

**PENGEMBANGAN KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL (PVA)-  
ALGINAT DENGAN PERASAN DAUN BINAHONG SEBAGAI  
WOUND DRESSING ANTIBAKTERI**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**FAIZ NASRULLAH**  
**NIM. 11640033**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2015**

**PENGEMBANGAN KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL (PVA)-  
ALGINAT DENGAN PERASAN DAUN BINAHONG SEBAGAI WOUND  
DRESSING ANTIBAKTERI**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada:**

**Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:**

**FAIZ NASRULLAH  
NIM.11640033**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2015**

## HALAMAN PERSETUJUAN

PENGEMBANGAN KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL (PVA)-ALGINAT  
DENGAN PERASAN DAUN BINAHONG SEBAGAI *WOUND DRESSING*  
ANTI BAKTERI

SKRIPSI

Oleh:

FAIZ NASRULLAH

NIM. 11640033

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji,  
Pada tanggal: 29 Oktober 2015

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Erna Hastuti, M. Si

NIP. 19811119 200801 2 009

Drs. Abdul Basid, M.Si

NIP. 19650504 199003 1 003

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika

Erna Hastuti, M. Si

NIP. 19811119 200801 2 009

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENGEMBANGAN KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL (PVA)-ALGINAT DENGAN PERASAN DAUN BINAHONG SEBAGAI *WOUND DRESSING* ANTIBAKTERI

#### SKRIPSI

Oleh:  
FAIZ NASRULLAH  
NIM.11640033

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 9 november 2015

Penguji Utama	:	<u>Dr. Agus Mulyono, M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Ketua Penguji	:	<u>dr. AvinAinur F</u> NIP. 19800203 200912 2 002	
Sekretaris Penguji	:	<u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	
Anggota Penguji	:	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Fisika

Erna Hastuti, M.Si  
NIP. 19811119 200801 2 009

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FAIZ NASRULLAH

NIM : 11640033

Jurusan : FISIKA

Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI

Judul Penelitian : Pengembangan Komposit Polivinil Alkohol (PVA)-  
Alginat Dengan Perasan Daun Binahong Sebagai  
*Wound Dressing* Anti Bakteri

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang perbah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumberkutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 29 Oktober 2015

Yang Membuat Pernyataan,

FAIZ NASRULLAH  
NIM. 11640033



## MOTTO

إِلَّا بِذِكْرِ اللَّهِ تَطْمَئِنُّ الْقُلُوبُ

“Ingatlah, hanya dengan mengingat Allah-lah hati menjadi tenteram”

“... dan pasti ada alasan kenapa kita dicpta didunia ini”

#jalan\_hilang

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

sesungguhnya bersama dengan kesulitan, ada kemudahan.. bersama dengan kesulitan, ada kemudahan.



## HALAMAN PERSEMBAHAN

**“Harta yang paling berharga adalah keluarga, istana yang paling indah adalah keluarga, puisi yang paling bermakna adalah keluarga, mutiara tiada tara adalah keluarga”**

Ya Allah, terimakasih atas nikmat dan rahmat\_Mu yang agung ini  
Dalam perjalanan yang panjang, gelap dan sunyi  
Merindukan cahaya\_Mu dan menuju Jalan hilang\_Mu  
Meskipun harus tersandung, terjatuh, dan terluka  
Kupercaya “semua akan indah pada waktunya”

**Kepada Ibu & Bapak ( Mundiah & Alm. Muslih )**

Terima kasih banyak

Atas dekapan doa yang menemaniku dalam suka dan duka

**Kepada Kakak (Abdul Ghofur & Maftuhatul jannah)**

Terima kasih

Dalam bayangan kau selalu menyayangiku

**Kepada keluarga besarku (Bani H. kastimah)**

Terima kasih

Semoga keberkahan Tuhan selalu menyertai

**Untuk Guru-guruku**

Engkau laksana Pelita dalam kegelapan, semoga cahayamu akan selalu dan selalu menuntun kami menuju jalan yang hilang.

**Untuk sahabat ( fisika 2011)**

Alma, leli, fuah, septiyan, bahar, aziz, aji, linda, evi, atul, ita, mida, aul, oliv, nasih, ais, rahmat, dan lain-lainnya.

Kalian semua sungguh berharga

Bertemu dan bersahabat dengan kalian merupakan anugrah bagiku

**Untuk sahabat-sahabat (Pesma Al-adzkiya’ nurus shofa)**

Gus andre, gus jamal isahaq, mas pox, kang ali, lintang, udin, izul, mas suyut, neng miftah, bak hikmah, mbak fufah, chic, khofin, fany, inyonk, jamal, sulaiman, hari, dan lain-lain.

Terima kasih, Sahabat seperjuangan

Semoga kita selalu diberikan kekuatan dan kesabaran oleh Tuhan untuk menjaga Kalam\_Nya.

**“teman-temanmu yang akan menopang ketidakmampuanmu dan mencegah dari hal bodoh yang akan kau lakukan”**

-Uchiha Itachi

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

*Alhamdulillahirobbil'alamiin*, puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Pengembangan Komposit Polivinil Alkohol(PVA)-alginat dengan Perasan Daun Binahong Sebagai *Wound Dressing* Antibakteri”** ini. Tidak lupa pula untaian sholawat dan salam penulis panjatkan kepada Rosulullah Muhammad SAW yang telah diutus kebumi sebagai lentera bagi hati manusia, Nabi yang telah menuntun manusia dari zaman yang biadab menuju jaman yang beradab, yang penuh dengan ilmu pengetahuan luar biasa saat ini.

Penulisan skripsi yang telah penulis susun ini dibuat untuk diajukan kepada Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana sains (S.Si) serta untuk kemajuan ilmu pengetahuan di negeri tercinta ini, Indonesia.

Dengan ini penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini tidak lupa juga penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam kegiatan penelitian maupun dalam penyusunan penulisan skripsi ini.

Ucapan terima kasih yang sebesar-sebesarannya penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang selalu memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Erna Hastuti, M.Si selaku ketua Jurusan Fisika dan dosen Pembimbing skripsi, Siti Khodijahnya Jurusan Fisika yang memberikan banyak kesabaran, tenaga, waktu dan ilmu dalam membimbing penulis agar skripsi ini tersusun dengan baik dan benar.

4. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku dosen pembimbing agama, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi Sains dan al-Qur'an serta Hadits.
5. Segenap Dosen, Laboran, dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan dan pengarahan.
6. Kedua orang tua, dan keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dukungan yang berharga.
7. Teman-teman fisika angkatan 2011 (Alma, Fuah, Septiyan, Aziz, Bahar, dan lain-lain yang tidak bisa saya sebutkan) yang selalu memberikan dukungan.
8. Teman-teman seperjuangan di Pondok Pesantren Al-adzkiya' nurus shofa yang Gokil dan selalu memberikan semangat.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan motivasi dalam penulisan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis sangat menyadari masih ada banyak kekurangan dan kekeliruan dikarenakan keterbatasan kemampuan. Dengan kerendahan hati, segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat menambah khasanah pustaka dan bermanfaat bagi orang lain.

Malang, 9 November 2015

penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Luka.....	7
2.2 <i>Wound Dressing</i> (Balut Luka) .....	8
2.3 Komposit... ..	9
2.4 Tanaman Binahong .....	11
2.4.1 Morfologi Tanaman Binahong .....	11
2.4.2 Khasiat dan Kandungan senyawa Tanaman Binahong.....	13
2.5 PVA.....	16
2.6 Alginat.....	18
2.7 <i>Fourier TransforInfra Red</i> .....	20
2.8 Pengujian Mekanik.....	22
2.8.1 Uji Ketahanan Terhadap Air.....	22
2.8.2 Uji Kuat Tarik.....	24
2.9 Uji Antibakteri .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian.....	29
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	29
3.3. Bahan Penelitian.....	28
3.3. Alat Penelitian.....	30
3.4 Prosedur Penelitian.....	30
3.5 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data .....	31
3.5.1 Teknik Pengumpulan Data .....	31
3.5.2 Analisa Data .....	32
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	35
<b>BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Data Hasil Penelitian .....	36

4.1.1	Proses Pengambilan Perasan Daun Binahong .....	36
4.1.2	Pembuatan <i>Wound Dressing</i> .....	36
4.1.3	Uji FT-IR .....	37
4.1.4	Uji Ketahanan Terhadap Air .....	39
4.1.5	Uji Kuat Tarik.....	41
4.1.5	Uji Antibakteri .....	46
4.2	Pembahasan .....	47
4.3	Integrasi Penelitian dengan Al Quran .....	52
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	56
5.2	Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Balutan Luka .....	8
Gambar 2.2	Komponen Komposit .....	11
Gambar 2.3	Tanaman Binahong .....	13
Gambar 2.4	Struktur Flavonoid.....	15
Gambar 2.5	Struktur Senyawa Terpenoid.....	16
Gambar 2.6	Struktur Ataktik pada Polivinil Alkohol .....	19
Gambar 2.7	Struktur Alginat.....	20
Gambar 2.8	Mekanisme Alat Spektrofotometer FTIR .....	22
Gambar 3.1	Alat Uji Kekuatan Tarik <i>Universal Tensile Strength</i> .....	32
Gambar 4.1	Gugus Fungsi untuk Balutan Luka Jenis PVA-alginat dan Perasan Daun Binahong dengan Varisasi 90:10 (v/v %)......	39
Gambar 4.2	Dimensi Sampel Pengujian Elastisitas (Kuat Tarik) .....	42
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Variasi PVA-alginat dan Perasan Daun Binahong dengan <i>Elongasi</i> .....	48
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Variasi PVA-alginat dan Perasan Daun Binahong dengan Kuat Tarik.....	45
Gambar 4.5	Grafik Hubungan variasi PVA-alginat dan Perasan Daun Binahong dengan <i>Modulus Young</i> .....	46
Gambar 4.6	Grafik Hubungan variasi PVA-alginat dan Perasan Daun Binahong dengan rata-rata diameter daya hambat bakteri <i>staphylococcus aureus</i> .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Balutan Konvensional dan Balutan Modern .....	10
Tabel 2.2 Keuntungan dan Kerugian Komposit Komersial .....	11
Tabel 2.3 Karakter Fisik dari Polivinil Alkohol .....	18
Tabel 2.4 Sifat mekanik dari beberapa literatur .....	26
Tabel 3.1 Rancangan Hasil Uji Ketahanan Air .....	33
Tabel 3.2 Rancangan Hasil Uji Tarik .....	34
Tabel 3.3 Rancangan Hasil Uji Aktivitas Anti Bakteri .....	35
Tabel 4.1 Gugus Fungsi yang Terbentuk pada Balutan Luka .....	39
Tabel 4.2 Data Pengujian Ketahanan Terhadap Air .....	41
Tabel 4.3 Hasil elongasi balutan luka .....	43
Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Tarik .....	44
Tabel 4.5 Hasil Uji <i>Modulus Young</i> .....	46
Tabel 4.6 Hasil Nilai Daya Hambat Bakteri .....	47
Tabel 4.7 Hasil Analisis Anova .....	48
Tabel 4.8 Perbandingan Sifat Mekanik Kulit dengan Balutan Luka .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Grafik Uji FT-IR
- Lampiran 2 Uji Ketahanan air
- Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 4 Hasil Pengujian SPSS ANOVA



## ABSTRAK

Nasrullah, Faiz. 2015. **Pengembangan Komposit Polivinil Alkohol(PVA)-alginat dengan Perasan Daun Binahong Sebagai *Wound Dressing* Antibakteri.** Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Erna Hastuti, M.Si (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

---

**Kata kunci:** PVA-alginat, perasan daun binahong, *wound dressing*, sifat mekanik, antibakteri

*Moist wound healing* merupakan metode perawatan luka dengan mengisolasi daerah sekitar luka supaya tetap lembab menggunakan balutan penahan kelembaban. Pada penelitian ini telah dibuat campuran polivinil alkohol(PVA)-alginat dan perasan daun binahong sebagai *wound dressing*. Pembuatan sampel dilakukan dengan cara melarutkan polivinil alkohol dan alginat kedalam aquades. Ditambahkan perasan daun binahong dengan variasi 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 (v/v%) dan dikeringkan. Campuran polivinil alkohol-alginat dan perasan daun binahong yang terbentuk dikarakterisasi menggunakan uji FT-IR, uji sifat mekanik, dan uji antibakteri. Hasil uji FTIR menunjukkan terbentuknya ikatan antara polivinil alkohol-alginat dan perasan daun binahong yang dapat ditunjukkan oleh terbentuknya gugus hidroksil dan asam karboksilat pada bilangan gelombang  $3539.5\text{ cm}^{-1}$  dan  $2361.04\text{ cm}^{-1}$ . Hasil uji sifat mekanik menunjukkan penambahan perasan daun binahong meningkatkan nilai *modulus young* serta memperkuat sifat ketahanan terhadap air. Nilai modulus young terbesar yakni 22.62 MPa pada konsentrasi perasan daun binahong 50%. Hasil uji antibakteri penambahan perasan daun binahong memperbesar rata-rata diameter daya hambat bakteri *Staphylococcus aureus*. Nilai rata-rata diameter daya hambat bakteri terbesar yakni 6.75 mm yakni pada variasi perasan daun binahong 50%.

## ABSTRACT

Nasrullah, Faiz. 2015. **Composites Development of Polyvinyl Alcohol (PVA)-alginat with Leaf Juice Binahong As Antibacterial Wound Dressing**. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology of the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Erna Hastuti, M.Si (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

---

**Kata kunci:** PVA-alginat, Leaf Juice Binahong, Wound Dressing, mechanical properties, Antibacterial.

Moist wound healing is a method of wound treatment by isolating the area around the wound to remain moist using a bandage retaining moisture. This study has been made mixture of polyvinyl alcohol (PVA) -alginat and binahong leaf juice as a wound dressing. Sample preparation is done by dissolving polyvinyl alcohol and alginate into distilled water. Added binahong leaf juice with a variation of 100: 0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 (v/v%) and dried. polyvinyl alcohol-alginate and juice leaves formed binahong characterized using FT-IR test, test the mechanical properties and antibacterial test. FTIR test results indicate the formation of bonds between the alginate and polyvinyl alcohol-leaf juice binahong which can be shown by the formation of hydroxyl and carboxylic acid in wave numbers  $3539.5 \text{ cm}^{-1}$  and  $2361.04 \text{ cm}^{-1}$ . Mechanical properties test results showed the addition of juice of the leaves binahong increase the value of Young's modulus as well as strengthen the resistance properties of the water. The Young's modulus value that is 22.62 MPa at a concentration of 50% binahong leaf juice. Antibacterial test results binahong enlarge the addition of juice leaves the average diameter of the inhibition of the bacteria *Staphylococcus aureus*. The average value of the diameter of the inhibition of bacteria that is 6.75 mm which is the largest in the variation of leaf juice binahong 50%.

## مستخلص البحث

نصر الله، فائز. ٢٠١٥. تطوير مركبات بولي فينيل الكحول (PVA) - ألجينات مع حليب ورق البيناغونج كعصبة الجرح ضد بكتيريا. البحث الجامعي. قسم الفيزياء بكلية العلوم و التكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرف: (١) إيرنا هاستوتي الماجستير (٢) عبد الباسطالما جستير.

**الكلمات المفتاحية:** بولي فينيل الكحول (PVA) - ألجينات، حليب ورق البيناغونج، عصبة الجرح، صيغة الميكانيك: ضد بكتيريا.

عصبة الجرح الدقيق هو طريقة ترميض الجرح بالعزل دائرة حولي الجرح لكي ندى دائما باستعمال عصبة الجرح الدقيق. ان صنع خلط بولي فينيل الكحول (PVA) - ألجينات مع حليب ورق البيناغونج كعصبة الجرح في هذا البحث. تركيب العينته بطريقة اذاب بولي فينيل الكحول مع الألجينات في ماء مقطر. كلها تخلط بخلب ورق البيناغونج مع التنوع ١٠٠:٠، ٩٠:١٠، ٨٠:٢٠، ٧٠:٣٠، ٦٠:٤٠، ٥٠:٥٠ (%v/v) ثم تجفف. خليط فينيل الكحول - ألجينات مع حليب ورق البيناغونج المكون أدخله في زمرة باستخدام اختبار FT-IR، اختبار صيغة الميكانيك و اختبار ضد بكتيريا. الحصل من اختبار FT-IR يدل على بناء الرابطة عن فينيل الكحول - ألجينات مع حليب ورق البيناغونج الذي يظهر عن بناء مجموعة الهيدروكسيل مع حمض الكربوكسيلات في عدد الموج  $3539.5 \text{ cm}^{-1}$  و  $2361.04 \text{ cm}^{-1}$ . الحصل من اختبار صيغة الميكانيك يدل ان زيادة حليب ورق البيناغونج يرتفع نتيجة *modulus young* وكذلك يقوي صيغة القوة المقاومة عن الماء. أكبر نتيجة *modulus young* هي ٢٢,٦٢ MPa في عملية حليب ورق البيناغونج ٥٠%. ومن حيث حصل الاختبار ضد بكتيريا يدل على ان زيادة عملية حليب ورق البيناغونج يكثر معدل الشعمة القوة العوق البكتيريا *Staphylococcus aureus*. أكبر النتيجة حن معدل الشعمة القوة العوق البكتيريا هو ٦,٧٥ mm على وهو في جنس حليب ورق البيناغونج ٥٠.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Luka adalah rusaknya struktur dan fungsi anatomis kulit normal akibat proses patalogis yang berasal dari internal dan eksternal serta mengenai organ tertentu (Potter dan Perry, 2006). Secara umum luka diklasifikasikan menjadi 2 macam yakni akut dan kronis. Luka yang dalam proses penyembuhannya terjadi secara normal seperti luka bakar, luka pasca pembedahan dan lainnya disebut luka akut. Luka yang dalam proses penyembuhan mengalami keterlambatan, seperti luka dekubitus, luka diabetik dan lain sebagainya disebut luka kronis. Kedua macam luka tersebut beresiko terjadi infeksi atau peradangan apabila tidak diberi perawatan dengan baik dan benar (Lipincott, 2003).

Perawatan luka mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini berkaitan dengan banyaknya kasus baru mengenai penyakit degeneratif dan kelainan metabolik. Perawatan yang tepat diperlukan agar proses penyembuhan bisa tercapai dengan optimal (Sulis, 2014). Salah cara yang dilakukan yakni mengeliminasi eksudat yang berlebihan serta menjaga keseimbangan kelembaban luka dengan memberikan balutan luka pada daerah kulit yang terjadi peradangan. Untuk itu dikembangkan suatu metode perawatan luka dengan mengisolasi daerah sekitar luka agar tetap lembab menggunakan balutan penahan kelembaban yang dikenal dengan *moist wound healing*. Metode ini secara klinis meningkatkan proliferasi dan migrasi dari sel-sel epitel disekitar lapisan air yang tipis, mengurangi resiko timbulnya jaringan parut dan lain-lain. Keunggulan metode ini

dibanding dengan kondisi luka yang kering yakni meningkatkan epitelisasi 30-50%, mempercepat sintesa kolagen sebanyak 50 %, serta mengurangi kehilangan cairan dari atas permukaan luka (Tarigan dan Pemila, 2007).

Pemilihan balutan luka memiliki peran yang sangat penting. Hal ini disebabkan setiap luka memiliki karakteristik yang berbeda. Penutup luka harus mempunyai beberapa sifat seperti biokompatibilitas yang baik, rendah toksisitas, aktivitas antibakteri dan kestabilan kimia, mudah dihilangkan tanpa trauma, dan terbuat dari bahan biomaterial yang sudah tersedia sehingga memerlukan pengolahan yang minimal (Jayakumar *et al.*, 2011).

Theresia dan Rifaida (2011) mengembangkan balutan luka yang terbuat dari biomaterial ramah lingkungan seperti penggunaan serat PVA-alginat. Alginat dipakai sebagai bahan baku pembalut luka karena bersifat nontoksik, biodegradabel, biokompatibel dan dapat mempercepat pertumbuhan jaringan baru. Akan tetapi, alginat tidak dapat membentuk serat nano sehingga harus ditambah polimer lain yaitu PVA. Serat PVA-alginat tersebut mampu mempertahankan kelembaban disekitar daerah luka namun tidak bersifat antibakteri. Perwitasari (2012) menambahkan ZnO nano pada campuran PVA-alginat dengan variasi 0.25%, 0.5%, dan 0.75%. Pemberian ZnO nano berfungsi sebagai anti mikroba dalam pembuatan balutan luka. Hasil menunjukkan semakin tinggi konsentrasi ZnO nano yang diberikan, daya hambat bakteri semakin besar dan proses penyembuhan semakin lama. Sehingga, perlu bahan alternatif lain pengganti ZnO nano yang tidak hanya mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Tetapi juga, mempercepat proses penyembuhan salah satunya daun Binahong.

Tanaman Binahong merupakan bahan alam yang banyak tumbuh di Indonesia. Pemakaian daun binahong untuk mengobati luka bakar, maag, menambah stamina dan vitalitas tubuh telah dikenal sejak ratusan tahun lalu. Hal ini disebabkan daun binahong mengandung senyawa Asam oleanolik berperan sebagai aktivitas antibakteri, dan flavonoid dapat mempercepat proses penyembuhan luka (Rachmawati, 2007). Suci dan Lily (2012) menguji khasiat daun binahong terhadap proses penyembuhan luka terbuka kulit kelinci. Hasil menunjukkan luka dengan perlakuan pemberian daun binahong mengalami reepitalisasi lebih cepat. Oleh karena itu, penelitian ini akan dibuat balutan luka dari campuran PVA-alginat dan perasan daun Binahong dengan memvariasikan komposisi. Diharapkan balutan luka dari perasan daun Binahong akan aktif dalam menghambat pertumbuhan bakteri dan mempercepat proses penyembuhan. Hal ini sesuai dengan Al Quran surat Yunus ayat 57:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ قَدْ جَاءَتْكُمْ مَوْعِظَةٌ مِنْ رَبِّكُمْ وَشِفَاءٌ لِمَا فِي الصُّدُورِ وَهُدًى  
وَرَحْمَةً لِلْمُؤْمِنِينَ

*“...Hai manusia, sesungguhnya telah datang kepadamu pelajaran dari Tuhanmu dan penyembuh bagi penyakit-penyakit (yang berada) dalam dada dan petunjuk serta rahmat bagi orang-orang yang beriman.” (Q.S Yunus :57).*

Dari ayat tersebut, menjelaskan bahwa Tuhan menciptakan segala sesuatu yang ada di dunia ini mempunyai maksud dan tujuan. Seperti pada tumbuhan-tumbuhan yang memiliki banyak senyawa yang dapat dimanfaatkan manusia. Salah satunya, tanaman binahong yang menyimpan sejuta manfaat di bidang kesehatan.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana gugus fungsi yang terbentuk dari komposit PVA-alginat dengan perasan daun binahong ?
2. Bagaimana sifat kuat tarik dan ketahanan terhadap air dari komposit PVA-alginat dengan perasan daun binahong ?
3. Bagaimana aktivitas antibakteri dari komposit PVA-alginat dengan perasan daun binahong ?

## 1.3 Tujuan Masalah

1. Untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk dari komposit PVA-alginat dengan perasan daun binahong.
2. Untuk mengetahui sifat kuat tarik dan ketahanan terhadap air dari komposit PVA-alginat dengan perasan daun binahong.
3. Untuk mengetahui aktivitas antibakteri dari komposit PVA-alginat dengan perasan daun binahong.

## 1.2 Manfaat Penelitian

Pemanfaatan Sumber Daya Alam (SDA) daun binahong yang mengandung flavonoid, saponin, dan Asam oleanolik menjadi suatu bahan perawatan luka, seperti *wound dressing*.

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menguji sifat kelayakan *wound dressing* (balutan luka).
2. Uji gugus fungsi menggunakan FTIR.
3. Uji sifat mekanik berupa kuat tarik dan ketahanan terhadap air.
4. Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram kertas.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Luka**

Rusaknya struktur dan fungsi anatomis kulit normal akibat proses patalogis yang berasal dari internal dan eksternal dan mengenai organ tertentu disebut luka (Potter dan Perry, 2006). Beberapa efek akan muncul, diantaranya hilangnya seluruh atau sebagian fungsi organ, respon stress simpatis, pendarahan dan pembekuan darah, kontaminasi bakteri, dan kematian sel (Trubus, 2008).

Bagian tubuh yang terluka akan memberikan respon terhadap cedera dengan jalan proses peradangan yang dikarakteristikkan dengan lima tanda utama, yaitu bengkak (swelling), kemerahan (redness), panas (heat), nyeri (pain), dan kerusakan fungsi (impaired function). Proses penyembuhannya mencakup beberapa fase, diantaranya Fase Inflamasi (adanya respon vaskuler dan seluler yang terjadi akibat perlukaan yang terjadi pada jaringan lunak), Fase Proliferatif (memperbaiki dan menyembuhkan luka dan ditandai dengan proliferasi sel), Fase Maturasi (menyempurnakan terbentuknya jaringan baru menjadi jaringan penyembuhan yang kuat dan bermutu) (Sjamsuhidayat, 2004).

Berdasarkan lama waktu penyembuhannya luka dibagi menjadi 2 jenis, yaitu akut dan kronis. Luka akut adalah luka trauma yang biasanya segera mendapat penanganan dan biasanya dapat sembuh dengan baik bila tidak terjadi komplikasi. Kriteria luka akut adalah luka baru, mendadak dan penyembuhannya sesuai dengan waktu yang diperkirakan. Contohnya adalah luka sayat, luka bakar, luka tusuk. Sementara luka kronis adalah luka yang berlangsung lama atau sering

timbul kembali (rekuren) atau terjadi gangguan pada proses penyembuhan yang biasanya disebabkan oleh masalah multi faktor dari penderita. Pada luka kronik luka gagal sembuh pada waktu yang diperkirakan, tidak berespon baik terhadap terapi dan punya tendensi untuk timbul kembali. Contohnya adalah ulkus tungkai, ulkus vena, ulkus arteri (iskemi), penyakit vaskular perifer ulkus dekubitus, neuropati perifer ulkus dekubitus (Istiqomah, 2012).

Cepat lambatnya proses penyembuhan luka dipengaruhi oleh beberapa faktor. Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi proses penyembuhan luka dibagi menjadi 2 jenis yaitu intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik meliputi gangguan kardiovaskuler, malnutrisi, gangguan metabolik dan endokrin, penurunan daya tahan terhadap infeksi, usia dan kondisi lokal yang merugikan pada tempat luka (misalnya, eksudat yang berlebihan, dehidrasi, infeksi luka, trauma kambuhan, penurunan suhu luka, pasokan darah yang buruk, edema, hipoksia lokal, jaringan nekrotik, pengelupasan jaringan yang luas, produk metabolik yang berlebihan, dan benda asing). Sementara faktor ekstrinsik meliputi penatalaksanaan luka yang tidak tepat (misalnya, pengkajian luka yang tidak tepat, penggunaan bahan perawatan luka primer yang tidak sesuai, dan teknik penggantian balutan yang ceroboh) (Morrison, 2004).

## **2.2 Wound Dressing ( Balut Luka)**

Kemajuan ilmu pengetahuan dalam perawatan luka telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini tidak terlepas dari dukungan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Perkembangan ilmu tersebut dapat dilihat dari banyaknya inovasi terbaru dalam perkembangan produk bahan

pembalut luka modern. Bahan pembalut luka modern adalah produk pembalut hasil teknologi tinggi yang mampu mengontrol kelembapan disekitar luka. Bahan balutan luka modern ini di disesuaikan dengan jenis luka dan eksudat yang menyertainya. Revolusi dalam perawatan luka ini dimulai dengan adanya hasil penelitian yang dilakukan oleh Professor G.D Winter pada tahun 1962 yang dipublikasikan dalam jurnal Nature tentang keadaan lingkungan yang optimal untuk penyembuhan luka. Menurut Gitarja (2002).



Gambar 2.1 Balutan Luka (Briant, 2007)

Keuntungan perawatan luka dengan suasana lembab ini antara lain Mempercepat fibrinolisis (fibrin yang terbentuk pada luka kronis dapat dihilangkan lebih cepat oleh netrofil dan sel endotel dalam suasana lembab), mempercepat angiogenesis (keadaan hipoksia pada perawatan luka tertutup akan merangsang lebih pembentukan pembuluh darah dengan lebih cepat), menurunkan resiko infeksi, dan mempercepat pembentukan Growth factor (Growth factor berperan pada proses penyembuhan luka untuk membentuk stratum corneum dan angiogenesis) (Tarigan dan pemila, 2007).

Jenis- jenis balutan luka diklasifikasikan menjadi sembilan bagian, yaitu *Natural Fibre Dry Dressing* (pembalut luka dari kapas, kasa, atau kombinasi keduanya), *Semipermeable Film Dressing* (dilapisi dengan bahan perekat, tipis, transparan, mengandung polyurethane film), *Foam Dressing* (Mengandung *Polyurethane Foam* tersedia dalam kemasan *sheets* (lembaran)), *Hydrocolloids* (Balutan ini mengandung partikel hydroactive (hydrophilic) yang terikat dalam polimer *hydrophobic*), *Hydrogels* (berbahan dasar gliserin atau air mengembang dalam air atau eksudat luka), *Calcium Alginate* (Terbuat dari polysakarida rumput laut (*seaweed polysacharida*)), *Hydrofobik* (Terbuat dari katun yang mengandung bahan aktif *dialcylcarbamoil chloride* yang bersifat hidrofobik kuat), *Hydrofiber* (Terbuat dari serat *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) yang mampu menyerap banyak eksudat), *Silver Dressing* (cocok digunakan untuk luka kronis yang tak kunjung sembuh) (Jayakumar, 2011).

Prinsip pemilihan *Wound Dressing* yang akan digunakan untuk membalut luka harus memenuhi kaidah-kaidah seperti kapasitas balutan untuk dapat menyerap cairan yang dikeluarkan oleh luka (absorbing), kemampuan balutan untuk mengangkat jaringan nekrotik dan mengurangi resiko terjadinya kontaminasi mikroorganisme (non viable tissue removal), meningkatkan kemampuan rehidrasi luka (wound rehydration), melindungi dari kehilangan panas tubuh akibat penguapan, kemampuan atau potensi sebagai sarana pengangkut atau pendistribusian antibiotik ke seluruh bagian luka (Jayakumar, 2011).

Penggunaan balutan modern dibandingkan balutan konvensional mempunyai banyak keunggulan seperti pada tabel 2.1

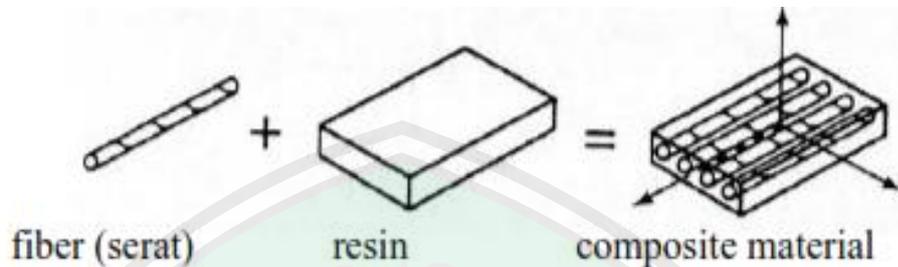
Tabel 2.1 Perbedaan Balutan Konvensional dan Balutan Modern(Hestiana, 2013)

No	Balutan konvensional	Balutan modern
1	Harus sering diganti balutan, sehingga butuh waktu lebih banyak	Balutan tidak perlu diganti setiap hari
2	Rasa sakit saat ganti balutan	Mempercepat proses penyembuhan luka
3	Balutan tidak sesuai kondisi luka	Saat ganti balutan rasa sakit minimal
4	Biaya yang dikeluarkan kurang efektif dan efisien	Menggunakan balutan sesuai kebutuhan luka
5		Efektif dan efisien dalam biaya

### 2.3 Komposit

Komposit adalah perpaduan dari bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat fisik masing-masing material penyusun untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang unik dibandingkan sifat material penyusun (Gibson F,1994). Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut *matrik*. Penggunaan serat sendiri yang utama adalah untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti : kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik lainnya. Sebagai bahan pengisi serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya yang terjadi. Oleh karena itu untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan

getas, sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.



Gambar 2.2 Komponen Komposit (K. van Rijswijk, et.al, 2001)

Kualitas ikatan antara matriks dan filler dipengaruhi oleh beberapa variabel yang meliputi ukuran partikel, rapat jenis bahan yang digunakan, fraksi volume material, komposisi material, bentuk partikel, kecepatan dan waktu pencampuran, penekanan (kompaksi), dan pemanasan (sintering) (Lestari, 2008).

Material komposit memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan seperti pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Keuntungan dan Kerugian Komposit Komersial(Peter,2002)

<i>Keuntungan</i>	<i>Kerugian</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berat berkurang</li> <li>• Rasio antara kekuatan atau rasio kekakuan dengan berat tinggi</li> <li>• Sifat-sifat yang mampu beradaptasi: Kekuatan atau kekakuan dapat beradaptasi terhadap pengaturan beban</li> <li>• Lebih tahan terhadap korosi</li> <li>• Kehilangan sebagian sifat dasar material</li> <li>• Ongkos manufaktur rendah</li> <li>• Konduktivitas termal atau konduktivitas listrik meningkat atau menurun</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya bertambah untuk bahan baku dan fabrikasi</li> <li>• Sifat-sifat bidang melintang lemah</li> <li>• Kelemahan matrik, kekerasan rendah</li> <li>• Matriks dapat menimbulkan degradasi lingkungan</li> <li>• Sulit dalam mengikat</li> <li>• Analisa sifat-sifat fisik dan mekanik sulit dilakukan, analisis untuk efisiensi damping tidak mencapai consensus</li> </ul>

Berdasarkan *matriks* yang digunakan komposit dapat dikelompokkan atas 3 macam yakni (Xiaoli, 2012):

- a. Metal Matriks Composite (MMC) adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matriks logam. MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Pada mulanya yang diteliti adalah *Continuous Filamen* MMC yang digunakan dalam industri penerbangan.
- b. Ceramic Matriks Composite (CMC) merupakan material dua fasa dengan satu fasa berfungsi sebagai penguat dan satu fasa sebagai matriks yang terbuat dari keramik. Penguat yang umum digunakan pada CMC adalah; oksida, carbide, nitride. Salah satu proses pembuatan dari CMC yaitu dengan proses *DIMOX* yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik di sekeliling daerah *filler*.
- c. Polymer Matriks Composite (PMC) yaitu menggunakan polimer sebagai matriksnya. Polimer merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan. *Matriks* polimer terbagi 2 yaitu termoset dan termoplastik. Jenis-jenis termoplastik yang biasa digunakan adalah polypropylene (PP), polystyrene (PS), polyethylene (PE), dan lain-lain.

#### **2.4 Tanaman Binahong (*Anredera cordifolia*)**

Binahong adalah tanaman obat dari daratan Tiongkok yang dikenal dengan nama asli *dheng san chi*, sedangkan di dunia internasional binahong dikenal dengan nama *heartleaf madeiravine* (Suseno, 2013). Di Indonesia tanaman ini dikenal

sebagai gendola yang sering digunakan sebagai gapura yang melingkar di atas jalan taman. Tanaman merambat ini perlu dikembangkan dan diteliti lebih jauh. Terutama untuk mengungkapkan khasiat dari bahan aktif yang dikandungnya. Berbagai pengalaman yang ditemui di masyarakat, binahong dapat dimanfaatkan untuk membantu proses penyembuhan penyakit-penyakit berat (Manoi, 2009).



Gambar 2.3 Tanaman Binahong (Handayani.2007)

Berikut ini adalah klasifikasi tanaman binahong (*A. cordifolia*):

Kingdom	Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	Tracheobionta (Berpembuluh)
Superdivisio	Spermatophyte (Menghasilkan Biji)
Division	Magnoliophyta (Berbunga)
Kelas	Magnoliopsida (Berkeping dua)
Ordo	Caryophyllales
Family	Basellaceae
Genus	Anredera
Spesies	<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis

Ada beberapa spesies dari tumbuhan Binahong diantaranya *Boussingaultia gracilis* Miers, *Boussingaultia cordifolia* dan *Boussingaultia basselloides* yang tersebar diberbagai belahan dunia (Handayani.2007).

#### 2.4.1 Morfologi Pohon Binahong

Suseno (2013) mendeskripsikan bahwa tanaman binahong memiliki batang yang lunak, berbentuk silindris, dan saling membelit satu sama lain. Batang berwarna merah dan memiliki permukaan yang halus. Tanaman ini berbentuk seperti umbi-umbi yang melekat di ketiak daun dengan bentuk yang tidak beraturan dan memiliki tekstur yang kasar. Jenis bunga pada tanaman binahong ini adalah majemuk yang tertata rapi menyerupai tandan dengan tangkai yang panjang. Bunga tersebut muncul di ketiak daun. Mahkota bunga berwarna coklat keputih-putihan dengan jumlah kelopak sebanyak 5 helai. Bunga ini cukup menarik karena memiliki aroma wangi yang khas.

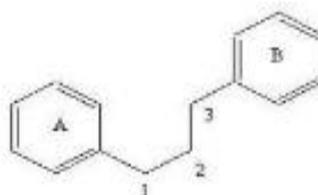
Daun binahong memiliki ciri-ciri seperti: berdaun tunggal, memiliki tangkai yang pendek (sessile), tersusun berseling-seling, daun berwarna hijau, bentuk daun menyerupai jantung (cordata), panjang daun 5-10 cm sedangkan lebarnya 3-7 cm, helaian daun tipis lemas dengan ujung yang meruncing, memiliki pangkal yang berlekuk (emarginatus), tepi rata, permukaan licin, dan bisa dimakan (Suseno, 2013).

#### 2.4.2 Khasiat dan Kandungan Kimia

Manfaat tanaman ini sangat besar dalam dunia pengobatan, secara empiris binahong dapat menyembuhkan berbagai jenis penyakit. Seluruh bagian tanaman menjalar ini berkhasiat mulai dari akar, batang dan daunnya (Sulistiyani dkk, 2012). Dalam pengobatan, bagian tanaman yang digunakan dapat berasal dari akar, batang, daun, dan bunga maupun umbi yang menempel pada ketiak daun. Tanaman ini dikenal dengan sebutan *Madeira Vinedipercaya* memiliki kandungan

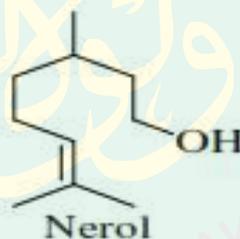
antioksidan tinggi dan antivirus. Beberapa penyakit yang dapat disembuhkan dengan menggunakan tanaman ini adalah: kerusakan ginjal, diabetes, pembengkakan jantung, muntah darah, tifus, stroke, wasir, rheumatik, pemulihan pasca operasi, pemulihan pasca melahirkan, menyembuhkan segala luka dalam dan khitanan, radang usus, melancarkan dan menormalkan peredaran dan tekanan darah, sembelit, sesak napas, sariawan berat, pusing-pusing, sakit perut, menurunkan panas tinggi, menyuburkan kandungan, maag, asam urat, keputihan, pembengkakan hati, meningkatkan vitalitas dan daya tahan tubuh (Manoi, 2009 dalam Khunaifi, 2010).

Suseno (2013) menjelaskan dalam daun binahong terdapat senyawa flavonoid, Asam Oleanolik, protein, dan saponin. Flavonoid merupakan senyawa fenol terbesar dan banyak ditemukan di alam. Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon, dimana dua cincin benzene (C<sub>6</sub>) terikat pada suatu rantai propan (C<sub>3</sub>) sehingga membentuk suatu susunan C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> (Ahmad, 1989). Beberapa flavonoid mempunyai sifat anti-inflamasi, anti-hepatotoksik, anti-tumor, anti-mikrobia, dan anti-virus. Namun, kebanyakan flavonoid merupakan senyawa antioksidan (Nahar, 2009).



Gambar 2.4 Struktur Flavonoid (Ahmad, 1989)

Asam Oleanolik merupakan golongan triterpenoid yang merupakan antioksidan pada tanaman (Yin et al., 2007). Mekanisme perlindungan oleh asam oleanolik adalah dengan mencegah masuknya racun ke dalam sel dan meningkatkan sistem pertahanan sel. Asam oleanolik juga memiliki zat anti inflamasi. Kandungan nitrit oksida pada asam oleanolik juga menjadi anti oksidan, yang dapat berfungsi sebagai toksin yang kuat untuk membunuh bakteri (Guyton et al., 1997). Jadi dengan adanya asam oleanolik ini akan memperkuat daya tahan sel terhadap infeksi dan memperbaiki sel sehingga sel dapat beregenerasi dengan baik. Senyawa saponintriterpenoid pada daun binahong dapat menurunkan gula darah. Dengan adanya penurunan kadar gula darah pada luka, maka dapat pula menurunkan terjadinya infeksi.



Gambar 2.5 Struktur Senyawa Terpenoid (Guyton et al., 1997)

Saponin adalah senyawa glikosida triterpena dan sterol yang tersebar luas pada tumbuhantingkat tinggi. Saponin merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat seperti sabun serta dapat dideteksi dengan kemampuannya membentuk busa. Saponin memiliki sifat antimikroba, baik triterpen maupun steroidal (Naidu, 2000 dalam Kusuma, 2012). Saponin merupakan glukosida yang larut dalam air dan etanol, tetapi tidak larut dalam eter (Khunaifi,2010).

## 2.5 PVA (*Polyvinyl Alcohol*)

PVA (*Polyvinyl Alcohol*) merupakan salah satu polimer yang larut dalam air dan memiliki kemampuan membentuk serat yang baik, biokompatibel, memiliki ketahanan kimia, dan biodegradable. Pada penelitian Shalmon, (2010) PVA dapat berinteraksi dengan natrium alginat melalui metode electrospinning membentuk komposit. Selain itu juga diketahui bahwa PVA dapat membentuk gel dengan berbagai pelarut. Pemanfaatan polimer hidrofilik seperti *Polyvinyl Alcohol* (PVA) dan *Polyvinyl Pirrolidon* (PVP) sebagai bahan biomaterial menarik perhatian penting dikarenakan tidak toksik, non- karsinogenik dan dengan biokompatibilitas yang tinggi. Namun demikian, sifat mekanik PVA tidak rapuh. Oleh karena itu perlu dimodifikasi dengan menggabungkan polimer sintetik atau alami yang tidak hanya berfungsi menaikkan sifat mekaniknya, tetapi juga dapat mempercepat penyembuhan luka (Amita dkk, 2011).

Sifat mekanik dari PVA merupakan sifat yang menarik terutama dalam preparasi hidrogel. PVA memiliki struktur kimia yang sederhana dengan gugus hidroksil yang tidak beraturan. Monomernya, yaitu vinil alkohol tidak berada dalam bentuk stabil, tetapi berada dalam keadaan tautomer dengan asetaldehida (Perwitasari, 2012).

Sintesis polivinil alkohol yang secara komersial melalui hidrolisis. Polivinil alkohol tidak bisa dibuat secara langsung karena vinil alkohol merupakan bentuk enol yang tidak stabil dari asetilaldehida. Polivinil alkohol dihasilkan melalui hidrolisis dari polivinil asetat dengan menggunakan methanol.

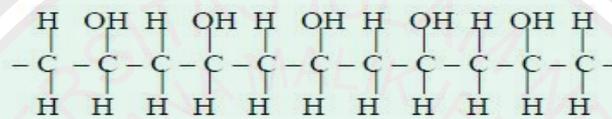
Tabel 2.3 Karakter Fisik dari Polivinil Alkohol (Ogur, 2005).

Karakter	Nilai
Densitas	1.19-1.31 g/cm <sup>3</sup>
Titik Leleh	180- 240 <sup>0</sup> C
Titik Didih	228 <sup>0</sup> C
Suhu Penguraian	180 <sup>0</sup> C

PVA memiliki sifat hidrofilik sehingga selektif terhadap air. Sifat hidrofilik ini disebabkan adanya gugus –OH yang berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen. Akibatnya membran PVA ini mempunyai sifat mudah mengembang (swelling) bila terdapat air dari umpan yang akan dipisahkan PVA dapat larut dalam air dengan bantuan panas yaitu pada temperatur diatas 90 °C. Pada suhu kamar PVA berwujud padat, lunak dalam pemanasan, kemudian elastis seperti karet dan mengkristal dalam proses. PVA memiliki berat molekul 85.000-146.000, mempunyai temperatur transisi gelas (Tg) sebesar 228-256 °C. PVA komersial mengandung pengotor berupa gugus keton yang terisolasi yang mungkin membentuk ikatan asetal dengan gugus hidroksil dari rantai lain sehingga molekul cabangnya membentuk crosslink. Gugus hidroksil yang terdapat pada rantai polimer menyebabkan membran PVA bersifat polar. Sifat hidrofilik dan kepolaran membran akan menentukan selektivitas dan fluks membrane pada proses pervaporasi campuran organic-air (Jie dkk, 2003).

Polivinil alkohol memiliki film yang sangat baik membentuk, pengemulsi dan sifat perekat, tahan terhadap minyak, lemak dan pelarut, Tidak berbau dan tidak beracun, memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan fleksibilitas, serta oksigen yang tinggi dan sifat aromanya penghalang. Namun sifat ini tergantung pada

kelembaban, dengan kata lain, dengan kelembaban tinggi lebih banyak air diserap. Air, yang bertindak sebagai perekat, maka akan mengurangi kekuatan tarik, tetapi meningkatkan elongasi dan kekuatan sobek. PVA sepenuhnya degradable dan cepat larut. PVA adalah bahan ataktik tetapi pameran kristalinitas sebagai kelompok hidroksil cukup kecil untuk masuk kedalam kisi tanpa mengganggu (Shalumon, 2010).



Gambar 2.6 Struktur Ataktik pada Polivinil Alkohol (Ogur,2005)

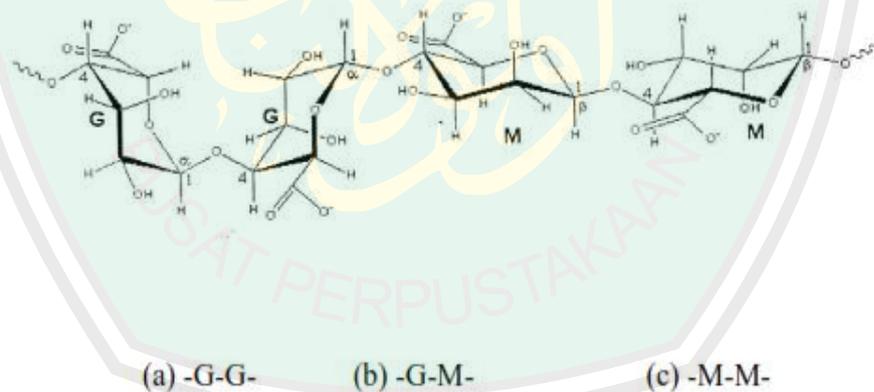
## 2.6 Alginat

Alginat adalah polisakarida alam yang umumnya terdapat pada dinding sel dari semua spesies algae coklat (*phaeophyceae*). Asam alginat, ditemukan dan diekstraksi pertama kali dan dipatenkan oleh seorang ahli kimia dari Inggris Stanford tahun 1880 dengan mengekstraksi *Lamina stenophylla*. asam alginat umumnya terdapat garam- garam kalsium, magnesium, dan natrium. Tahap pertama pembuatan alginat adalah mengubah kalsium dan magnesium alginat yang tidak larut menjadi natrium alginat yang larut dalam air dengan pertukaran ion dibawah kondisi alkalin. Alginat yang terkandung dalam rumput laut coklat merupakan polisakarida yang terdiri dari residu asam  $\beta$ -D-manuronat dan asam  $\alpha$ -L-guluronat. Di Indonesia yang paling banyak ditemukan adalah jenis sargassum dan turbinaria. (Haryanto dan Sumarsih, 2008).

Molekul asam alginat berbentuk polimer linier tak bercabang dan disusun oleh kurang lebih 700-1000 residu asam  $\beta$ -D-manuronat (M) dan  $\alpha$ -L-guluronat

(G). asam D-manuronat memiliki ikatan diekuatorial  $^4C_1$  sedangkan asam guluronat memiliki ikatan diaksial  $^1C_4$ . Rantai yang terdiri atas 3 segmen polimer yang berbeda terlihat pada gambar 2.9 (Yunizal, 2004).

Kelarutan alginat dan kemampuannya mengikat air bergantung pada jumlah ion karbositat, berat molekul dan PH. Kemampuan mengikat air meningkat jika jumlah ion karbositat semakin banyak dan jumlah residu kalsium alginat kurang dari 500, sedangkan pada PH dibawah 3 terjadi pengendapan. Alginat memiliki sifat- sifat utama yaitu kemampuan untuk larut dalam air serta meningkatkan viskositas larutan, kemampuan untuk membentuk gel, kemampuan membentuk film (natrium atau kalsium alginat) dan serat (kalsium alginat) (Onsoyen, 1997).



Gambar 2.7 Struktur Alginat (Onsoyen, 1997).

Kekuatan gel yang dibentuk dengan penambahan garam Ca bervariasi dari satu alginat dengan alginat lainnya. Alginat dengan kandungan G yang tinggi akan lebih kuat dibandingkan dengan alginat dengan kandungan M yang tinggi. Seperti *Macrocystis* memberikan alginat dengan viskositas yang sedang, *Sargassum* memberikan hasil viskositas yang rendah, *Laminaria digitata* menghasilkan

kekuatan gel lembut sampai sedang sementara *Laminaria hyperborea* dan *Durvillaea* menghasilkan gel yang kuat. Alginat dapat membentuk Gel dengan adanya kation- kation divalent seperti  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ , dan  $\text{Zn}^{2+}$  dimana ikatan silang terjadi karena adanya kompleks khelat antara ion- ion divalent dengan anion karboksilat dari blok G-G (Yunizal, 2004).

Alginat dapat digunakan dalam berbagai bidang antara lain industri makanan, tekstil, farmasi, dan kosmetik tetapi yang paling banyak digunakan dalam bidang tekstil (50%) dan makanan (30%). Alginat banyak digunakan untuk keperluan medis, antara lain untuk bahan regenerasi pembuluh darah, kulit, tulang rawan, ikatan sendi dan sebagainya. Dalam bidang farmasi, Alginat digunakan sebagai pembalut luka yang dapat menyembuhkan karena dapat mengabsorpsi cairan dari luka, kalsium dalam serat diganti menjadi natrium dalam cairan tubuh sehingga menjadi natrium yang larut (Yunizal, 2004).

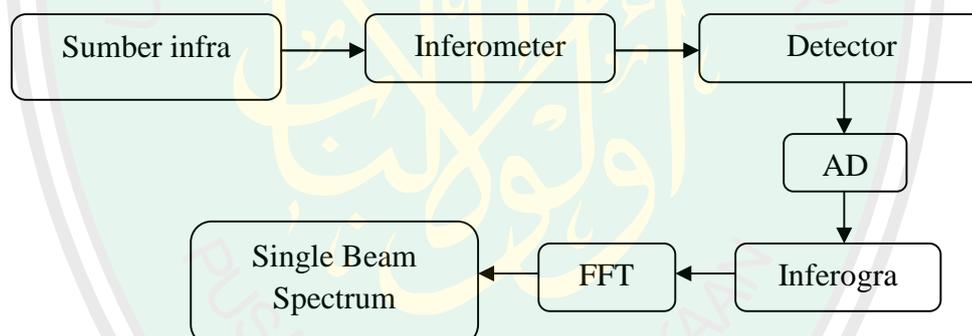
### **2.7 Fourier Transform Infra Red (FTIR)**

Spektroskopi FTIR merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Inti spektroskopi FTIR adalah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan (Chatwal, 1985).

Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari transmisi cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detector dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian di plot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang atau bilangan gelombang. Analisis gugus fungsi suatu sampel

dilakukan dengan membandingkan pita absorpsi yang terbentuk pada spektrum infra merah menggunakan tabel korelasi dan menggunakan spektrum senyawa pembanding yang sudah diketahui (Marcott, 1986).

Spektra yang dihasilkan oleh FTIR ini pada umumnya memiliki pita-pita serapan yang sempit dan khas untuk tiap senyawa sehingga penggunaannya untuk mengidentifikasi senyawa organik. Spektrum infra merah merupakan kurva aliran %T sebagai ordinat dan bilangan gelombang sebagai absis. Instrument FTIR ini terdiri dari sumber cahaya, monokromator inferometer, detektor, dan sistem pengolahan data komputer. Berikut ini adalah skema dari alat spektrofotometer FTIR ini (Rosa, 2008).



Gambar 2.8 Mekanisme Alat Spekfotometer FTIR (Rosa, 2008)

Spektrofotometer FTIR menggunakan persamaan matematika transform fourier untuk mengubah spektrum waktu menjadi spektrum frekuensi. Spektroskopi infra merah memiliki daerah spektrum  $4000\text{-}670\text{ cm}^{-1}$ . Bila suatu molekul menyerap sinar infra merah maka didalam molekul akan terjadi perubahan tingkat energi vibrasi atau rotasi, tetapi hanya transisi vibrasi atau rotasi yang dapat menyebabkan perubahan momen dipole yang aktif yang mengadsorpsi sinar infra merah. Selian itu, frekuensi sinar yang datang harus

sama dengan salah satu frekuensi vibrasi atau rotasi molekul tersebut, karena tiap ikatan yang berbeda, seperti C-C, C-H, C-O, dan lain- lain menyerap radiasi infra merah pada panjang gelombang yang berbeda (Setiangrum, 2011).

Mekanisme kerja dari spektrofotometer FTIR ini yaitu energi infra merah diremisikan dari sumber cahaya dan bergerak melalui bagian optik dari spektrofotometer. Gelombang sinar melewati interferometer sebagai tempat pemisahan sinar dan digabungkan kembali sehingga menghasilkan suatu pola interferensi. Gelombang sinar di transmisikan dan diukur oleh detector. Detector menghasilkan suatu interferogram, yaitu suatu daerah waktu yang menggambarkan pola interferensi. Selanjutnya ADC ( *Analog Digital Converter*) mengubah pengukuran menjadi suatu format digital yang dapat dihubungkan oleh computer. Interferogram diubah menjadi suatu pita spektrum tunggal (*Single Beam Spectrum*) oleh *Fast Fourier Transform* (FFT) (Rosa, 2008).

## **2.8 Pengujian Mekanik**

Pengujian mekanik berhubungan dengan ukuran kemampuan balutan luka untuk menahan gaya luar. Diantara sifat mekanik balutan luka adalah kuat tarik, perpanjangan dan modulus Young.

### **2.8.1 Uji Ketahanan Terhadap Air**

Ketahanan Air diukur melalui metoda *swelling* dan diungkapkan sebagai derajat pengembangan (s) yang dihitung dalam gram air per gram kering. Dengan demikian, jumlah hidrogel yang ditimbang secara akurat 1 g dicelupkan dalam 100 mL air terdistulasi pada temperatur kamar selama 30 menit dan didiamkan sampai hidrasi sempurna hidrogel dicapai. Hidrogel yang telah

mengalami *swelling* kemudian dipisah dari air yang tak terserap dengan cara menyaring melalui saringan. Hidrogel dibiarkan kering pada ayakan selama 10 menit dan ayakan lalu ditimbang untuk menentukan berat air yang menyebabkan *swelling* dari hidrogel. Absorbansi atau karakteristik *swelling* dihitung sebagai g/g menggunakan persamaan berikut (Garner, 1997).

$$\frac{\text{mg}}{\text{g}} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \quad (1)$$

$W_2$  dan  $W_1$  masing- masing merupakan berat hidrogel yang digembungkan oleh air dan absorben kering dalam gram (Garner, 1997).

Hidrogel iradiasi dipotong menjadi 3 bagian bentuk kubus dengan ukuran  $2 \times 2 \times 0.5 \text{ cm}^3$ , lalu dikeringkan dalam oven pada suhu  $60^\circ\text{C}$  hingga berat konstan dan ditimbang ( $W_0$ ). Selanjutnya hidrogel kering dikemas dalam kawat kasa stainless steel ukuran 300 mesh, kemudian direndam dalam air suling dan digoyang pada suhu  $70^\circ\text{C}$  dalam *shaker* dengan kecepatan 100 rpm selama 24 jam agar monomer yang tidak bereaksi lepas dan larut dalam air. Akhirnya, hidrogel dikeluarkan dari *shaker* dan dikeringkan dalam oven pada suhu  $60^\circ\text{C}$  hingga bobot konstan. Hidrogel ditimbang kembali ( $W_1$ ) dan kandungan gel dihitung dengan persamaan berikut (Erizal dkk, 2009):

$$\text{kandungan gel} = \frac{W_1}{W_0} \times 100\% \quad (2)$$

dimana,

$W_0$  = bobot kering hidrogel awal (g)

$W_1$  = bobot kering setelah pencucian (g)

Hidrogel hasil iradiasi dipotong menjadi 3 bagian bentuk kubus dengan ukuran  $2 \times 2 \times 0.5 \text{ cm}^3$ , lalu dikeringkan dalam oven pada suhu  $60^\circ\text{C}$  hingga bobot konstan. Selanjutnya hidrogel direndam dalam air suling pada suhu kamar. Setiap interval waktu satu jam, hidrogel dikeluarkan dari bejana pengujian, dan bobotnya ditentukan ( $W_b$ ) setelah air permukaan dikeringkan dengan kertas saring. Akhirnya hidrogel dikeringkan dalam oven pada suhu  $60^\circ\text{C}$  hingga berat konstan dan hidrogel kering ditimbang ( $W_k$ ). daya serap air dihitung dengan persamaan berikut (Erizal dkk, 2009):

$$\text{daya serap terhadap air} = E = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\% \quad (3)$$

dimana,

$W_b$  = bobot hidrogel setelah mengembang (g)

$W_k$  = bobot hidrogel kering (g)

### 2.8.2 Uji Kuat Tarik

Uji tarik adalah salah satu uji stress-strain mekanik yang bertujuan mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Pengujiannya, bahan uji ditarik sampai putus. Umumnya kekuatan tarik polimer lebih rendah dari baja  $70 \text{ kgf/mm}^2$ . Hasil pengujian adalah grafik beban versus perpanjangan (*elongasi*).

Tegangan ( $\sigma$ ):

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (4)$$

Dimana :

$\sigma$  = tegangan (MPa)

F = gaya yang diberikan (N)

A = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

Regangan ( $\epsilon$ ):

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (5)$$

Dimana :

$\epsilon$  = regangan

$l_0$  = panjang mula-mula (m)

$\Delta l$  = perubahan panjang (m)

Berikut tabel 2.4 acuan sifat mekanik yang dilakukan oleh Aisling pada tahun 2011 dan beberapa peneliti untuk mengetahui sifat mekanik kulit (Nurul dkk, 2012).

Tabel 2.4 Sifat mekanik dari beberapa literatur (Nurul dkk, 2012).

Author	Test type	UTS (MPa)	Failure Strain (%)	Elastic modulus (MPa)	Initial slope (MPa)	Site <sup>B</sup>	Age
Jansen and Rottier (1958 B)	In vitro tension	1-24	17-207	2.9-54.0	0.69-9.7	Ab	0-99
Dunn (1983)	In vitro tension	2-15		18.8	0.1	Ab & T	47-86
Vogel (1987)	In vitro tension	5-32	30-115	15-150		V	0-50
Jacquemoud et al (2007)	In vitro tension	5.7-12.6	27-59	19.5-87.1		F & A	61-98
Agache et al(1980)	In vivo tension			0.42-0.85		back	3-89
Diridcilcu et al (1998)	In vivo suction			0.12-0.25		A& F	20-30
Khatyr et al (2004)	In vivo tension			0.13-0.66		T	22-68
Pailler- mettei et al (2008)	In vivo indentation			0.0045-0.008		A	30
Zahouani et al (2009)	In vivo indentation and static friction			0.0062-0.0021		A	55-70
Our results	In vitro tensile	21.6±8.4	54±17	83.3±34.9	1.18±0.88	back	81-97

<sup>B</sup>ab= abdomen, T= thorax, v= various, F=forehead, A=arm

## 2.9 Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas anti bakteri adalah teknik untuk mengukur berapa besar potensi atau konsentrasi suatu senyawa dapat memberikan efek bagi mikroorganisme. Berdasarkan sifat toksisitas selektif, ada zat yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri dikenal sebagai bakteristatik dan yang yang bersifat membunuh bakteri dinamakan bakterisida (Tina, 2009).

Antibakteri adalah senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri yang bersifat merugikan. Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, memusnahkan mikroorganisme pada inang yang terinfeksi dan mencegah pembusukan serta perusakan bahan oleh mikroorganisme. Antimikroba meliputi golongan antibakteri, antimikotik, dan antiviral (Tina, 2009).

Mekanisme penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri oleh senyawa antibakteri dapat berupa perusakan dinding sel dengan cara menghambat pembentuknya atau mengubahnya setelah selesai terbentuk, perubahan permeabilitas membrane sitoplasma sehingga menyebabkan keluarnya bahan makanan dari dalam sel, perubahan molekul protein dan asam nukleat, penghambatan kerja enzim, dan penghambatan sintesis asam nukleat dan protein. Dibidang farmasi, bahan anti bakteri dikenal dengan nama antibiotik, yaitu suatu substansi kimia yang dihasilkan oleh mikroba dan dapat menghambat pertumbuhan mikroba lain. Senyawa antibakteri dapat bekerja secara bakteristatik, bakteriosidal, dan bakteriolitik (Chantin, 1994).

Uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode difusi dan metode pengenceran. *Disc Diffusion test* atau uji difusi disk dilakukan dengan mengukur diameter zona bening (clear zone) yang merupakan petunjuk adanya respon penghambatan pertumbuhan bakteri oleh suatu senyawa antibakteri dalam ekstrak. Syarat jumlah bakteri untuk uji kepekaan/ sensitivitas yaitu  $10^5$ - $10^8$  CFU/mL (Entjang, 2003).

Metode difusi merupakan salah satu metode yang sering digunakan, metode difusi dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu (Tina, 2009):

1. Metode silinder

Metode lempeng silinder yaitu difusi antibiotik dari silinder yang tegak lurus pada lapisan agar padat dalam cawan petri atau lempeng yang berisi biakan mikroba uji pada jumlah tertentu sehingga mikroba dapat dihambat pertumbuhannya.

2. Metode lubang/ sumuran

Metode lubang/ sumuran yaitu membuat lubang pada agar padat yang telah diinokulasi dengan bakteri. Jumlah dan letak lubang disesuaikan dengan tujuan penelitian, kemudian lubang diinjeksikan dengan ekstrak yang akan diuji. Setelah dilakukan inkubasi, pertumbuhan bakteri diamati untuk melihat ada tidaknya daerah hambatan disekeliling lubang.

3. Metode cakram kertas

Metode difusi cakram prinsip kerjanya adalah bahan uji dijenuhkan ke dalam kertas cakram (cakram kertas). Cakram kertas yang mengandung bahan tertentu ditanam pada media perbenihan agar padat yang telah dicampur dengan mikroba yang diuji, kemudian diinkubasikan  $35^{\circ}\text{C}$  selama 18-24 jam.

Area (zona) jernih disekitar cakram kertas diamati untuk menunjukkan ada tidaknya pertumbuhan mikroba. Selama inkubasi, bahan uji berdifusi dari kertas cakram ke dalam agar-agar itu, sebuah zona inhibisi dengan demikian akan terbentuk. Diameter zona sebanding dengan jumlah bahan uji yang ditambahkan ke kertas cakram. Metode ini secara rutin digunakan untuk menguji sensitivitas antibiotik untuk bakteri pathogen.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini termasuk jenis eksperimen untuk membuat balutan luka dengan variasi komposisi perasan daun binahong. Selanjutnya, dilakukan pengujian meliputi uji FT-IR, uji ketahanan air, uji antibakteri, dan uji tarik.

#### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Mei 2015, bertempat di Laboratorium Material Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Laboratorium Material Jurusan Fisika Universitas Brawijaya, Laboratorium Mikrobiologi Universitas Negeri Malang.

#### **3.3 Alat Penelitian**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Blender
2. Pisau
3. Kain saring
4. Magnetik stirrer
5. Beaker Gelas
6. Termometer
7. Tissue
8. Cetakan
9. Kertas cakram

10. Cawan Petri

11. Spatula

12. Pipet

13. Oven

### 3.4 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. PVA (*Polyvinil Alchokol*)
2. Alginat
3. Perasan daun binahong
4. Aquades
5. Bakteri *Staphylococcus aureus*
6. NB (*Nutrien Borth*)
7. NA (*Nutrien Agar*)

### 3.5 Prosedur Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Daun Binahong disiapkan kemudian dipotong kecil-kecil dan dihancurkan dengan menggunakan blender lalu diperas agar keluar getahnya.
2. 20 gram PVA dan 2.5 gram alginat dilarutkan dalam 250 ml aquades kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 1 jam dengan kecepatan 875 rpm pada suhu kamar.
3. Larutan yang telah homogen ditambahkan perasan daun binahong dengan variasi 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 (% v/v). Masing- masing larutan diaduk sampai homogen menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 875 rpm pada suhu 100 °C selama 1 jam

4. Hidrogel yang terbentuk dituang kedalam cetakan dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 1.5 jam.
5. Sampel yang telah kering, kemudian dilakukan pengujian.

### 3.6 Teknik Pengumpulan Data dan Analisa Data

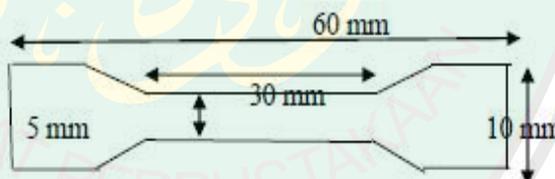
#### 3.6.1 Pengumpulan Data

##### a) Uji ketahanan air

Pengujian dilakukan dengan merendam sampel yang berukuran  $1.5 \times 1.5 \text{ cm}$  kedalam beaker gelas berisi 25 ml aquades. Kemudian diamati setiap 30 menit selama 1 jam.

##### b) Uji Tarik

Sampel yang akan diuji dibentuk seperti gambar 3.1 kemudian diuji dengan menggunakan *universal tensile strength* pada gambar 3.2. Ketebalan sampel diukur pada 3 titik dan diuji tarik dengan cara kedua ujung dijepit mesin penguji *tensile*. Sehingga diperoleh panjang awal dan panjang akhir.



Gambar 3.1 Dimensi Sampel untuk Pengujian Elastisitas(kuat tarik)



Gambar 3.2 Alat Uji Kekuatan Tarik *Universal Tensile Strength*

## c) Uji FTIR

Sampel dibentuk lapisan tipis dan bening berukuran  $1.5 \times 1.5$  cm. Setelah itu sampel dimasukkan kedalam tabung perangkat FTIR dan disinari untuk mendapatkan gugus fungsi yang terkandung dalam sampel.

## d) Uji Antibakteri

Aktivitas antibakteri dilakukan dengan bakteri *Staphylococcus aureus* menggunakan metode kertas cakram yang diinjeksi dengan sampel. Selanjutnya, kertas cakram yang sudah tercampur dengan sampel diletakkan pada cawan petri yang sudah diisi dengan bakteri. Pengamatan dilakukan setelah 24 jam bakteri di diamkan di autoklaf.

**3.5.2 Analisa Data**

## a) Uji Ketahanan Air

Data hasil pengamatan uji ketahanan air berupa kualitatif yang dimasukkan ke dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rancangan Hasil Pengujian Uji ketahanan Air

PVA-alginat : perasan daun binahong (% v/v)	Pengamatan Sampel		
	Awal	30 menit	1 jam
100:0			
90:10			
80:20			
70:30			
60:40			
50:50			

## b) Uji Tarik

Hasil dari pengujian tarik didapatkan data panjang awal, panjang akhir, luas penampang, dan gaya kuat tarik. Nilai elongasi dari sampel dihitung dengan menggunakan persamaan (3.1):

$$\text{elongasi} = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (3.1)$$

kuat tarik dihitung dengan menggunakan persamaan (3.2):

$$\text{Kekuatan Tarik} \left( \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \right) = \frac{\text{Gaya kuat tarik (F)}}{\text{Luas penampang sampel (A)}} \quad (3.2)$$

*Modulus young* ditentukan dengan menggunakan persamaan (3.3):

$$\text{Modulus young} = \frac{\text{Kuat Tarik}}{\text{Elongasi}} \quad (3.3)$$

Nilai *elongasi*, kuat tarik, dan *modulus young* dimasukkan ke dalam tabel 3.2.

Tabel 3.2 Rancangan hasil uji tarik

PVA-alginat : perasan daun binahong (% V/V)	Elongasi	Kuat Tarik (kgf/mm <sup>2</sup> )	<i>Modulus young</i> (MPa)
100:0			
90:10			
80:20			
70:30			
60:40			
50:50			

## c) Uji FTIR

Hasil pengujian FTIR berupa grafik fungsi bilangan gelombang dan transmitasi. Kemudian hasil dicocokkan dengan tabel gugus fungsi untuk mengetahui senyawa yang terbentuk.

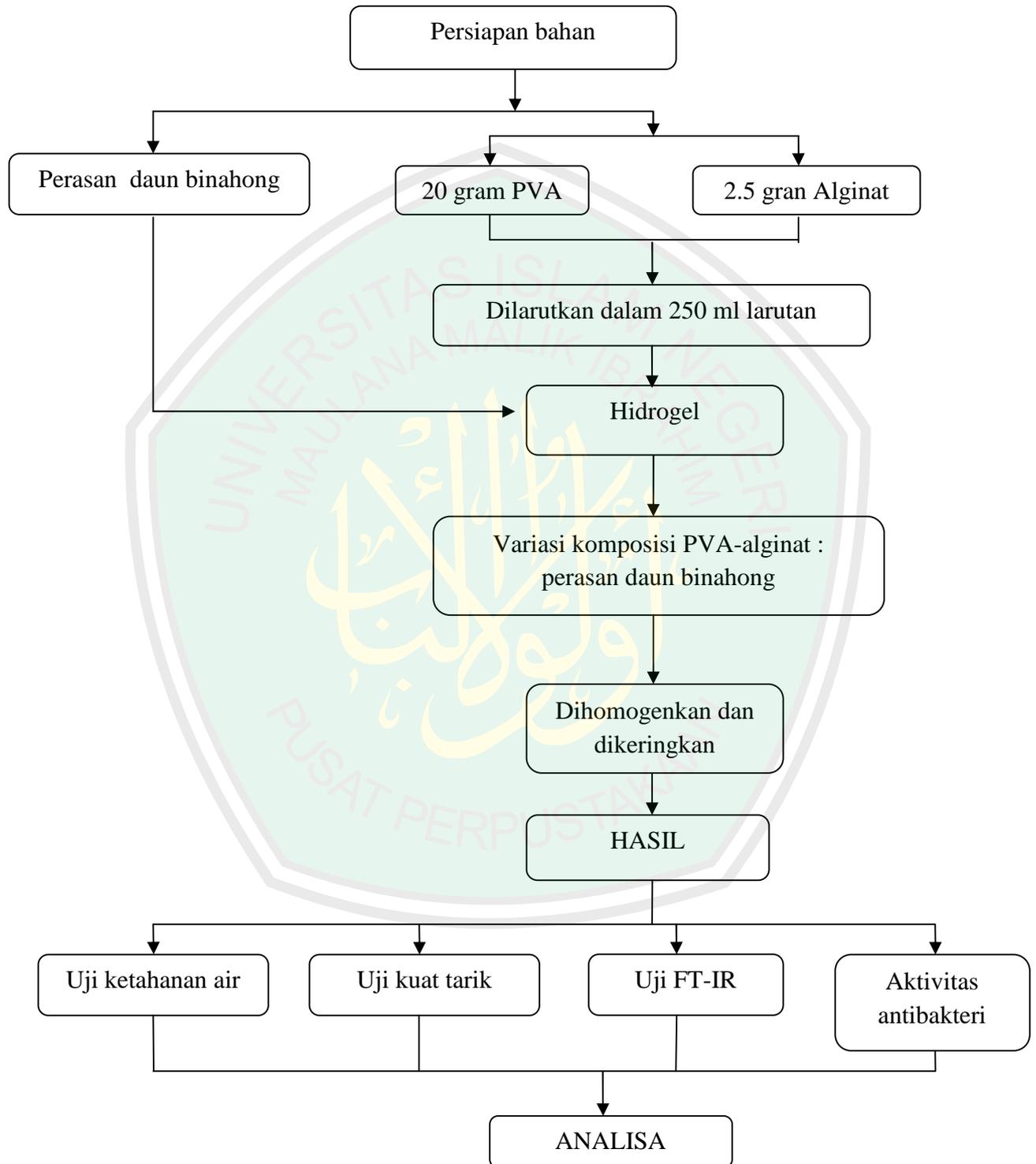
## d) Uji Antibakteri

Data hasil pengujian aktivitas antibakteri diperoleh dengan menghitung diameter inhibisi yang terbentuk pada cawan petri. Dari hasil pengukuran dimasukkan kedalam tabel 3.3

Tabel 3.3 Rancangan Hasil Uji Aktivitas Anti Bakteri *Staphylococcus aureus*

PVA-alginat : perasan daun binahong (% v/v)	Diameter Inhibisi (mm)			Rata- rata Diameter Inhibisi (mm)
	Sampel ke-1	Sampel ke-2	Sampel ke-3	
100:0				
90:10				
80:20				
70:30				
60:40				
50:50				

### 3.6 Diagram Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini diawali dengan proses pengambilan perasan daun Binahong dan pembuatan *Wound Dressing* antibakteri. Kemudian dilakukan pengujian FTIR, ketahanan terhadap air, uji tarik, dan antibakteri.

##### 4.1.1 Proses Pengambilan Perasan Daun Binahong

Proses pengambilan perasan daun Binahong dilakukan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Bahan yang digunakan adalah lembaran daun Binahong yang didapat dari pekarangan rumah jl. Raya Candi VB Karangbesuki Malang. Daun Binahong dipotong kecil-kecil kemudian dihaluskan dengan menggunakan Blender. Bubur daun Binahong yang dihasilkan diletakan diatas kain putih yang berukuran 20 cm x 20 cm dan diremas sampai keluar lendirnya.

##### 4.1.2 Pembuatan *Wound Dressing*

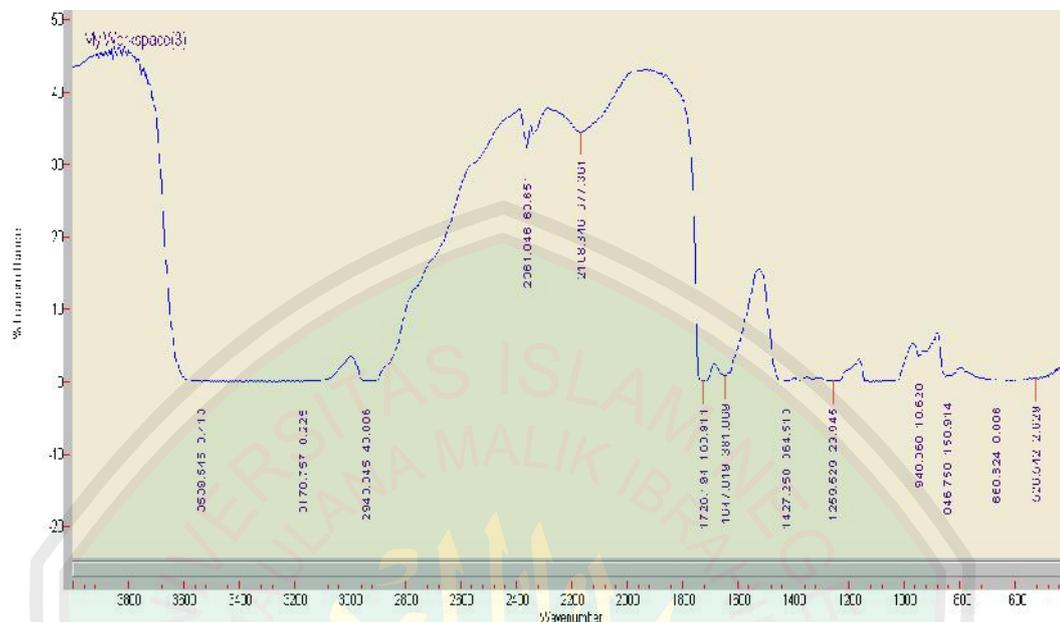
*Wound Dressing* (balutan luka) dibuat dengan cara melarutkan 20 gr PVA(*Polyvinil Alcohol*) dan 2.5 gr Alginat ke dalam 250 ml Aquades kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 1000 rpm selama 1 jam. Pelarutan menggunakan alat bantu *magnetic stirrer* supaya PVA dan alginat dapat larut dengan sempurna.

Campuran PVA dan alginat yang sudah homogen ditambah perasan daun Binahong dengan variasi komposisi 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 (v/v

%). Sampel diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 875 rpm pada suhu 100 °C selama 1 jam. Campuran PVA-alginat dan perasan daun Binahong yang terbentuk dituang kedalam cetakan serta dikeringkan ke dalam oven selama 1.5 jam dengan suhu 100 °C agar cepat kering. Pengeringan dalam suhu kamar membutuhkan waktu  $\pm 3$  hari sehingga memungkinkan tumbuhnya jamur pada sampel. Hasil pengeringan tersebut berupa lembaran tipis dan elastis yang disebut dengan *Wound Dressing* (balutan luka). Sampel *Wound Dressing* yang sudah terbentuk, selanjutnya dilakukan pengujian meliputi uji kuat tarik, ketahanan terhadap air, gugus fungsi dan aktivitas antibakteri.

#### 4.1.3 Uji FTIR

Karakterisasi FT-IR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dalam *wound dressing*. Identifikasi ini dilakukan dengan FT-IR *varian FTS tipe 1000 FT-IR Scimitar Series* produksi Amerika di Laboratorium FT-IR jurusan kimia Universitas Islam Negeri Malang. Sampel berupa lembaran balutan luka yang tipis dengan ukuran 1.5 x 1.5 cm dan dimasukkan ke dalam FT-IR untuk diuji gugus fungsinya. Sampel yang diuji adalah campuran PVA-alginat dan perasan daun binahong dengan variasi 90:10 (v/v%). Hal ini dikarenakan dalam proses analisa gugus fungsi, sampel harus transparan supaya spektrum inframerah yang ditransmisikan oleh FT-IR dapat melewati sampel dan terbaca oleh detektor. Hasil pengujian FT-IR ditunjukkan pada gambar 4.1 grafik hubungan antara bilangan gelombang dengan transmitasi. Dari puncak-puncak serapan yang terbentuk kemudian dicocokkan dengan tabel gugus fungsi untuk mengetahui nama senyawa. Hasil analisa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Gugus Fungsi untuk Balutan Luka Jenis PVA-alginat dan Perasan Daun Binahong dengan Varisasi 90:10 (v/v %)

Tabel 4.1 Gugus Fungsi yang Terbentuk pada Balutan Luka

Bilangan gelombang( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus fungsi	Nama Senyawa
3539.545	O-H	Alkohol, fenol
3170.757	N-H & C-H	Asam karboksilat dan ammonium
2943.345	N-H & C-H	Asam karboksilat dan ammonium
2361.046	N-H & C-H	Asam karboksilat dan ammonium
2168.346	C C	Asetilen, Alkuna
1726.194	C=O	Aldehid
1647.019	C=O	Aldehid
1427.250	C-H	Alkana, primer
1259.529	C-O	Alkohol, eter, ester, dan asam karbosilikat.
940.060	C-C & C-O	Eter, epsida, peroksida
846.758	N-H	Amina primer dan sekunder (cairan)

Tabel 4.1 menunjukkan senyawa yang terbentuk pada campuran PVA-alginat dan perasan daun binahong dengan variasi 90:10 (v/v%), yaitu gugus fungsi O-H dengan nama senyawa alkohol, fenol pada bilangan gelombang 3539.545  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan tunggal nitrogen-hidrogen (N-H) dan ikatan tunggal hidrogen-karbon (C-H) terdapat pada puncak 3170.757  $\text{cm}^{-1}$ , 2943.345  $\text{cm}^{-1}$ , dan 2361.046  $\text{cm}^{-1}$ . Bilangan gelombang 2168.346  $\text{cm}^{-1}$  terbentuk senyawa Asetilen, Alkuna dengan ikatan rangkap tiga karbon (C C). pada puncak 1726.194  $\text{cm}^{-1}$  dan 1647.019  $\text{cm}^{-1}$  adalah gugus fungsi (C=O) aldehyd. Gugus fungsi (C-H) alkana, primer terbentuk pada bilangan gelombang 1427.250  $\text{cm}^{-1}$ . Pada puncak 1259.529  $\text{cm}^{-1}$  terbentuk gugus fungsi (C-O) alkohol, eter, ester, dan asam karbosilikat. Ikatan tunggal karbon-karbon dan karbon oksigen (C-C dan C-O) terbentuk pada puncak 940.060  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus fungsi (N-H) Amina primer dan sekunder (cairan) terbentuk pada bilangan gelombang 846.758  $\text{cm}^{-1}$ .

#### 4.1.4 Uji Ketahanan Terhadap Air

Pengujian ketahanan air dilakukan di Laboratorium Riset Material Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Sampel dipotong dengan ukuran 1.5 x 1.5 cm dan direndam dalam beaker gelas yang berisi 25 ml aquades selama satu jam. Kemudian diamati setiap 30 menit untuk mengetahui perubahan pada sampel. Hasil pengamatan terdapat pada tabel 4.2:

Tabel 4.2 Data Pengujian Ketahanan Terhadap Air

PVA- alginat:getah pisang (% v/v)	Pengamatan Sampel		
	Awal	30 menit	1 jam
100:0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utuh</li> <li>- Berwarna putih</li> <li>- Berbentuk persegi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Larut sebagian besar</li> <li>- Berwarna putih</li> <li>- Tidak berbentuk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Larut sempurna dalam aquades (kental)</li> <li>- Tidak berwarna</li> </ul>
90:10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utuh</li> <li>- Berwarna hijau tua</li> <li>- Berbentuk persegi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Larut sebagian besar</li> <li>- Berwarna hijau pudar</li> <li>- Tidak berbentuk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Larut sempurna dalam aquades (kental)</li> <li>- Tidak berwarna</li> </ul>
80:20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utuh</li> <li>- Berwarna hijau tua agak gelap</li> <li>- Berbentuk persegi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Larut sebagian besar</li> <li>- Berwarna hijau pudar</li> <li>- Bentuk tidak beraturan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hampir larut sempurna dalam aquades (agak kental)</li> <li>- Tidak berwarna</li> </ul>
70:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utuh</li> <li>- Berwarna hijau tua gelap</li> <li>- Berbentuk persegi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Larut sebagian besar</li> <li>- Berwarna hijau terang</li> <li>- Bentuk tidak beraturan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hampir larut sempurna dalam aquades (agak kental)</li> <li>- Tidak berwarna</li> </ul>
60:40	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utuh</li> <li>- Berwarna hijau tua gelap</li> <li>- Berbentuk persegi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Larut sebagian kecil</li> <li>- Berwarna hijau tua pudar</li> <li>- Bentuk tidak beraturan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Larut sebagian besar (encer)</li> <li>- Berwarna hijau muda</li> <li>- Bentuk tidak beraturan</li> </ul>
50:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utuh</li> <li>- Berwarna hijau tua gelap</li> <li>- Berbentuk persegi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utuh</li> <li>- Berwarna hijau gelap</li> <li>- Berbentuk persegi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Larut sebagian kecil</li> <li>- Berwarna hijau muda</li> <li>- Bentuk tidak beraturan</li> </ul>

Dari tabel 4.2 hasil *uji swelling* selama satu jam menunjukkan bahwa sampel larut kedalam air sebelum satu jam. Hal ini bisa diamati dari perubahan

bentuk dan warna sampel sejak awal perendaman sampai pengamatan menit ke-30 dan ke-60. Pada pengamatan menit ke-30 sampel mulai tidak berbentuk serta warnanya memudar. Perubahan tersebut semakin nyata pada perendaman dengan durasi 60 menit, sampel yang mulanya berbentuk persegi dan berwarna hijau berubah semakin tidak berbentuk, hancur dan hampir tidak bisa diamati karena terdegradasi oleh air. Penambahan perasan daun binahong berpengaruh terhadap sifat ketahanan balutan luka terhadap air. Balutan luka tanpa pemberian perasan daun Binahong memiliki ketahanan terhadap air yang relatif lebih rendah. Sementara, balutan luka yang memiliki ketahanan yang relatif lebih tinggi yakni pada campuran PVA-alginat dan perasan daun binahong dengan variasi 50:50 (v/v%).

#### 4.1.5 Uji Kuat tarik

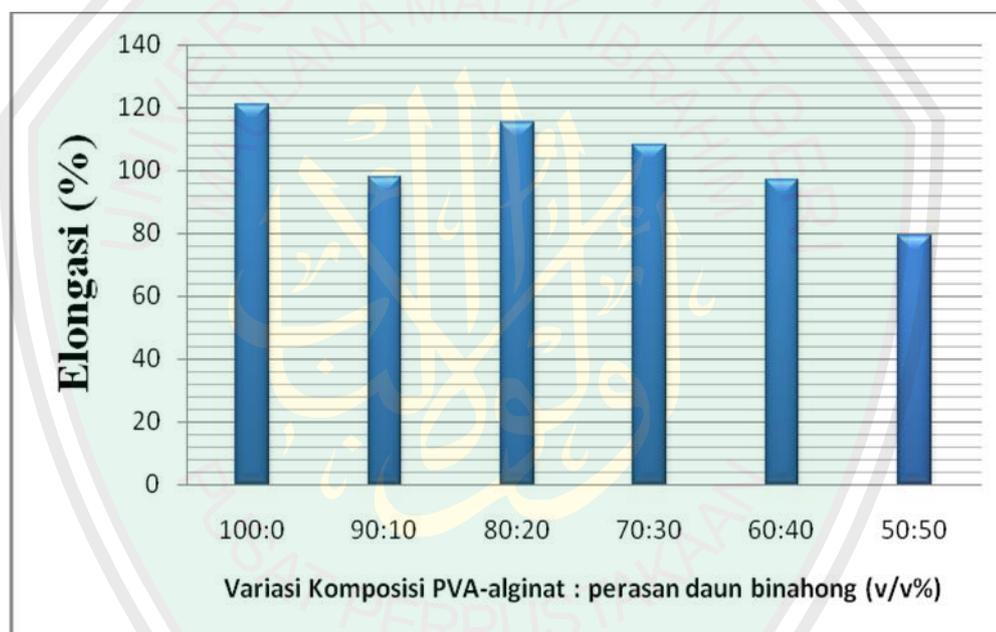
Pengujian uji tarik dilakukan di Laboratorium material Fakultas MIPA jurusan Fisika Universitas Brawijaya Malang menggunakan *universal tensile Strength*. Sampel dibentuk seperti gambar 3.1. Kemudian sampel diukur ketebalannya dan diuji tarik dengan cara kedua ujung dijepit dengan mesin penguji *tensile*. Sehingga diperoleh nilai panjang awal, panjang akhir, luas penampang dan gaya kuat tarik. Nilai elongasi dapat dihitung dengan persamaan 4.1 :

$$A = \frac{\text{panjang setelah putus} - \text{panjang sebelum putus}}{\text{panjang sebelum putus}} \times 100\% \quad (4.1)$$

Hasil perhitungan elongasi ditunjukkan pada tabel 4.3 dan gambar grafik 4.3:

Tabel 4.3 Hasil elongasi balutan luka

Variasi PVA-alginat:perasan daun binahong (v/v%)	Panjang (mm)		Elongasi (%)
	Awal	Akhir	
100:0	11.9	26.4	121
90:10	11.25	22.3	98
80:20	11.2	24.1	115
70:30	11.4	23.7	108
60:40	11.25	22.15	97
50:50	11.5	20.64	79

Gambar 4.3 Grafik Hubungan Variasi PVA-alginat dan Perasan Daun Binahong dengan *Elongasi*

Gambar 4.3 menunjukkan secara umum penambahan perasan daun binahong menurunkan nilai elongasi dari balutan luka. Pada variasi PVA-alginat dan perasan daun binahong 50:50 (v/v%) memiliki nilai elongasi terendah yakni 79%.

Nilai kuat tarik dapat dihitung dengan persamaan 4.2 :

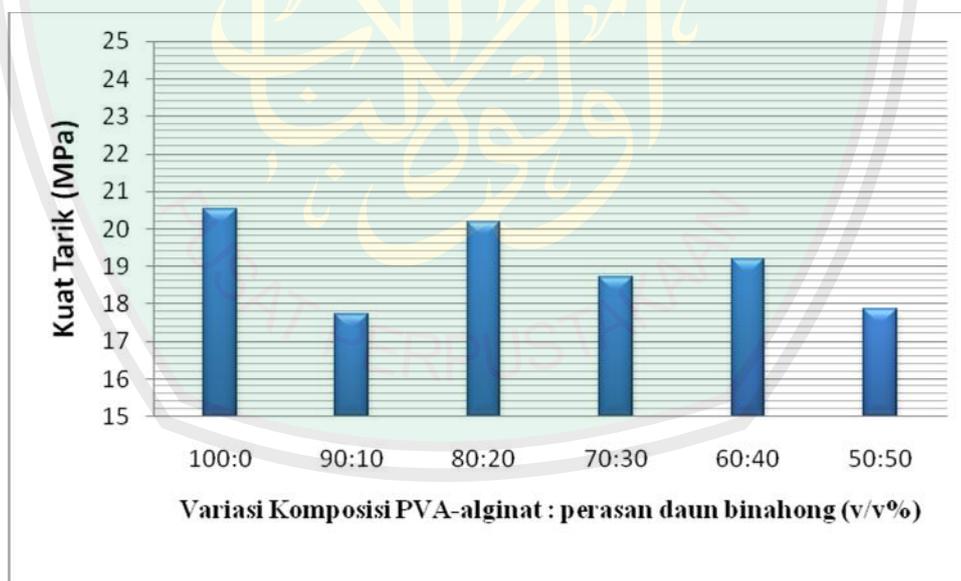
$$\text{Kekuatan tarik} \left( \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \right) = \frac{\text{Gaya kuattarik (F)}}{\text{Luas penampang (A)}} \quad (4.2)$$

$$1 \text{ kgf/mm}^2 = 9.80665 \text{ MPa}$$

Hasil perhitungan elongasi ditunjukkan pada tabel 4.4 dan gambar grafik 4.4:

Tabel 4. 4 Hasil Uji Tarik *Wound dressing*

Variasi PVA-alginat:perasan daun binahong (v/v%)	Gaya Kuat Tarik (kgf)	Luas penampang (mm <sup>2</sup> )	kuat tarik (MPa)
100:0	33.17	15.824	20.54
90:10	27.13	14.984	17.74
80:20	20.39	9.893	20.19
70:30	29.43	15.435	18.7
60:40	19.95	10.143	19.2
50:50	2.06	1.13	17.87



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Variasi PVA-alginat dan Perasan Daun Binahong dengan Kuat Tarik

Tabel 4.4 Merupakan hasil perhitungan kuat tarik balutan luka. Penambahan perasan daun binahong secara umum menurunkan nilai kuat tarik balutan luka. Gambar 4.4 menunjukkan bahwa variasi campuran PVA-alginat

dengan perasan daun binahong 100:0 (v/v%) memiliki kuat tarik tertinggi. Sedangkan, nilai kuat tarik terendah pada variasi 90:10 (v/v%) dari campuran PVA-alginat dan perasan daun Binahong.

Nilai *modulus young* dapat dihitung dengan persamaan 4.3:

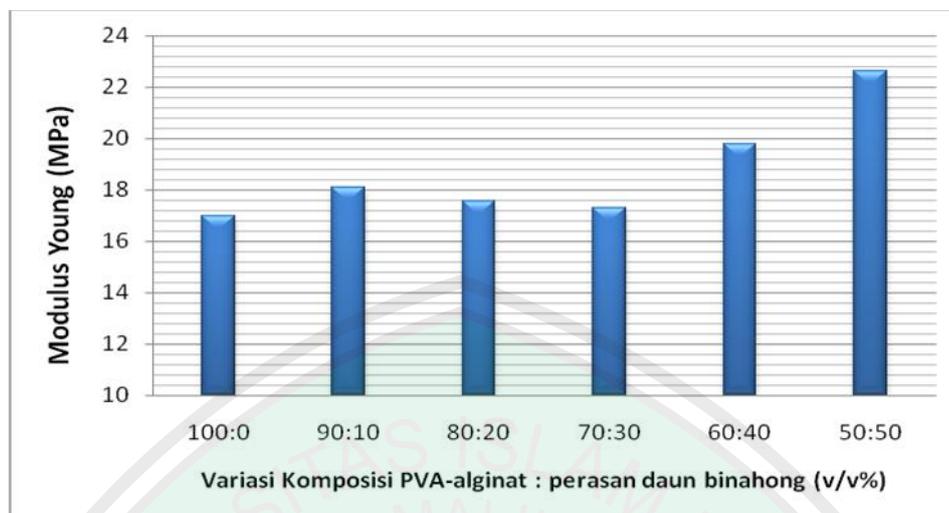
$$\text{Modulus young} = \frac{\text{Kuat Tarik}}{\text{Elongasi}} \quad (4.3)$$

Hasil perhitungan *modulus young* ditunjukkan pada tabel 4.5 dan gambar grafik 4.5:

Tabel 4.5 Hasil Nilai *Modulus Young*

Perbandingan PVA-alginat dan perasan daun binahong (v/v%)	Elongasi	Kuat tarik (MPa)	<i>Modulus young</i> (MPa)
100:0	1.21	20.54	17.00
90:10	0.98	17.74	18.1
80:20	1.15	20.19	17.56
70:30	1.08	18.7	17.3
60:40	0.97	19.2	19.79
50:50	0.79	17.87	22.62

Tabel 4.5 Merupakan hasil perhitungan *modulus young* balutan luka. Penambahan perasan daun binahong secara umum meningkatkan nilai *modulus young* balutan luka. Hal ini bisa diamati pada gambar 4.5 variasi campuran PVA-alginat dengan perasan daun binahong 50:50 (v/v%) memiliki *modulus young* tertinggi.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan variasi PVA-alginat dan Perasan Daun Binahong dengan *Modulus Young*

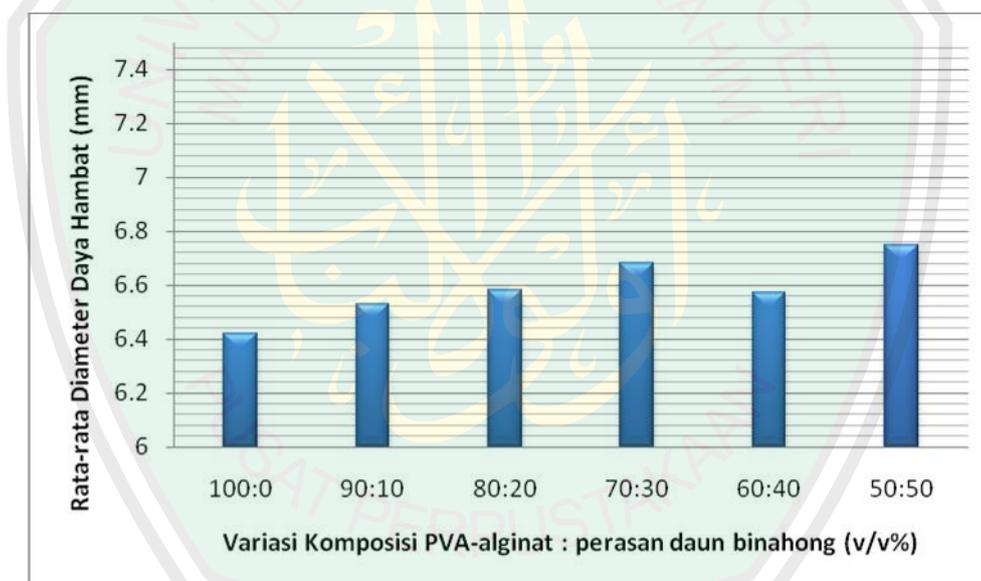
#### 4.1.6 Uji Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan di Laboratorium mikrobiologi Universitas Negeri Malang. Pengujian ini menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan metode difusi kertas cakram. Hasil pengamatan diameter hambat bakteri ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel.4.6 Hasil Nilai Daya Hambat Antibakteri

PVA-alginat : perasan daun binahong (% v/v)	Diameter Inhibisi (mm)			Rata- rata Diameter Inhibisi (mm)
	Sampel ke-1	Sampel ke-2	Sampel ke-3	
100:0	6.15	6.55	6.55	6.42
90:10	6.70	6.35	6.55	6.53
80:20	6.55	6.60	6.60	6.58
70:30	6.85	6.55	6.65	6.68
60:40	6.55	6.58	6.57	6.57
50:50	6.75	6.61	6.90	6.75

Tabel 4.6 menunjukkan rata-rata diameter daya hambat antibakteri campuran PVA-alginat dengan perasan daun binahong berbeda-beda pada tiap konsentrasi. Penambahan perasan daun binahong pada larutan PVA-alginat secara umum memperbesar rata-rata diameter daya hambat antibakteri. Variasi campuran PVA-alginat dengan perasan daun binahong 100:0 (v/v%) memiliki rata-rata diameter hambat antibakteri relatif lebih kecil. Sedangkan, nilai rata-rata diameter hambat antibakteri variasi 50:50 (v/v%) campuran PVA-alginat dan perasan daun Binahong relative lebih besar. Hal ini bisa diamati pada gambar grafik 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Hubungan variasi PVA-alginat dan Perasan Daun Binahong dengan rata-rata diameter daya hambat bakteri *Staphylococcus aureus*

Hasil rata-rata diameter inhibisi pada tabel 4.6 dianalisis menggunakan SPSS pada uji anova untuk mengetahui nilai signifikan seperti pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil analisis uji Anova faktor- faktor yang mempengaruhi nilai daya hambat

ANOVA					
diameter	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.051	2	.026	.915	.422
Within Groups	.421	15	.028		
Total	.473	17			

Pada tabel 4.7 hasil analisis anova menunjukkan bahwa nilai signifikan  $>0.05$ . Hal ini menunjukkan variasi komposisi penambahan perasan daun binahong tidak mempengaruhi rata- rata diameter hambat bakteri secara signifikan.

#### 4.2 Pembahasan

*Moist wound healing* merupakan metode perawatan luka dengan mengisolasi daerah sekitar luka supaya tetap lembab menggunakan balutan penahan kelembaban. Bahan penutup luka yang digunakan harus bersifat biokompabilitas, rendah toksisitas, aktivitas antibakteri, mudah dihilangkan tanpa trauma, dan terbuat dari bahan biomaterial ramah lingkungan (Jayakumar et al., 2011). Pada penelitian ini dibuat balutan luka dari bahan polivinil alkohol (PVA), alginat dan perasan daun binahong.

Hasil pengujian FT-IR gambar 4.1 menunjukkan adanya senyawa dengan gugus fungsi O-H, C-H, C=O, dan C-C. Theresia dan Rifaida (2011) menyebutkan bahwa alginat terdiri dari residu asam-asam -d manuronat dan asam -l-guluronat serta merupakan polimer dengan gugus aromatik (R-O-R)

yang mengandung gugus  $\text{-OH}$ ,  $\text{C-H}$ ,  $\text{-C=C-}$ , dan  $\text{-C=O}$ , sedangkan PVA (polivinil alkohol) yaitu polimer dengan rumus kimia  $(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_x$ .

Penambahan perasan daun binahong mengakibatkan munculnya gugus fungsi  $\text{-N-H}$ , dan  $\text{C=C}$ . Rochani (2009) telah menganalisa kandungan kimia daun binahong berupa senyawa alkanoid, saponin, dan flavonoid. Riska (2012) menyatakan senyawa alkanoid mempunyai ciri khas gugus fungsi  $\text{N-H}$  pada serapan  $3392.56 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1514.02 \text{ cm}^{-1}$ . Hal ini membuktikan bahwa yang terjadi pada pembuatan balutan PVA-alginat dan perasan daun binahong adalah interaksi, bukan reaksi. Lestari (2008) Syarat terbentuknya komposit yakni terjadi ikatan permukaan antara matriks dan filler. Ikatan yang terjadi disebabkan karena adanya gaya adhesi dan kohesi.

Pengujian ketahanan campuran PVA-alginat dan perasan daun binahong terhadap air, menunjukkan hampir sebagian besar sampel larut sempurna dalam air setelah perendaman selama 60 menit. Darni dan Utami (2010) menyatakan bahwa sifat ketahanan air suatu molekul berhubungan dengan sifat dasar penyusunnya. Campuran PVA-alginat dan perasan daun binahong 100:0 (v/v%) mempunyai ketahanan terhadap air relatif lebih rendah. Polivinil alkohol(PVA) memiliki struktur kimia yang sederhana dengan gugus hidroksil yang tidak beraturan serta bersifat hidrofilik(Perwitasari, 2012). Sifat hidrofilik ini muncul, karena adanya gugus  $\text{-OH}$  yang berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen, sehingga menyebabkan PVA mudah mengembang dan larut terhadap air (Jie dkk, 2003). Alginat merupakan polisakarida yang juga larut dalam air, meningkatkan viskositas, dan kemampuan membentuk gel(Onsoyen, 1997).

Kualitas ikatan antara matriks dan filler dipengaruhi oleh beberapa variabel antara lain rapat jenis bahan dan komposisi material (Lestari, 2008). Penambahan perasan daun binahong mengakibatkan peningkatan nilai rapat jenis bahan, memperkecil luasan area interaksi antara molekul PVA-alginat dengan air dan mempengaruhi sifat balutan luka. Sehingga sifat ketahanan balutan luka relatif lebih tinggi.

Penurunan secara umum nilai kuat tarik balutan luka yang di tunjukkan pada 4.4, disebabkan oleh penambahan perasan daun binahong. Hal ini terjadi karena perasan daun binahong berfungsi sebagai *plasticizer* dalam sampel. *Plasticizer* dapat mengurangi interaksi antar gugus hidroksil dan karbositat sehingga dapat meningkatkan mobilitas rantai-rantai polimer. Gambar 4.3 menunjukkan penambahan perasan daun binahong secara umum juga menurunkan nilai elongasi balutan luka. Hal ini dikarenakan molekul pemlastis perasan daun binahong mempunyai gaya interaksi yang relatif lebih lemah dibanding polivinil alkohol (PVA) maupun alginat, sehingga molekul pemlastis tidak mampu berdifusi ke dalam rantai polimer. Rima (2015) molekul pemlastis yang berada diantara rantai polimer dapat mempengaruhi mobilitas rantai serta meningkatkan plastisasi sampai batas kompatibilitas.

Nilai uji kuat tarik dan elongasi yang naik turun disebabkan oleh beberapa faktor misalnya pencampuran yang kurang homogen sehingga penyisipan bahan pemlastis ke dalam matriks komposit belum berlangsung sempurna dan perpanjangan putus yang dihasilkan tidak maksimal. Nurul (2012) balutan luka yang ideal selain mampu mengisolasi kelembaban di daerah peradangan, mengontrol jumlah eksudat juga harus memiliki sifat mekanik yang mirip dengan

kulit. Vogel (1987) menguji kuat tarik kulit manusia dan menghasilkan nilai kuat tarik, elongasi dan *modulus young*. Hasil perbandingan sifat mekanik campuran PVA-alginat dan perasan daun binahong dengan hasil penelitian yang dilakukan Vogel (1987) ditunjukkan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perbandingan Sifat Mekanik Kulit dengan Balutan Luka

Parameter	Kulit (Vogel, 1987)	Variasi PVA-alginat : perasan daun binahong (v/v%)					
		100:0	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50
Elongasi (%)	30-115	121	98	115	108	97	79
Kuat tarik (MPa)	5-32	20.54	17.74	20.19	18.7	19.2	17.87
<i>Modulus young</i> (MPa)	15-150	17.00	18.1	16.41	17.3	19.79	22.62

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa balutan luka dari campuran PVA-alginat dan perasan daun binahong pada setiap variasi komposisi memiliki sifat mekanik yang sesuai dengan hasil penelitian Vogel (1987).

Pengujian aktivitas antibakteri campuran PVA-alginat dan perasan daun binahong menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus*. Lisa (2007) menyatakan bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan patogen terpenting dan berbahaya, karena sering resisten terhadap berbagai jenis obat dan menimbulkan peradangan pada daerah yang terluka. Hasil pengujian menunjukkan adanya aktivitas antibakteri pada pelbagai variasi campuran PVA-alginat dengan perasan daun binahong. Rachmawati (2007) menyatakan ekstrak daun binahong dapat membunuh bakteri *Staphylococcus aureus*. Selain itu juga dijelaskan (Uchida, et al.,2003) bahwa di dalam daun binahong terdapat aktifitas antioksidan, asam askorbat dan total fenol yang cukup tinggi. Hasil penelitian jika dibandingkan dengan klasifikasi zona hambat berdasarkan tabel *CLSI guidelines* 2011 antara antibiotik Amoksilin dengan bakteri *Staphylococcus aureus* yakni 19 mm. Hal

ini menunjukkan campuran PVA-alginat dengan perasan daun binahong pelbagai variasi komposisi memiliki zona hambat bakteri tergolong lemah. Dari hasil SPSS menggunakan anova menunjukkan bahwa variasi komposisi penambahan perasan daun binahong tidak mempengaruhi rata-rata diameter Inhibisi secara signifikan. Hal ini bisa disebabkan pada proses pengambilan getah daun binahong dengan cara di peras sehingga memungkinkan senyawa kimia penghambat bakteri yang terdapat pada dan binahong belum bisa keluar secara sempurna. Menurut Dee (2010) faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas antibakteri adalah suhu, kelembaban, PH dan zat-zat kimia yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan bakteri. Pada campuran PVA-alginat dan perasan daun binahong terdapat gugus fungsi  $-OH$  dengan nama senyawa fenol dan alkohol. Nurachman (2002) menjelaskan bahwa flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenol yang mengandung gugus hidroksil, serta mempunyai sifat efektif menghambat pertumbuhan virus, bakteri dan jamur. Selain itu, pada bilangan gelombang  $3170.757\text{ cm}^{-1}$  dan  $1427.250\text{ cm}^{-1}$  terdapat senyawa alkanoid dengan gugus fungsi  $-N-H$  dan  $-C-H$ . Alkanoid merupakan senyawa yang bersifat basa dan mengandung satu atau lebih atom nitrogen serta mempunyai aktivitas antibakteri (Robinson,1995).

Campuran PVA-alginat dan perasan daun binahong yang dihasilkan dengan pelbagai variasi komposisi memiliki standar sifat mekanik balutan luka serta mempunyai kemampuan aktivitas antibakteri, Sehingga dapat diaplikasikan sebagai balutan luka (*wound dressing*) untuk luka yang kadar eksudatnya rendah.

### 4.3 Integrasi Penelitian dengan Al-Quran

Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang indah, hijau dan banyak memberi manfaat serta kenikmatan kepada manusia. Banyak ayat al-Qur'an yang mengajak manusia untuk berfikir dan menyelidiki tumbuh-tumbuhan agar mendapat manfaat yang lebih banyak. Allah berfirman dalam surat An-Nahl ayat 11:

يُؤْتِي لَكُمْ بِهِ الرَّزْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ  
لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

*“dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanaman-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam-macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang memikirkan” (Q.S. An-Nahl: Ayat 11)*

Ayat ini menyebutkan beberapa tanaman yang ditumbuhkan Allah dari yang paling cepat layu, yang paling panjang usianya dan yang paling banyak manfaatnya seperti zaitun, kurma dan anggur (Shihab, 2002). Kaum yang memikirkan akan tanda-tanda kekuasaan-Nya tentu akan dapat mengambil pelajaran dan manfaat terhadap segala ciptaan-Nya. Sebagaimana memanfaatkan tanaman binahong sebagai tanaman obat.

Manusia sebagai makhluk yang berakal mempunyai tugas, kewajiban dan tanggung jawab terhadap alam sekitarnya. Hal ini dijelaskan dalam firman Allah surat Az-zumar ayat 9:

.... قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ إِنَّمَا يَتَذَكَّرُ أُولَٰئِكَ

“...Katakanlah: "Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?" Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran.” (QS. Az-Zumar [39]: 9)

Al-Qur'an memerintahkan kepada manusia untuk memanfaatkan kekayaan alam dengan cara tidak boleh melakukan pemborosan dan dilarang merusak sumber alam dan lingkungan hidup. Kekayaan alam ini sebagai sumber kehidupan bagi kesejahteraan manusia.

Penjelasan lain dalam Al-Qur'an surat Asy-Syu'ara ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”. (QS Asy-Syu'ara [26]: 7)

Rasulullah SAW telah memberikan petunjuk tentang tata cara mengobati diri beliau sendiri, keluarga dan para sahabat yaitu dengan menggunakan jenis obat yang tidak ada campuran bahan kimia. Pengobatan nabi menggunakan tiga jenis obat yaitu obat alamiah, obat ilahiyah dan kombinasi obat alamiah dan ilahiyah. Pengobatannya berdasarkan wahyu Allah tentang apa yang bermanfaat dan yang tidak berbahaya, misalnya melakukan pengobatan dengan tumbuh-tumbuhan. Pemanfaatan tanaman sebagai obat merupakan salah satu sarana untuk mengambil pelajaran dan memikirkan tentang kekuasaan Allah dan meneladani cara pengobatan Nabi (Jauhari, 1984).

Hasil penelitian uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa campuran PVA-alginat dengan perasan daun binahong (*Anredera cordifolia (ten) Steenis*) mempunyai aktivitas menghambat dan membunuh bakteri *Staphylococcus aureus*. Penambahan konsentrasi perasan daun binahong secara umum memperbesar zona

hambat bakteri. Hal ini disebabkan adanya senyawa kimia yang terkandung dalam perasan daun binahong yaitu flavanoid, alkaloid, dan senyawa polifenol. Ini menjelaskan bahwa bagian daun tanaman binahong mampu digunakan sebagai bahan alternatif untuk pengobatan penyakit-penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri.

Pemanfaatan tanaman binahong sebagai obat merupakan suatu upaya untuk mengikuti sunnah Nabi. Kita dianjurkan untuk mengamalkan pengobatan, sesuai sabda Rasulullah SAW:

كُنْتُ عِنْدَ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ، وَجَاءَتِ الْأَعْرَابُ، فَقَالَ: يَا رَسُولَ اللَّهِ، أُنْتَدَاوِي؟ فَقَالَ: نَعَمْ يَا عِبَادَ اللَّهِ، تَدَاوُوا، فَإِنَّ اللَّهَ عَزَّ وَجَلَّ لَمْ يَضَعْ دَاءً إِلَّا وَضَعَ لَهُ شِفَاءً غَيْرَ دَاءٍ : مَا هُوَ؟ قَالَ: الْهَرَمَ

*Dari Usamah Bin Syarik berkata, “ Bahwa saya pernah berada di sisi Rasulullah SAW, lalu datang sekelompok Arab Badui. Mereka berkata “Wahai Rasullullah, apakah kami bisa berobat? ”Nabi menjawab. “Wahai para hamba Allah carilah obat karena sesungguhnya Allah tidak menciptakan suatu penyakit tanpa menciptakan obatnya, selain satu penyakit saja ” Mereka bertanya; “Penyakit apakah itu? “ jawab beliau; “ Penyakit usia tua” (HR. Ahmad).*

Rasulullah telah bersabda;

إِنَّ اللَّهَ لَمْ يَنْزِلْ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً، عِلْمُهُ مَنْ عِلْمُهُ وَجَهْلُهُ مَنْ جَهْلُهُ

*“Sesungguhnya Allah tidak menurunkan suatu penyakit, kecuali Dia menurunkan obat penyembuhnya; obat penyakit diketahui bagi yang mengetahuinya dan tidak diketahui bagi orang jahil” (HR. Ahmad, Ibnu Majah, dan Al-Hakim)*

Hadist-hadist tersebut menunjukkan bahwa untuk mendapatkan obat suatu penyakit maka kita harus selalu berusaha dengan memikirkan apa yang telah diwahyukan oleh Allah sebagai petunjuk bagi kehidupan.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian FT-IR pada variasi komposisi PVA-alginat dan perasan daun binahong terbentuk gugus fungsi O-H, C-H, C=O, C-C, C C dan -N-H yang merupakan ikatan kimia yang dimiliki polivinil alkohol(PVA), alginat, dan senyawa yang ada dalam perasan daun binahong.
2. Hasil pengujian kuat tarik menunjukkan penambahan perasan daun binahong secara umum meningkatkan nilai modulus young dan menurunkan sifat ketahanan terhadap air.
3. Penambahan perasan daun binahong tidak mempengaruhi aktivitas antibakteri campuran PVA-alginat dan daun binahong terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.

#### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Pengambilan getah daun binahong bisa menggunakan metode yang lain seperti penumbukkan atau penyeduhan serta pengestrakan.
2. Penelitian bisa dikembangkan dengan memperbanyak jumlah variasi komposisi getah daun binahong sehingga dapat diperoleh data yang signifikan serta mengoptimalkan sifat mekanik bahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amita, Bajpaj, Shandu, Nitika, and Biswas, J.2011. *Cryogenic fabrication of savlon loaded macroporous blends of alginate and polyvinyl alcohol (PVA), swelling and antibacterial behaviours, carbohydrate, polymer*.vol 83, 876-882.
- Banker, G.S., Gore, A. Y., and Swarbick, J. 1966. *Water Vapor Transmission Properties of Free Polymer Films*. J. Dairy Sci, Vol. 67 No. 11: 942-946.
- Bryant, Ruth. (2007). *Acute & Chronic Wounds; Current Manangement Concept*. Philadelphia : Mosby Elsevier
- Chatwal, G.1985. *Spectroscopy Atomic and Molecule*. Bombay: Himalaya Publishing House.
- E, Onsoyen. E. 1997. *Alginates: Thickening and Gelling agents for food, Dalam: imeson A (eds)*. London: Blackie Academic and Professional.
- Erizal. 2009. Sintesis *Hidrogel Poliakrilamida (PAAM)-Ko alginat dengan Iradiasi Sinar Gamma dengan Karakteristiknya*. Jurnal Sains Materi Indonesia. 13-20.
- Guyton AC, Hall JE. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 11. Penterjemah: Irawati, Ramadani D, Indriyani F. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2006.
- Handayani, Fery.2007. Artikel khasiat daun Binahong . <http://www.scribd.com/doc/19009447/>. Diakses pada tanggal 28 April 2014.
- Haryanto dan Sumarsih. 2008. *Penggunaan Topikal Alternatif: Adrenalin atau calcium Alginat*. <http://gibyantowoundostomicontinent.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 15 januari 2015.
- Istiqomah, Nurul. 2012. *Pembuatan Hidrogel Kitosan-Glutaraldehyd Untuk Aplikasi Penutup Luka Secara In Vivo*. Skripsi, Program Studi Teknobiomedik FSAINTEK. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Jauhari, T. 1984. Qur'an Dan Ilmu Pengetahuan Modern.Surabaya: Al-Ikhlash.
- Jayakumar R. P., dkk. 2011. *Biomaterials Based On Chitin and Chitosan in Wound Dressing Application*. Doi:10.1016/j.biotechadv.2011.01.005.
- Jie, L., dkk. 2003. *Polyvinyl Alcohol / Polyvinyl Pyrrolidone Interpenetrating polymerNetwork: Synthesis and Pervaporation Properties, Journal of Applied Polymer Science*. Vol.89, 2808-2814.

- Kuntjoro, (2007). *Infeksi Nosokomial Rumah Sakit*. Jakarta : Salemba Medika
- Lestari, Pamuji. 2008. *Pengaruh Temperatur Terhadap Bahan Komposit*. Jakarta: FT UI.
- Li, Xiaoli, Yanfeng Li, Sidi Zhang, Zhengfang Ye. 2012. *Preparation And Characterization Of New Foam Adsorbents Of Polyvinyl Alkohol/ Chitosan Composites And Their Removal For Die And Heavy Metal From Aqueous Solution*. Chemical Engineering Journal. 183: 88-97.
- Lippincott, Williams. 2003. *Complication of wound healing*. Vol.3, Hal 24-44.
- Manoi, F. 2009. *Binahong (Anredera cordifolia)(Ten) Steenis Sebagai Obat*. Jurnal Warta Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Industri. Volume 15 Nomor 1:3.
- Morrison, M. J. (2004). *Manajemen Luka*. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta : EGC
- Nurachman, Z. 2002. *Artoindonesianin Untuk Antitumor*. <http://www.chem-istrii>. Diakses pada tanggal 1 april 2015.
- Perwitasari F.L.R,dkk. 2012. *Jurnal Karakterisasi Invitro dan Invivo komposit Alginat-Polivinil Alkohol-ZnO Nano sebagai Wound Dressing Antibakteri*: Universitas Airlangga.
- Potter dan Perry. (2006). *Buku Ajar Fundamental Keperawatan*. Jakarta : EGC.
- Rachmawati, S. 2007. *Studi Makroskopi, Dan Skrining Fitokimia Daun Anredera Cordifolia (Ten.) Steenis*. Skripsi Tidak Diterbitkan Surabaya:Fakultas Farmasi UNAIR Surabaya.
- Rima, rahman. 2015. *Pengaruh variasi madu terhadap karakteristik hidrogel kitosan, madu dan gelatin untuk aplikasi Occlusive Dressing*. jurnal fisika dan terapannya. Vo. 3, No. 1. Universitas Airlangga.
- Riska, aksara. 2012. *Identifikasi senyawa alkaloid dari ekstrak methanol kulit batang mangga*. Skripsi tidak diterbitkan Gorontalo. Jurusan kimia FMIPA Universitas Negeri Gorontalo.
- Robinson, T. 1991. *Kandungan Organik Tumbuhan Tingkat Tinggi*, diterjemahkan oleh Prof. Dr. Kosasih Padmawinata, Penerbit ITB: Bandung.
- Rochani, N. 2009. *Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Daun Binahong (Anredera cordifolia (Tenore) Steenis) Terhadap Candida albicans Serta Skrining Fitokimianya*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Surabaya :Fakultas Farmasi UMS Surakarta.

- Rosa, sirlei, Mauro CM. Laranjeira, Humberto G. Riela, Varfredo T. Favere. 2008. *Cross-linked quaternary chitosan as an adsorbent for the removal of the reactive dye from aqueous solutions*. Journal of Hazardous Materials. 155:253-260.
- Rostinawati, Tina. 2009. "Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Rosella terhadap E.coli, Salmonella typhi dan S.aureus dengan Metode Difusi Agar". Universitas Padjajaran.
- Shihab, M.Q. 2002. Tafsir Al-Misbah; *pesan dan keserasian Al-Qur'an* volume 11 Dan 15. Jakarta: Lentera Hati.
- Shalumon, K.T. et al. 2010. *Sodium Alginate / Poly(Vinyl Alcohol) / Nano ZnO Composite Nanofibers for Antibacterial Wound Dressings*. Elsevier: International Journal of Biological Macromolecules 49 (2011) 247–254.
- Sjamsuhudayat. 2004. *Buku Ajar Ilmu Bedah Edisi 2*. Jakarta: EGC (67-75)
- Suci dan Lily. 2012. *Khasiat daun binahong terhadap pembentukan jaringan granulasi dan reepitalisasi penyembuhan luka terbuka kulit kelinci*. Skripsi tidak diterbitkan fakultas kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Sulis, Tyo .2014. Perawatan Luka Moderen .<http://lebih-kreatif.blogspot.com/2014/02/perawatan-luka-modern.html>. Diakses pada tanggal 23 Maret 2015.
- Sulistyaningsih,. dkk. 2009. Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Daun Sukun (Artocarpus altilis[Parkins] Fosbberg) terhadap Bakteri Escherichia coli, Bacillus subtilis dan Jamur Candida albicans, Microsporium gypsum. Farmaka. 7(1): 1-14
- Suseno, Pamuji. 2013. Manfaat Daun Binahong. <http://alkadir.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 4 Juni 2015.
- Tarigan dan pemila. 2007. *Perawatan Luka Moist Wound Healing*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Theresia dan Rifaida. 2011. *Penggunaan serat alginate dan polivinil alcohol hasil proses elektrospining untuk pembalut luka primer*. Jurnal riset industry. Vol. 6. Hal 137-147.
- Trubus. 2008. *Lidah Buaya Hilangkan Derita Radang Sendi*. Edisi No. 459. (Halaman 118-119).
- Uchida, S. 2003. *Production of a digital map of the hazardous conditions of soil erosion for the sloping lands of West Java, Indonesia using geographic*

*information systems (GIS)*. JIRCAS. Indonesia. Diakses Tanggal 31 Mei 2015.

Vogel, H., 1987. *Age Dependence of Mechanical and Biochemical Properties of Human Skin*. *Bioengineering and the Skin* 3, 67-91.

Yunizal. 2004. *Teknologi Pengolahan Alginat*. Jakarta: Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.

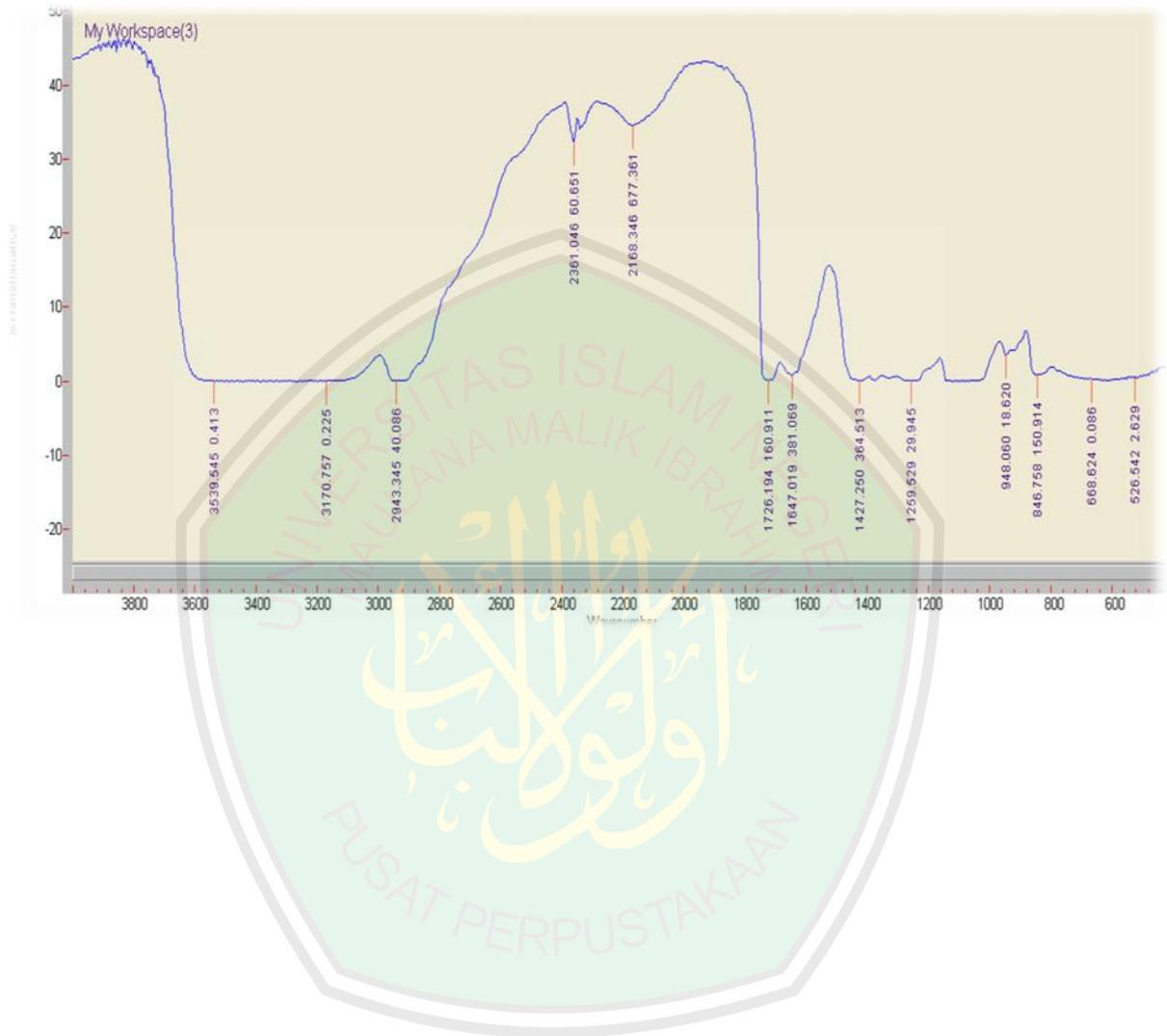




**LAMPIRAN - LAMPIRAN**

# Lampiran 1

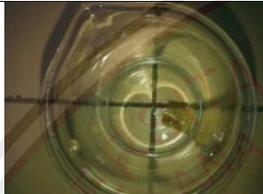
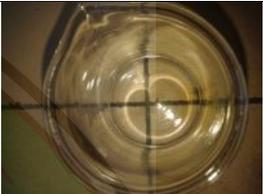
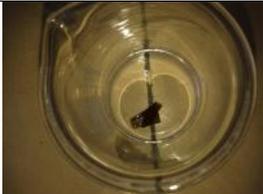
## Grafik Uji FT-IR



## Lampiran 2

### Uji Ketahanan Air

#### Perlakuan ke-1

PVA- alginat: getah pisang (% v/v)	Pengamatan Sampel		
	Awal	30 menit	1 jam
100:0			
90:10			
80:20			
70:30			
60:40			
50:50			

Perlakuan ke-2

PVA- alginat: getah pisang (% v/v)	Pengamatan Sampel		
	Awal	30 menit	1 jam
100:0			
90:10			
80:20			
70:30			
60:40			
50:50			

Perlakuan ke-3

PVA- alginat: getah pisang (% v/v)	Pengamatan Sampel		
	Awal	30 menit	1 jam
100:0			
90:10			
80:20			
70:30			
60:40			
50:50			

**Lampiran 3**  
dokumentasi penelitian



Perasan daun binahong



Magnetic stirrer



Neraca



Polivinil Alkohol



Sampel PVA-alginat-perasan daun binahong



Uji kuat tarik



Uji kuat tarik



pengukuran

## Lampiran 4

### hasil uji anova

[DataSet1]

#### Descriptives

diameter								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ulangan 1	6	6.59	.246	.100	6.33	6.85	6	7
ulangan 2	6	6.54	.096	.039	6.44	6.64	6	7
ulangan 3	6	6.67	.121	.049	6.54	6.80	7	7
Total	18	6.60	.167	.039	6.52	6.68	6	7

#### Test of Homogeneity of Variances

diameter			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.876	2	15	.187

#### ANOVA

diameter					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.051	2	.026	.915	.422
Within Groups	.421	15	.028		
Total	.473	17			

#### Post Hoc Tests

##### Multiple Comparisons

Dependent Variable: diameter							
	(i) variasi	(j) variasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Bonferroni	ulangan 1	ulangan 2	.052	.097	1.000	-.21	.31
		ulangan 3	-.078	.097	1.000	-.34	.18
	ulangan 2	ulangan 1	-.052	.097	1.000	-.31	.21
		ulangan 3	-.130	.097	.597	-.39	.13
	ulangan 3	ulangan 1	.078	.097	1.000	-.18	.34
		ulangan 2	.130	.097	.597	-.13	.39
Games-Howell	ulangan 1	ulangan 2	.052	.108	.883	-.27	.38
		ulangan 3	-.078	.112	.771	-.40	.25
	ulangan 2	ulangan 1	-.052	.108	.883	-.38	.27
		ulangan 3	-.130	.063	.151	-.30	.04
	ulangan 3	ulangan 1	.078	.112	.771	-.25	.40
		ulangan 2	.130	.063	.151	-.04	.30