dengan air mengalir. Kemudian ditiriskan dan dirajang membentuk irisan kecil  $\pm 1$  cm, di oven pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam. Rajangan *Aloe Vera* dikatakan kering apabila mudah hancur. Sebelum dilakukan pembuatan serbuk, *Aloe Vera* yang sudah kering disortasi dengan memilih *Aloe Vera* tetap berwarna kehijauan dan membuang daun yang sudah berubah warna kecokelatan. Simplisia kering kemudian dibuat serbuk dengan cara diblender dan diayak dengan ayakan ukuran 25



mesh. Pemeriksaan kadar air simplisia ( $\pm 1$  gram) dilakukan dengan menggunakan alat *moisture balance*. Serbuk simplisia *Aloe Vera* disimpan dalam toples kedap udara.

Tahapan pembuatan ekstrak etanol *Aloe Vera* mengacu pada penelitian Lawrence (2009) yang telah dimodifikasi. Serbuk *Aloe Vera* diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan perbandingan serbuk dan pelarut 1:5 artinya 1 bagian serbuk simplisia dilarutkan dalam 5 bagian pelarut. Ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut etanol 70% dan diaduk selama 3 jam kemudian didiamkan selama 24 jam. Filtrat disaring kemudian

dievaporasi di *waterbath* pada suhu 50°C sampai diperoleh ekstrak kental.

Ekstrak kental yang diperoleh kemudian diserbukkan menggunakan alat *freeze dryer* hingga membentuk serbuk. *Freeze dryer* menggunakan mekanisme sublimasi. Ekstrak terlebih dahulu dibekukan selama 24 jam. Tujuan dari pembekuan ini adalah agar pada saat proses pengeringan menggunakan *freeze dryer* proses sublimasi dapat berjalan dengan lancar. Sampel yang telah dibekukan selama 24 jam kemudian dilakukan *freeze drying* selama 72 jam dengan suhu -15°C (Hariadi, 2013).

### 3.4. Pembuatan Spray Aloe Vera

Formula spray dapat dilihat pada [Tabel 3. 2.](#), Pada tahap pertama, karbopol 940 didispersikan di dalam sejumlah air sampai homogen. Pada wadah terpisah, campuran karbopol 940 dengan air yang sebelumnya sudah terbentuk, dicampurkan dengan trietanolamin. Selanjutnya, ke dalam larutan ini, ditambahkan propilen glikol sambil diaduk hingga homogen (campuran A). Pada wadah terpisah ekstrak *Aloe vera* dilarutkan dalam larutan DMSO, kemudian metil paraben dan propil paraben dilarutkan pula dalam campuran tersebut dan dihomogenisasi hingga homogen (campuran B). Campuran B ditambahkan ke dalam campuran A, keduanya dihomogenkan hingga benar-benar bercampur, selanjutnya campuran di



aduk dengan aquadest dan dihomogenkan sampai didapat sediaan spray yang jernih (Iswandana, 2017).

**Tabel 3. 2.** Formula Spray Ekstrak Aloe vera

Nama Bahan	Kegunaan	Konsentrasi (%)
Ekstrak Aloe vera	Zat aktif	5
Karbopol 940	Polimer	2,25
TEA	Pendapar	0,5
Propilen glikol	Solubilizer	5
Metil Paraben	Pengawet	0,2
Propil Paraben	Pengawet	0,1
DMSO	Co-solvent	7
Aquadest	Pelarut	Ad 100

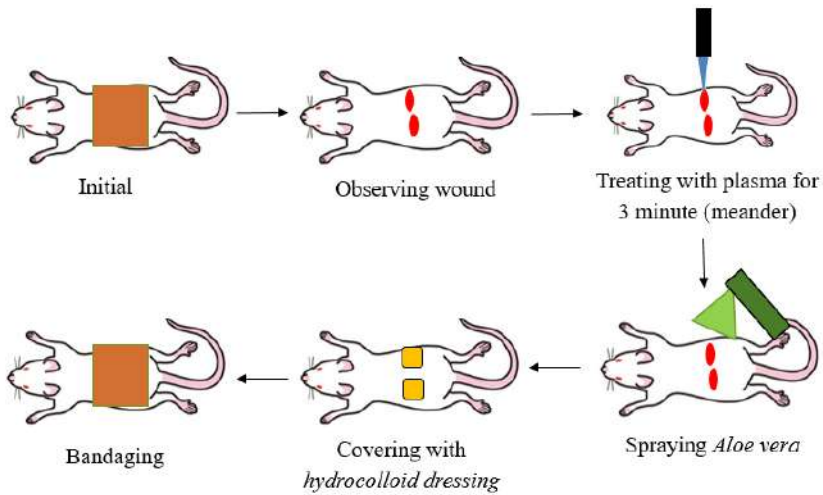
### 3.5. Prosedur Pemberian Intervensi pada Sampel

Pelaksanaan intervensi pada kelompok pengujian dibagi menjadi 6 kelompok (KN, KB, KP, P, A, AP). Prosedur penelitian dimulai dari hari ke-0 (nol) hingga hari ke-14. Mencit jenis BALB/c dianestesi secara intraperitoneal dengan formula *Ketamine-Xylazine* (50 mg/kg + 5 mg/kg). Mencit yang teranestesi, dicukur rambutnya hingga batas kepala dan ekor. Kemudian dibuat 2 luka berbentuk lingkaran (berdiameter 4 mm) pada punggung mencit dengan menggunakan *Punch Biopsy* ukuran 4 mm.

Kemudian mencit dibagi menjadi beberapa kelompok berikut:

- I. Kelompok Kontrol Negatif (KN): luka yang hanya ditutup dengan *hydrocolloid dressing* kemudian dibalut dengan menggunakan plester.
- II. Kelompok Kontrol Baseline (KB) : luka yang diberi basis spray *Aloe Vera* kemudian ditutup dengan *hydrocolloid dressing* dan dibalut dengan menggunakan plester.
- III. Kelompok Kontrol Positif (KP) : luka yang diberi obat sintetik Oxoferin kemudian ditutup dengan *hydrocolloid dressing* dan dibalut dengan menggunakan plester.
- IV. Kelompok Plasma Medis (P) : luka yang diberi perlakuan plasma medis kemudian ditutup dengan *hydrocolloid dressing* dan dibalut dengan menggunakan plester.
- V. Kelompok *Spray Aloe Vera* (A) : luka yang diberi perlakuan spray *Aloe vera* kemudian ditutup dengan *hydrocolloid dressing* dan dibalut dengan menggunakan plester.
- VI. Kelompok *Spray Aloe Vera* dan Plasma medis (AP) : luka yang diberi perlakuan *Spray Aloe Vera* kemudian ditembak dengan plasma jet lalu ditutup dengan *hydrocolloid dressing* dan dibalut dengan menggunakan plester.

Hari ke-0 (nol) merupakan hari dimana peneliti membuat luka pada mencit. Selanjutnya proses penyembuhan luka diobservasi setiap hari mulai hari ke-0 hingga hari ke-14. Adapun prosedur penelitian setelah hari ke-0 ditunjukkan pada [Gambar 3. 2](#).



**Gambar 3. 2.** Prosedur Pengujian Efektivitas Terapi Kombinatif dalam Penyembuhan Luka

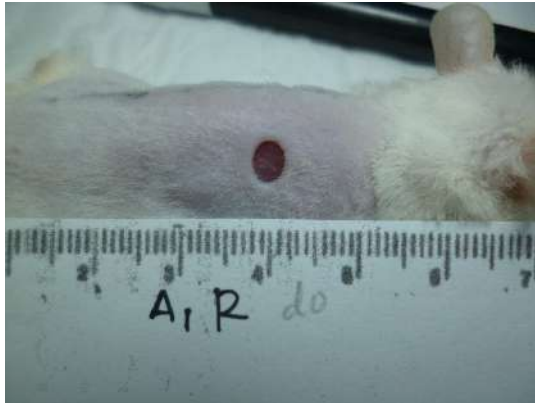
### 3.6. Metode Pengambilan Data

Hari pembuatan luka disebut hari ke-0 (nol) dan proses penyembuhan luka diobservasi setiap hari, dari hari ke-0 hingga hari ke-14. Metode pengambilan data yang digunakan yaitu secara kuantitatif dan kualitatif. Metode pengambilan data secara kuantitatif yaitu dengan menggambar tepi luka diatas plastik mika setelah area luka dibersihkan dengan menggunakan larutan NaCl. Lembaran mika tersebut setelah discan, kemudian diolah dengan program komputer *Adobe Photoshop Elements 7.0* dan luas daerah luka kemudian dianalisis dengan menggunakan program komputer *Scion Image Beta 4.02*.

Pengambilan data secara kualitatif dilakukan dengan cara pengambilan gambar kondisi luka yang dilakukan setiap hari dengan menggunakan kamera digital. Kamera digital digunakan untuk mendokumentasikan kondisi sebelum, saat



penelitian dan setelah melakukan observasi pada luka. Gambar-gambar luka yang diperoleh kemudian dibandingkan satu dengan yang lain terkait perubahan warna dan perubahan lain yang tampak selama proses penyembuhan berlangsung.

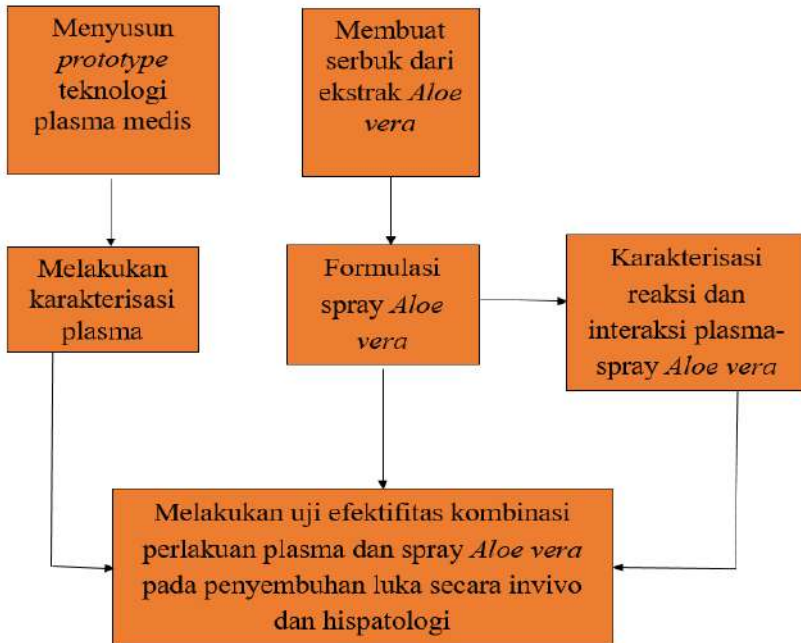


Gambar 3. 3. Teknik pengukuran luas luka secara makroskopik



Gambar 3. 4. Teknik menggambar tepi luka / *tracing* menggunakan mika

### 3.7. Alur Pengujian













































Gambar 3. 5. Teknik menggambar tepi luka / tracing menggunakan mika



# Hasil dan Pembahasan

## 4.1. Observasi Luka Secara Makroskopik

Pemberian spray ekstrak *Aloe Vera* dilakukan selama 14 hari dengan melihat diameter luka yang terbentuk pada masing-masing kelompok perlakuan.

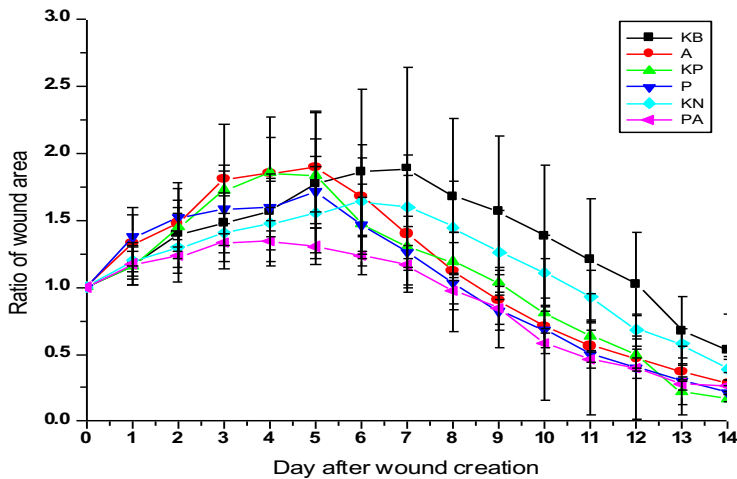
KB	KN	KP	P	A	AP	DAY
						0
						3
						5
						7
						9
						11
						14

Gambar 4. 1. Observasi Luka secara Makroskopik

Selama 14 hari dimulai dari hari ke 0 luka di observasi seperti pada [Gambar 4.1](#). Luka tampak melebar pada awal proses penyembuhan luka yang menunjukkan fase inflamasi kemudian ada yang mengeluarkan eksudat dan kemudian berangsur-angsur ukuran luka mulai mengecil hingga akhir periode observasi. Ukuran luka pada kelompok spray ekstrak *Aloe Vera* dari hari ke-7 sampai ke-14, lebih kecil dibanding kelompok kontrol *baseline*. Pada hari ke-14 tampak bahwa luas luka pada kelompok kontrol *baseline* lebih luas dari semua kelompok.

## 4.2. Penurunan Luas Luka

Penurunan luas area luka pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol memiliki pola yang berbeda.



**Gambar 4.2.** Rasio area luka berdasarkan fase penyembuhan luka

Grafik dalam [Gambar 4.2](#). menunjukkan perubahan luas luka selama observasi. Grafik tersebut merupakan hasil

perhitungan rasio luas luka pada hari observasi terhadap luas luka awal (hari ke-0) dari hari ke-0 sampai 14. Berdasarkan grafik tersebut tampak bahwa semua kelompok mengalami pola penyembuhan luka yang mirip dimana selama sekitar 4 hari pertama, luka mengalami peningkatan luas luka, lalu luka mengalami penurunan secara gradual hingga akhir observasi.

Kelompok yang di beri perlakuan, yaitu kelompok PA dapat dilihat pada [Gambar 4. 2.](#) yang menunjukkan bahwa kelompok PA mengalami fase inflamasi yang lebih rendah dibanding KB, KN, KP, A, dan P, kelompok PA mengalami fase inflamasi yang lebih cepat dibandingkan dengan kelompok lainnya yaitu pada hari ke 3-4, kemudian dilanjutkan dengan kelompok P, A, dan KP pada hari ke 4-5, sedangkan pada kelompok KB dan KN mengalami fase inflamasi yang paling akhir yaitu pada hari ke 6-7. Lebih lanjut, pada hari ke-7 luas luka kelompok eksperimen yang mendapat perlakuan spray dan plasma lebih rendah daripada kelompok lainnya. Namun luas luka pada kelompok KP mengalami penurunan yang lebih cepat pada hari ke-12 sampai hari ke-14.

Pengamatan luas luka, yang dilakukan menggunakan software IBM SPSS Statistics 20.0 dan telah melalui uji prasyarat yaitu uji normalitas menggunakan Shapiro Wilk yang menunjukkan hasil bahwa semua kelompok normal ( $p > 0.05$ ) dan uji homogenitas menggunakan *Levene's test* menunjukkan bahwa semua kelompok homogen ( $p > 0.05$ ). Adanya aktivitas penyembuhan luka ditandai dengan penurunan diameter. Berdasarkan analisis Post Hoc Tukey-Cramer ( $p\text{-value} < 0,05$ ),

terdapat perbedaan bermakna antara kelompok AP dan kontrol positif dengan kelompok kontrol negatif basis dengan taraf signifikan 0.000. Dari data tersebut membuktikan bahwa spray ekstrak *Aloe vera* dengan Plasma memiliki kemampuan penyembuhan luka dan kemampuannya sebanding dengan obat sintetik Oxoferin. Luas luka pada kelompok AP lebih cepat mengecil dibanding dengan kelompok KB yang luas lukanya mulai terlihat mengecil pada hari ke-8. Kelompok kontrol negatif basis menunjukkan inflamasi yang tertinggi dan remodeling yang paling rendah. Hal ini dapat disebabkan karena tidak adanya zat aktif yang mendukung dalam proses penyembuhan luka, sehingga luka mengalami fase penyembuhan yang lebih lama. Hasil aktivitas penyembuhan luka pada penelitian ini menunjukkan kombinasi spray ekstrak *Aloe vera* dengan plasma medis sangat berpotensi sebagai penyembuh luka.

Hasil penyembuhan luka dengan *Aloe Vera* juga pernah dilaporkan oleh Nurcahaya (2015), bahwa ekstrak etanol lidah buaya (*Aloe Vera*) berpengaruh signifikan dalam peningkatan jumlah fibroblas pada proses penyembuhan luka mukosa rongga mulut tikus (*Rattus norvegicus*) strain wistar dengan  $p=0,000$ . Ekstrak etanol lidah buaya (*Aloe vera*) menunjukkan peningkatan jumlah fibroblas yang lebih besar dalam proses penyembuhan luka dibandingkan dengan Oxoferin dan akuades. Perlakuan menggunakan Oxoferin dan akuades menunjukkan jumlah fibroblas tertinggi pada hari ke-9, sedangkan perlakuan dengan ekstrak etanol lidah buaya (*Aloe vera*) konsentrasi 70% menunjukkan jumlah fibroblas tertinggi

pada hari ke-5 (Nurcahaya, 2015). Sedangkan hasil penyembuhan luka menggunakan plasma pernah dilaporkan oleh Nasruddin et al (2019) bahwa luka yang diberi perlakuan plasma mempunyai dampak penurunan luas luka secara jelas selama fase inflammasi dan proliferasi (Nasruddin et al., 2019).

Menurut Yagi & Takeo (2003) senyawa *acemannan* yang terkandung dalam *Aloe vera* berfungsi sebagai antiinflamasi dan mampu melakukan aktivasi makrofag yang akan menghasilkan sitokin dan growth factor yang akan merangsang fibroblas, keratinosit dan sel endotel untuk perbaikan jaringan (Yagi & Takeo, 2003). Polyvinylpyrrolidone (PVP) dan giberelin pada *Aloe vera* dapat digunakan sebagai antibakteri, merangsang pembentukan fibroblas dan pembentukan jaringan baru (Sibbald dkk, 2011). Zat aktif lainnya yang terdapat pada ekstrak lidah buaya (*Aloe vera*) adalah vitamin dan beberapa asam amino, yang dapat memainkan peran penting dalam percepatan penyembuhan luka sedemikian rupa bahwa percobaan telah menunjukkan bahwa vitamin C dapat berperan dalam peningkatan produksi kolagen dan pencegahan dari sintesis untai DNA, serta vitamin E sebagai antioksidan yang kuat dalam penyembuhan luka (Novyana & Susianti, 2016). Plasma memproduksi ROS dan RONS, pada penyembuhan luka plasma dapat mempromosikan inflammasi, re-epithelialisasi dan kontraksi luka yang apabila dikombinasikan dengan *Aloe vera* dapat berinteraksi secara sinergisme. Oleh karena itu, zat-zat aktif yang terkandung pada *Aloe vera* dan senyawa yang dihasilkan oleh Plasma Medis tersebut dapat berperan dalam



proses penyembuhan luka akut pada mencit (*Mus musculus*) Balb/C jantan pada penelitian ini.

# Kesimpulan dan Rekomendasi

---

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terapi kombinatif plasma medis dengan *Spray Aloe vera* memberikan efek signifikan pada fase proliferasi dan remodeling pada tahap penyembuhan luka yang sebanding dengan kontrol positif yaitu obat sintetik *Oxoferin*.

Teknologi plasma medis ini diharapkan mampu menjadi suatu terobosan yang inovatif bagi dunia kesehatan, sehingga mampu memberi solusi bagi permasalahan kesehatan akibat fenomena luka di masyarakat Indonesia serta mampu mengembangkan teknologi plasma secara mandiri. Perlu adanya telaah lebih lanjut terkait pengujian efektivitas plasma yang dikombinasikan dengan bahan alam lainnya sehingga dapat menjadi trend penyembuhan luka modern berbasis teknologi.

## Daftar Referensi

- Atik, N., & Iwan A. R., J. (2009). Perbedaan Efek Pemberian Topikal Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) dengan Solusio Povidone Iodine terhadap Penyembuhan Luka Sayat pada Kulit Mencit (*Mus musculus*). *Majalah Kedokteran Bandung*, 41(2), 29–36. <https://doi.org/10.15395/mkb.v41n2.188>
- Begum, H., Shimmi, S. C., Rowshan, M. M., & Khanom, S. (2016). Effect of Ethanolic extract of *Aloe vera* gel on certain common clinical pathogens, *10(2)*, 19–25.
- Bernhardt, T., Semmler, M. L., Schäfer, M., Bekeschus, S., Emmert, S., & Boeckmann, L. (2019). Plasma Medicine: Applications of Cold Atmospheric Pressure Plasma in Dermatology. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019, 10–13. <https://doi.org/10.1155/2019/3873928>
- Chithra, P., Sajithlal, G. B., & Chandrakasan, G. (1998). Influence of *aloe vera* on the healing of dermal wounds in diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 59, 195–201.
- Darmawati, S., Hayu, L., & Evy, M. (2019). When plasma jet is effective for chronic wound bacteria inactivation, is it also effective for wound healing?, *14(18)*. <https://doi.org/10.1016/j.cpme.2019.100085>
- Dhivya, S., Padma, V. V., & Santhini, E. (2015). Wound dressings - A review. *BioMedicine (Netherlands)*, 5(4), 24–28. <https://doi.org/10.7603/s40681-015-0022-9>
- Fridman, G., Brooks, A. D., Balasubramanian, M., Fridman, A., Gutsol, A., Vasilets, V. N., ... Friedman, G. (2007). Comparison of direct and indirect effects of non-thermal atmospheric-pressure plasma on bacteria. *Plasma Processes and Polymers*, 4(4), 370–375. <https://doi.org/10.1002/ppap.200600217>
- Fridman, G., Friedman, G., Gutsol, A., Shekhter, A. B., Vasilets, V. N., & Fridman, A. (2008). Applied plasma medicine. *Plasma Processes and Polymers*, 5(6), 503–533.

<https://doi.org/10.1002/ppap.200700154>

- Gallagher, J., & Gray, M. (1961). Evidence-Based Report Card From The Center For Clinical Investigation Is Aloe Vera Effective for Healing Chronic Wounds ?, 68–71. <https://doi.org/10.1067/mjw.2003.16>
- Gay-Mimbrera, J., García, M. C., Isla-Tejera, B., Rodero-Serrano, A., García-Nieto, A. V., & Ruano, J. (2016). Clinical and Biological Principles of Cold Atmospheric Plasma Application in Skin Cancer. *Advances in Therapy*, 33(6), 894–909. <https://doi.org/10.1007/s12325-016-0338-1>
- Hegggers. (1996). Beneficial Effect of Aloe on Wound Healing in an Excisional Wound Model. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 2(2).
- Iswandana, R. (2017). Formulasi , Uji Stabilitas Fisik , dan Uji Aktivitas Secara In Vitro Sediaan Spray Antibau Kaki yang Mengandung Ekstrak Etanol Daun Sirih ( Piper betle L . ) Formulation , physical stability , and in vitro activity test of foot odor spray with betel leaf e. *Pharm Sci Res ISSN 2407-2354*, 4(3), 121–131.
- Kalghatgi, S., Friedman, G., Fridman, A., & Clyne, A. M. (2010). Endothelial cell proliferation is enhanced by low dose non-thermal plasma through fibroblast growth factor-2 release. *Annals of Biomedical Engineering*, 38(3), 748–757. <https://doi.org/10.1007/s10439-009-9868-x>
- Laroussi, M., Mendis, D. A., & Rosenberg, M. (2003). Plasma interaction with microbes. *New Journal of Physics*, 5. <https://doi.org/10.1088/1367-2630/5/1/341>
- Lloyd, G., Friedman, G., Jafri, S., Schultz, G., & Fridman, A. (2010). Gas Plasma : Medical Uses and Developments in Wound Care Gas Plasma : Medical Uses and Developments in Wound Care, (March). <https://doi.org/10.1002/ppap.200900097>
- Matsumoto, T., Douyan, W., Takao, N., & Hidenori, A. (2012). *Non-Thermal Plasma Technic for Air Pollution Control*. <https://doi.org/10.5772/67291>
- Moghaddasi, S., & Verma, S. K. (2011). Aloe vera their chemicals

- composition and applications: A review. *International Journal of Biological & Medical Research*, 2 (1)(January), 466–471.
- Nasruddin, et al. (2017). Evaluation the effectiveness of combinative treatment of cold plasma jet, Indonesian honey, and micro-well dressing to accelerate wound healing. *Clinical Plasma Medicine*, 6(March), 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.cpme.2017.03.001>
- Nasruddin, et al, Nakajima, Y., Mukai, K., Setyowati, H., Rahayu, E., & Nur, M. (2014). Cold plasma on full-thickness cutaneous wound accelerates healing through promoting inflammation , re-epithelialization and wound contraction. *Clinical Plasma Medicine*, 2, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.cpme.2014.01.001>
- Nasruddin, N., Setyowati, H., Rahayu, E., Wahyuningtyas, E. S., Sikumbang, I. M., Nurani, L. H., ... Setya, G. (2019). Efektivitas Perlakuan Irisan Daun Lidah Buaya yang Teraktivasi Plasma Jet untuk Mempercepat Penyembuhan Luka Akut Fase Proliferasi. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 2, 18–25.
- Novyana, R. M., & Susianti. (2016). Lidah Buaya ( Aloe vera ) untuk Penyembuhan Luka Aloe Vera ( Aloe vera ) for Wounds Healing. *MAJORITY*, 5(4), 149–153.
- Nurchahaya, M. (2015). Pengaruh Ekstrak Etanol Lidah Buaya (Aloe vera) Terhadap Peningkatan Jumlah Fibroblas Pada Proses Penyembuhan Luka Mukosa Rongga Mulut Tikus (*Rattus norvegicus*) Strain Wistar. *Naskah Publikasi, Universitas*.
- Rafiei, A., Sohbatzadeh, F., Hadavi, S., Bekeschus, S., Alimohammadi, M., & Valadan, R. (2020). Inhibition of murine melanoma tumor growth in vitro and in vivo using an argon-based plasma jet. *Clinical Plasma Medicine*, 19–20(May). <https://doi.org/10.1016/j.cpme.2020.100102>
- Raiser, J., & Zenker, M. (2006). Argon plasma coagulation for open surgical and endoscopic applications : state of the art. *JOURNAL OF PHYSICS D: APPLIED PHYSICS*, 39, 3520. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/39/16/S10>

- Roy, N. C., Hafez, M. G., & Talukder, M. R. (2016). production of OH and O radicals Characterization of atmospheric pressure H<sub>2</sub>O / O<sub>2</sub> gliding arc plasma for the production of OH and O radicals. *PHYSICS OF PLASMAS*, 083502(23). <https://doi.org/10.1063/1.4960027>
- Sahu, P. K., Giri, D. D., Singh, R., Pandey, P., & Gupta, S. (2013). Therapeutic and Medicinal Uses of Aloe vera : A Review, (January).
- Sibbald, R. G., Goodman, L., Halton, M., Woo, K. Y., Krasner, D. L., Tariq, G., ... Norton, L. (2011). Special Considerations in Wound Bed Preparation 2011 : An Update. *Wound Care Journal*, 24(September), 415–436.
- Singer, A. J., & Clark, R. A. F. (1999). Cutaneous Wound Healing. *The New England Journal of Medicine*.
- Velnar, T. V., & Ailey, T. B. (2009). The Wound Healing Process : an Overview of the Cellular and Molecular Mechanisms. *The Journal of International Medical Research*, 37(5), 1528–1542.
- Weltmann, K., & Woedtke, T. Von. (2017). Plasma medicine - current state of research and medical application. *Plasma Physics and Controlled Fusion*, 59. <https://doi.org/10.1088/0741-3335/59/1/014031>
- Yagi, A., & Takeo, S. (2003). Anti-inflammantory Constituents , Aloesin and Aloemannan in Aloe Species and Effect of Tanshinon VI in *Salvia miltiorrhiza* on Heart. *Yakugaku Zasshi*, 123(7), 517–532.

## Glosarium

<i>Acemanan</i>	Senyawa aktif yang berupa polisakarida yang terdapat pada lidah buaya ( <i>Aloe vera</i> )
<i>Aklimatisasi</i>	Pemeliharaan hewan coba dengan tujuan agar hewan uji beradaptasi dengan lingkungan yang baru
<i>Antioksidan</i>	Zat yang dapat memperlambat terjadinya kerusakan sel oleh karena suatu radikal bebas
<i>Antraquinon</i>	Senyawa aktif pada lidah buaya ( <i>aloe vera</i> )
<i>Antibakteri</i>	Senyawa antimikroba yang dimanfaatkan untuk menghambat bakteri
<i>Bakteri pathogen</i>	Bakteri yang jika menginfeksi ke dalam tubuh menyebabkan terjadinya suatu penyakit
<i>Baseline</i>	Suatu pembanding, yang merupakan kelompok tanpa perlakuan
<i>Basis spray</i>	Komponen atau bahan dasar dari suatu formulasi spray tanpa ditambahkan zat aktif
<i>Ekstraksi</i>	Pemisahan bahan yang diharapkan dari campurannya menggunakan pelarut yang sesuai
<i>Eksudat</i>	Cairan yang dikeluarkan oleh organisme melalui luka
<i>Empiris</i>	Berdasarkan pengalaman
<i>Endoskopi</i>	Prosedur untuk melihat kondisi organ tertentu

Enzim kolagenase	Enzim yang mampu mendegradasi ikatan polipeptida saat protein belum mengalami denaturasi
Epitelisasi	Pembentukan lapisan epitel baru di daerah luka
Fagositosis	Proses pertahanan seluler dengan cara menggulung partikel padat dengan membrane sel membentuk fagosom internal
Fase inflamasi	Tahap peradangan dimulai dari setelah mengalami perlukaan dan berakhir pada hari ke 3, 4
Fase maturasi	Disebut juga fase remodeling yang merupakan fase terlama pada proses penyembuhan luka
Fibroblas	Sel yang paling umum ditemui pada jaringan ikat
Fibronectin	Protein ekstraseluler yang membantu sel dapat melekat dengan matrik
Filtrat	Zat yang terlarut yang merupakan hasil penyaringan
Freeze dryer	Suatu teknik pengeringan yaitu pengeringan beku
Full thickness	Kerusakan jaringan yang mengenai jaringan epidermis dan dermis
Hemostasis	Proses penghentian pendarahan secara spontan
Hypertrophic	Pertumbuhan jaringan parut yang berlebihan
Immunostimulan	Substansi yang dapat meningkatkan system immune
In vivo	Pengujian yang dilakukan pada makhluk hidup
Intraperitoneal	Pemberian obat di daerah peritoneal



Moisture balancer	Alat ukur kelembapan yang menggunakan prinsip pengukuran kelembapan gravimetric
Punch biopsy	Alat untuk membuat lubang atau luka
Rasio luas luka	Perbandingan luas luka setelah intervensi dibandingkan sebelum intervensi

## A

acemannan, 4, 5, 30  
*Adobe Photoshop Elements 7.0*, 23  
aklimatisasi, 18, 45  
*Aloe vera*, iv, 2, 3, 4, 5, 6, 18, 20, 21,  
22, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 43  
anti bakteri, 6  
antioksidan, iv, 3, 30  
antraquinon, 3  
Argon medical grade, 17  
*Argon Plasma Coagulation (APC)*,  
14  
asam hialuronat, 5, 11

## B

bakteri patogen, 14  
*Baseline*, 18, 22  
*basis spray*, iv, 22  
biomedis, 2

## D

dermatan sulfat, 5  
DMSO, 20, 21

## E

ekstrak etanol, 19, 29  
Ekstraksi, 19  
eksudat, 26  
elektroda bipolar, 14  
empiris, 2, 4  
endoskopi, 14  
enzim kolagenase, 11  
Epitelisasi, 11

## F

fagositosis, 11  
fase inflamasi, 2, 10, 11, 28  
Fase inflamasi, 10  
fase maturasi, 10  
fase proliferasi, iv, 10, 11, 32  
Fase Proliferasi, 11, 35  
fibroblas, 3, 11, 29, 30  
fibronektin, 11  
Filtrat, 20  
*freeze dryer*, 20  
*full thickness*, 5, 7

## G

gas terionisasi, 2, 12  
gliberelin, 30  
glukomanan, 3, 4  
growth factor, 30, 34

## H

hemostasis, 11  
homogen, 20, 29  
*hydrocolloid dressing*, iv, 15, 22  
*hypertrophic*, 11

## I

immunostimulan, 6  
in vivo, 15, 35  
inflammasi, 3, 26, 31  
intraperitoneal, 21

## J

jaringan parut, 5, 11

## K

karbopol 940, 20  
keratinosit, 30  
kolagen, 5, 6, 11, 30  
kontraksi luka, 2, 3, 5, 31  
Kontrol Negatif, ix, 22  
kontrol positif, iv, 29  
Kontrol Positif, ix, 22  
kronis, 14

## L

lekosit, 11  
lignin, 3  
luka akut, 2, 3, 14, 31

## M

makrofag, 5, 11, 30  
makroskopik, 24  
maserasi, 19  
medan elektromagnetik, 12  
metil paraben, 20  
moisture balancer, 15

## N

non-termal, 12, 13, 14

## O

oxoferin, iv

## P

plasma jet, iv, 17, 22, 33, 35  
*Plasma medicine*, iv, 1, 36  
plasma termal, 12, 13

pletelet, 11  
polisakarida, 4  
Polyvinylpyrrolidone, 30  
propil paraben, 20  
propilen glikol, 20  
*Punch Biopsy*, 22

## R

radiasi gamma, 6  
rasio luas luka, 28  
reepitalisasi, 2  
regenerasi sel-sel, 3  
remodeling, iv, 10, 29, 32  
reseptor, 4, 6

## S

sains hayati, 2  
sains plasma, 2  
*Scion Image Beta 4.02.*, 24  
sel endotel, 30  
sinergis, iv, 3  
sitokin, 5, 30  
sitokin fibrogenik, 5  
spesies nitrogen reaktif (RONS), 2  
spesies oksigen reaktif (ROS), 2  
sublimasi, 20

## T

tanin, 4  
topikal, 2, 6  
trietanolamin, 20

## V

vasodilatasi, 10

## Lampiran. Foto-foto penelitian



Proses sortasi



Perajangan



Proses pengeringan



Proses pengeringan



Simplisia kering



penggilingan

## Lampiran. Lanjutan



Proses Pengayakan



Pemeriksaan Kadar air



Proses Maserasi



Penyaringan



Penguapan



Ekstrak kental

## Lampiran. Lanjutan



Freeze drying



Serbuk *Aloe vera*



Proses Formulasi



Proses Formulasi



Formula spray



Uji Viskositas



## Lampiran. Lanjutan



Uji Ph



Uji daya lekat



Uji daya sebar



Uji waktu kering



Uji bobot per semprot



Uji bobot per semprot

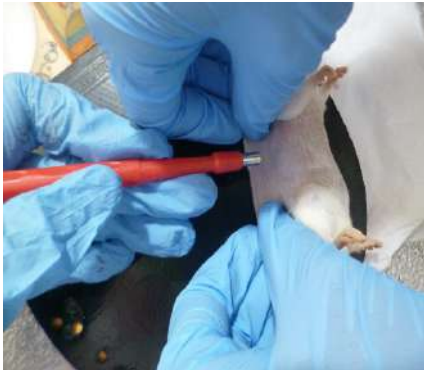
## Lampiran. Lanjutan



Proses aklimatisasi hewan uji



Proses pencukuran bulu



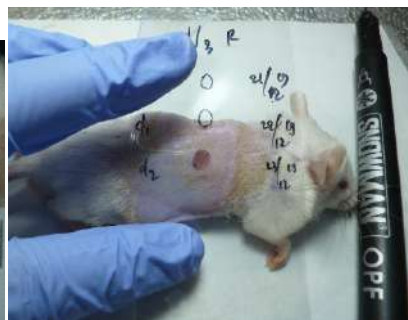
Proses pembuatan luka



Hasil pembuatan luka



Observasi luka



Tracing luka



## Lampiran. Lanjutan



Penyemprotan spray



Luka dengan HCD



HCD bekas



Mencit dengan plaster

# Profil Penulis dan Editor

## Penulis



**Eka Sakti Wahyuningtyas** ✎

Universitas Muhammadiyah Magelang

Email yang diverifikasi di [ummgl.ac.id](mailto:ummgl.ac.id)

[Keperawatan Medikal Bedah](#) [Perawatan Luka](#) [Plasma Medicine](#)



**Ratna Wijayatri** ✎

Universitas Muhammadiyah Magelang

Email yang diverifikasi di [ummgl.ac.id](mailto:ummgl.ac.id)

[Formulasi Teknologi Sediaan...](#)



**Isabella Meliawati Sikumbang**

Universitas Muhammadiyah Magelang

Email yang diverifikasi di [ummgl.ac.id](mailto:ummgl.ac.id)

[pharmacology](#) [wound healing](#) [plasma medicine](#)

## Editor



**Dr. Heni Setyowati Esti Rahayu, SKp, MKes**

Universitas Muhammadiyah Magelang

Verified email at [ummgl.ac.id](mailto:ummgl.ac.id)

[keperawatan maternitas](#) [nyeri persalinan](#) [accupressure](#) [complementary nursing](#)

**UNIMMA**  
  
**PRESS**  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG

Gedung Rektorat Lt. 3, Kampus 2  
Universitas Muhammadiyah Magelang  
Jl. Mayjend Bambang Soegeng, Magelang 56172  
Telp : (0293) 326945  
email : unimmapress@ummgl.ac.id

ISBN 978-623-7261-29-2 (PDF)

