

**FORMULASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI GEL  
PEMBAWA SUBMIKRO PARTIKEL EKSTRAK ETANOL  
DAUN INAI (*Lawsonia inermis* Linn.) TERHADAP  
*Staphylococcus aureus***

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Farmasi  
(S. Farm.) di bidang studi Farmasi pada Fakultas MIPA**



**Oleh :  
Chairul Saleh  
08061381722100**

**JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2021**

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Gel Pembawa Submikro Partikel Ekstrak Etanol Daun Inai (*Lawsonia inermis* Linn.) Terhadap *Staphylococcus aureus*

Nama Mahasiswa : Chairul Saleh

NIM : 08061381722100

Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 9 Juli 2021 serta telah diperbaiki, diperiksa dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 27 Juli 2021

Pembimbing:

1. Dr. rer. Nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.  
NIP.197103101998021002
2. Indah Solihah, M.Sc., Apt.  
NIP. 198803082019032015

(..........)

(..........)

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Makalah Hasil : Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Gel Pembawa Submikro Partikel Ekstrak Etanol Daun Inai (*Lawsonia inermis* Linn.) Terhadap *Staphylococcus aureus*

Nama Mahasiswa : Chairul Saleh

NIM : 08061381722100

Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 9 Juli 2021 serta telah diperbaiki, diperiksa dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 27 Juli 2021

Pembimbing:


1. Dr. rer. Nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.

NIP.197103101998021002

(.....)

2. Indah Solihah, M.Sc., Apt.


NIP. 198803082019032015

(.....)

Pembahas:

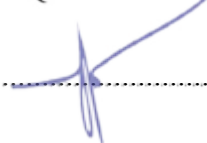
1. Dr. Hj. Budi Untari, M.Si., Apt.

NIP.195810261987032002

(.....)

2. Dr. Shaum Shiyan, M.Sc., Apt

NIP. 198605282012121005

(.....)



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Farmasi  
Fakultas MIPA, UNSRI

  
Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.  
NIP. 197103101998021002

## HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL

Judul Makalah Hasil : FORMULASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI  
Gel PEMBAWA SUBMIKRO PARTIKEL EKSTRAK  
ETANOL DAUN INAI (*Lawsonia inermis* Linn.)  
TERHADAP *Staphylococcus aureus*

Nama Mahasiswa : CHAIRUL SALEH


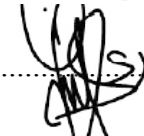
NIM : 08061381722100

Jurusan : FARMASI

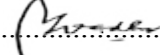
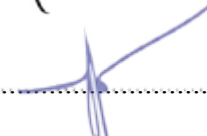
Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas pada Seminar Hasil di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Juni 2021 serta telah diperbaiki, diperiksa dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 15 Juni 2021

Pembimbing:

1. Dr. rer. Nat. Mardiyanto, M.Si., Apt. ( .....  ..... )  
NIP.197103101998021002
2. Indah Solihah, M.Sc., Apt. ( .....  ..... )  
NIP. 198803082019032015

Pembahas:

1. Dr. Hj. Budi Untari, M.Si., Apt. ( .....  ..... )  
NIP.195810261987032002
2. Dr. Shaum Shiyan, M.Sc., Apt ( .....  ..... )  
NIP. 198605282012121005

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Farmasi  
Fakultas MIPA, UNSRI



Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.  
NIP. 197103101998021002

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Chairul Saleh

NIM : 08061381722100

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Farmasi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Indralaya, 28 Juli 2021  
Penulis,



Chairul Saleh  
NIM. 08061381722100

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Chairul Saleh  
NIM : 08061381722100  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Farmasi  
Jenis/Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif” (*non-exclusively royalty-freeright*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Gel Pembawa Submikropartikel Ekstrak Etanol Daun Inai (*Lawsonia inermis* Linn.) terhadap *Staphylococcus aureus*” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Inderalaya, 28 Juli 2021  
Penulis,



Chairul Saleh  
NIM. 08061381722100

## HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO



*(Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang)*

**Skripsi ini saya persembahkan untuk keluarga,  
para sahabat, serta teman-teman penuntut ilmu**

*“Dan boleh jadi kamu membenci sesuatu tetapi dia baik bagimu, dan boleh jadi  
kamu menyukai sesuatu tetapi ia buruk bagimu, dan Allah mengetahui dan kamu  
tidak mengetahui”*

**(Q.S. Al-Baqarah : 216)**

### **Motto :**

*“Istilah mengenai hidup bagaikan roda yang berputar harus selalu ditanamkan  
ke diri bahwa perlu dilakukan usaha untuk memutar roda tersebut” (L)*

*“Terluka dalam berproses bertumbuh pasti terjadi, bertahanlah sambil tetap  
usaha agar buah proses dapat digapai di waktu yang tepat” (C)*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT Tuhan Semesta Alam yang telah melimpahkan rahmat, berkat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Gel Pembawa Submikropartikel Ekstrak Etanol Daun Inai (*Lawsonia inermis* Linn.) terhadap *Staphylococcus aureus*”. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) pada Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Peneliti menyadari dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah *Subhanawataa'la*, berkat izin dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Baginda nabi besar Muhammad *Sallahualaihiwassalam*, yang telah membawa kita umatnya menuju zaman serba mudah, zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan
3. Kedua orang tua yang tercinta, Ayah Guslim dan Ibu Murni yang telah memberikan semangat dukungan moril maupun materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Bapak Dr. rer. nat. Mardiyanto., M.Si., Apt. Selaku pembimbing pertama dan Ibu Indah Solihah, M.Sc., Apt. selaku pembimbing kedua yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan ilmu, arahan dan saran, serta



semangat dan motivasi selama penulis melakukan penelitian hingga penyusunan skripsi terselesaikan.

5. Ibu Fitriya, M.Si., Apt. selaku dosen pembimbing akademik dan juga dosen pembahas atas semua dukungan dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi selesai.
6. Bapak Adik Ahmadi M.Si., Apt., Bapak Dr. Shaum Shiyani, M.Sc., Apt., dan ibu Dr. Hj. Budi Untari, M.Si., Apt., selaku dosen pembahas atas saran yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
7. Seluruh dosen Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, atas semua ilmu, wawasan, saran, dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis baik di dalam maupun di luar kampus selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh staf (Kak Ria, kak adi, dan Kak erwin) dan analis laboratorium (Kak Tawan, Kak Fitri lab biologi farmasi, Kak Putri *Rahimahullah*, Kak Isti, dan Kak Fitri lab farmakologi) Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan bantuan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi tanpa hambatan.
9. Seluruh Anggota HKMF UNSRI yang telah kebersamai penulis dalam mengembangkan pribadi belajar organisasi sehingga menambah pengalaman penulis dibidang non akademik.
10. Seluruh anggota Dana dan Usaha HKMF UNSRI yang telah kebersamai penulis untuk mengembangkan potensi penulis dalam kegiatan non akademik.

11. Teman-teman dekat dan terkasih penulis (Familia, Zandy, Zaldi, dan Lintang) yang kebersamaan penulis mengisi hari-hari kuliah penulis dalam mengarungi kehidupan kampus.
12. Teman-teman grup Danger Receh Squad (Kak Aldy, Kak Faris, dan Zahra) yang membantu penulis menemukan jati diri yang sebenarnya.
13. Teman teman farmasi UNSRI, khususnya Farmasi 2017 B yang selalu menjadi rekan belajar hingga penulis mencapai titik ini.
14. Teman-teman penulis sewaktu SMA yang masih menemani penulis sampai sekarang, dan bergabung dalam grup “BUPATI”.
15. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dan penulisan skripsi ini dengan baik.

Penulis sangat bersyukur dan berterimakasih atas segala kebaikan, bantuan, dukungan, dan motivasi yang diberikan dari semua pihak yang telah membantu selama penelitian dan penyusunan skripsi ini. Semoga Allah memberkahi dan membalas setiap kebaikan semua pihak yang membantu. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Inderalaya, 28 Juli 2021

Penulis,



Chairul Saleh

NIM. 08061381722100

**Formulation and Antibacterial Activity Test of Submicro Particle Carrier  
Gel of Ethanol Extract of Henna Leaves (*Lawsonia inermis* Linn.) on  
*Staphylococcus aureus***

**Chairul Saleh  
08061381722100**

**ABSTRACT**

Preparation of submicroscopic particle gel for henna leaf extract (*Lawsonia inermis* Linn.) to increase the stability and penetration power of the active substance. This study to determine the effect of variations in the concentration of propylene glycol on physical and antibacterial characteristics on *Staphylococcus aureus* by using the well method and calculating the diameter of its inhibitory power. Variations of propylene glycol used were 5%, 10%, and 15%. The results showed that gel with increased concentrations of propylene glycol affected the dispersion, viscosity, and antibacterial activity. The best formula in this study is formula 3 with a concentration of propylene glycol 15% with a test of adhesion, spreadability, washability, pH, viscosity, homogeneity and stability, respectively  $4.76 \pm 0.1101$  seconds;  $3.73 \pm 0.0577$  cm;  $11.66 \pm 0.7637$  mL;  $6.47 \pm 0.0737$ ;  $2,778.50 \pm 112.1753$  cP; homogeneous and stable. Also, the results of the antibacterial activity test gave an inhibition zone of  $16 \pm 1$  mm and included a strong inhibitory power. The results of the One way ANOVA statistical test showed that there were significant differences between the treatment groups (sig <0.05).

**Keyword : Henna leaf extract, submicroscopic particles, propylene glycol, diameter of inhibition, *Staphylococcus aureus*.**

**Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Gel Pembawa Submikro Partikel Ekstrak Etanol Daun Inai (*Lawsonia inermis* Linn.) Terhadap *Staphylococcus aureus***

**Chairul Saleh  
08061381722100**

**ABSTRAK**

Pembuatan sediaan gel submikro partikel ekstrak daun inai (*Lawsonia inermis* Linn.) untuk meningkatkan stabilitas dan daya penetrasi zat aktif dalam sediaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi propilen glikol terhadap karakteristik fisik dan antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dengan metode sumuran dan dihitung diameter daya hambatnya. Variasi propilen glikol yang digunakan 5%, 10%, dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sediaan gel dengan peningkatan konsentrasi propilen glikol mempengaruhi daya sebar, viskositas, serta aktivitas antibakterinya. Formula terbaik pada penelitian ini yaitu formula 3 dengan konsentrasi propilen glikol 15% dengan uji daya lekat, daya sebar, daya tercuci, pH, viskositas, homogenitas dan stabilitas berturut-turut sebesar  $4,76 \pm 0,1101$  detik;  $3,73 \pm 0,0577$  cm;  $11,66 \pm 0,7637$  mL;  $6,47 \pm 0,0737$ ;  $2.778,50 \pm 112,1753$  cP; homogen dan stabil. Sedangkan hasil uji aktivitas antibakterinya memberikan zona hambat  $16 \pm 1$  mm dan termasuk daya hambat kuat. Hasil uji statistika ANOVA One way menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan ( $\text{sig} < 0,05$ ).

**Kata kunci : Ekstrak daun inai, submikro partikel, propilen glikol, diameter daya hambat, *Staphylococcus aureus*.**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN SEMINAR HASIL.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRACT.....	ix
ABSTRAK.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Masalah.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tanaman Inai ( <i>Lawsonia inermis</i> Linn.).....	6
2.1.1 Taksonomi Inai ( <i>Lawsonia inermis</i> Linn.).....	6
2.1.2 Deskripsi dan Morfologi Tanaman Inai.....	6
2.1.3 Kandungan Kimia.....	7
2.1.4 Efek Farmakologi.....	8
2.2 Antibakteri.....	8
2.2.1 Mekanisme Kerja Antibakteri.....	8
2.2.2 Faktor Mempengaruhi Efektivitas Antibakteri.....	10
2.2.3 Metode Pengujian Antibakteri.....	11
2.3 <i>Staphylococcus aureus</i> .....	12
2.4 Teknologi Partikel.....	14
2.5 Gel.....	15
2.5.1 Komponen Gel.....	16
2.5.1.1 <i>Gelling agent</i> .....	16
2.5.1.2 Humektan (Propilen glikol).....	17
2.5.1.3 Pengawet.....	18
2.6 Evaluasi Sediaan Gel.....	18
2.6.1 Organoleptis dan pH.....	18
2.6.2 Homogenitas.....	19
2.6.3 Daya Sebar.....	19
2.6.4 Daya Lekat.....	19
2.6.5 Daya Tercuci.....	19
2.6.6 Viskositas.....	20
2.6.7 Stabilitas.....	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Tempat .....	21
3.2 Alat dan Bahan .....	21
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan .....	21
3.2.3 Bakteri Uji.....	22
3.3 Preparasi Bahan.....	22
3.4 Formula Gel dan Pembuatan .....	22
3.5 Evaluasi Sediaan Gel.....	23
3.5.1 Uji Organoleptis dan pH .....	23
3.5.2 Uji Homogenitas .....	23
3.5.3 Uji Daya Sebar .....	24
3.5.4 Uji Daya Lekat.....	24
3.5.5 Uji Daya Tercuci.....	24
3.5.6 Uji Viskositas.....	24
3.5.7 Uji Stabilitas.....	24
3.6 Uji Antibakteri.....	25
3.6.1 Sterilisasi Alat dan Bahan.....	25
3.6.2 Pembuatan Medium .....	25
3.6.3 Preparasi Bakteri Uji.....	26
3.6.4 Pengujian Aktivitas Antibakteri.....	26
3.7 Analisis Data .....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28
4.1 Preparasi Bahan.....	28
4.2 Pembuatan Gel .....	29
4.3 Evaluasi Sediaan Gel.....	30
4.3.1 Uji Organoleptis.....	31
4.3.2 Uji Homogenitas .....	32
4.3.3 Uji pH.....	34
4.3.4 Uji Daya Sebar .....	35
4.3.5 Uji Daya Lekat.....	36
4.3.6 Uji Daya Tercuci.....	37
4.3.7 Uji Viskositas.....	39
4.3.8 Uji Stabilitas.....	41
4.4 Penentuan Formula Optimum .....	43
4.5 Uji Aktivitas Antibakteri .....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	54
LAMPIRAN.....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kategori respon hambatan pertumbuhan bakteri berdasarkan diameter zona hambat.....	12
Tabel 2. Formula Gel .....	23
Tabel 3. Kelompok Uji.....	26
Tabel 4. Hasil Uji Organoleptis Gel Submikro.....	31
Tabel 5. Uji Homogenitas gel .....	33
Tabel 6. Hasil pengukuran pH .....	34
Tabel 7. Hasil pengukuran daya sebar .....	35
Tabel 8. Hasil pengukuran daya lekat.....	37
Tabel 9. Hasil uji daya tercuci.....	38
Tabel 10. Hasil uji viskositas .....	40
Tabel 11. Hasil uji stabilitas.....	41
Tabel 12. Hasil uji stabilitas.....	42
Tabel 13. Hasil uji stabilitas.....	42
Tabel 14. Hasil Penentuan Formula Optimum.....	43
Tabel 15. Hasil pengukura zona hambat .....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Daun Inai .....	7
Gambar 2.	Struktur 2-hydroxy-1,4-napthoquinone .....	7
Gambar 3.	Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	13
Gambar 4.	Struktur senyawa HPMC.....	17
Gambar 5.	Pengamatan organoleptis gel.....	32
Gambar 6.	Pengamatan homogenitas gel .....	34
Gambar 7.	Ilustrasi rute transepidermal .....	39
Gambar 8.	Ilustrasi pelepasan ekstrak dari sediaan gel submikro .....	50
Gambar 9.	Pengamatan diameter daya hambat .....	51



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Umum .....	61
Lampiran 2. Skema Pembuatan Gel.....	62
Lampiran 3. Prosedur Uji <i>In Vitro</i> .....	63
Lampiran 4. Sertifikat <i>Staphylococcus aureus</i> .....	64
Lampiran 5. Evaluasi Gel.....	65
Lampiran 6. Uji Antibakteri.....	66
Lampiran 7. Hasil analisis SPSS.....	67
Lampiran 7.1 Uji pH.....	67
Lampiran 7.2 Uji daya sebar.....	68
Lampiran 7.3 Uji daya lekat .....	68
Lampiran 7.4 Uji daya tercuci .....	70
Lampiran 7.5 Uji Viskositas .....	71
Lampiran 7.6 Uji Stabilitas.....	72
Lampiran 7.7 Uji Antibakteri .....	7



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi farmasi mengalami kemajuan yang sangat pesat. Berbagai jenis sediaan obat dan pengobatan dikembangkan. Metode dan teknik pembuatan obat serta bentuk penghantaran obat diformulasi dan dimodifikasi sedemikian rupa untuk menghasilkan obat-obat yang memiliki stabilitas yang baik, mudah digunakan, dapat diterima oleh seluruh konsumen, mudah dalam penyimpanan dan pengemasannya serta memiliki tingkat keberhasilan terapi yang tinggi. Bentuk sediaan farmasi ada berbagai jenis, salah satunya adalah sediaan semisolid. Gel merupakan sediaan semisolid yang banyak mengandung komponen air dan memiliki penghantaran obat yang baik (Sudjono *et al.*, 2012; Verma *et al.*, 2013).

Salah satu komponen dari formulasi sediaan gel adalah HPMC yang memiliki fungsi sebagai *gelling agent* pada formulasi sediaan gel (Rowe *et al.*, 2009). HPMC dapat membentuk gel yang jernih dan bersifat netral serta memiliki viskositas yang stabil. Selain itu HPMC mengembang dengan baik dalam air sehingga merupakan bahan pembentuk gel yang baik (Khairani dkk., 2019).

Komponen yang tidak kalah penting dalam sediaan gel adalah propilen glikol. Propilen glikol sebagai humektan memiliki sifat mencegah terjadinya sineresis yaitu keluarnya air dari struktur gel, yang menyebabkan gel mengalami penurunan viskositas. Propilen glikol memiliki banyak fungsi selain sebagai humektan juga berfungsi sebagai pengawet, pelarut, kosolven dan *stabilizer*

sehingga banyak digunakan pada gel berbasis air atau hidrogel. Selain itu, propilen glikol merupakan humektan dengan sifat ketoksikkan yang rendah (Mulyana, 2016)

Sediaan gel umumnya diberikan melalui kulit. Lapisan terluar dari kulit ialah stratum korneum. Rapatnya struktur stratum korneum pada kulit membuat obat tidak mudah untuk berpenetrasi ke dalam kulit, maka dari itu perlu dilakukan modifikasi penghantaran obat seperti nanopartikel. Nanopartikel adalah partikel koloid atau padatan dengan diameter yang berkisar dari 10-1000 nm. Teknologi nanopartikel saat ini telah menjadi tren baru dalam pengembangan sistem penghantaran obat. Partikel atau globul pada skala nanometer memiliki sifat fisik yang khas dibandingkan dengan dengan partikel pada ukuran yang lebih besar terutama dalam meningkatkan kualitas penghantaran senyawa obat (Martien, 2012).

Nanopartikel dengan menggunakan polimer dapat dimanfaatkan untuk sistem penghantaran tertarget, meningkatkan bioavailabilitas, pelepasan obat terkendali, atau melarutkan obat untuk penghantaran sistemik, juga dapat digunakan untuk melindungi agen terapeutik akibat adanya degradasi enzim (nuclease dan protease) (Mohanraj dan Chen, 2006).

Saat ini sudah banyak sediaan semisolida yang mengandung bahan alam yang digunakan sebagai terapi pengobatan, salah satunya sebagai antibakteri. Salah satu obat dari bahan alam yang berasal dari tumbuhan asli Indonesia serta berpotensi untuk dikembangkan sebagai antibakteri adalah tanaman inai (*Lawsonia inermis* Linn.). Tanaman inai memiliki khasiat pada daunnya, dimana masyarakat pedesaan di Indonesia umumnya memanfaatkan daun inai sebagai

obat penyembuh luka di kulit badan, mewarnai kuku dan rambut. Tanaman inai berfungsi sebagai agen antibakteri karena mengandung senyawa aktif seperti *lawson*, flavonoid, tannin dan alkaloid yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri (Raja *et al.*, 2013).

Ekstrak daun inai (*Lawsonia inermis* Linn.) sangat efektif menghambat pertumbuhan bakteri dengan konsentrasi daya hambat sebesar 8 – 64 mg/mL terhadap *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli* (Saadabi, 2007). Metabolit sekunder yang paling banyak ditemukan pada daun inai adalah Flavonoid. Flavonoid memiliki aktivitas antibakteri dengan cara menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi membran sel dan menghambat metabolisme energi (Hendra, 2011 dalam Rijayanti, 2014). Mekanisme flavonoid sebagai antibakteri dapat ditingkatkan dengan membuatnya kedalam bentuk submikropartikel, dimana dengan ukuran submikropartikel ini dapat menciptakan sistem penghantaran obat yang lebih stabil.

Berdasarkan uraian di atas, maka dari itu dirancang penelitian formulasi dan uji aktivitas antibakteri sediaan gel pembawa submikropartikel ekstrak etanol daun inai terhadap *Staphylococcus aureus* secara *in vitro* untuk melihat potensi sediaan gel pembawa submikropartikel ekstrak etanol inai sebagai antibakteri. Pada formulasi gel dilakukan variasi konsentrasi dari propilen glikol untuk melihat kualitas fisik dari sediaan gel yang akan dibuat. Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan secara *in vitro* yang terbagi menjadi 6 kelompok perlakuan dengan pengujian aktivitas antibakteri berupa pengukuran diameter zona hambat dengan metode sumuran.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka didapat beberapa rumusan masalah antara lain:

1. Bagaimana karakteristik fisik formulasi sediaan gel submikro partikel ekstrak etanol daun inai (*Lawsonia inermis* Linn.) dengan variasi konsentrasi propilen glikol?
2. Bagaimana pengaruh formula optimum gel submikro partikel etanol daun inai (*Lawsonia inermis* Linn.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* secara *in-vitro*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui karakteristik fisik formulasi sediaan gel submikro partikel ekstrak etanol daun inai (*Lawsonia inermis* Linn.) dengan variasi konsentrasi propilen glikol.
2. Mengetahui pengaruh formula optimum gel submikro partikel etanol daun inai (*Lawsonia inermis* Linn.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* secara *in-vitro*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat kepada pembaca dan peneliti mengenai aktivitas antibakteri sediaan gel submikro partikel pembawa ekstrak etanol daun inai (*Lawsonia inermis* Linn.) sehingga kedepannya dapat membantu masyarakat dalam menyembuhkan infeksi bakteri dan meningkatkan kenyamanan penggunaan dibandingkan dengan sediaan yang telah beredar. Informasi dan data-data yang dihasilkan dari pengujian penelitian ini bisa

menjadi referensi untuk mengembangkan produk anti infeksi bakteri dan juga dapat digunakan sebagai bahan referensi selanjutnya yang relevan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agnihotri, S.A., *et.al.*, 2004. Recent advanced on chitosan based micro and nanoparticle in drug delivery, *J. Control. Release*, **100**: 5-28
- Al-Rubiay K.K., Jaber N.N., Al-Mhaawe B.H., Alrubaiy L.K. 2008, Antimicrobial Efficacy of Henna Extracts, *Oman Medical Journal*, **23**:253-256.
- Anggraini, Ovi. 2018, 'Uji aktivitas antibakteri sediaan gel *Hand Sanitizer* ekstrak etanol daun pacar kuku (*Lawsonia inermis* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC, *Skripsi*, S.farm., Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Setia Budi, Surakarta, Indonesia.
- Ansel, H.C. 2008, *Pengantar bentuk sediaan farmasi*, Edisi Keempat, UI Press, Jakarta, Indonesia.
- Aprilyan, D.B., Lutfi, M. & Yulianingsih, R. 2015, Analisa pengaruh massa dan air terhadap proses pembレンダーan pada uji kelayakan pembuatan saus buah paprika (*Capsicum annum*), *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, **3(2)**: 172 – 178.
- Ardana, M., Vebry, A., dan Arsyik, I. 2015, Formulasi dan Optimasi Basis Gel HPMC (*Hidroxy Propyl Methyl Cellulose*) dengan Berbagai Variasi Konsentrasi, *J. Trop. Pharm. Chem*, **3(2)**.
- Ashar, M. 2016. 'Formulasi dan Uji stabilitas fisik sediaan gel ekstrak daun *Botto*'-*Botto* (*Chromolaena odorata*) sebagai obat jerawat dengan menggunakan variasi konsentrasi basis karbopol, Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar, Indonesia.
- Astryani, R. 2019, 'Formulasi dan Uji Antioksidan dengan Metode DPPH Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Berbasis HPMC 60SH', *Skripsi*, S. Farm., Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Ayorbaba, Filza Ruth H. 2020, 'Optimasi CMC-Na dan propilen glikol dalam sediaan gel ekstrak herba pegagan (*Cantella asiatica* (L.) Urban) dengan metode *Simplex lattice design*', *Skripsi*, S.farm., Jurusan Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia.
- Backer, C.1963, *Flora of Java*. **Vol 1**. hlm 256.
- Banker, A., and Rhodes, C. T., 2002, *Modern Pharmaceutics*, Marcel Dekker Inc., New York. Vol. **3**. 239-275.
- Benson, Heather A.H. 2005, *Transdermal Drug Delivery : Penetration Enhancement Techniques*, Western Australia: Biomedical Research Institute, School of Pharmacy, Perth, Australia.



- Brooks, G.F., Butel, J.S. & Morse, S.A. 2007, *Mikrobiologi kedokteran*, EGC, Jakarta, Indonesia.
- Buzea, C., Blandino, I.I.P. & Robbie, K. 2007, Nanomaterial and nanoparticles: Sources and toxicity, *Biointerphases*, **2**: 170 – 172.
- Chadhary, G., Goyal, S. & Poonia, P., 2010, *Lawsonia inermis* Linnaeus: A Phytopharmacological Review, *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, **2 (2)**, 91-98.
- Chandra, Vinay D, Abhimanyu KJ, Kumar S. 2011, Detection of antimicrobial activity of *Oscimum sanctum* (Tulsi) and *Trigonella foenum graecum*(Methi) against some selected bacterial and fungsal Strains. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. **2(4)** :809.
- Chaudhary, G., Goyal, S., Poonia, P. 2010. *Lawsonia inermis* Linnaeus: A Phytopharmacological Review. *International Jurnal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*. **2**. 91-98.
- Cushnie, T. P. and Lamb, A. J. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids, *International Journal of Antimicrobial Agents*, **26**, 343–356.
- Driwita, Inka Yusen. 2020, ‘Karakterisasi dan Uji Pencerah Kulit Secara *In Vivo* Gel Submikro Partikel Ekstrak Etanol Daun Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Dengan Variasi Konsentrasi HPMC 60-SH’, *Skripsi*, S.farm., Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Inderalaya, Indonesia.
- Erawati, A.C., Rosita, N., Hendropasetyo, W. & Juwita, D.R. 2005, Pengaruh jenis basis gel dan penambahan Nacl (0,5% - b/b) terhadap intensitas echo gelombang ultrasonik sediaan gel untuk pemeriksaan *acaoustic coupling agent*, *Airlangga Journal of Pharmacy*, **5(2)**: 1 – 9.
- Garg, A., Aggarwal, D., Garg, S. & Singla, A.K. 2002, Spreading of semisolid formulations: an update, *Pharmaceutical Technology*, **1**: 84 – 102.
- Grassi, Mario, et al. 2007. *Understanding drug Release and Absorpstion Mechanisms*. Taylor and Francis Group, London, UK.
- Handayani, Netri., Aprilia, F., dan Desi, S. 2013, Identifikasi dan Uji Aktivitas Fraksi Teraktif Daun Pacar Kuku (*Lawsonia inermis* Linn.) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherischia coli*, *Jurnal Universitas Sebelas Maret*, 178-185.
- Hendrawan, Nandea Zulfana. 2018, ‘Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Gel *Nanosilver* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* secara in-vitro’, *Skripsi*,

S.farm., Jurusan Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, Indonesia.

- ICH, 2003, *Stability Testing of New Drug Substance and Product QIA (R2)*, Internal Conference of Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use, United State.
- Irianto, K. 2007. *Mikrobiologi (Menuak Dunia Mikroorganisme) jilid 1*. CV. Yrama Widya. Bandung, Indonesia.
- Jawetz, Melnick. 2008, *Medical Microbiology*, Edisi 23, Buku Kedokteran ECG, Jakarta, Indonesia.
- Karsheva, M., Georgieva, S., dan Birov, G. 2007, Flow Behavior Of Two Industrially Made Shampoos, *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, **40(4)**: 323-328.
- Kawashima, Y., Yamamoto, H., Takeuchi, H., and Kuno, Y., 2000, Mucoadhesive DL-lactide/glycolide copolymer nanospheres coated with chitosan to improve oral delivery of elcatonin, *Pharmaceutical Development and Technology*, **5(1)**: 77-85.
- Khairani, Inas, Nuryanti, Sunarto. 2019, Formulasi sediaan hidrogel ekstrak etil asetat bunga kecombrang (*Nicolaia speciosa*) dengan basis HPMC dan uji aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, *Acta Pharm Indo*, **7(1)**: 19-27.
- Kuncari, E.S., Iskandarsyah., dan Praptiwi. 2014, Evaluasi dan Uji Stabilitas Fisik dan Sineresis Sediaan Gel yang Mengandung Minoksidil, Apigenin dan Perasan Herba Seledri (*Apium graveolens L.*), *Bul. Penelit. Kesehatan*, **42(4)**: 213-222.
- Madan, J., and Singh, R. 2010, Formulation and Evaluation of Aloe Vera Topical Gels, *Int J Ph Sci*, **2(2)**: 551-555.
- Mardiyanto *et. al.*, 2019, 'Formulasi dan Evaluasi Sediaan Submikro Partikel Gelasi-Ionik Pembawa Eksrak Dain *Pluchea indica* Sebagai Antibakteri pada Kulit Tikus Putih Galur Wistar', *J Sains Farm Klin*, **6(2)** : 171-179
- Martien, Ronnie *et. al.*, 2012, Perkembangan Teknologi Nanopartikel Sebagai Sistem Penghantaran Obat, *Majalah Farmaseutik*, **8(1)**
- Merdaw, M.A., 2009, *Inhibition of Bacterial Growth by Lawsonia inermis (henna) Leaf Extracts In Vitro*, **22 (4)**.
- Mulyana, Sri. 2016, 'Pengaruh Propilen Glikol Terhadap Penetrasi Gel Hesperidin Secara *In Vitro*', *Naskah Publikasi*, Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran Universitas Tanjung Pura, Pontianal, Indonesia.

- Mohanraj, U.J., and Chen, Y. 2006, Nanoparticles: A Review, *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, **5(1)**: 561-573.
- Nanda, Angga Cipta, Boestro Soebagio, Sriwidodo. 2010, Pengaruh Propilen Glikol Terhadap Laju Difusi Krim natrium Diklofenak Dengan Basis Hdrofobik Secara *In Vitro*, *J.Trop. Pharm. Chem*, **1(1)**
- Natasia, Ayu., Heru Nurcahyo, Akhmad Aniq. 2017, Formulasi dan Uji Sifat Fisik Sediaan Gel Dari Ekstrak Daun Pacar Kuku (*Lawsonia inermis* Linn.) Sebagai pewarna Rambut Alami, Politeknik Harapan Bersama Tegal, Tegal, Indonesia.
- Ningsih, Wida., Firmansyah, Septi Angraini. 2016, Formulasi dan uji aktivitas antibakteri gel pembersih tangan ekstrak etanol daun kembang bulan (*Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray), *Jurnal Ilmiah Farmasi*, **12 (2)** : 79 – 85
- Niyogi, P., Raju, N.J., Reddy, P.G., dan Rao, B.G. 2012, Formulation and Evaluation of Antiinflammatory Activity of Solanum Pubescens Wild Extracts Gel on Albino Wistar Rats, *International Journal of Pharmacy*, **2(3)**: 484-490.
- Paju, N. 2013, Uji Aktivitas Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) pada Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang Terinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Farmasi UNSTRAT*, **2(1)**, 53.
- Parchuri, D.B., Kumar, G.S., Goli, D. & Karki, R. 2013, Formulation and evaluation of nanoparticulate drug delivery system of acyclovir for topical drug delivery, *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, **2(6)**: 5602 – 5617.
- Palupi, Intan., 2015, Efek kombinasi Eritromisin Dan N-Asetilsistein Terhadap Pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae* Secara *In Vitro*, *Skripsi*, Fakultas Kedokteran Universitas Jember, Jember, Indonesia.
- Pratiwi, S.T. 2008, *Mikrobiologi Farmasi*, Erlangga, Yogyakarta, Indonesia.
- Prindle, R.F., 1983. Phenolic Compound. In: Block S (eds). *Disinfection, Sterilization and Preservation*. **3**: 197-210.
- Rachmalia, N., Mukhlisah, I., Sugihartini, N., Yuwono, T. 2016, Daya iritasi dan sifat fisik sediaan salep minyak atsiri bunga cengkih (*Syzigium aromaticum*) pada basis hidrokarbon, *Majalah Farmaseutik*, **12**: 372-376.
- Rahmawanty, D., N, Yulianti., dan M, Fitriana. 2015, Formulation and evaluation of peel of facial mask containing quercetin with various concentrations of gelatin and glycerin, *Pharmaceutical Media*, **12(1)**: 17-32.

- Raja, W., Ovais, M. & Dubey, A., 2013, Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of *Lawsonia inermis* Leaf Extract, *International Journal of Microbiological Research*, **4 (1)**, 33-36.
- Rajwar, S. & Kantri, P., 2011, Pharmacognostic & Phytochemical Studies on Various Plan Parts of *Lawsonia inermis* (Henna), *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences and Clinical Research*, **1 (3)**, 22-40.
- Ramadhany, I.P. 2019, 'Preparasi dan Karakterisasi Submikro Partikel Ekstrak Benalu Teh (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Dans) Dengan Variasi Konsentrasi Natrium Alginat Sebagai Penyalut dan Uji Antioksidan', *Skripsi*, S.Farm., Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Rijayanti, R. K., 2014, Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Mangga Bacang (*Mangifera foetida* L.) terhadap *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro, *Naskah Publikasi*, Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura, Langkat.
- Rosmania, Yanti F. 2020. Perhitungan jumlah bakteri di Laboratorium Mikrobiologi menggunakan pengembangan metode Spektrofotometri, *Journal Penelitian Sains*, **22 (2)** : 76-86
- Rowe R., Sheskey P. and Quinn M., 2009, *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 6th ed., Pharmaceutical Press, London, UK.
- Rupal, J., Kaushal, J., Mallikarjuna, S.C. & Dipti, P. 2010, Preparation and evaluation of topical gel of valdecoxib, *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, **2(1)**: 5154.
- Saadabi, M.A.A., 2007, Evaluation of *Lawsonia inermis* Linn. (Suddanese Henna) Leaf Extract as an Antimicrobial Agent, *Researsch journal of Biological Science*, **2(4)**, 419-423.
- Saigal, N,S Baboota, A Ahuja, J Ali. 2009, *Microcrystalline cellulose as a versatile excipient in drug research. J. Young Pharm.* **1** : 6-12
- Septiani, S., Wathoni, N., dan Mita, S.R. 2011, Formulasi Sediaan Masker Gel Antioksidan dari Ekstrak Etanol Biji Melinjo (*Gnetum gnemon* Linn.), *Jurnal Unpad*, **1(1)**: 4-24.
- Sikawin, Bryce Maria Brigitha, Paulina V.Y. Yamlean, Sri Sudewi. 2018, Formulasi sediaan gel antibakteri ekstrak etanol tanaman sereh (*Cymbopogon citratus* (DC). Stapf) dan uji aktivitas antibakteri (*Staphylococcus aureus*) secara in vitro, *Pharmacon*, **7 (3)** : 302 – 310
- Sudjono, T.A., Honniasih, M. & Pratimasari, Y.R. 2012, Pengaruh Konsentrasi *Gelling agent* Karbomer 934 dan HPMC Pada Formulasi Gel Lendir Bekicot (*Achatina fulica*) Terhadap Kecepatan Penyembuhan Luka Bakar

- Pada Punggung Kelinci, *Pharmacon Pharmaceutical Journal of Indonesia*, **13(1)**: 6-11.
- Suyudi, S.D. 2014, 'Formulasi gel semprot menggunakan kombinasi karbopol 940 dan hidroksipropil metilselulosa (HPMC) sebagai pembentuk gel', *Skripsi*, S.Farm., Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta, Indonesia.
- Sulaiman, T.N. dan Kuswahyuning, R, 2008, *Teknologi dan Formulasi Sediaan Sediaan Semipadat*, Pustaka Laboratorium Teknologi Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- Susanto, D. Sudrajat, & R. Ruga. 2012. Studi Kandungan Bahan Aktif Tumbuhan Meranti Merah (*Shoea leprosola* Miq) sebagai sumber senyawa antibakteri. *Mulawarman Scientifie*, **11 (12)**, 181-190.
- Suyudi, S.D. 2014, 'Formulasi gel semprot menggunakan kombinasi karbopol 940 dan hidroksipropil metilselulosa (HPMC) sebagai pembentuk gel', *Skripsi*, S.Farm., Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta, Indonesia.
- Syafei, Dedri., Wimpy Prendika, Yulius Dala Ngapa. 2019. Studi *In-Vitro* Ibuprofen Tersalut Alginat-Kitosan, Indonesia E-Journal of Applied Chemistry, Cakra Kimia, **7(2)**
- Syamsuni, H. 2005, *Farmasetika Dasar dan Hitungan Farmasi*, EGC, Jakarta, Indonesia.
- Thwala, L.N. 2010, 'preparation and characterization of chitisan-alginate nanoparticle as a drug delivery system for lipophilic compounds', *Dissertation*, M.Sc., Chemistry, University of Johannesburg, Johannesburg, South Africa.
- Tranggono, R.I., dan Latifah, F. 2007, *Buku Pengantar Ilmu Pengetahuan Kosmetik*, PT. Gramedia, Jakarta, Indonesia.
- Verma, A., Singh, S., Kaur, R., and Jain, U.K. 2013, Formulation and Evaluation of Clobetasol Propionate Gel, *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, **6(5)**.
- Veronica, E.F. dan Dwiastuti R., 2013, 'Optimasi humektan propilen glikol dan gelling agent Carbopol 940 dalam sediaan Gel penyembuh luka ekstrak daun petai cina (*Leucaena leucocephala (lam.) de Wit*)', *Skripsi*, S.farm., Jurusan Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia.
- Voight, R. 1994, *Buku pelajaran teknologi farmasi*, edisi ke-5, diterjemahkan dari Bahasa Inggris oleh Soewandhini, S.N. & Widiyanto, M.B., Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta, Indonesia.

- Wahyuni, S., Hardisaputro, S. & Harjono. 2013, Sintesis nanopartikel perak menggunakan metode poliol dengan agen stabilisator polivinilalkohol (PVA), *Jurnal MIPA*, **1(2)**: 157 – 159.
- Waluyo, L. 2004. Mikrobiologi Umum. Malang, UMM Press, Malang, Indonesia.
- Wendy, F.X. 2019, 'Preparasi dan karakterisasi submikro partikel PLGA berlapis kitosan pembawa eritromisin untuk menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada tikus putih jantan', *Skripsi*, S.farm., Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Inderalaya, Indonesia.
- Yulia, A., Esti, H., Tutiek, P. 2012, Karakteristik Sediaan dan Pelepasan Natrium Diklofenak dalam Sistem Niosom dengan Basis Gel Carbomer 940, *Pharmascientia*, **1(1)**: 2.

