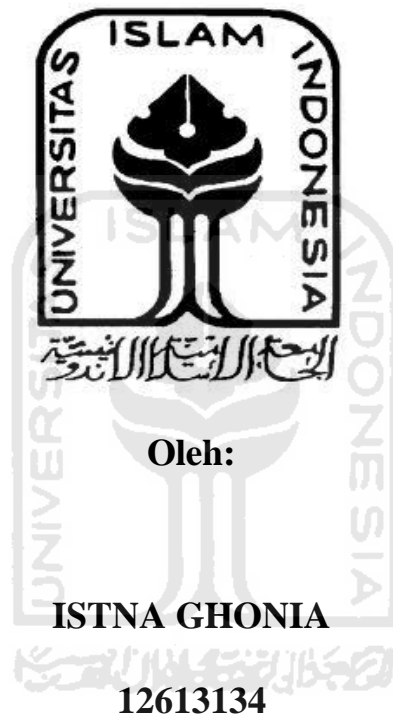


**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI *PATCH* EKSTRAK BATANG
Jatropha multifida L. TERHADAP BAKTERI *Methicillin-*
*Resistant Staphylococcus aureus***

SKRIPSI

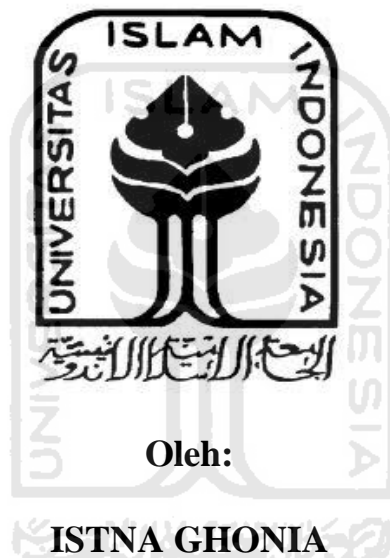


**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
SEPTEMBER 2016**

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI *PATCH* EKSTRAK BATANG
Jatropha multifida L. TERHADAP BAKTERI *Methicillin-*
*Resistant Staphylococcus aureus***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi
(S. Farm) Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam Universitas Islam Indonesia



12613134

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
SEPTEMBER 2016**

SKRIPSI

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI *PATCH* EKSTRAK BATANG
Jatropha multifida L. TERHADAP BAKTERI *Methicillin-*
*Resistant Staphylococcus aureus***

Yang diajukan oleh:

ISTNA GHONIA



Telah disetujui oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Annisa Fitria'.

Annisa Fitria, M.Sc., Apt

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Bambang Hernawan Nugroho'. A blue line extends from the signature towards the right.

Bambang Hernawan Nugroho, M.Sc., Apt

SKRIPSI

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI *PATCH* EKSTRAK BATANG
Jatropha multifida L. TERHADAP BAKTERI *Methicillin-
Resistant Staphylococcus aureus***

Oleh:

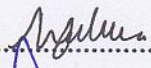
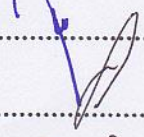
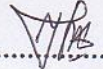
ISTNA GHONIA

12613134

Telah lolos uji etik penelitian dan dipertahankan di hadapan Panitia Penguji
Skripsi Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

Tanggal: 14 September 2016

Ketua penguji : Annisa Fitria, M.Sc., Apt (.....)
Anggota Penguji : 1. Bambang Hernawan N., M.Sc., Apt (.....)
2. Hady Anshory, M.Sc., Apt (.....
3. Oktavia Indrati, M.Sc., Apt (.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia


Drs. Allywar, M. Sc., Ph. D

PERNYATAAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, September 2016

Penulis,



Istna Ghonia



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbi'l'alamiin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT, dengan ridha dan petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi dengan judul “Uji Aktivitas Antibakteri *Patch* Batang *Jatropha Multifida* L. terhadap Bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus*”. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan barakahnya kepada saya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Ibu Annisa Fitria, M.Sc., Apt dan Bapak Bambang Hernawan Nugroho, M.Sc., Apt selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan, masukan, motivasi dan perhatian sejak awal hingga akhir penelitian ini.
3. Bapak Hady Anshory, M.Sc., Apt dan Ibu Oktavia Indrati, M.Sc., Apt selaku dosen penguji skripsi yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang membangun untuk lebih baik kedepannya.
4. Seluruh staf laboratorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan bantuan selama proses penelitian ini berlangsung.
5. Keluarga tercinta Ibu, Bapak, Kakak serta Adik yang tak hentinya memberikan semangat, motivasi dan doa agar tetap gigih, tabah, kuat dan sabar dalam menyelesaikan penelitian.

6. Tim penelitian Selvi Ulandari, Satria Lakna Widya Lestari dan Dina Nur Upizah yang tetap kompak dari awal penelitian hingga selesai penelitian.
7. Billy Febrian Ghafar, Selvi Ulandari, Puspa Febrina Utami, Utin Atika Riani, Tiwik Pertiwi, Trasvivi Anugrahanni, Fera Anggraini, Wahyu Syaif Khan, Anggit Dimas Anggoro, Azmi Laili Hardanti, Friska Rachmanita, Shelina Indah Kusuma serta sahabat-sahabat yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu yang senantiasa memberikan motivasi sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan lancar.
8. Seluruh teman-teman Farmasi khususnya Farmasi 2012 kelas B yang telah banyak memberikan kenangan indah selama duduk di bangku perkuliahan.

Penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekeliruan dalam penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi studi lain, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta masyarakat.

Yogyakarta, September 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. STUDI PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1 Tanaman Jarak Cina (<i>Jatropha Multifida L.</i>).....	4
2.1.1.1 Morfologi Tanaman.....	4
2.1.1.2 Kandungan Kimia Tanaman dan Efek Farmakologis.....	5
2.1.2 Ekstraksi.....	6
2.1.3 Bakteri <i>Mehicillin Resistant Staphylococcus Aureus</i>	7
2.1.3.1 Mekanisme Resistensi.....	7
2.1.4 Antibiotik.....	8
2.1.5 Uji Aktivitas Antimikroba.....	10

2.1.6 <i>Patch</i>	11
2.1.7 Monografi Bahan.....	12
2.2 Landasan Teori.....	16
2.3 Hipotesis.....	16
BAB III. METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Alat dan Bahan.....	17
3.1.1 Alat.....	17
3.1.2 Bahan.....	17
3.2 Cara Penelitian.....	17
3.2.1 Determinasi.....	17
3.2.2 Ekstraksi Batang Jarak Cina.....	18
3.2.3 Identifikasi Bakteri <i>Methicillin Resistant Staphylococcus aureus</i> ...	18
3.2.4 Uji Aktivitas Antibakteri.....	18
3.2.5 Desain Formula.....	19
3.2.6 Pembuatan <i>Patch</i> Ekstrak Batang Jarak Cina.....	20
3.2.7 Evaluasi <i>Patch</i> Ekstrak Batang Jarak Cina.....	21
3.2.7.1 Uji Organoleptis.....	21
3.2.7.2 Uji pH.....	21
3.2.7.3 Uji Ketebalan.....	21
3.2.8 Uji Aktivitas Antibakteri <i>Patch</i> Ekstrak Etil Asetat Batang Jarak Cina dengan Menggunakan Metode difusi disk.....	21
3.3 Analisis Hasil.....	21
3.4 Skema Penelitian.....	22
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Hasil Identifikasi Batang Tanaman Jarak Cina.....	23
4.2. Ekstraksi Simplisia Batang Jarak Cina (<i>Jatropha multifida</i> L.).....	23
4.3. Hasil Identifikasi Bakteri <i>Methicillin Resistant Staphylococcus aureus</i> .	24
4.4. Uji KHM dan KBM dengan Metode Mikrodilusi Cair.....	26
4.5. Hasil Uji Sifat Fisik <i>Patch</i> Ekstrak Etil Asetat Batang Jarak Cina.....	30
4.5.1. Uji Organoleptis.....	30
4.5.2. Uji pH.....	30

4.5.3. Uji Ketebalan.....	31
4.6.Hasil Uji Difusi Disk.....	31
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1.Kesimpulan.....	34
5.2.Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	38



DAFTAR GAMBAR

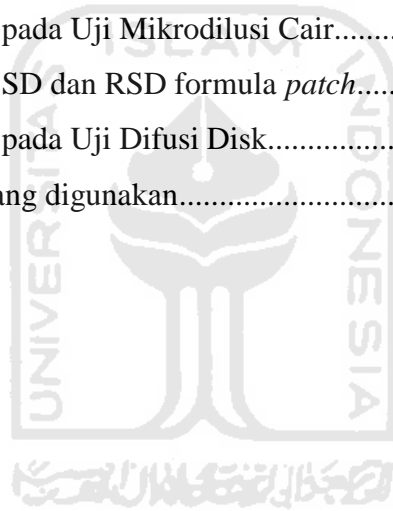
Gambar 2.1. Gambar Tanaman <i>Jatropha Multifida</i> L.....	4
Gambar 2.2. Struktur Kimia HPMC.....	13
Gambar 2.3. Struktur Kimia PVP.....	13
Gambar 2.4. Struktur Kimia PEG 400.....	14
Gambar 2.5. Struktur Kimia Propilen Glikol.....	14
Gambar 2.6. Struktur Kimia Tween 80.....	15
Gambar 2.7. Struktur Kimia Etanol.....	15
Gambar 3.1. Skema Penelitian.....	22
Gambar 4.1. Hasil Identifikasi Bakteri MRSA.....	25
Gambar 4.2. Hasil Uji Mikrodilusi Cair Ekstrak N-Heksan, Etil Asetat, dan Etanol.....	26
Gambar 4.3. Hasil kultur uji mikrodilusi cair ekstrak n-heksan.....	27
Gambar 4.4. Hasil kultur uji mikrodilusi cair ekstrak etil asetat.....	28
Gambar 4.5. Hasil kultur uji mikrodilusi cair ekstrak etanol.....	29
Gambar 4.6. Hasil uji difusi disk <i>patch</i> ekstrak etil asetat batang <i>J.multifida</i>	32
Gambar 4.7. Hasil uji difusi disk kontrol antibiotik, kontrol pelarut dan ekstrak tunggal.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Formula <i>patch</i>	20
Tabel 4.1. Rendemen yang dihasilkan.....	24
Tabel 4.2. Hasil diameter zona jernih pada identifikasi bakteri MRSA.....	25
Tabel 4.3. Hasil KHM dan KBM ekstrak n-heksan <i>Jatropha multifida</i> L. terhadap MRSA.....	27
Tabel 4.4. Hasil KHM dan KBM ekstrak etil asetat <i>Jatropha multifida</i> L. terhadap MRSA.....	28
Tabel 4.5. Hasil KHM dan KBM ekstrak etanol <i>Jatropha multifida</i> L. terhadap MRSA.....	29
Tabel 4.6. Hasil uji organoleptis formula <i>patch</i>	30
Tabel 4.7. Hasil uji pH formula <i>patch</i>	31
Tabel 4.8. Hasil uji ketebalan.....	31
Tabel 4.9. Hasil diameter zona jernih pada uji difusi disk.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Bakteri.....	39
Lampiran 2. Surat Keterangan Keaslian Bahan.....	40
Lampiran 3. Surat Keterangan Determinasi.....	41
Lampiran 4. Gambar ekstrak n-heksan, etil asetat dan etanol.....	42
Lampiran 5. Hasil Formula <i>Patch</i>	43
Lampiran 6. Perhitungan Rendemen Ekstrak.....	44
Lampiran 7. Perhitungan pada Uji Mikrodilusi Cair.....	45
Lampiran 8. Perhitungan SD dan RSD formula <i>patch</i>	48
Lampiran 9. Perhitungan pada Uji Difusi Disk.....	49
Lampiran 10. Alat-alat yang digunakan.....	51



**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI *PATCH* EKSTRAK BATANG
Jatropha multifida L. TERHADAP BAKTERI *Methicillin-
Resistant Staphylococcus aureus***

Istna Ghonia

Program Studi Farmasi

INTISARI

Tanaman jarak cina (*Jatropha multifida* L.) merupakan salah satu tanaman yang sering digunakan sebagai pengobatan tradisional di Indonesia sebagai obat pada luka. Tanaman ini mengandung saponin, flavonoid dan tanin. Aktivitas farmakologi dari jarak cina yaitu antiinflamasi, antipiretik, antioksidan dan antimikroba. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak batang jarak cina (*Jatropha multifida* L.) terhadap bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) serta mengetahui aktivitas antibakteri *patch* ekstrak batang jarak cina terhadap bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus Aureus*. Dilakukan ekstraksi dengan metode soxhletasi bertingkat pada simplisia batang jarak cina dengan pelarut n-heksan (non-polar), etil asetat (semi polar) dan etanol (polar), kemudian ekstrak diuji mikrodilusi untuk memperoleh nilai KHM (Kadar Hambat Minimum) dan KBM (kadar Bunuh Minimum). Ekstrak kemudian dibuat *patch* kemudian diuji difusi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat memiliki aktivitas antibakteri paling aktif dibandingkan dengan ekstrak n-heksana dan ekstrak etanol, dengan Konsentrasi Bunuh Minimal (KBM) 100 µg/ml. Pada penelitian ini digunakan metode difusi untuk mengetahui aktivitas antibakteri dari *patch* ekstrak batang jarak cina. Berdasarkan hasil uji difusi diperoleh bahwa formula 1 merupakan formula terbaik dimana terbentuk zona jernih terbesar yaitu dengan rata-rata sebesar 17,3 mm.

Kata kunci : Tanaman Jarak Cina, Antibakteri, *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*, *patch*

ANTIBACTERIAL ACTIVITY PATCH EXTRACT STEM BARK *Jatropha multifida* L. AGAINST *Methicillin Resistant Staphylococcus Aureus*

Istna Ghonia

Departement of Pharmacy

ABSTRACT

Jatropha multifida L. is a plant that is often used as a traditional medicine in Indonesia as a treatment for wounds. This plant contains saponins, flavonoids and tannins. Pharmacological activities of *J.multifida* are anti-inflammatory, antipyretic, antioxidant and antimicrobial. This study aimed to determine the antibacterial activity of the extract stem bark *J.multifida* against *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) and examine the activity of antibacterial extract patch against *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*. Simplisia *J.multifida* stem bark extracted by soxhletation method with solvent n-hexane (non-polar), ethyl acetate (semi-polar) and ethanol (polar), then extract tested by microdilution method to obtain MIC (Minimum Inhibitory Concentration) and MBC (Minimum Bactericidal Concentration). Patch then tested by the diffusion method. The results of this study showed that the ethyl acetate extract has the most active antibacterial activity compared with n-hexane extract and ethanol extract, with Minimum Bactericidal Concentration (MBC) 100 ug / ml. This study used the diffusion method to determine the activity of antibacterial patch extract stem bark *J.multifida*. Based on diffusion test results showed that Formula 1 is the best formula which formed the largest clear zone with an average of 17,3 mm.

Keywords : *Jatropha multifida* L., antibacterial, *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*, patch

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara yang mempunyai sumber daya alam yang melimpah. Tidak sedikit tanaman yang dapat tumbuh subur di Indonesia yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal seperti sumber bahan baku obat, salah satunya yaitu tanaman jarak cina (*Jatropha multifida* L.).

Tanaman jarak cina (*Jatropha multifida* L.) atau dikenal oleh masyarakat dengan sebutan tanaman yodium termasuk dalam famili *Euphorbiaceae*, genus *Jatropha*⁽¹⁾, yang dapat bermanfaat sebagai obat tradisional untuk obat luar seperti luka baru dan berbagai jenis infeksi dengan langsung mengoleskan getah jarak cina pada luka tersebut⁽²⁾.

Jarak cina dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S.aureus* secara in vitro. Jarak cina memiliki daya antibakteri terhadap bakteri patogen tersebut karena adanya kandungan zat-zat aktif antara lain flavonoid dan tanin⁽³⁾. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa tanaman ini dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan beberapa bakteri lain seperti *Staphylococcus epidermis*⁽⁴⁾, namun masih kurang penelitian terkait dengan aktivitas antibakteri jarak cina terhadap bakteri resisten terhadap antibiotik.

Antibakteri dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Antibakteri yang pertama kali dikenal yaitu penisilin. Antibakteri banyak digunakan untuk keperluan pengobatan penyakit infeksi, misalnya infeksi pada kulit, infeksi pada kelamin, dan lain-lain⁽⁵⁾.

Infeksi kulit yang sering terjadi disebabkan oleh bakteri gram positif seperti *Staphylococcus aureus*. Pengobatan infeksi kulit dapat dilakukan dengan menggunakan antibakteri topikal seperti gel dan *patch*. *Patch* adalah sediaan yang dilekatkan dikulit yang dapat memberikan jumlah dosis tertentu obat sehingga masuk ke dalam jaringan⁽⁶⁾.

Penggunaan antibakteri untuk mengobati infeksi kulit pada beberapa tahun terakhir ini banyak mengalami resistensi ataupun kekebalan. Hal ini dapat

disebabkan karena bakteri telah resisten terhadap antibakteri, misalnya bakteri *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap *methicillin* atau *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). MRSA merupakan bakteri *S.aureus* yang multi resisten terhadap antimikroba turunan *penicillin* dan *methicillin* serta antimikroba spektrum luas *betalactamase* resisten *penicillin*⁽⁷⁾. Pada tahun 2006, di Indonesia prevalensi terjadinya infeksi MRSA berada pada angka 23,5%. Oleh karena itu, mulai dikembangkan antibakteri yang berasal dari tanaman herbal seperti tanaman jarak cina (*Jatropha multifida* L.) untuk menangani infeksi bakteri yang telah resistensi terhadap antibiotik, seperti MRSA.

Pada pembuatan *patch* terdapat beberapa zat tambahan atau eksipien yang dapat ditambahkan pada formula yaitu pelarut, polimer, *plasticizer* dan *penetration enhancer*. Pada formula digunakan kombinasi polimer HPMC dan PVP. HPMC digunakan karena dapat meningkatkan pengembangan dari *patch* dan memiliki pelepasan obat yang terkontrol⁽⁸⁾. PVP dapat meningkatkan penetrasi obat yang ada dalam *patch*. Kombinasi antara dua polimer tersebut dapat menghasilkan polimer yang halus, transparan, homogen, fleksibel serta memiliki ketebalah *patch* yang masuk dalam rentang ketebalan yang baik⁽⁹⁾.

Jatropha multifida L. berfungsi sebagai antimikroba, antioksidan dan potensial toksisitas⁽¹⁰⁾. Tanaman jarak mempunyai toksisitas yang tinggi, maka peneliti bermaksud untuk membuat dalam sediaan *patch*. *Patch* dipilih karena memiliki fleksibilitas yang tinggi dan lebih mudah digunakan oleh pasien dibandingkan dengan bentuk sediaan yang lain. Selain itu, *patch* juga lebih akurat dalam pemberian dosis dibandingkan dengan sediaan gel maupun salep sehingga dapat mengurangi resiko toksisitas⁽¹¹⁾. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dimaksudkan untuk menguji aktivitas antibakteri *patch* ekstrak batang tanaman jarak cina terhadap bakteri MRSA dengan metode difusi.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

- 1.2.1. Bagaimana aktivitas antibakteri dari ekstrak n-heksana, etil asetat, dan etanol batang jarak cina terhadap bakteri MRSA?

- 1.2.2. Bagaimana aktivitas antibakteri *patch* ekstrak batang jarak cina terhadap bakteri MRSA?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- 1.3.1. Untuk mengetahui bagaimana aktivitas antibakteri dari ekstrak n-heksan, etil asetat dan etanol batang jarak cina terhadap bakteri MRSA.
- 1.3.2. Untuk mengetahui bagaimana aktivitas antibakteri *patch* ekstrak batang jarak cina terhadap bakteri MRSA.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- 1.4.1. Bagi peneliti, hasil penelitian ini bermanfaat untuk menambah ilmu pengetahuan khususnya mengenai manfaat dan kegunaan tanaman jarak cina (*Jatropha multifida* L.).
- 1.4.2. Bagi Perguruan Tinggi, hasil penelitian ini dapat dijadikan suatu referensi mengenai aktivitas antibakteri *patch* ekstrak batang jarak cina (*Jatropha multifida* L.).
- 1.4.3. Bagi peneliti lain, informasi yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian lanjutan.
- 1.4.4. Bagi masyarakat, dapat diperoleh pengobatan alternatif dengan menggunakan bahan alam dengan efek samping yang lebih minimal dibandingkan dengan obat sintesis.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Tanaman jarak cina (*Jatropha multifida* L.)

2.1.1.1. Morfologi Tanaman

Berikut adalah klasifikasi dari tanaman jarak cina :



Gambar 2.1. Gambar tanaman *Jatropha multifida* L.⁽²⁾

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub Kelas	: Rosidae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: <u>Euphorbiaceae</u>
Genus	: <u>Jatropha</u>
Spesies	: <i>Jatropha multifida</i> L.

Tanaman jarak cina (*Jatropha multifida* L.) merupakan salah satu tanaman penghasil bahan baku industri yaitu minyak kastor (*castor oil*). Jenis ini berbuah semusim dimana pada umur 4 bulan sudah dipanen, hidup di daerah tropis maupun subtropis, serta dapat tumbuh pada ketinggian 0–800 meter diatas

permukaan laut. Tanaman jarak cina tumbuh baik pada tanah ringan, yakni lempung berpasir, cukup mengandung bahan organik dan mempunyai drainase serta aerasi baik dengan pH 5-6,5. Tanaman ini tidak tahan genangan air walaupun hanya beberapa hari, selain itu juga tidak tahan pada tanah berkadar garam tinggi. Tanaman jarak cina toleran terhadap kondisi kering sehingga tersebar pada areal bercurah hujan rendah yaitu 300-700 mm/tahun dan mampu menghasilkan biji pada musim kemarau ketika tanaman lain tidak mampu tumbuh.

Ciri dari tanaman jarak cina adalah memiliki buah muda yang berwarna hijau dan berubah coklat setelah tua. Buahnya berduri lemah seperti rambutan. Daging buahnya berwarna putih sedangkan bijinya berwarna coklat hampir hitam. Bijinya mengandung glikoprotein yang bersifat racun sering disebut juga sebagai risin⁽¹²⁾. Getah jarak cina sering digunakan untuk menghentikan pendarahan luar karena memiliki senyawa alkaloid bernama *jatrophine* yang dapat mempercepat proses pembekuan darah.

Perbanyak tanaman ini dapat dilakukan dengan menggunakan biji dan setek. Tanaman ini ditanam pada tempat yang cukup sinar matahari atau sedikit terlindung. Pemeliharaan tanaman ini cukup mudah, hanya membutuhkan penyiraman secukupnya dan pemupukan, terutama pupuk dasar berupa kompos atau pupuk organik⁽¹³⁾, oleh karena itu dapat dikatakan bahwa tanaman ini memiliki tingkat ketersediaan yang tinggi sehingga jika dibuat dalam sediaan obat maka ketersediaan obatpun akan tinggi.

2.1.1.2. Kandungan Kimia Tanaman dan Efek Farmakologis

Kandungan kimia yang terdapat dalam tanaman ini yaitu *n-l-triakontanol*, *alpha-amirin*, *kampesterol*, *stigmast-5-ene-3beta*, *alpha diol*, *stagunaterol*, *beta-sitosterol*, *iso-viteksin*, *viteksin*, *7-keto-beta-sitosterol*, dan HCN. Jarak cina mempunyai rasa yang agak pahit atau netral. Aktivitas yang dapat berwujud sebagai efek farmakologis dari tanaman ini yaitu sebagai antiinflamasi, menghambat perdarahan, merangsang selaput lendir, dan beracun. Efek farmakologis yang muncul terutama diperoleh dari penggunaan getah jarak cina⁽¹⁴⁾.

Penggunaan batang tanaman *J.multifida* dapat meningkatkan jumlah keping darah yang berperan dalam proses penyembuhan luka (trombosit) pada mus muculus (tikus percobaan)⁽¹⁵⁾.

2.1.2. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan kegiatan penarikan senyawa kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair. Proses ekstraksi bermula dari penggumpalan ekstrak dengan pelarut, kemudian terjadi kontak antara bahan dan pelarut sehingga pada bidang datar antarmuka bahan ekstraksi dan pelarut terjadi pengendapan massa⁽¹⁶⁾.

Ekstraksi dengan pelarut dapat dilakukan dengan cara dingin seperti maserasi dan perkolasi, dan cara panas seperti refluks, soxhletasi dan destilasi uap. Ekstraksi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan cara soxhletasi. Soxhletasi merupakan penyarian berkesinambungan menggunakan bantuan panas yang dilakukan menggunakan *soxhlet extractor*⁽¹⁷⁾.

Keuntungan metode ini adalah memerlukan pelarut dalam jumlah yang kecil (ekonomis), sari yang diperoleh dalam konsentrasi yang besar, setelah proses ekstraksi pelarut tunggal dapat diperoleh kembali, dan simplisia selalu mendapatkan suplai pelarut bebas zat aktif terus menerus. Kerugian metode ini membutuhkan waktu yang cukup lama, tidak bisa digunakan untuk simplisia dalam jumlah besar, memerlukan energi yang tinggi, dan tidak bisa digunakan untuk senyawa yang tidak tahan panas⁽¹⁷⁾.

Adapun mekanisme kerja *soxhlet extractor* yaitu pelarut dipanaskan kemudian akan menguap, berkondensasi dan membanjiri simplisia. Beberapa senyawa kemudian akan terlarut pada pelarut tersebut. Ketika pelarut hampir penuh, secara otomatis pelarut akan turun ke bawah menuju labu alas bulat, hal ini disebut dengan sirkulasi. Sirkulasi ini bisa terjadi berulang kali, hingga penyarian sempurna⁽¹⁷⁾.

Pada penelitian ini, ekstraksi dilakukan secara bertingkat. Ekstraksi bertingkat merupakan ekstraksi yang dilakukan dengan menggunakan beberapa pelarut dengan kepolaran yang berbeda-beda. Ekstraksi ini dilakukan dengan tujuan untuk melarutkan senyawa berdasarkan dengan sifat pelarutnya. Pelarut

polar akan melarutkan senyawa polar, pelarut organik akan melarutkan senyawa organik, dan pelarut non polar akan melarutkan senyawa anorganik dan garam dari asam maupun basa⁽¹⁷⁾.

2.1.3. Bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus*

MRSA merupakan galur spesifik dari bakteri *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap antimikroba semua turunan *penicillin* dan *methicillin* serta antimikroba spektrum luas *betalactamase* resisten *penicillin*. MRSA juga resisten terhadap antibiotik betalaktam, makrolida, tetrasiklin, kloramfenikol, dan kuinolon.

MRSA mengalami resistensi karena perubahan genetik yang disebabkan oleh paparan terapi antibiotik yang tidak rasional. Transmisi bakteri berpindah dari satu pasien ke pasien lainnya melalui alat medis yang tidak diperhatikan sterilitasnya. Transmisinya dapat pula melalui udara maupun fasilitas ruangan, misalnya selimut atau kain tempat tidur⁽¹⁸⁾.

Faktor-faktor resiko terjadinya MRSA antara lain lingkungan, populasi, kontak olahraga, kebersihan individu, riwayat perawatan, riwayat operasi, riwayat infeksi dan penyakit, riwayat pengobatan, serta kondisi medis⁽¹⁹⁾.

Pada beberapa dekade belakangan, insiden infeksi MRSA terus meningkat diberbagai belahan dunia. Di Asia, prevalensi infeksi MRSA kini mencapai 70%. Sementara di Indonesia pada tahun 2006 prevalensinya berada pada angka 23,5%⁽²⁰⁾.

2.1.3.1. Mekanisme resistensi

Resistensi bakteri terhadap *penicillin* dan antibiotik β -laktam lain dapat disebabkan oleh satu dari empat mekanisme umum, yaitu :

- a. Inaktivasi antibiotik oleh enzim betalaktamase (β -laktamase)
- b. Modifikasi target *Penicillin Protein Binding* (PBP)
- c. Gangguan penembusan obat ke target PBP
- d. Effluks

Produksi enzim β -laktamase merupakan mekanisme resistansi yang paling sering terjadi. Terdapat ratusan enzim β -laktamase yang telah diidentifikasi, bahkan ada enzim β -laktamase yang diproduksi oleh spesies bakteri tertentu yang

mempunyai spesifisitas terhadap suatu substrat. Pengubahan target PBP merupakan dasar resistensi terhadap *methicillin* dalam *Staphylococci*. Organisme (bakteri) yang resisten ini akan memproduksi PBP dengan afinitas rendah pada pengikatan antibiotik β -laktam, sebagai konsekuensinya, organisme ini tidak terhambat kecuali pada konsentrasi obat tinggi yang biasanya tidak tercapai secara klinis⁽²¹⁾.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan resistensi bakteri terhadap antibiotik, antara lain yaitu penggunaan antibiotik yang tidak tepat (*irrational*), pengetahuan yang salah tentang pemberian antibiotik dalam penanganan penyakit meskipun disebabkan oleh virus, penggunaan antibiotik dalam jumlah besar seperti peresapan dalam jumlah besar, penggunaannya sebagai suplemen rutin untuk profilaksis atau merangsang pertumbuhan hewan ternak, promosi komersial dan penjualan besar-besaran oleh perusahaan farmasi, penggunaan monoterapi pada beberapa kasus infeksi yang berat dan lemahnya pengawasan yang dilakukan pemerintah dalam distribusi dan pemakaian antibiotika⁽²¹⁾.

2.1.4. Antibiotik

Antibiotik merupakan semua substansi yang dapat menghambat pertumbuhan organisme hidup yang lain, khususnya mikroorganisme. Berdasarkan mekanisme kerjanya, antibiotik dibedakan menjadi⁽²²⁾:

1. Antibiotik yang menghambat sintesis dinding sel

Antibiotik ini adalah antibiotik yang merusak lapisan peptidoglikan pada bakteri gram positif maupun bakteri gram negatif⁽²²⁾.

2. Antibiotik yang merusak membran plasma

Antibiotik golongan ini umumnya adalah antibiotik golongan peptide yang bekerja dengan menguak permeabilitas membran plasma sel mikroorganisme⁽²²⁾.

3. Antibiotik yang menghambat sintesis protein

Antibiotik ini berikatan pada subunit 30S ribosom bakteri (beberapa juga terikat pada subunit 50S ribosom) dan menghambat translokasi peptidyl tRNA dan menyebabkan kesalahan pembacaan mRNA sehingga mengakibatkan

bakteri tidak mampu melakukan proses sintesis protein vital untuk pertumbuhannya⁽²²⁾.

4. Antibiotik yang menghambat sintesis asam nukleat

Penghambatan terhadap sistem metabolit esensial antara lain dengan adanya kompetitor berupa antimetabolit, yaitu substansi yang secara kompetitif menghambat metabolit mikroorganisme karena memiliki struktur yang mirip dengan substrat normal bagi enzim metabolisme⁽²²⁾.

Antibiotik terbagi menjadi dua berdasarkan spektrumnya, yaitu spektrum luas dan spektrum sempit. Antibiotik spektrum luas yaitu antibiotik yang efektif digunakan terhadap berbagai jenis bakteri baik gram positif maupun gram negatif. Sedangkan antibiotik spektrum sempit yaitu antibiotik yang hanya dapat digunakan untuk satu jenis bakteri yakni bakteri gram positif atau gram negatif⁽³⁾.

Pada penelitian ini digunakan beberapa antibiotik yaitu :

a. Siprofloksasin

Siprofloksasin merupakan antibiotik sintetik golongan quinolon yang bekerja dengan menghambat DNA-girase. Siprofloksasin efektif terhadap bakteri yang resisten terhadap antibiotik lain misalnya penisilin, aminoglikosida, sefalosporin dan tetrasiklin. Siprofloksasin efektif terhadap bakteri gram-negatif dan gram-positif. Penggunaannya antara lain untuk mengobati infeksi saluran kemih, infeksi saluran napas (sinusitis, pneumonia, bronkitis) dan juga infeksi kulit.

b. Sefoksitin

Sefoksitin merupakan antibiotik golongan sefalosporin. Antibiotik golongan ini pertama kali diproduksi oleh jamur *Cephalosporium* dengan mencegah sintesis dinding sel bakteri. Antibiotik golongan sefalosporin paling berguna terhadap bakteri gram-positif, namun telah dilakukan beberapa penelitian yang mengatakan bahwa antibiotik golongan ini efektif terhadap bakteri gram-negatif. Golongan sefalosporin sangat berguna melawan bakteri resisten penisilin dan sering digunakan sebagai pengganti penisilin.

c. Ampisilin

Ampisilin merupakan antibiotik golongan beta-laktam termasuk keluarga penisillinum yang mempunyai spektrum luas, aktif terhadap bakteri gram negatif maupun gram positif.

Ampisilin adalah bakterisidal yang bekerja dengan cara menghambat secara irreversibel aktivitas enzim transpeptidase yang dibutuhkan untuk sintesis dinding sel bakteri, secara spesifik ampisilin menghambat tahap tiga-tahap akhir dari proses sintesis dinding sel bakteri yang merupakan awal dari kehancuran sel bakteri tersebut.

2.1.5. Uji aktivitas antimikroba

Uji aktivitas antimikroba dapat dilakukan dengan beberapa cara atau metode, yaitu diantaranya :

a. Metode Difusi

Ada beberapa cara pengujian menggunakan metode difusi, yaitu :

1) Kirby-bauwer (difusi disk)

Metode difusi disk atau Kirby bauwer dilakukan dengan menggunakan ose steril dicelupkan dalam suspensi bakteri dengan konsentrasi 10^8 CFU/ml kemudian dioleskan pada permukaan media agar hingga rata. Pada permukaan media diletakan kertas cakram atau disk yang mengandung larutan antibakteri dan diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C .

Metode difusi disk (*Bauer-Kirby method*) adalah metode yang telah ditemukan sejak tahun 1960. Metode ini lebih sering digunakan dalam uji antibakteri karena *reliable*, *flexible*, biaya rendah dan sederhana. Namun metode ini kurang cocok untuk menentukan nilai KHM dibandingkan dengan metode dilusi karena tidak mungkin mengukur jumlah senyawa uji yang berdifusi kedalam media agar⁽²³⁾.

2) Sumuran

Difusi sumuran dilakukan dengan cara suspensi bakteri diratakan pada medium agar, kemudian agar tersebut dibuat sumuran dengan garis tengah tertentu menurut kebutuhan. Larutan antibiotik yang digunakan

diteteskan ke dalam sumuran. Diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Dibaca hasilnya. Kadar minimal yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan mikroba dan membunuh mikroba, masing-masing dikenal sebagai kadar hambat minimum (KHM) dan kadar bunuh minimum (KBM). Antimikroba tertentu aktivitasnya dapat meningkat dari bakteristatik menjadi bakterisidal bila kadar antimikrobanya ditingkatkan melebihi KHM.

3) Cara *Pour plate*

Suspensi bakteri dengan konsentrasi 10^8 CFU/ml diambil dengan menggunakan ose steril dan dimasukkan kedalam media cair. Setelah suspensi bakteri dibuat homogen dituang pada media dan dibiarkan membeku, kemudian di atasnya diletakan disk dan diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C.

b. Metode Dilusi

Metode ini digunakan antimikroba dengan kadar yang menurun secara bertahap, baik dengan media cair maupun media padat. Keuntungan utama dari metode ini yaitu dapat memperkirakan konsentrasi senyawa uji dalam media agar atau suspensi *broth*, biasanya digunakan untuk penentuan nilai KHM. Pada metode dilusi agar, media diinokulasikan dengan organisme uji dan sampel yang diuji dicampur dengan inokulum. Material diinokulasikan dan pertumbuhan mikroorganisme dapat terlihat dan dibandingkan dengan kultur kontrol yang tidak mengandung sampel uji. Pengujian diulang dengan variasi dilusi sampel uji dalam media kultur dan menentukan dilusi yang paling tinggi dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme sampel⁽²⁴⁾. Tahap akhir metode ini yaitu dilarutkan antimikroba dengan kadar untuk menghambat ataupun mematikan. Uji kepekaan dengan cara dilusi cair menggunakan tabung reaksi, tidak praktis dan jarang dipakai. Namun kini ada cara yang lebih sederhana dan banyak digunakan yakni menggunakan *microdilution plate*. Keuntungan uji mikrodilusi cair yaitu dapat memberi hasil kuantitatif yang menunjukkan jumlah antimikroba yang dibutuhkan

untuk mematikan bakteri. Pertumbuhan mikroorganisme ditunjukkan oleh adanya kekeruhan pada sumur plat⁽²³⁾.

2.1.6. Patch

Patch merupakan sediaan yang dapat dilekatkan pada kulit yang dapat memberikan jumlah dosis tertentu obat sehingga masuk kedalam kulit dan menimbulkan suatu efek. Terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan dari sediaan *patch* yaitu sebagai berikut⁽²⁵⁾ :

1. Kelebihan
 - a. Menghindari metabolisme obat pertama.
 - b. Mengurangi terjadinya fluktuasi kadar obat dalam plasma sehingga mengurangi efek samping yang terjadi.
 - c. Bermanfaat untuk obat-obat dengan waktu paruh yang pendek dan indeks terapi yang kecil.
 - d. Mencegah rusaknya obat-obat yang tidak tahan terhadap pH saluran pencernaan.
 - e. Mudah untuk menghentikan pemberian obat jika terjadi kesalahan dalam pemberian obat sehingga dapat mencegah terjadinya toksisitas.
 - f. Mengurangi frekuensi pemberian dosis obat sehingga dapat meningkatkan kepatuhan pasien.
2. Kekurangan
 - a. Tidak sesuai untuk obat-obat yang iritatif terhadap kulit.
 - b. Hanya obat dengan kriteria tertentu (yang dapat menembus kulit).
 - c. Efek terapi yang timbul lebih lambat dibandingkan pemberian secara oral.

2.1.7. Monografi Bahan

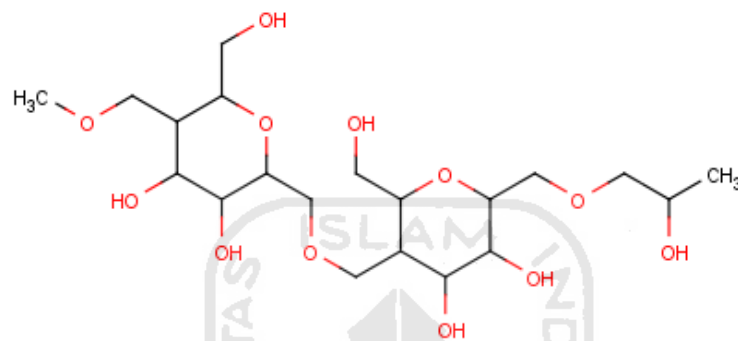
Bahan-bahan yang digunakan mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Hidroksipropil Metilselulosa (HPMC)

HPMC mempunyai pemerian berupa serbuk tidak berbau dan tidak berasa, serat putih atau putih krem, atau serbuk granul. HPMC larut dalam air dingin, membentuk larutan koloid kental, praktis tidak larut dalam air panas, kloroform, etanol (95%) dan eter, tetapi larut dalam campuran etanol dan diklorometan, campuran metanol dan diklorometan, dan campuran air dan

alkohol. HPMC tidak kompatibel dengan beberapa agen pengoksidasi. Jika bersifat non ionik, HPMC tidak membentuk kompleks dengan garam metalik atau ion organik menjadi endapan yang tidak larut. HPMC merupakan bahan yang stabil meskipun bersifat higroskopis setelah pengeringan. Larutan HPMC stabil pH 3-11. HPMC digunakan sebagai polimer dalam formulasi *patch*⁽⁸⁾.

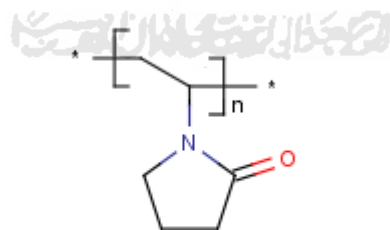
HPMC atau hipromelosa mempunyai struktur kimia sebagai berikut :



Gambar 2.2.struktur kimia HPMC⁽²⁶⁾

b. Polivinil Pirolidon (PVP)

Struktur kimia polivinil pirolidon yaitu :



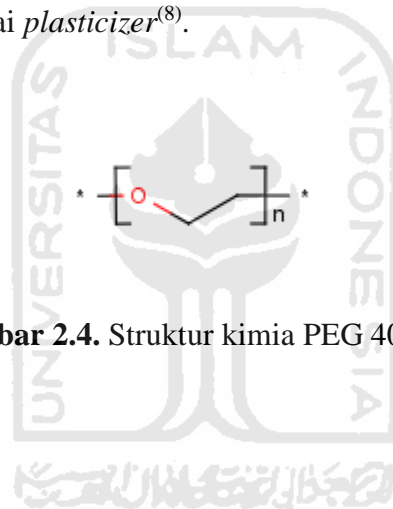
Gambar 2.3. struktur kimia polivinil pirolidon⁽²⁶⁾

Polivinil pirolidon mempunyai pemerian berupa serbuk berwarna putih sampai krem, rasa pahit dan tidak berbau. Kelarutan PVP yaitu mudah larut dalam etanol (95%), kloroform, asam, keton, dan air. Praktis tidak larut dalam eter hidrokarbon dan minyak mineral. PVP stabil pada suhu 110-130°C, mudah terurai dengan adanya udara dari luar, dapat bercampur dengan air, dan stabil

bila disimpan ditempat dingin. Jika ditambahkan thimerosol akan membentuk senyawa kompleks, kompatibel terhadap organik alami, resin sintetik, dan senyawa lainnya. PVP dalam formulasi *patch* digunakan sebagai polimer⁽⁸⁾.

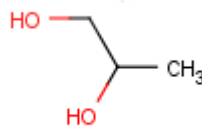
c. Polietilen Glikol 400 (PEG 400)

Polietilen Glikol merupakan polimer etilen oksida dan air. Polietilen glikol (200-600) berupa cairan, sedangkan polietilen glikol (lebih dari 1000) berupa padatan pada suhu lingkungan. PEG 200-600 mempunyai pemerian berupa cairan kental, tidak berwarna atau sedikit berwarna kuning, bau dan pahit, rasa sedikit terbakar. PEG mempunyai kelarutan yaitu larut dalam air dan larut dalam semua bagian dengan PEG jenis lain. PEG 400 dalam formulasi *patch* digunakan sebagai *plasticizer*⁽⁸⁾.



Gambar 2.4. Struktur kimia PEG 400⁽²⁶⁾

d. Propilen Glikol



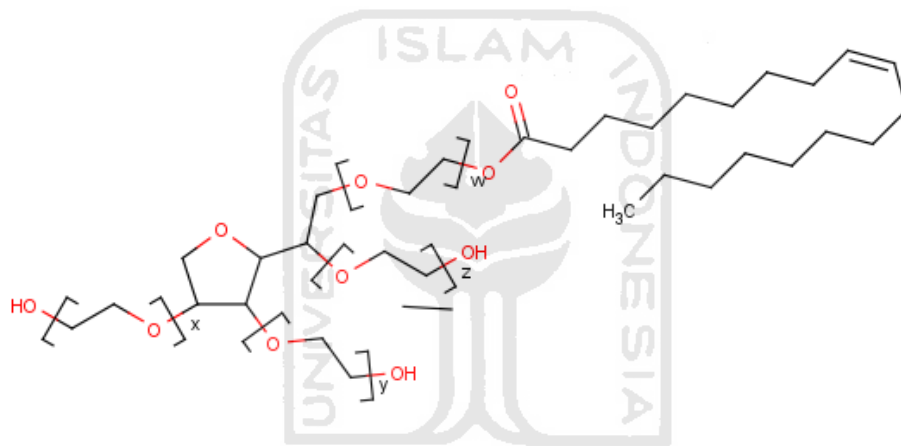
Gambar 2.5. Struktur kimia propilen glikol⁽²⁶⁾

Propilen glikol atau sinonimnya *methyl glycol*, *propylenglycolum*, *methyl ethyleneglycol*. Propilen glikol dapat berfungsi sebagai bahan pengawet, *plasticizer*, agen penstabil, pelarut, dan kosolven. Pemerianya yaitu kental, tidak berwarna, praktis tidak berbau cair, dengan manis, rasa sedikit tajam menyerupai gliserin. Propilen glikol larut dalam aseton, kloroform, dan etanol

(95%), gliserin, dan air, tidak larut dalam minyak atau mineral tetap ringan, tetapi larut dalam beberapa minyak esensial⁽⁸⁾.

e. Tween 80

Tween atau sinonimnya polisorbat 80 merupakan hasil kondensasi oleat dari sorbitol dan anhidridanya dengan etilendioksida. Tiap molekul sorbitol dan anhidridanya berkondensasi dengan lebih kurang 20 molekul etilen-dioksida. Pemerian tween 80 yaitu berupa cairan kental seperti minyak, jernih, kuning, mempunyai bau asam lemak khas. Kelarutannya mudah larut dalam air, etanol, etil asetat dan methanol, sukar larut dalam paraffin cair dan minyak biji kapas. Tween 80 digunakan sebagai surfaktan⁽²⁷⁾.



Gambar 2.6. Struktur kimia tween 80⁽²⁶⁾

f. Etanol



Gambar 2.7. Struktur kimia etanol⁽²⁶⁾

Etanol mempunyai pemerian yaitu berupa cairan bening, tidak berwarna, bergerak, dan mudah menguap dengan sedikit bau yang khas dan rasa terbakar. Etanol larut dalam kloroform, eter, gliserin, dan air (dengan kenaikan suhu dan kontraksi volume). Etanol digunakan sebagai pelarut dalam formulasi *patch*⁽⁸⁾.

2.2. Landasan Teori

Penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu uji aktivitas antimikroba tanaman *Jatropha multifida* terhadap beberapa jenis bakteri dan jamur. Pada penelitian sebelumnya dilakukan ekstraksi dengan berbagai jenis pelarut seperti metanol dan etil asetat, menyatakan bahwa ekstrak etil asetat memiliki aktivitas yang lebih baik dibandingkan dengan pelarut yang lain⁽²⁸⁾. Berdasarkan uji fitokimia pada penelitian tersebut diketahui bahwa tanaman ini mengandung saponin, steroid, flavonoid, glikosida, dan tanin yang berbeda pada setiap bagian tanaman⁽²⁹⁾. Senyawa flavonoid diketahui dapat memicu aktivitas regenerasi sel sehingga baik untuk pengobatan luka. Pada penelitian sebelumnya dilakukan formulasi *patch* dari beberapa ekstrak dan dinyatakan bahwa *patch* efektif dalam menghantarkan aktivitas antibakteri dari beberapa tanaman namun belum terdapat penelitian penggunaan ekstrak batang jarak cina yang dibuat dalam bentuk *patch*. Aktivitas antimikroba dan efektivitas *patch* ekstrak yang disebutkan dalam beberapa penelitian sebelumnya menjadi dasar bagi peneliti untuk dapat melanjutkan penelitian mengenai efektivitas formula *patch* ekstrak batang *Jatropha multifida* L. terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap *methicillin*. Ekstrak dibuat sediaan dalam bentuk *patch* untuk memudahkan dalam pengaplikasian obat dan mengurangi frekuensi pemberian dosis obat sehingga dapat meningkatkan kepatuhan pasien⁽²⁵⁾.

2.3. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

- 2.3.1. Ekstrak etil asetat batang jarak cina (*Jatropha multifida* L.) mempunyai aktivitas antimikroba yang paling aktif terhadap bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus*.
- 2.3.2. Sediaan *patch* ekstrak batang jarak cina mempunyai efektivitas dalam menghantarkan ekstrak yang bersifat sebagai antibakteri terhadap bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus*.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Alat dan Bahan

3.1.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seperangkat alat soxhletasi, *rotary evaporator (Heidolph-L4000)*, waterbath (*Memmert*), mikroplat 96 well (*Iwaki*), pipet tetes, mikropipet (*Brand*), labu Erlenmeyer (*Pyrex*), autoklaf (*All American*), inkubator (*Memmert*), cawan petri, seperangkat alat gelas (*Pyrex*), timbangan analitik (*Metler Toledo*), spatula, sendok tanduk, pH meter (*Horiba*), *blue tip (Axygen)*, *yellow tip (Biologix)*, jangka sorong, *Laminar Air Flow (ESCO)*, oven (*Memmert*), *homogenizer (IKA)*.

3.1.2. Bahan

Bahan utama yang digunakan yaitu simplisia batang jarak cina yang diperoleh dari Merapi Farma Jalan Kaliurang KM 22 Kabupaten Sleman. Bahan yang digunakan yaitu akuades (Laboratorium Kimia Farmasi UII), bakteri uji (*Methicillin-resistant Staphylococcus aureus*), ekstrak etanol batang jarak cina, ekstrak etil asetat batang jarak cina, ekstrak n-heksan batang jarak cina, etanol 96% (*C.V General*), etil asetat (*C.V General*), HPMC, n-heksan (*C.V General*), *Mueller Hinton Agar (MHA) (Oxoid)*, *Mueller Hinton Broth (MHB) (Oxoid)*, *paperdisk cefoxitin (Oxoid)*, *paperdisk ampicillin (Oxoid)*, *paperdisk siprofloksasin (Oxoid)*, *paperdisk blanko (Oxoid)*, NaCl fisiologis steril, PVP (kualitas farmasetis), PEG 400 (kualitas farmasetis), propilen glikol (kualitas farmasetis), standar McFarland 0,5, tween 80 (kualitas farmasetis).

3.2. Cara Penelitian

3.2.1. Determinasi

Determinasi batang *Jatropha multifida* L. dilakukan di Laboratorium Biologi Farmasi Universitas Islam Indonesia dengan cara

mencocokkan ciri-ciri morfologi tanaman beserta bagian-bagiannya dengan menggunakan buku panduan yaitu buku *Flora of Java Vol II*⁽¹⁾.

3.2.2. Ekstraksi batang jarak cina

Proses ekstraksi dilakukan menggunakan soxhlet dengan pelarut. Pelarut yang digunakan adalah n-heksan sebagai pelarut non polar, etil asetat sebagai pelarut semi polar dan etanol sebagai pelarut polar, masing-masing digunakan 200 mL pelarut. Sebanyak 20 g serbuk sampel kering diekstraksi menggunakan soxhlet hingga semua sarinya tersaring sempurna (warna ekstrak bening). Ekstrak yang diperoleh dari masing-masing tahap ekstraksi dipisahkan dengan menguapkan pelarut menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental.

3.2.3. Identifikasi Bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*

Bakteri *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) disesuaikan kekeruhannya dengan standar Mc Farland 0,5 dengan menambahkan NaCl 0,9%. Suspensi biakan murni diambil menggunakan mikropipet sebanyak 100 μ l dan disebarakan ke permukaan *Mueller-Hinton Agar* dalam cawan petri secara merata. Setelah itu pada permukaan media, diletakkan cakram antibiotik uji yaitu cefoxitin, ampisilin, siprofloksasin dan blanko secara aseptis menggunakan pinset, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Dilakukan pengukuran zona hambat atau zona bening yang terbentuk pada media tersebut. Data zona bening yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan data pada *Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)*⁽³⁰⁾⁽²⁰⁾.

3.2.4. Uji aktivitas antibakteri

a. Sterilisasi

Alat-alat yang akan digunakan untuk pemeriksaan aktivitas antibakteri disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121° C selama 15 menit. Larutan media diuji dengan menggunakan autoklaf dan *Laminar Air Flow* (LAF) disterilkan dengan menggunakan alkohol dan disinari UV selama 30 menit.

b. Mikrodilusi

Dibuat larutan stok ekstrak n-heksan, etil asetat dan etanol dengan konsentrasi masing-masing 2%. Ekstrak dilarutkan kedalam tween 2% dan media *Mueller Hinton Broth*. Disiapkan *microplate 96 well* (9 sumuran untuk perlakuan dan 3 sumuran untuk kontrol). Seri pengenceran yang dibuat antara lain 1%, 0,5%, 0,25%, 0,125%, 0,0625%, 0,03125, 0,0156%, 0,0078%, 0,0039% dengan volume akhir 100 µl. Terdapat 3 kontrol, antara lain kontrol media yang berisi media *Mueller Hinton Broth*, kontrol bakteri yang berisi media *Mueller Hinton Broth* dan bakteri (10^5 CFU/ml), sedangkan kontrol pelarut berisi tween80 2%, media *Mueller Hinton Broth* dan bakteri (10^5 CFU/ml). Pelarut yang digunakan adalah akuades steril. Diinokulasikan semua sumuran (kecuali kontrol media) dengan menggunakan biakan bakteri (10^5 CFU/ml). Diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah itu, dikultur ulang semua perlakuan dan kontrol. Dilakukan *streaking* pada media *Mueller Hinton Agar*. Masing-masing dibuat 2 kali replikasi. Diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Dilihat pertumbuhan bakteri pada media secara visual.

3.2.5. Desain formula

Formula *patch* menggunakan polimer Hidroksipropil Metil Selulosa (HPMC) dan polivinil pirolidon (PVP) dengan perbandingan yaitu formula 1 yaitu 1 : 2, formula 2 yaitu 1 : 1 dan formula 3 yaitu 2 : 1. Perbandingan antara HPMC dengan PVP pada formula 1, formula 2 dan formula 3 berdasarkan hasil optimasi yang diperoleh pada saat pembuatan *patch* ekstrak batang jarak cina (*J.multifida* L.). Adapun formula yang digunakan tercantum pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Formula *patch*

Bahan	Formula		
	I	II	III
Ekstrak etil asetat	0,1	0,1	0,1
batang jarak cina (g)			
HPMC (mg)	200	300	400
PVP (mg)	400	300	200
Tween 80 (2%) (ml)	0,2	0,2	0,2
PEG 400 (ml)	1	1	1
Propilen glikol (ml)	1	1	1
Etanol 96%	Add 10 ml	Add 10 ml	Add 10 ml

Keterangan : Formula 1 = perbandingan HPMC : PVP = 1 : 2
 Formula 2 = perbandingan HPMC : PVP = 1 : 1
 Formula 3 = perbandingan HPMC : PVP = 2 : 1

3.2.6. Pembuatan *patch* ekstrak batang jarak cina

Semua bahan ditimbang sesuai dengan formulasi. Kemudian HPMC dilarutkan dengan menggunakan akuades dingin hingga mengembang selama semalaman. Kemudian pada wadah lain dilarutkan PVP dengan menggunakan etanol 96%. Kedua larutan tersebut dicampur dan diberikan label A. Pada wadah lain, ekstrak etanol batang jarak cina ditambahkan dengan tween 80 kemudian diaduk dan diberi label B. Pada label B ditambahkan dengan PEG 400 dan propilen glikol. Kemudian diberi label C. Pada larutan dengan label A ditambahkan dengan larutan label C, diaduk hingga homogen, ditambahkan etanol 96% hingga 10 ml, kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *homogenizer*. Campuran larutan tersebut dituang kedalam cetakan dan dioven pada suhu 50°C selama 12 jam. *Patch* yang telah kering dikeluarkan dari cetakan dan dilakukan evaluasi.

3.2.7. Evaluasi *patch* ekstrak batang jarak cina

3.2.7.1. Uji organoleptis

Patch diambil secara acak dari masing-masing formula, kemudian dilihat penampilannya secara organoleptis meliputi bentuk, warna dan bau.

3.2.7.2. Uji pH

Uji pH dilakukan dengan menggunakan pH meter digital pada permukaan *patch*.

3.2.7.3. Uji ketebalan

Uji ketebalan *patch* dilakukan dengan menggunakan jangka sorong digital. *Patch* diambil sebanyak 5 buah dari masing-masing formulasi, kemudian ditumpuk dan diukur ketebalannya, kemudian dihitung nilai rata-ratanya.

3.2.8. Uji aktivitas antibakteri *patch* ekstrak etil asetat batang jarak cina dengan menggunakan metode difusi disk

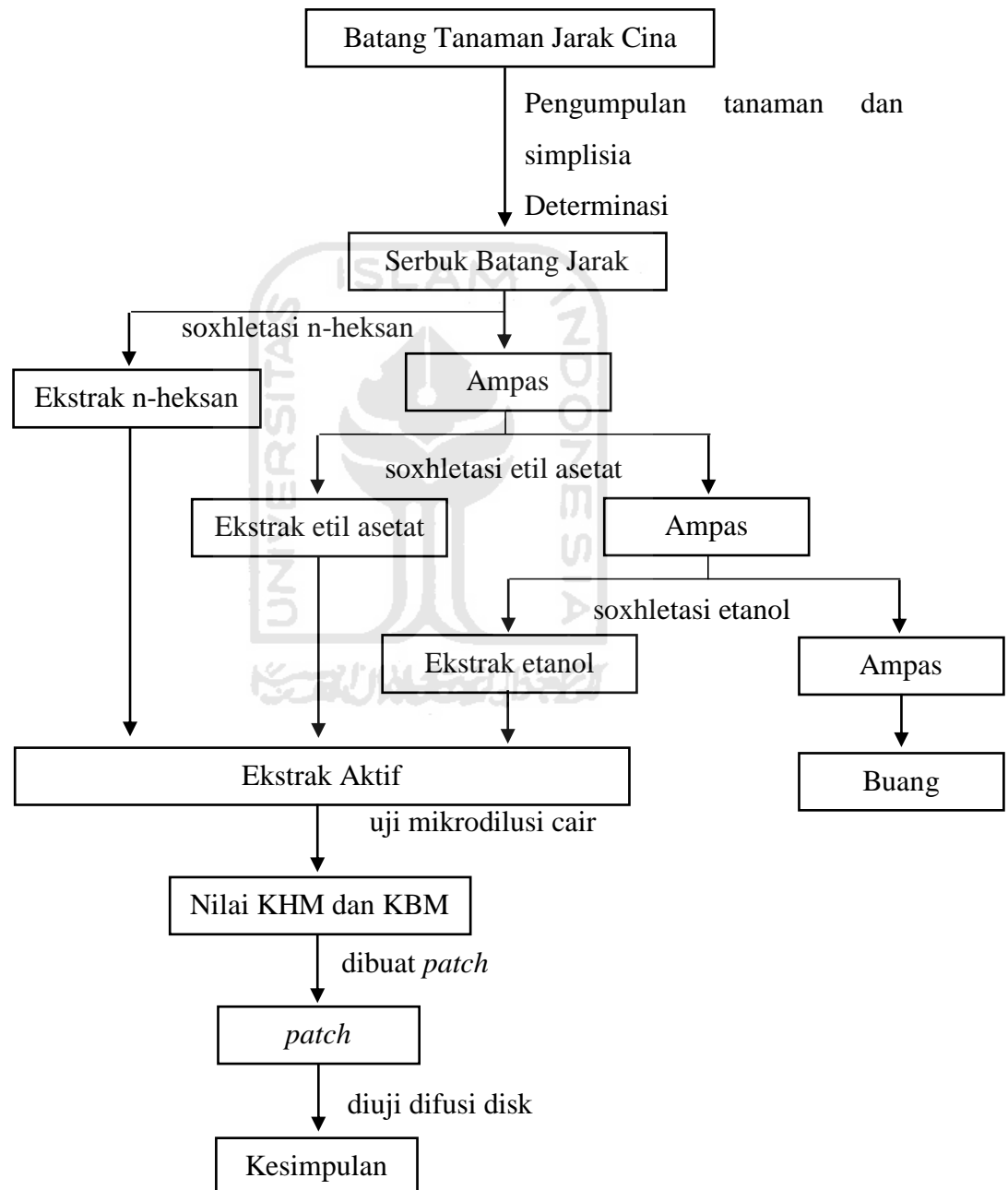
Pengujian antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi. Pada *patch* formula 1, formula 2 dan formula 3 dipotong *patch* dengan ukuran 6 mm. Suspensi bakteri yang telah disesuaikan dengan standar McFarland diambil 100 µl disebar di atas media agar yang telah memadat. Dilekatkan *patch* formula 1, formula 2, formula 3, *patch* blangko, kontrol antibiotik yaitu siprofloksasin, kontrol pelarut yaitu tween 2% serta paper blank berisi ekstrak tunggal pada media yang telah memadat. Diinkubasi pada suhu 37° C selama 24 jam. Diamati zona hambat secara visual kemudian diukur zona hambat.

3.3. Analisis Hasil

Hasil uji daya antibakteri (metode mikrodilusi cair) ekstrak batang jarak cina (*Jatropha multifida* L.) terhadap bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* dilihat dari Kadar Hambat Minimal. Hasil uji daya antibakteri sediaan *patch* ekstrak batang jarak cina pada formula 1, formula 2 dan formula 3.

3.4. Skema Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara soxhletasi bertingkat simplisia batang jarak cina kemudian dilakukan uji mikrodilusi pada masing-masing ekstrak untuk memperoleh nilai KHM dan KBM. Ekstrak dengan aktivitas antibakteri yang paling aktif dibuat *patch* dan dilakukan uji difusi disk.



Gambar 3.1. Skema Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Identifikasi Batang Tanaman Jarak Cina

Batang *Jatropha multifida* L. diperoleh dari Merapi Farma, Sleman, Yogyakarta. Determinasi batang *Jatropha multifida* L. dilakukan di Laboratorium Biologi Farmasi Universitas Islam Indonesia dengan cara mencocokkan ciri-ciri morfologi tanaman beserta bagian-bagiannya dengan menggunakan buku panduan yaitu buku *Flora of Java* Vol II⁽¹⁾. Hasil yang diperoleh dari proses determinasi adalah sebagai berikut :

1b-2b-3b-4b-6b-7b-9b-10b-11b-12b-13b-14a-15a- (Golongan 8) -109b-119b-120b-121b-124b-125b (67. Euphorbiaceae) 1b-3a-4b-5b-6b-7a-8b (Genus *Jatropha*)- (Spesies *Jatropha multifida* L.)

Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan untuk penelitian adalah spesies batang jarak cina (*Jatropha multifida* L.)

4.2. Ekstraksi Simplisia Batang Jarak Cina (*Jatropha multifida* L.)

Ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu zat dari campurannya dengan pembagian sebuah zat terlarut antara dua pelarut yang tidak dapat tercampur untuk mengambil zat terlarut tersebut dari satu pelarut ke pelarut yang lain. Pelarut yang digunakan pada ekstraksi batang jarak cina merupakan pelarut dengan tingkat kepolaran yang berbeda-beda yaitu n-heksana, etil asetat, dan etanol. Pelarut n-heksana termasuk pelarut non polar yang bertujuan untuk melarutkan komponen senyawa yang bersifat non polar seperti alkaloid, triterpenoid, asam lemak, sterol, dan pigmen. Pelarut etil asetat merupakan senyawa semi polar. Ekstraksi dengan menggunakan pelarut etil asetat bertujuan untuk dapat menarik senyawa-senyawa semi polar seperti beberapa jenis alkaloid dan flavonoid. Sedangkan pelarut etanol merupakan senyawa polar. Pelarut etanol digunakan untuk menarik senyawa-senyawa polar seperti flavonoid glikosida, beberapa alkaloid, kumarin, heterosida flavonoid, tannin, saponin, dan senyawa polar lainnya⁽³¹⁾.

Dalam melakukan ekstraksi akan diperoleh persentase rendemen (%Rendemen). Rendemen yaitu perbandingan antara ekstrak yang diperoleh dengan simplisia awal. Tujuan menghitung rendemen adalah untuk membantu peneliti selanjutnya pada saat memperkirakan jumlah serbuk batang *Jatropha multifida* L. yang digunakan untuk menghasilkan ekstrak kental. Rendemen ekstrak hasil ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

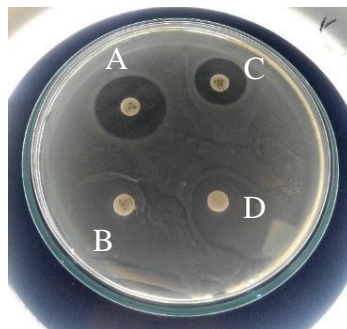
Tabel 4.1. Rendemen yang dihasilkan

Ekstrak	Bobot Ekstrak (gram)	Bobot Serbuk (gram)	Rendemen (% b/b)
N-heksana	4,30	400	1,07
Etil asetat	5,75	400	1,44
Etanol	12,12	400	3,03

Dari hasil ekstraksi serbuk batang *Jatropha multifida* L. sebanyak 20 kali didapatkan hasil rendemen seperti pada tabel 4.1. Rendemen paling tinggi diperoleh pada ekstrak etanol, yaitu 3,03%. Hal ini dapat disebabkan pelarut etanol merupakan pelarut universal yang dapat melarutkan banyak senyawa termasuk senyawa polar dan non polar⁽¹⁾.

4.3. Hasil Identifikasi Bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*

Identifikasi terhadap bakteri MRSA dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa bakteri yang digunakan dalam penelitian ini benar-benar isolat bakteri MRSA atau bakteri yang resisten terhadap antibiotik golongan penisilin. Hasil identifikasi ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Hasil identifikasi bakteri MRSA

Keterangan : Hasil diameter zona jernih yang terbentuk yaitu A. Paperdisk siprofloksasin = 23 mm, B. Paperdisk ampisilin = 0 mm, C. Paperdisk Sefoksitin = 15 mm, D. Paperblank = 0 mm

Tabel 4.2. Hasil diameter zona jernih pada identifikasi bakteri MRSA

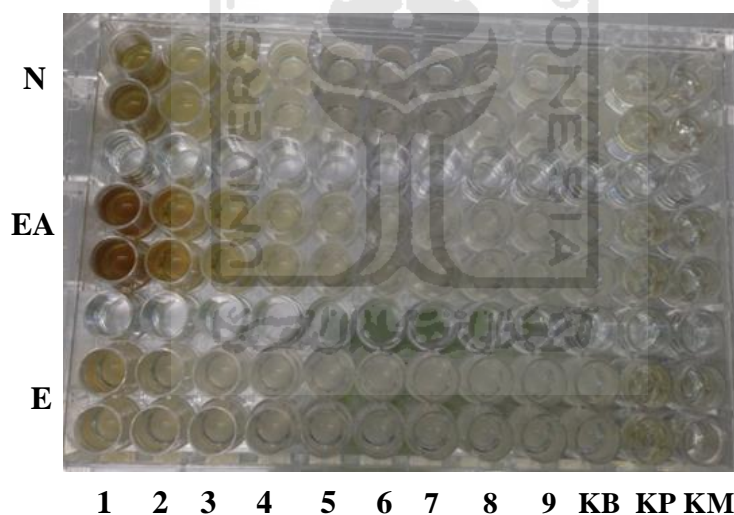
Paperdisk	Kriteria diameter (mm)*			Kriteria KHM ($\mu\text{g/ml}$)*			Diameter (mm)	Keterangan
	S	I	R	S	I	R		
Siprofloksasin	≥ 21	16-20	≤ 15	≤ 1	2	≥ 4	23	Suspectible
Ampisilin	≥ 29	-	≤ 28	$\leq 0,25$	-	$\geq 0,5$	0	Resisten
sefoksitin	≥ 22	-	≤ 21	≤ 4	-	≥ 8	15	Resisten
Blanko	-	-	-	-	-	-	0	-

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat dipastikan isolat bakteri tersebut benar-benar bakteri MRSA. Hasil pada paperdisk ampisilin dapat dilihat dari hasil zona hambat yang terbentuk berdiameter 0 mm yang dapat disimpulkan bahwa bakteri resisten terhadap ampisilin. Hasil pada paperdisk sefoksitin yaitu berdiameter 15 mm yang dapat disimpulkan bahwa bakteri tersebut termasuk ke dalam kategori resisten. Mengacu pada *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI), MRSA merupakan strain yang resisten terhadap metisilin, nafsilin dan oxasilin. Metisilin sudah tidak lagi menjadi agen pilihan untuk pengujian, sehingga digunakan sefoksitin. CLSI merekomendasikan penggunaan sefoksitin untuk menentukan resistensi terhadap *methicillin* untuk *Staphylococcus aureus*⁽³²⁾⁽³³⁾⁽³⁴⁾.

4.4. Uji KHM dan KBM dengan Metode Mikrodilusi Cair

Pengujian nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan nilai Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) dilakukan dengan menggunakan metode mikrodilusi cair. Parameter yang digunakan pada saat pengamatan hasil mikrodilusi cair yaitu kekeruhan dan kejernihan masing-masing *well*. Adapun hasil dari mikrodilusi cair dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Mikrodilusi cair dilakukan pada ekstrak n-heksan, etil asetat dan etanol masing-masing pada *well* dimulai dengan konsentrasi 100 $\mu\text{g/ml}$ dan diakhiri dengan konsentrasi 0,390 $\mu\text{g/ml}$. Pengamatan kejernihan dan kekeruhan dilakukan secara visual pada *well* kurang jelas sehingga dilakukan kultur ulang pada media *Mueller Hinton Agar* untuk memperjelas ada atau tidaknya pertumbuhan bakteri. Hasil dari kultur ulang dapat dilihat pada Gambar 4.3.

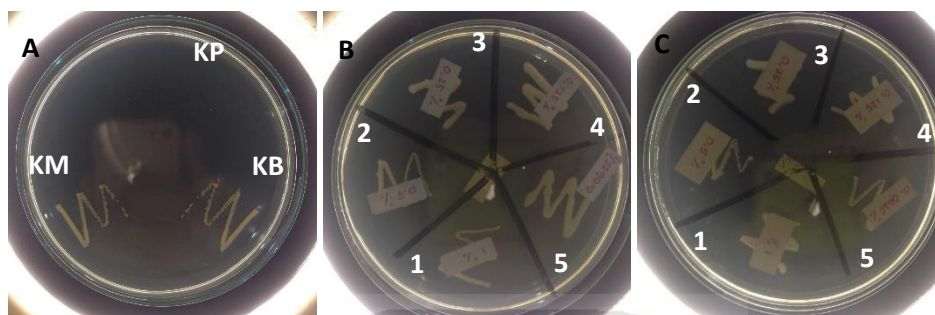


Gambar 4.2. Hasil uji mikrodilusi cair ekstrak n-heksan, etil asetat, etanol

Keterangan : 1 = konsentrasi 100 $\mu\text{g/ml}$, 2 = konsentrasi 50 $\mu\text{g/ml}$, 3 = konsentrasi 25 $\mu\text{g/ml}$, 4 = konsentrasi 12,5 $\mu\text{g/ml}$, 5 = konsentrasi 6,25 $\mu\text{g/ml}$, 6 = konsentrasi 3,125 $\mu\text{g/ml}$, 7 = konsentrasi 1,562 $\mu\text{g/ml}$, 8 = konsentrasi 0,781 $\mu\text{g/ml}$, 9 = konsentrasi 0,390 $\mu\text{g/ml}$, N = ekstrak n-heksan, EA = ekstrak etil asetat, E = ekstrak etanol, KB = kontrol bakteri (media + bakteri 10 μl), KP = kontrol pelarut (media + tween 2% + bakteri 10 μl), KM = kontrol media (media).

Gambar 4.3. merupakan hasil kultur uji mikrodilusi cair ekstrak n-heksan, dapat dilihat bahwa bakteri tetap tumbuh pada semua konsentrasi. Oleh sebab itu,

dapat disimpulkan bahwa pada ekstrak n-heksan tidak mampu menghambat ataupun membunuh bakteri *MRSA* pada konsentrasi minimum. Hasil dua kali replikasi dari kultur uji mikrodilusi cair ekstrak n-heksan batang jarak cina terhadap bakteri *MRSA* (Tabel 4.3).



Gambar 4.3. Hasil kultur uji mikrodilusi cair ekstrak n-heksan

Keterangan : A = kontrol pada uji mikrodilusi cair, KM = kontrol media (media), KP = kontrol pelarut (media + tween 80 2% + bakteri 10 μ l), KB = kontrol bakteri (media + bakteri 10 μ l), B = ekstrak n-heksan replikasi pertama, C = ekstrak n-heksan replikasi kedua, 1 = konsentrasi 100 μ g/ml, 2 = konsentrasi 50 μ g/ml, 3 = konsentrasi 25 μ g/ml, 4 = konsentrasi 12,5 μ g/ml, 5 = konsentrasi 6,25 μ g/ml.

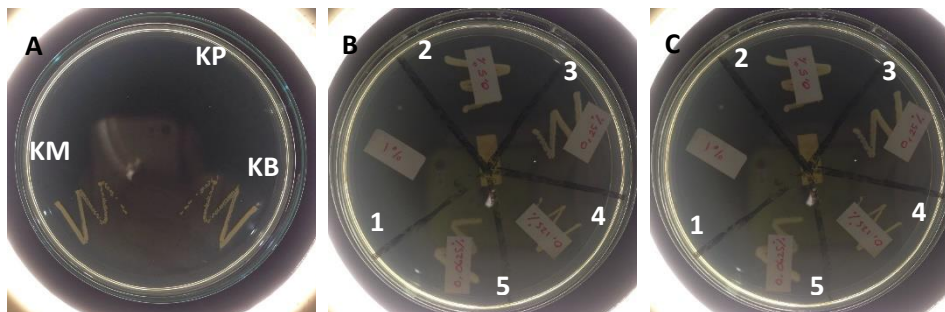
Tabel 4.3. Hasil KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) dan KBM (Konsentrasi Bunuh Minimum) ekstrak n-heksan *Jatropha multifida* L. terhadap *MRSA*

Konsentrasi (μ g/ml)	Pertumbuhan bakteri	
	Replikasi 1	Replikasi 2
100	++	++
50	++	++
25	++	++
12,5	++	++
6,25	++	++

Keterangan: (++) : ada pertumbuhan bakteri

Gambar 4.4. merupakan hasil kultur uji mikrodilusi cair ekstrak etil asetat, dapat dilihat bahwa pada konsentrasi 100 μ g/ml atau yang ditunjukkan dengan nomor 1 tidak ada pertumbuhan bakteri. Oleh sebab itu, ekstrak etil asetat pada konsentrasi 100 μ g/ml dapat dinyatakan sebagai Konsentrasi Bunuh Minimum

(KBM). Hasil dua kali replikasi dari kultur uji mikrodilusi cair ekstrak etil asetat batang jarak cina terhadap bakteri *MRSA* (Tabel 4.4).



Gambar 4.4. Hasil kultur uji mikrodilusi cair ekstrak etil asetat

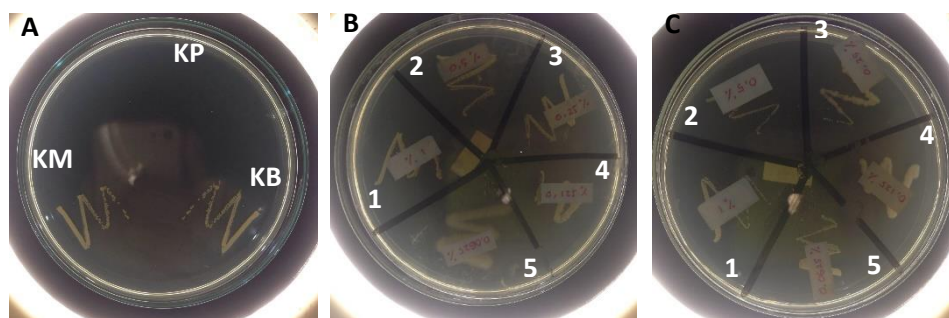
Keterangan : A = kontrol pada uji mikrodilusi cair, KM = kontrol media (media), KP = kontrol pelarut (media + tween 80 2% + bakteri 10 µl), KB = kontrol bakteri (media + bakteri 10 µl), B = ekstrak etil asetat replikasi pertama, C = ekstrak etil asetat replikasi kedua, 1 = konsentrasi 100 µg/ml, 2 = konsentrasi 50 µg/ml, 3 = konsentrasi 25 µg/ml, 4 = konsentrasi 12,5 µg/ml, 5 = konsentrasi 6,25 µg/ml.

Tabel 4.4. Hasil KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) dan KBM (Konsentrasi Bunuh Minimum) ekstrak etil asetat *Jatropha multifida* L. terhadap *MRSA*

Konsentrasi (µg/ml)	Pertumbuhan bakteri		Keterangan
	Replikasi 1	Replikasi 2	
100	-	-	KBM
50	++	++	
25	++	++	
12,5	++	++	
6,25	++	++	

Keterangan: (-) : tidak ada pertumbuhan bakteri, (++) : ada pertumbuhan bakteri

Gambar 4.5. merupakan hasil kultur uji mikrodilusi cair ekstrak etanol, dapat dilihat bahwa bakteri tetap tumbuh pada semua konsentrasi. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa pada ekstrak etanol tidak mampu menghambat ataupun membunuh bakteri *MRSA* pada konsentrasi minimum. Hasil dua kali replikasi dari kultur uji mikrodilusi cair ekstrak etanol batang jarak cina terhadap bakteri *MRSA* (Tabel 4.5).



Gambar 4.5. Hasil kultur uji mikrodilusi cair ekstrak etanol

Keterangan : A = kontrol pada uji mikrodilusi cair, KM = kontrol media (media), KP = kontrol pelarut (media + tween 80 2% + bakteri 10 μ l), KB = kontrol bakteri (media + bakteri 10 μ l), B = ekstrak etanol replikasi pertama, C = ekstrak etanol replikasi kedua, 1 = konsentrasi 100 μ g/ml, 2 = konsentrasi 50 μ g/ml, 3 = konsentrasi 25 μ g/ml, 4 = konsentrasi 12,5 μ g/ml, 5 = konsentrasi 6,25 μ g/ml.

Tabel 4.5. Hasil KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) dan KBM (Konsentrasi Bunuh Minimum) ekstrak etanol *Jatropha multifida* L. terhadap *MRSA*

Konsentrasi (μ g/ml)	Pertumbuhan bakteri	
	Replikasi	Replikasi
	1	2
100	++	++
50	++	++
25	++	++
12,5	++	++
6,25	++	++

Keterangan: (++) : ada pertumbuhan bakteri

Berdasarkan hasil uji mikrodilusi cair dapat disimpulkan bahwa ekstrak etil asetat batang jarak cina memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dengan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) yaitu sebesar 100 μ g/ml. Pada ekstrak n-heksan dan etanol tidak mampu menghambat bahkan membunuh bakteri MRSA pada konsentrasi minimum. Berdasarkan hal ini, maka dapat disimpulkan bahwa ekstrak etil asetat merupakan ekstrak yang paling aktif sebagai antibakteri, sehingga digunakan untuk formula *patch* dengan konsentrasi 100 μ g/ml.

4.5. Hasil Uji Sifat Fisik *Patch* Ekstrak Etil Asetat Batang Jarak Cina

4.5.1. Uji Organoleptis

Pemeriksaan *patch* ekstrak etil asetat batang jarak cina secara organoleptis meliputi warna, bau dan tekstur. Hasil pemeriksaan organoleptis dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Patch yang dihasilkan mempunyai tekstur yang elastis, hal ini dapat disebabkan oleh adanya PEG 400 dan propilen glikol yang berfungsi sebagai *plasticizer*. Selain itu, *plasticizer* juga dapat berfungsi melembutkan polimer dalam formula sehingga *patch* yang dihasilkan tidak rapuh dan tidak mudah robek⁽³⁵⁾.

Tabel 4.6. Hasil uji organoleptis formula *patch*

Organoleptis	Formula		
	I	II	III
Warna	Transparan, berwarna kuning kecoklatan	Transparan, berwarna kuning kecoklatan	Transparan, berwarna kuning kecoklatan
Bau	Bau khas ekstrak	Bau khas ekstrak	Bau khas ekstrak
Tekstur	Berminyak, elastis, agak lengket	Berminyak, elastis, agak lengket	Berminyak, elastis, agak lengket

4.5.2. Uji pH

Uji pH bertujuan untuk mengetahui pH *patch* yang dibuat sesuai dengan pH kulit atau tidak sehingga dapat mengurangi resiko terjadinya iritasi kulit pada saat penggunaan *patch*. Kulit mempunyai pH yaitu 4,5-6,5⁽³⁶⁾.

Tabel 4.7. Hasil uji pH formula *patch* (n=3)

Formula	Rata-rata pH \pm SD
1	5 \pm 0
2	5 \pm 0
3	5 \pm 0

Berdasarkan hasil uji pH diperoleh nilai rata-rata pH pada formula I, formula II dan formula III yaitu 5, maka dapat dikatakan *patch* yang dihasilkan sesuai dengan pH kulit yang normal.

4.5.3. Uji Ketebalan

Tabel 4.8. Hasil uji ketebalan

Formula	Rata-rata Ketebalan (mm)	SD	RSD (%)
1	0,43	0,008	2,014
2	0,52	0,004	0,832
3	0,55	0,004	0,787

Uji ketebalan *patch* bertujuan untuk mengetahui *patch* yang dibuat memiliki ketebalan yang seragam atau tidak. Ketebalan *patch* diukur dengan menggunakan jangka sorong. Peningkatan jumlah HPMC akan menyebabkan ketebalan *patch* meningkat.

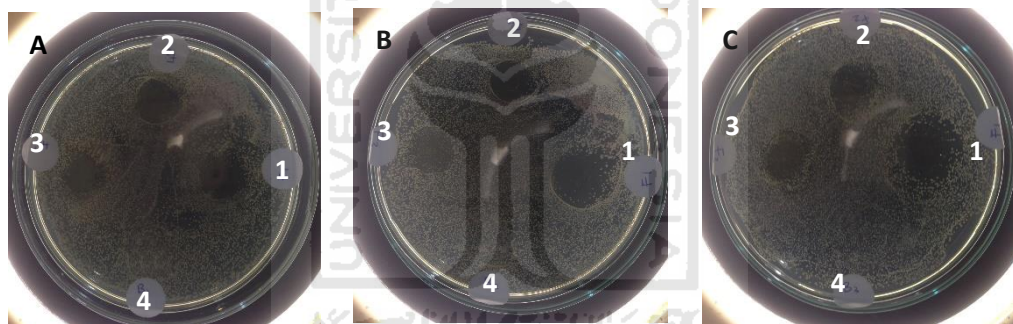
4.6. Hasil Uji Difusi Disk

Hasil uji difusi *patch* ekstrak etil asetat batang jarak cina dapat dilihat pada Tabel 4.9. Berdasarkan hasil uji difusi disk, terbentuk nilai rata-rata diameter zona jernih terluas sebesar 17,3 mm yaitu pada *patch* formula pertama dengan perbandingan HPMC : PVP sebesar 1 : 2, kemudian diikuti dengan formula kedua yaitu sebesar 15,6 mm dengan perbandingan HPMC : PVP sebesar 1 : 1 dan formula ketiga sebesar 15,3 mm dengan perbandingan HPMC : PVP sebesar 2 : 1. Hal ini dapat disebabkan adanya peningkatan jumlah PVP yang dapat meningkatkan penetrasi ekstrak dalam *patch*⁽³⁷⁾, sehingga disimpulkan bahwa

patch formula pertama merupakan formula yang paling baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri MRSA.

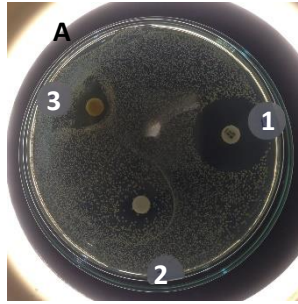
Tabel 4.9. Hasil diameter zona jernih pada uji difusi disk

Gambar	Rata-rata Diameter (mm) \pm SD
Formula 1	17,3 \pm 0,817
Formula 2	15,6 \pm 0,818
Formula 3	15,3 \pm 0,409
<i>Patch</i> tanpa ekstrak	0
Siprofloksasin	23
Tween 2%	6
Ekstrak Tunggal	15



Gambar 4.6. Hasil uji difusi disk *patch* ekstrak etil asetat batang *J.multifida*

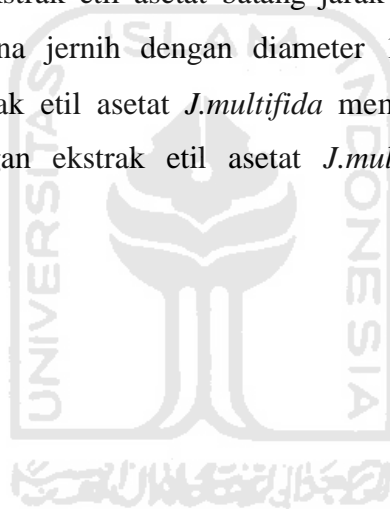
Keterangan : A = uji difusi disk replikasi pertama, B = uji difusi disk replikasi kedua, C = uji difusi disk replikasi ketiga, 1 = *patch* formula pertama, 2 = *patch* formula kedua, 3 = *patch* formula ketiga, 4 = *patch* tanpa ekstrak.



Gambar 4.7. Hasil uji difusi disk kontrol antibiotik, kontrol pelarut dan ekstrak tunggal

Keterangan : 1 = kontrol antibiotik (siprofloksasin), 2 = kontrol pelarut (tween 2%), 3 = ekstrak konsentrasi 100 $\mu\text{g/ml}$

Pada pengujian ekstrak etil asetat batang jarak cina dengan konsentrasi 100 $\mu\text{g/ml}$ terbentuk zona jernih dengan diameter 15 mm, sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak etil asetat *J.multifida* memiliki daya hambat lebih kecil dibandingkan dengan ekstrak etil asetat *J.multifida* setelah dilakukan formulasi *patch*.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- 5.1.1.** Ekstrak etil asetat batang jarak cina (*Jatropha multifida*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Methicillin Resistant Staphylococcus Aureus* (MRSA) dengan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) sebesar 1% atau 100 µg/ml. Sedangkan ekstrak n-heksan dan ekstrak etanol tidak memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Methicillin Resistant Staphylococcus Aureus* (MRSA) pada konsentrasi sampai dengan 1% atau 100 µg/ml.
- 5.1.2.** *Patch* dengan formula pertama mempunyai diameter zona jernih terbesar terhadap bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus Aureus* (MRSA) sehingga dapat dikatakan daya hambat *patch* formula pertama lebih baik dibandingkan dengan formula *patch* kedua dan ketiga, oleh karena itu adanya peningkatan jumlah PVP dikatakan dapat meningkatkan efektivitas antibakteri ekstrak etil asetat batang jarak cina.

5.2. Saran

- 5.2.1.** Perlu dilakukan penambahan uji terhadap *patch*, seperti uji keseragaman bobot dan uji *folding endurance*.
- 5.2.2.** Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk uji pelepasan secara *in vivo* *patch* ekstrak batang jarak cina (*Jatropha multifida* L.).

DAFTAR PUSTAKA

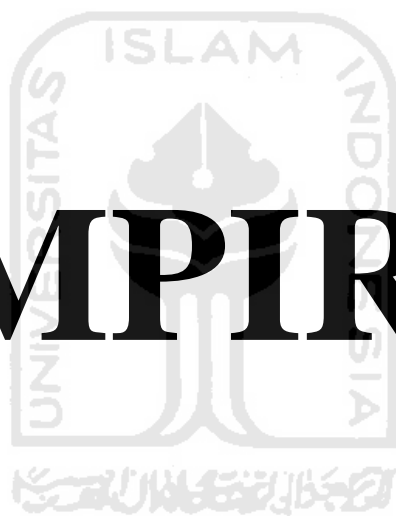
1. Backer, C.A., Brink RCBV. *Flora Of Java vol II*. Netherlands: N.V.P. Norrdhoff, Gonogen; 1965.
2. Hariana A. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya*. Jakarta: Penebar Swadaya; 2006. p. 138-139.
3. Darmawi, Manaf, Z.H dan putranda F. *Daya Hambat Getah Jarak Cina (Jatropha multifida L.) Terhadap Staphylococcus aureus Secara In Vitro*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala; 2013.
4. Rampadarath, S., Puchooa, D., Ranghoo, V.M. Antimicrobial, phytochemical and larvicidal properties of *Jatropha multifida* Linn. *Asian Pac J Trop Med*. 2014;7(1):380–3.
5. Drs. Lud Waluyo. *Teknik dan Metode Dasar Dalam Mikrobiologi*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press; 2010. p. 195.
6. Ansel HC. *Pengantar Bentuk sediaan Farmasi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press; 1989. p. 96, 147.
7. Moran GJ, Krishnadasan A, Gorwitz RJ et al. Methicillin-Resistant *S. Aureus* Infections among Patients in the Emergency Department. *N Engl J Med*. 2006;355(7):666–74.
8. Rowe, R. C., Sheskey, P. J., Quinn MI. *Handbook of Pharmaceutical Excipient, Edisi 6*. London: Royal Pharmaceutical Society of Great Britain; 2009. p. 17-18, 326-328, 348-349, 517-521, 581-583.
9. Banerjee, A., Rashid., M.H., Chakraverty., R., Dey, S., Basak, D., Biswas C. Preparation and Evaluating of Aspirin Transdermal Patch Using HPMC. *IntJPharmSciRevAResvARes*. 2012;5(1):45.
10. Rodrigo, L.Fabri et al. antimicrobial, antioxidant and cytotoxicity potential of *Manihot multifida* (L.) Crantz (Euphorbiaceace). *An Acad Bras Cienc*. 2015;87(1):303–11.
11. Priya, S., Mahalaxmi, R., Udupa, N., Ravikiran, O., Sumanth, K., and Ujjmal J. Preparation and Evaluation of Bucal Mucoadhesive Patch of Betamethasone Sodium Phosphate for The Threatment of Oral Submucous Fibrosis. *J Chem Pharm Res*. 2011;3(6):55–6.
12. Ketaren S. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Cetakan I. Jakarta: Universitas Indonesia Press; 1986.
13. Permadi A. *Membuat Kebun Tanaman Obat*. Jakarta: Pustaka Bunda; 2008. p. 27-28.
14. Hariana A. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya*. Jakarta: Penebar Swadaya; 2013. p. 134.
15. Sundaryono A. *Penggunaan Batang Tanaman Betadin (Jatropha multifida Linn) untuk Meningkatkan Jumlah Trombosit pada Mus musculus*. Semarang; 2011;
16. Sarker, SD., Latif, Z., Gray A. *Natural Products Isolation, second edition*. United States of America: Humana Press; p. 1-26.

17. Anonim. Classic Kit: Soxhlet extractor [Internet]. Royal Society of Chemistry. 2007 [cited 2016 Feb 29]. Available from: <http://www.rsc.org/chemistryworld/Issues/2007/September/ClassicKitSoxhletExtractor.Asp>.
18. Nurkusuma D. Faktor yang Berpengaruh Terhadap *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) pada Kasus Infeksi Luka Pasca Operasi di Ruang Perawatan Bedah Rumah Sakit Dokter Kariadi Semarang (Thesis). Semarang : Universitas Diponegoro; 2009.
19. Biantoro I. *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) (Thesis). Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada; 2008.
20. Sulistyaningsih. Uji Kepekaan Beberapa Sediaan Antiseptik Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus aureus* resisten metisilin (MRSA) (Thesis). Bandung : Universitas Padjajaran; 2010.
21. R.U E. *Resistensi Antibiotik dan Rasionalitas Terapi*. El Hayah. 2011;1(4):191–8.
22. Pratiwi ST. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga; 2008.
23. Choma, Irena. M. EMG. Bioautography Detection in Thin-Layer Chromatography. *J Chromatogr A Chroma*-351708. 2010;
24. Rahman, M.A., Ahsna, T., Islam S. Antibacterial and Antifungal Properties of Methanol Extract from The Stem of *Argyrea argentea*. *Bang J Pharmacol*. 2010;5:41–4.
25. Prabhu, P., Samip S., and Shankar G. Formulation development and investigation of domperidone transdermal patches. *Int J Pharm Investig*. 2011;1(4):240–6.
26. Anonim. Marvin Sketch 6.1.6 [Internet]. ChemAxon Ltd. 2013. Available from: <http://www.chemaxon.com>
27. Anonim. *Farmakope Indonesia, Edisi III*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 1979. p. 240-271.
28. R. Sillma, P. Daneshwar RV.-S. Antimicrobial, phytochemical and larvicidal properties of *Jatropha multifida* Linn. *Asian Pac J Trop Med*. 2014;7(1):380–3.
29. Aiyellagbe. et all. The Antimicrobial Activity of *Jatropha Multifida* Extract and Chromatographic Fractions Against Sexually Transmitted Infection. *J Med, Sci*. 2008;8(2):143–7.
30. Zurita J, Mejía C BM. Diagnosis and susceptibility testing of *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* in Latin America. *Braz J Infect Dis*. 2010;14(2):97–106.
31. Mandal, C.S., Mandal, V., Das. AK. *Essential of Botanical Extraction*. United States of America: Elsevier; 2015. p. 81.
32. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). *Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard-Eleventh Edition*. 2012;32:76.
33. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Second Informational Supplement*. 2013;32(3):72–8.

34. Broekema NM, Van TT, Monson TA, Marshall SA WD. Comparison of Cefoxitin and Oxacillin Disk Diffusion Methods for Detection of *mecA*-Mediated Resistance in *Staphylococcus aureus* in a Large-Scale Study. *J Clin Microbiol.* 2009;47(1):217–9.
35. Yogananda RB. An Overview on Mucoadhesive Buccal Patches. *Int J Univers Pharm Life Sci.* 2012;2(2).
36. Tranggono, R.I., Fatma L. *Buku Pegangan Ilmu Pengetahuan Kosmetik.* 2007.
37. Bharkatya, M., Nema, R.K., Bhatnagar, M. Development and Characterization of Transdermal Patches of Metoprolol Tartrate. *Asian J Pharm Clin Res.* 2010;3(2):130–4.



LAMPIRAN



Lampiran 1. Surat Keterangan Bakteri



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
BAGIAN MIKROBIOLOGI FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS GADJAH MADA**

Jln. Farmako, Sekip Utara Yogyakarta, Telp./ Fax: (0274) 580297, 08112511293 E-mail : mimikrobiologifkugm@yahoo.com Yogyakarta

SURAT KETERANGAN

NOMOR : UGM/KU/MIK/257/XI/2015

Dengan ini kami beritahukan, bahwa:

Nama : **Shelina Indah Kusuma S.**
 NIM : 12613078
 Fakultas : **MIPA**
 Judul Penelitian : "Uji Aktivitas Antibakteri dan Antivirulensi Ekstrak Klerufurm, Etil Asefat dan Metanol dari Rimpang Temu Hitam (*Curcuma aeruginosa. Roxb*) Terhadap *Meticillin-resistant Staphylococcus aureus*".

Menerangkan bahwa :

Mahasiswa tersebut diatas benar-benar telah membeli isolat bakteri di Bagian Mikrobiologi. Demikian Surat Keterangan ini kami buat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

dan Kepala,
Sekretaris

dr. Titik Nuryastuti, M.Si., Ph.D, Sp,MK
 NIP : 19720513 199702 2 001

Lampiran 2. Surat Keterangan Keaslian Bahan




SURAT KETERANGAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini, menerangkan bahwa bahan yang diambil dari CV. Merapi Farma Herbal adalah benar simplisia dari tanaman :

Nama Tanaman : Jarak Cina (*Jatropha multifida* L.)
 Bahan yang Diambil : Batang
 Cara Pengeringan : Dikeringkan dengan pengovenan sinar matahari selama 7 hari

Demikian surat keterangan ini, kami buat sesuai dengan sebenarnya. Semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 01 Februari 2016

Management




(Supartini)

MERAPI FARMA HERBAL
 Pembibitan, Penjualan Tanaman Obat, Outlet Jamu dan Wisata Agro

Lampiran 3. Surat Keterangan Determinasi

 LABORATORIUM BIOLOGI FARMASI
PROGRAM STUDI FARMASI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Gedung Laboratorium Terpadu UII, Jl. Kaliurang km 14,5 Ngeplak Sleman, Yogyakarta
Telp: (0274)895920 ext 3033, 3034

SURAT KETERANGAN
Nomor:01/UII/Jur Far/det/VIII/2016

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Laboratorium Biologi Farmasi Jurusan Farmasi FMIPA UII menerangkan bahwa:

Nama : Istna Ghonia
NIM : 12613134
Pada tanggal : 20 Agustus 2016

Telah mendeterminasi 1 (satu) species tanaman dengan bimbingan Dra.Iyok Budiarti, di Laboratorium Biologi Farmasi FMIPA UII.

Tanaman tersebut: *Jatropha multifida* (jarak cina)

Demikian surat keterangan ini di buat untuk dipergunakan semestinya.

Yogyakarta, 20 Agustus 2016
Bagian Biologi Farmasi
Kepala,


Annisa Fithria M.Si., Apt
NIP. 126130401

Lampiran 4. Gambar Ekstrak N-Heksan, Etil Asetat dan Etanol

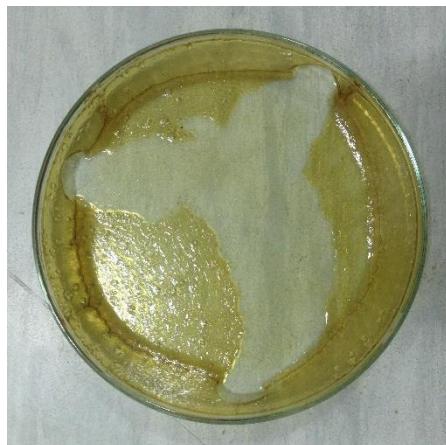


Lampiran 5. Hasil Formula Patch

Formula 1



Formula 2



Formula 3

Lampiran 6. Perhitungan Rendemen Ekstrak

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{bobot ekstrak kental yang diperoleh}}{\text{bobot awal serbuk simplisia batang jarak cina}} \times 100 \%$$

1. Rendemen Ekstrak N-Heksan

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{4.30 \text{ g}}{400 \text{ g}} \times 100 \% = 1.07 \%$$

2. Rendemen Ekstrak Etil Asetat

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{5.75 \text{ g}}{400 \text{ g}} \times 100 \% = 1.44 \%$$

3. Rendemen Ekstrak Etanol

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{12.12 \text{ g}}{400 \text{ g}} \times 100 \% = 3.03 \%$$



Lampiran 7. Perhitungan pada Uji Mikrodilusi Cair

1. Pembuatan Media *Mueller Hinton Broth* (MHB)

Pada etiket MHB tertera, 21 gram media MHB dilarutkan dalam 1 liter akuades. Dibutuhkan 10 ml MHB, maka :

$$\frac{21 \text{ g}}{1000 \text{ ml}} = \frac{x}{10 \text{ ml}}$$

$$x = 0.21 \text{ g}$$

2. Pembuatan Media *Mueller Hinton Agar* (MHA)

Pada etiket MHB tertera, 38 gram media MHB dilarutkan dalam 1 liter akuades. Dibutuhkan 15 ml MHA tiap petri, maka :

$$\frac{38 \text{ g}}{1000 \text{ ml}} = \frac{x}{15 \text{ ml}}$$

$$x = 0.57 \text{ g}$$

3. Pembuatan NaCl 0.9 % (b/v)

Untuk membuat 100 ml NaCl 0,9% maka serbuk NaCl yang ditimbang sebanyak :

$$\frac{0.9 \text{ g}}{100 \text{ ml}} = \frac{x}{100 \text{ ml}}$$

$$x = 0.9 \text{ g}$$

4. Pembuatan standard Mc Farland 0,5

Dibuat standard Mc Farland 0,5 sebanyak 50 ml, yang berisi 0,25 ml larutan BaCl₂ 1,17% (b/v) dalam 49,75 ml larutan H₂SO₄ 1% (v/v)

a. Pembuatan larutan BaCl₂ 1,17% (b/v)

$$\frac{1.17 \text{ g}}{100 \text{ ml}} = \frac{x}{5 \text{ ml}}, x = 0.059 \text{ g}$$

b. Pembuatan larutan H₂SO₄ 1% (v/v)

0,5 ml H₂SO₄ dilarutkan dalam 49,5 ml akuades

5. Pembuatan Seri Kadar ekstrak n-heksan, etil asetat dan etanol pada *well microplate*

a. Pembuatan Larutan Stok masing-masing ekstrak 2 % (b/v)

- Bobot ekstrak yang ditimbang :

$$\frac{2 \text{ g}}{100 \text{ ml}} = \frac{x}{2 \text{ ml}}, x = 0.04 \text{ g}$$

- Jumlah pelarut yang digunakan :

- Tween 2% (v/v)

$$\frac{2 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} = \frac{x}{2 \text{ ml}}, x = 0.04 \text{ ml} = 40 \mu\text{l}$$

- Media MHB

$$2 \text{ ml} - 0.04 \text{ ml} = 1.96 \text{ ml} = 1960 \mu\text{l}$$

b. Pengenceran seri kadar

Diketahui stok ekstrak 2%, maka :

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

1. Konsentrasi 1 %

$$2\% \times 100 \mu\text{l} = M_2 \times 200 \mu\text{l} \rightarrow M_2 = 1\%$$

2. Konsentrasi 0.5 %

$$1\% \times 100 \mu\text{l} = M_2 \times 200 \mu\text{l} \rightarrow M_2 = 0.5\%$$

3. Konsentrasi 0.2 %

$$0.5\% \times 100 \mu\text{l} = M_2 \times 200 \mu\text{l} \rightarrow M_2 = 0.25\%$$

4. Konsentrasi 0.125 %

$$0.25\% \times 100 \mu\text{l} = M_2 \times 200 \mu\text{l} \rightarrow M_2 = 0.125\%$$

5. Konsentrasi 0.0625 %

$$0.125\% \times 100 \mu\text{l} = M_2 \times 200 \mu\text{l} \rightarrow M_2 = 0.0625\%$$

6. Konsentrasi 0.0312 %

$$0.0625\% \times 100 \mu\text{l} = M_2 \times 200 \mu\text{l} \rightarrow M_2 = 0.0312\%$$

7. Konsentrasi 0.0156 %

$$0.0312\% \times 100 \mu\text{l} = M_2 \times 200 \mu\text{l} \rightarrow M_2 = 0.0156\%$$

8. Konsentrasi 0.0078 %

$$0.0156\% \times 100 \mu\text{l} = M_2 \times 200 \mu\text{l} \rightarrow M_2 = 0.0078\%$$

9. Konsentrasi 0.0039 %

$$0.0078\% \times 100 \mu\text{l} = M_2 \times 200 \mu\text{l} \rightarrow M_2 = 0.0039\%$$

c. Pembuatan kontrol

Kontrol media: 100 μl media MHB

Kontrol bakteri: 100 μl media MHB + 10 μl bakteri 10^6

Kontrol pelarut:

- Tween 2%

$$\frac{2 \text{ g}}{100 \text{ ml}} \times 0,1 \text{ ml} = 0,002 \text{ ml} = 2 \mu\text{l}$$

- Media MHB

$$100 \mu\text{l} - 2 \mu\text{l} = 98 \mu\text{l}$$



Lampiran 8. Perhitungan SD dan RSD Formula *Patch*

Replikasi	Formula		
	1	2	3
1	0.42	0.53	0.55
2	0.43	0.52	0.55
3	0.46	0.53	0.56
4	0.42	0.51	0.54
5	0.42	0.52	0.56
Rata-rata	0.43	0.52	0.55
SD	0.008	0.004	0.004
RSD(%)	2.014	0.832	0.787

Rumus :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\%$$

○ Formula 1

$$\blacktriangleright SD = \sqrt{\frac{\sum(0.42-0.43)^2+(0.43-0.43)^2+(0.46-0.43)^2+(0.42-0.43)^2+(0.42-0.43)^2}{5-1}}$$

$$SD = 0.008$$

$$\blacktriangleright RSD = \frac{0.008}{0.43} \times 100\%$$

$$RSD = 2.014$$

Lampiran 9. Perhitungan pada Uji Difusi Disk

1. Pembuatan Media *Mueller Hinton Agar* (MHA)

Pada etiket MHB tertera, 38 gram media MHB dilarutkan dalam 1 liter akuades. Dibutuhkan 15 ml MHA tiap petri, maka :

$$\frac{38 \text{ g}}{1000 \text{ ml}} = \frac{x}{15 \text{ ml}}$$

$$x = 0.57 \text{ g}$$

2. Pembuatan NaCl 0.9 % (b/v)

Untuk membuat 100 ml NaCl 0,9% maka serbuk NaCl yang ditimbang sebanyak :

$$\frac{0.9 \text{ g}}{100 \text{ ml}} = \frac{x}{100 \text{ ml}}$$

$$x = 0.9 \text{ g}$$

3. Pembuatan standard Mc Farland 0,5

Dibuat standard Mc Farland 0,5 sebanyak 50 ml, yang berisi 0,25 ml larutan BaCl₂ 1,17% (b/v) dalam 49,75 ml larutan H₂SO₄ 1% (v/v)

a. Pembuatan larutan BaCl₂ 1,17% (b/v)

$$\frac{1.17 \text{ g}}{100 \text{ ml}} = \frac{x}{5 \text{ ml}}, x = 0.059 \text{ g}$$

b. Pembuatan larutan H₂SO₄ 1% (v/v)

0,5 ml H₂SO₄ dilarutkan dalam 49,5 ml akuades

4. Perhitungan rata-rata diameter zona jernih (mm)

a. Formula 1

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{\text{formula 1} + \text{formula 2} + \text{formula 3}}{3} \\ &= \frac{18 + 18 + 16}{3} \\ &= \frac{52}{3} \\ &= 17.3 \end{aligned}$$

b. Formula 2

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{formula 1} + \text{formula 2} + \text{formula 3}}{3}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{15 + 17 + 15}{3} \\ &= \frac{47}{3} \\ &= 15.6 \end{aligned}$$

c. Formula 3

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{\text{formula 1} + \text{formula 2} + \text{formula 3}}{3} \\ &= \frac{15 + 15 + 16}{3} \\ &= \frac{47}{3} \\ &= 15.3 \end{aligned}$$



Lampiran 10. Gambar Alat-alat yang Digunakan