PADUAN GETAH PEPAYA (*Carica papaya L.*) DAN *POLYVINYL ALCOHOL* (PVA)-*GLYCOLIC ACID* (GA) SEBAGAI BAHAN BAKU BENANG JAHIT OPERASI YANG *ABSORBABLE*

SKRIPSI

Oleh:

LILIS ERLINAWATI

NIM. 12640067

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG

2016

PADUAN GETAH PEPAYA (*Carica papaya L.*) DAN *POLYVINYL ALCOHOL* (PVA)-*GLYCOLIC ACID* (GA) SEBAGAI BAHAN BAKU BENANG JAHIT OPERASI YANG *ABSORBABLE*

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:
LILIS ERLINAWATI
NIM. 12640067

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2016

HALAMAN PERSETUJUAN

PADUAN GETAH PEPAYA (*Carica papaya L.*) DAN *POLYVINYL ALCOHOL* (PVA)-*GLYCOLIC ACID* (GA) SEBAGAI BAHAN BAKU BENANG JAHIT OPERASI YANG *ABSORBABLE*

SKRIPSI

Oleh:
LILIS ERLINAWATI
NIM. 12640067

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji,
Pada tanggal: 22 Juni 2016

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Erna Hastuti, M.Si	Erika Rani, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009	NIP. 19810613 200604 2 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

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

iii

HALAMAN PENGESAHAN

PADUAN GETAH PEPAYA (*Carica papaya L.*) DAN *POLYVINYL ALCOHOL* (PVA)-*GLYCOLIC ACID* (GA) SEBAGAI BAHAN BAKU BENANG JAHIT OPERASI YANG *ABSORBABLE*

SKRIPSI

Oleh:
LILIS ERLINAWATI
NIM.12640067

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 22 Juni 2016

Penguji Utama	:	Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes NIP. 19750808 199903 1 003	
Ketua Penguji	:	dr. Avin Ainur F NIP. 19800203 200912 2 002	
Sekretaris Penguji	:	Erna Hastuti, M.Si NIP. 19811119 200801 2 009	
Anggota Penguji	:	Erika Rani, M.Si NIP. 19810613 200604 2 002	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika

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

iv

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Lilis Erlinawati
NIM	:	12640067
Jurusan	:	FISIKA
Fakultas	:	SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian	:	Paduan Getah Pepaya (*Carica papaya L.*) Dan *Polyvinyl Alcohol* (Pva)-*Glycolic Acid* (Ga) Sebagai Bahan Baku Benang Jahit Operasi Yang *Absorbable*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan 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, 04 Juni 2016
Yang Membuat Pernyataan,

Lilis Erlinawati
NIM. 12640067

MOTTO

PERJUANGAN DISERTAI DENGAN BERDO'A KEPADA ALLAH SWT, TIDAK PERNAH MENYERAH DAN SELALU BANGKIT SAAT MENGALAMI KEGAGALAN UNTUK MENUJU SEBUAH KEBERHASILAN.

"live as if your were to die tomorrow. Learn as if you to live forever" –Gandhi

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM PUSAT PERPUSTAKAAN

HALAMAN PERSEMBAHAN

Rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikanku nikmat dengan kekuatan serta kemudahan yang telah Engkau berikan. Sehingga, skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW.

Dari hati terdalam kupersembahkan karya sederhana ini kepada Bapakku, Bapak M. Yasik dan Ibuku, Ibu Siti Mariyam. Aku mengucapkan terimakasih banyak untuk lantunan do'a, kesabaran dan kasih sayang yang kalian berikan tiada henti.

Keluarga besar, yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, perhatian dan cinta terutama kakakku Amirul Muk'minin.

Para guruku, dosen pembimbing Erna Hastuti, M.Si dan Erika Rani M.Si yang telah memberikan ilmunya, semoga barokah dan bermanfaat.

Sahabat-sahabatku sedari awal kuliah,Chalimatus Sa'diyah, Evita Muthi'atul,Wiji Wulansari, Miftahul Erfan,Syaiful Bahri, Makbul, terimakasih untuk semangat, bantuan dan motivasi yang diberikan serta melengkapi kekurangan yang ada pada diriku.

Teman-teman Material Science Community (MSC) Vera, Muka, Lizah, Silfi, Lila, Ali, Naufal, Mufidun, terimakasih atas diskusi, semangat dan dukungannya.

Sahabat Galileo angkatan 2012 kalian sangatlah berharga. Bertemu dan bersahabat dengan kalian adalah anugerah bagiku.

Teman-teman fisika 2012 yang telah berjuang bersama selama 4 tahun dan selalu menjalin kekompakan serta memberi dukungan.

KATA PENGANTAR

AssalamualaikumWr.Wb.

Syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadirat Allah Swt yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "**Paduan Getah Pepaya (*Carica papaya L.*) Dan *Polyvinyl Alcohol* (Pva)-*Glycolic Acid* (Ga) Sebagai Bahan Baku Benang Jahit Operasi Yang *Absorbable***" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan *jazakumullah ahsanaljaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
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 yang telah banyak meluangkan waktu, nasehat dan inspirasinya sehingga dapat melancarkan dalam proses penulisan skripsi.
4. Erna Hastuti, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, bimbingan, dan bantuan serta pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Erika Rani, M.Si selaku dosen pembimbing agama, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan di bidang integrasi Sains dan al-Quran serta Hadits.
6. Segenap dosen, laboran dan admin Jurusan Fisika, dosen agama Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah bersedia mengamalkan ilmunya, membimbing dan memberikan pengarahan serta membantu selama proses perkuliahan.

7. Kedua orang tua, Bapak M.Yasik dan Ibu Siti Mariyam serta semua keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan material, restu, serta selalu mendoakan disetiap langkah penulis.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat, tambahan ilmu dan dapat menjadikan inspirasi kepada para pembaca *Aamiin Yaa Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikumWr. Wb.

Malang, 04 Juni 2016

Penulis

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM PUSAT PERPUSTAKAAN

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENGAJUAN ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iv**
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ..... **v**
MOTTO ..... **vi**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**
ABSTRAK ..... **xv**
ABSTRACT ..... **xvi**
الملخص ..... **xvii**
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penulisan 5
1.5 Batasan Masalah 5
BAB II KAJIAN PUSTAKA
2.1 Luka 6
2.1.1 Klasifikasi Penyembuhan Luka 7
2.1.2 Proses Penyembuhan Luka 8
2.2 Benang Jahit 10
2.2.1 Karakteristik Benang Operasi. 11
2.2.2Benang Jahit Operasi Yang *Absorbable* 12
2.3 Taksonomi Tanaman Pepaya 13
2.3.1 Kandungan Kimia Getah Pepaya 17
2.3.2 Enzim Papain 18
2.3.3 Flavonoid 19
2.3.4 Saponin 20
2.4 PVA (*Polyvinyl Alcohol*). 21
2.5 Glycolic Acid (GA). 23
2.6 Natrium Klorida (NaCl)). 24
2.7 *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). 26
2.8 Uji Tarik. 28
2.9 Uji Aktivitas Antibakteri). 30
BAB III METODE PENELITIAN
3.1 Rancangan Penelitian 33
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian. 33
3.3 Alat dan Bahan 33

3.3.1 Alat Penelitian 33
3.3.2 Bahan Penelitian 34
3.4 Prosedur Penelitian 34
3.4.1 Pengambilan Getah Pepaya. 34
3.4.2 Pembuatan Benang Jahit. 35
3.5 Teknik Pengambilan dan Analisis Data 36
3.5.1 Teknik Pengambilan Data. 36
3.5.2 Analisis Data. 38
3.6 Diagram Alir Penelitian. 42
BAB IV HASIL dan PEMBAHASAN
4.1 Data Hasil Penelitian 43
4.1.1 Proses Pengambilan Getah 43
4.1.2 Pembuatan Benang Jahit Operasi 43
4.1.3 Uji FTIR 44
4.1.4 Uji Kelarutan 46
4.1.5 Uji Kuat Tarik 47
4.1.6 Uji Antibakteri 51
4.2 Pembahasan 52
4.3 Integrasi Penelitian dengan al-Quran 61
BAB V PENUTUP
5.1 Kesimpulan 64
5.2 Saran 65
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fase Penyembuhan Luka 9
Gambar 2.2 Tanaman Pepaya.....14
Gambar 2.3 Struktur Ataktik PVA 22
Gambar 2.4 Mekanisme Alat FTIR. 27
Gambar 2.5 Kurva Tegangan-Regangan.....29
Gambar 3.1 Dimensi Sampel Pengujian Kuat Tarik.....37
Gambar 3.2 Alat UJi Kekuatan Tarik *Universal TensileStrength* 37
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian. 43
Gambar 4.1 Gugus Fungsi Benang Jahit.....45
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Konsentrasi Getah Pepaya dengan *Elongasi* 48
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Konsentrasi Getah Pepaya dengan Kuat Tarik.....49
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Konsentrasi Getah Pepaya dengan *Modulus Young* 50
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Konsentrasi Getah Pepaya dengan Diameter Inhibisi 52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Benang Operasi 12
Tabel 2.2 Karakter Fisik PVA 23
Tabel 3.1 Daerah Gugus Fungsi Pada Inframerah. 38
Tabel 3.2 Hasil Uji Tarik.....40
Tabel 3.3 Hasil Uji Kelarutan. 40
Tabel 3.4 Hasil Uji Antibakteri. 41
Tabel 4.1 Gugus Fungsi yang Terbentuk pada Benang Jahit. 45
Tabel 4.2 Data Pengujian Kelarutan. 46
Tabel 4.3 Hasil Elongasi Benang Jahit. 47
Tabel 4.4 Hail Kuat Tarik Benang Jahit 48
Tabel 4.5 Hasil Nilai Modulus Young 50
Tabel 4.6 Hasil Nilai Daya Hambat Antibakteri 51
Tabel 4.7 Uji Anova daya Hambat Antibakteri 52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pembuatan Benang Jahit
Lampiran 2 Grafik FT-IR
Lampiran 3 Uji Kelarutan
Lampiran 4 Data Uji Tarik
Lampiran 5 Data Anova Elongasi
Lampiran 6 Data Anova Kuat Tarik
Lampiran 7 Data Anova *Modulus Young*
Lampiran 8 Data Uji Antibakteri
Lampiran 9 Dokumentasi Uji Antibakteri
Lampiran 10 Data Anova Zona Hambat Bakteri

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM PUSAT PERPUSTAKAAN

ABSTRAK

Erlinawati, Lilis. 2016. **Paduan Getah Pepaya (*Carica papaya L.*) Dan Polivinil Alkohol (PVA)-Glycolic Acid (GA) Sebagai Bahan Baku Benang Jahit Operasi Yang *Absorbable***.Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Erna Hastuti, M.Si (II) Erika Rani, M.Si

Kata kunci: Benang Jahit Operasi, *Absorbable*, Getah Pepaya, PVA-GA, sifat mekanik, antibakteri

Benang jahit operasi yang dapat diserap (*absorbable*) umumnya memiliki kelemahan menimbulkan reaksi inflamasi, pemrosesan yang rumit, dan mahal. Masih sedikitnya industri yang memproduksi benang jahit operasi yang *absorbable* membuat Indonesia bergantung pada produk *import*. Sehingga perlu dikembangkan pembuatan benang jahit operasi yang *absorbable* dengan bahan getah pepaya untuk menutup luka. Benang jahit operasi yang *absorbable* dibuat dengan menggunakan campuran polivinil alkohol (PVA)-glycolic acid (GA) dan getah pepaya. Pembuatan sampel dilakukan dengan cara melarutkan polivinil alkohol dan glycolic acid kedalam aquades. Getah pepaya ditambahkan dengan konsentrasi 6.25; 7.5; 8.75; 10; 11.25; dan 12.5 (ml) dalam 25 ml PVA-GA. Campuran PVA-GA dan getah pepaya yang terbentuk dikarakterisasi menggunakan uji FT-IR, uji sifat mekanik, dan uji antibakteri. Hasil uji FTIR sampel menunjukkan adanya beberapa gugus fungsi antara lain gugus karbonil (C=O), gugus alkena (C=C), dan gugus hidroksil (O=H). Nilai kuat tarik tertinggi sebesar 41.05 Mpa pada konsentrasi getah pepaya 6.25 ml. Uji kelarutan lapisan tipis dalam NaCl 0.9% dapat larut secara perlahan sampai larut sempurna dalam waktu 2 hari. Diameter zona hambat yang terbentuk pada campuran getah pepaya dan PVA-GA tergolong sedang pada konsentrasi getah pepaya 6.25-11.25 (ml), sedangkan pada konsentrasi getah pepaya 12.5 ml , diameter zona hambat tergolong kuat.

ABSTRACT

Erlinawati, Lilis. 2016. **The blend of Papaya Gum (*Carica papaya L.*) and Polyvinyl Alcohol (PVA)-Glycolic Acid (GA) As Raw Material of absorbable Operations Yarn Sewing**. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology of the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (I) Erna Hastuti, M.Si (II) Erika Rani, M.Si

---

Keywords: Operation Yarn Sewing, absorbable, papaya gum, PVA-GA, mechanical properties, Anti-bacterial

The absorbable yarn sewing operations generally has weakness causing inflammatory reactions, complicated process and expensive. There are few the absorbable yarn sewing industry in Indonesia it gives impact on imported products. So it is necessary to develop the manufacture of absorbable suture with material of papaya gum to cover the wound. Absorbable suture was made using the mixture of polyvinyl alcohol (PVA)-glycolic acid (GA) and papaya gum. Sample preparation was done by dissolving polyvinyl alcohol and glycolic acid into distilled water. Papaya gums were added by concentration of 6.25; 7.5; 8.75; 10; 11.25; and 12.5 (ml) in 25 ml of PVA-GA. A mixture of PVA-GA and papaya gum formed were characterized using FT-IR test, test the mechanical properties, and anti-bacterial test. FTIR test results shown the presence of several functional groups included carbonyl (C=O), alkene (C=C), and the hydroxyl (O=H). The highest tensile strength value of papaya gum was 41.05 Mpa at a concentration of 6.25 ml. Solubility of thin layer into NaCl 0.9% can be dissolved slowly until completely dissolved reach within 2 days. Diameter of inhibition zone formed on a mix of papaya gum and PVA-GA was moderated in papaya gum concentration of 6.25-11.25 (ml), On the other side the inhibition zone diameter was wide in the concentration of papaya gum was 12.5 ml.

الملخص

ارليناواتي، ليليس. 2016.مزيج لاتكس البابايا (*Carica papaya L.*)والكوحول البولي فينيل (PVA) - حمض الجليكوليك (GA) والمواد الخام غزل عمليات الخياطة للامتصاص.بحث جامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا جامع الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف: (I) إرنا هستوتي الماجستيرة اريكا راني، الماجستيرة

الكلمات الرئيسية: غزل الخياطة عملية، امتصاص، لاتكس البابايا ، PVA-GA. الخواص الميكانيكية، ومكافحة بكتيريا

خياطة الجروح التي يمكن امتصاص (*absorbable*) عموما لديها ضعف يسبب التهابا، ومعالجة معقدة ومكلفة وبعد الأقل المنتجة للالصناعات التي جعلت خياطة للامتصاص اندونيسيا تعتمد على المنتجات المستوردة، لذلك فإنه من الضروري تطوير صناعة خياطة هو امتصاص المواد البابايا اللاتكس لتغطية الجرح ، يتم خياطة للامتصاص باستخدام مزيج من البولي فينيل الكحول (PVA) - حمض الجليكوليك (GA) واللاتكس البابايا. ويتم تحضير عينات عن طريق إذابة الكحول البولي فينيل وحمض الجليكوليك في الماء المقطر. وأضاف البابايا اللاتكس مع تركيز 6،25: 7،5: 8،75: 10: 11،25: 12،5 (ml) فى 25 ميلي لتر وتميزت مزيج PVA-GA واللاتكس البابايا شكلت باستخدام اختبار FT-IR، اختبار الخواص الميكانيكية، واختبار مضادة للبكتيريا. وأظهرت نتائج الاختبار FTIR من العينات وجود عدة مجموعات وظيفية تشمل الكربونيل (C=O)، مجموعة ألكين (C=C)، ومجموعة الهيدروكسيل (O=H). أعلى قيمة قوة الشد من يعني 41.05Mpa بتركيز البابايا لاتكس 6،25%. اختبار القابلية للذوبان طبقة رقيقة في كلوريد الصوديوم 0.9٪ للذوبان بلطف حتى يذوب تماما في غضون 2 أيام. وكانت قطر منطقة التثبيط شكلت على مزيج من مادة اللاتكس البابايا و PVA-GAالمعتدل في البابايا تركيز لاتكس من6.25-11،25 (ml)، في حين أن تركيز البابايا اللاتكس 12،5 (ml) قوي في قطر المنطقة التثبيط.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Luka adalah rusaknya struktur dan fungsi anatomis kulit normal akibat proses patalogisdari internal dan eksternal yang mengenai organ tertentu. Penjahitan luka adalah cara yang dilakukan untuk menutup luka. Benang jahit operasi yang digunakan dalam menjahit luka antara lain benang terserap (*absorbable suture*) yang dapat diserap oleh jaringan. Contoh *absorbable suture* yakni catgut. Benang ini memiliki beberapa kelemahan yakni mudah larut dalam cairan dan memerlukan penanganan simpul khusus. Selain itu jika pasien mengalami demam, infeksi, defisiensi protein, atau apabila luka operasi dalam kondisi basahakan menyebabkan kecepatan penyerapannya bertambah. Akibatnya terjadi komplikasi post operasi, karena kekuatan benang berkurang sebelum jaringan mengalami penyembuhan.

Benang jahit operasi yang *absorbable* memberikan kontribusisementara sampai luka dapat sembuh dengan cukup baik dan mampu untukmenahan tegangan normal.Para ilmuwan mencoba mengembangkan pembuatan benang jahit operasi yang dapat diserap tubuh (*absorbable*). Namun memiliki kelemahan yakni menimbulkan reaksi inflamasi, pemrosesan yang rumit dan masih sedikitnya industri yang memproduksi benang jahit operasi yang *absorbable* ini membuat Indonesia masih harus mengimport benang jahit tersebut dari luar negeri (Satrio, 2012).

Menurut Nurjannah (2015) penggunaan benang jahit operasi sintetik yang berasal dari Cina, India dan Eropa umumnya memiliki harga yang relatif mahal. Sehingga, dokter mulai beralih menggunakan benang jahit operasi yang terbuat dari usus hewan. Proses pembuatan benang jahit operasi yang ada di pasaran hingga saat ini masih diragukan kehalalannya, karena bahan baku pembuatannya menggunakan usus babiyang tentu bagi umat muslim adalah haram hukumnya.

Pembuatan benang jahit membutuhkan bahan polimer sebagai komponen penyusunnya. Asam glikolat(*glycolic acid*) yang memiliki sifat regenerasi sel kulit mati dan membantu mempercepat penyembuhan luka. Satrio dkk. (2012) membuat benang jahit dari getah pisang yang memiliki sifat dingin, cepat kering dan menutup luka. Pengujian tarik diperolehnilai sebesar 2,386 GPa, uji kelarutan pada larutan PBS larut dalam waktu 10 hari. Uji FT-IR menunjukkan gugus fungsi karbonil dan gugus alkana. Nurjannah (2015) juga membuat benang jahit dengan menggunakan getah jarak yang mengandung senyawa anti radang, anti nyeri dan memiliki kemampuan cepat menutup luka. Uji kelarutan getah jarak larut lebih lama dibandingkan menggunakan getah pisang yang larut dalam waktu 12 hari. Gugus fungsi yang terbentuk sama yaitu gugus karbonil dan gugus alkana.

Keberadaan tumbuh-tumbuhan merupakan berkah dan nikmat Allah Swt yang diberikan kepada seluruh makhluknya. Manusia dan tumbuhan sangat erat kaitannya dalam kehidupan. Banyak sekali nilai manfaat yang didapatkan oleh manusia dari tumbuh-tumbuhan namun masih banyak tumbuh-tumbuhan yang ada disekitar kita yang belum diketahui manfaatnya. Di dalam al-Qur'an terdapat

ayat yang berhubungan dengan tanaman obat dan memerintahkan untuk menggunakannya:

يُنۢبِتُ لَكُم بِهِ ٱلزَّرۡعَ وَٱلزَّيۡتُونَ وَٱلنَّخِيلَ وَٱلۡأَعۡنَٰبَ وَمِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَأٓيَةٗ لِّقَوۡمٖ يَتَفَكَّرُونَ ١١

''Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; *zaitun, kurma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan''(Q.S. an-Nahl*: *11).*

Ayat di atas mengandung makna bahwa Allah Swt telah menumbuhkan berbagai macam tumbuhan yang mempunyai manfaat yang besar bagi manusia, yaitu salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai obat berbagai macam penyakit, dan ini merupakan anugerah Allah Swt yang harus dipelajari dan dimanfaatkan.

Salah satu tanaman obat yang memiliki banyak khasiat, yaitu pepaya. Pepaya (*Carica papaya L.)* merupakan tanaman obat yang berasal dari Amerika Tengah, yang kemudian menyebar ke berbagai belahan dunia, termasuk Afrika dan Nigeria.Manfaat pepaya (*Carica papaya L*.) telah terkenal di seluruh dunia, baik buah, bunga, daun ataupun getahnya. Pepaya berisi dua komponen bioaktif utama, yaitu papain dan kimopapain yang digunakan sebagai bahan tekstil dan penyamakan (Brocklehurts & Salih. 1985).

Getah pepaya memiliki zat yang berkhasiat seperti enzim papain, asam amino, saponin, alkaloid, flavonoid, tanin dan komponen fenol yang lain digunakan untuk mengobati demam malaria, *Diabetes* Mellitus (Ayoola & Adeyey. 2010).Kandungan papain dalam pepaya (*Carica papaya L*.) sudah banyak dikembangkan. Enzim Papain yang terkandung dalam getah sangat baik

untuk mempercepat dan melarutkan sel-sel mati yang melekat pada kulit sehingga dapat memuluskan kulit yang terkena luka. Saponin adalah salah satu senyawa yang memacu pembentukan kolagen, yaitu protein struktur yang berperan dalam proses penyembuhan luka. Flavonoid mempunyai aktivitas sebagai antiseptik (Harborne, 1987).

Berdasarkan manfaat dan kandungan yang efektif pada pepaya (*Carica papaya L.*), penelitian ini dibuat benang jahit dari getah pepaya yang bisa menyatu dengan kulit. Diharapkan penelitian ini dapat meyakinkan pandangan masyarakat mengenai manfaat getah pepaya (*Carica papaya L.*) yang berguna untuk proses mempercepat penyembuhan luka.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana gugus fungsi yang terbentuk dari paduan getah pepaya dan PVA-GA?
2. Bagaimana kuat tarik dari paduan getah pepaya dan PVA-GA?
3. Bagaimana kelarutan getah pepaya dan PVA-GA dalam NaCl 0,9%?
4. Bagaimana aktivitas antibakteri dari paduan getah pepaya dan PVA-GA?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk dari paduan getah pepaya dan PVA-GA.
2. Untuk mengetahui sifat kuat tarik dari paduan getah pepaya dan PVA-GA.
3. Untuk mengetahui kelarutan getah pepaya dan PVA-GA dalam NaCl 0,9%.

4. Untuk mengetahui aktivitas antibakteri dari paduan getah pepaya dan PVA-GA.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan nilai yang positif terhadap pembuatan benang jahit yang *absorbable* dari getah pepaya. Adapun manfaat secara khusus yaitu:

1. Menambah khazanah ilmu pengetahuan mengenai getah pepaya (*Carica papayaL.*) sebagai tanaman obat tradisional yang mempunyai khasiat untuk penyembuhan luka.
2. Informasi yang berkaitan dengan getah pepaya dapat dijadikan referensi untuk pembuatan benang jahit yang *absorbable* dan dapat dijadikan acuan pada penelitian selanjutnya.

Manfaat secara umum dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi, pengetahuan, serta pengalaman bagi penulis maupun pembaca.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menguji sifat dari kelayakan benang jahit
2. Pengujian gugus fungsi menggunakan FTIR, uji sifat mekanik berupa kuat tarik menggunakan*Universal Tensile Strenght*, uji sifat kelarutan menggunakan NaCl 0,9%, dan uji aktivitas antibakteri

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Luka

Rusaknya struktur dan fungsi anatomis kulit normal akibat proses patalogis dari internal dan eksternal yang mengenai organ tertentu disebut luka 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).

Luka diklasifikasikan dalam 2 bagian, yaitu luka akut dan luka kronis. Luka akut merupakan luka trauma yang biasanya segera mendapat penanganan dan biasanya dapat sembuh dengan baik bila tidak terjadi komplikasi. Kriteria luka akut seperti luka baru, mendadak dan penyembuhannya sesuai dengan waktu yang diperkirakan. Seperti luka sayat, luka bakar, luka tusuk, luka operasi (luka jahit). Luka kronik adalah luka yang berlangsung lama atau sering timbul kembali (rekuren), terjadi gangguan pada proses penyembuhan yang disebabkan oleh masalah multifaktor dari penderita. Pada luka kronik gagal sembuh pada waktu yang diperkirakan, tidak berespon baik terhadap terapi dan memiliki tendensi untuk timbul kembali. Seperti ulkus dekubitus, ulkus diabetic, ulkus venous (Istiqomah, 2012).

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 pengkajian luka yang tidak tepat, penggunaan bahan perawatan luka primer yang tidak sesuai, dan teknik penggantian balutan yang ceroboh) (Morrison, 2004).

2.1.1 Klasifikasi Penyembuhan Luka

Menurut (Sjamsuhidajat, 2005) beberapa klasifikasi dalam penyembuhan luka sebagai berikut:

a. Penyembuhan primer dilakukan bila luka bersih, tidak terinfeksi dan dijahit dengan baik.
b. Penyembuhan sekunder, luka dibiarkan terbuka, luka terisi jaringan granulasi epitel; menutup granulasi mulai dari pinggir, terisi penuh dengan jaringan granulas, granulasi ditutup oleh epitel, proses perupaan kembali disertai pengerutan.
c. Penyembuhan primer tertunda atau penyembuhan dengan jahitan tertunda dengan luka dibiarkan terbuka, setelah beberapa hari ada granulasi baik tanpa gejala dan tanda infeksi.
d. Debridemen, luka kasar atau kotor, pembersihan dan pembilasan debridemen yang terdiri atas pembuangan segala jaringan yang kotor termasuk pinggir luka, jahitan lapis demi lapis, penyembuhan primer.

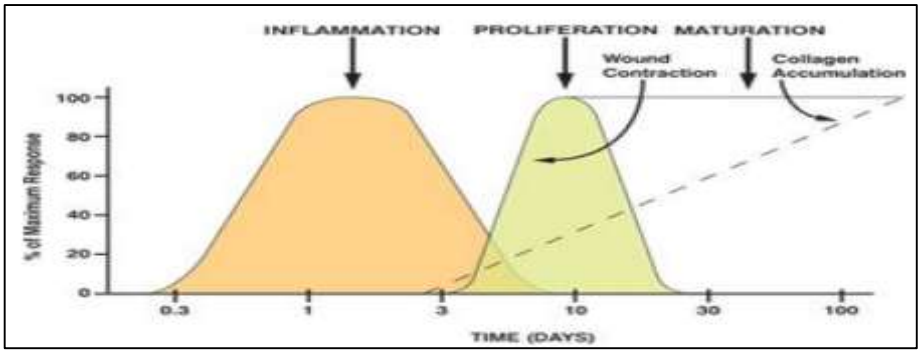
2.1.2 Proses Penyembuhan Luka

Tahapan penyembuhan luka (Gitarja, 2008) menjelaskan tahapan atau fase penyembuhan luka dimulai dari fase inflamasi yang dimulai sejak terjadinya luka sampai hari ke-5. Setelah terjadinya luka, pembuluh darah yang putus mengalami konstriksi dan retraksi disertai reaksi hemostasis karena agregasi trombosit yang bersama jala fibrin membekukan darah. Komponen hemostasis ini akan melepaskan dan mengaktifkan sitokin yang meliputi *Epidermal Growth Factor* (EGF), *Insulin-like Growth Factor*(IGF), *Plateled-derived Growth Factor* (PDGF) dan *Transforming Growth Factor* beta(TGF-β) yang berperan untuk terjadinya kemotaksis netrofil, makrofag, mast sel, sel endotelial dan fibroblas. Keadaan ini disebut fase inflamasi. Pada fase ini kemudian terjadi vasodilatasi dan akumulasi lekosit *Polymorphonuclear* (PMN).

Fase proliferasi atau rekontruksi: berlangsung dari akhir masa inflamasi sampai kira-kira minggu ke-3. Fase ini ditandai dengan adanya proliferasi sel/pembelahan sel. Peran fibroblast sangat besar untuk menghasilkan struktur protein yang digunakan selama proses rekontruksi jaringan. Pada saat terjadi luka fibroblast akan aktif ke jaringan sekitar luka dan berproliferasi mengeluarkan beberapa substansi seperti kolagen, elastin, hyaluronic acid, fibronectin, dan proteoglycans untuk rekontruksi jaringan baru. Pada fase ini juga terjadi proses pembentukan kapiler baru dalam luka atau disebut angiogenesis. Fibroblast dan angiogenesismerupakan proses yang terintegrasi dan dipengaruhi oleh substansi yang dikeluarkan oleh platelet dan makrofag (*growth factor*). Proses selanjutnya adalah epitelisasi, karena fibroblast mengeluarkan *Keratinocyte Growth Factor*

(KGF). Fase proliferasi akan berakhir jika epitel dermis dan lapisan kolagen telah terbentuk, terlihat proses kontraksi dan akan dipercepat oleh berbagai *growth factor*.

Fase maturasi atau remodelling dimulai pada minggu ke-3 setelah perlukaan dan berakhir sampai kurang lebih 12 bulan. Tujuan dari fase maturasi adalah menyempurnakan terbentuknya jaringan baru menjadi jaringan penyembuhan yang kuat dan bermutu. Fibroblast sudah meninggalkan jaringan granulasi, warna kemerahan dari jaringan mulai berkurang karena pembuluh darah mulai regresi dan serat fibrin dari kolagen bertambah banyak untuk memperkuat jaringan parut dan puncaknya pada minggu ke-10 setelah perlukaan. Enzim *kolagenase*mengubah *kolagen*muda (*gelatinous collagen*) yang terbentuk pada fase proliferasi menjadi kolagenmatang, lebih kuat, dan struktur yang lebih baik (proses *re-modelling*). Untuk mencapai penyembuhan yang optimal diperlukan keseimbangan antara kolagen yang diproduksi dengan yang dipecahkan sehingga tidak terjadi penebalan jaringan parut atau *hypertrophic scar*, dan akan menurunkan kekuatan jaringan parut, luka selalu terbuka bila kekurangan kolagen. Fase penyembuhan luka dapat terlihat pada gambar 2.1 (Gitarja, 2008):



Gambar 2.1 Fase penyembuhan luka (Gitarja, 2008)

Hemostatis bukan merupakan bagian dari proses penyembuhan luka, karena fungsinya hanya untuk menghentikan perdarahan dan pembentukan fibrin sebagai pencetus proses penyembuhan luka (Poerwantoro, 2013).

2.2Benang Jahit

Benang jahit digunakan untuk menyatukan jaringan tubuh selama tindakan operasi. Banyak bahan yang telah digunakan untuk jahitan, yang mencakup linen, katun, berbagai plastik, perak dan baja tahan karat. Benang diikat langsung pada ujung jarum sekali pakai, karena jarum lebih kecil daripada benang dan menimbulkan sedikit trauma ditarik bila melewati jaringan (Sabiston, 1995).

Benang ideal harus cukup kuat sehingga hanya dibutuhkan utas yang halus untuk menyatukan jaringan, mengurangi jumlah benda asing yang tertinggal di dalam tubuh. Benang harus mudah dimanipulasi dan disimpul serta terabsorpsi dan hilang segera setelah jaringan sembuh dan mencapai kekuatan normal. Benang juga harus memiliki koefisien gesek yang cukup tinggi untuk mendapat jahitan yang kuat dengan jumlah sesedikit mungkin, serta tetap cukup rendah agar dapat meluncur melalui jaringan tanpa mencederai jaringan sekitarnya. Benang yang benar-benar ideal masih belum ditemukan (Sabiston, 1995).

Menurut Dudley et al. (2000), Benang jahit operasi dibedakan menjadi dua yakni benang serap (absorbable suture) dan benang yang tidak diserap (non absorbable suture). Ada dua mekanisme penyerapan benang, yakni: pertama, penyerapan melalui mekanisme enzimatik, misalnya terjadi pada catgut dan kolagen. Enzim proteolitik dalam lisosom akan menghancurkan benang. Kedua, mekanisme hidrolisa yang berefek pada air dalam benang. Gangguan

pada air benang akan menyebabkan benang lebih rapuh lalu hancur. Hidrolisa akan meningkat dengan perubahan pH. Pemilihan benang disesuaikan dengan organ yang akan dijahit dengan mempertimbangkan waktu penyerapannya

Benang dapat diklasifikasi sebagai (1) bahan alamiah seperti ‘catgut’, sutera, atau kawat; atau (2) bahan sintetik seperti (a) kolagen sintetik (asam poliglikolat, poliglatin), yang dapat terabsorpsi, atau (b) berbagai plastik yang tidak terabsorpsi, seperti poliamida (nilon), polyester (Dacron) dan polyolefin (polietilen, polipropilen).

2.2.1 Karakteristik Benang Operasi

Pemilihan jenis benang jahit ditentukan 3 hal yaitu jenis bahannya, kemamuan tubuh untuk menyerapnya dan susunan filamennya. Bahan yang dapat diserap melalui reaksi enzimatik pada cairan tubuh kini banyak dipakai. Benang yang tidak dapat diserap oleh tubuh terbuat umumnya dari bahan yang tidakmenimbulkan reaksi jaringan karena bukan merupakan bahan biologi. Benang ini dapat berasal dari sutera yang sangat kuat dan liat, dari kapas yang kurang kuat dan mudah terurai, dan dari polyester yang merupakan bahan sintetik yang kuat dan biasanya dilapisi teflon. Selain itu terdapat juga benang nilon yang sangat inert dan baja yang terbuat dari baja tahan karat. Karena tidak dapat diserap maka benang akan tetap berada di jaringan tubuh. Benang jenis ini biasanya digunakan pada jaringan yang sukar sembuh. Bila terjadi infeksi akan berbentuk fistel yang baru dapat sembuh setelah benang yang bersifat benda asing dikeluarkan (Sjamsuhidajat, 2005).

Ukuran benang dinyatakan dalam satuan baku eropa atau dalam satuan metrik. Ukuran terkecil standar eropa adalah 11,0 dan terbesar adalah ukuran 7. Ukuran benang merupakan salah satu faktor yang menentukan kekuatan jahitan. Oleh karena itu pemilihan ukuran benang untuk menjahit luka bedah bergantung pada jaringan apa yang dijahit dan dengan pertimbangan faktor kosmetik. Sedangkan kekuatan jahitan ditentukan oleh jumlah jahitan, jarak jahitan, dan jenis benangnya. Pada wajah digunakan ukuran yang kecil (5,0 atau 6,0). Ukuran Benang umumnya 5/0–1 tergantung jenis operasi. Jaringan lebih tebal atau banyak kolagen, benang lebih besar dan jarum lebih tebal. Ukuran benang < 6/0 (diameter rambut manusia).

Tabel 2.1 Karakteristik benang operasi(Sjamsuhidajat, 2005).

Lokasi penjahitan	**Jenis benang**	**Ukuran**
Fasia	Semua	2,0-1
Otot	Semua	3,0-0
Kulit	Tak diserap	2,0-6,0
Lemak	Terserap	2,0-3,0
Hepar	Kromik catgut	2,0-0
Ginjal	Semua catgut	4,0
Pancreas	Sutera atau kapas	3,0
Usus halus	Catgut, sutera, kapas	2,0-3,0
Usus besar	Kromik catgut	4,0-0
Tendon	Tak terserap	5,0-3,0
Kapsul sendi	Tak terserap	3,0-2,0
Peritoneum	Kromik catgut	3,0-2,0
Bedah mikro	Tak terserap	7,0-11,0

2.2.2 Benang Jahit Operasi Yang *Absorbable*

Benang jahit operasi adalah benda asing yang ditanamkan kedalam jaringan tubuh manusi. Benang jahit operasi yang ideal memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Steril
2. Bahan yang digunakan dalam prosedur pembedahan
3. Meminimalisir reaksi negatif dari jaringan (*nonelectrolytic*, *noncapillary,nonallergenic*, *noncarcinogenic*)
4. Mudah dalam penanganan
5. Terbukti aman
6. Kekuatan tarik tinggi
7. Tahan terhadap infeksi

Benang jahit operasi yang *absorbable* memberikan kontribusi sementara sampai luka dapat sembuh dengan cukup baik dan mampu untuk menahan tegangan normal. Penyerapan terjadi melalui degradasi enzimatik bahan alami dan oleh hidrolisis dalam bahan sintetis. Hidrolisis menyebabkan reaksi jaringan kurang dari degradasi enzimatik (John, 1970).

2.3 Taksonomi Tanaman Pepaya

Pepaya (*Carica papaya L.*) berasal dari familiy *Caricaceae*. Pepaya merupakan tanaman obat yang memiliki pertumbuhan yang cepat dan masa hidup yang pendek, tetapi dapat memproduksi buah hampir lebih dari 20 tahun (Dick, 2003). Menurut sejarahnya, tanaman pepaya berasal dari Amerika Tengah. Tumbuhan pepaya biasanya tumbuh di daerah India Utara, Filipina, Srilanka, India, Bangladesh, Malaysia, dan di negara tropical. Banyak sekali bagian dari pepaya yang bernilai komersial. Bagian berbeda dari tumbuhan pepaya (buah, daun, getah, dan biji) bisa dimakan dan bisa dijadikan obat untuk berbagai penyakit. Dalam beberapa studi, daun pepaya terbukti sebagai

antisikling, dan efektif melawan ulcer gastrik pada tikus, sedangkan bunga pepaya terbukti memiliki aktivitas antibakteri (Halim, et al, 2011).

Kedudukan tanaman pepaya dalam sistematik (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut:

Gambar 2.2 Tanaman Pepaya (www.kesehatanpedia.com)

Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)

Divisi : *Spermatophyta* (Tumbuhan berbiji)

Sub-Divisi : *Angiosperma* (Biji Tertutup)

Kelas : *Dicotyledonae* (Biji berkeping dua)

Ordo : *Caricales*

Famili : *Caricaceae*

Spesies : *Carica papaya L.* (Rukmana, 1995)

Nama umum pepaya di dunia ‘’Pawpaw’’, namun di berbagai negara memiliki nama yang beragam. Misalnya di Malaysia disebut ‘’Betik’’, di Tamil 7 dinamakan ‘’Pappali’’, di Cina dikenal dengan ‘’Pohon Melon’’ (Tree-melon), dan di Indonesia populer dengan nama ‘’Pepaya’’ (Rukmana, 1995).Bentuk dan susunan tubuh bagian luar tanaman pepaya termasuk tumbuhan

perdu yang umur sampai berbunganya dikelompokkan sebagai tanaman buah-buahan semusim, namun dapat tumbuh setahun atau lebih. Sistem perakarannya memiliki akar tunggang dan akar-akar cabang yang tumbuh mendatar ke semua arah pada kedalaman 1 meter atau lebih dan menyebar sekitar 60-150 cm atau lebih dari pusat batang tanaman (Rukmana, 1995).

Batang tanaman pepaya berbentuk bulat lurus berbuku-buku (beruas-ruas), di bagian tengahnya berongga, dan tidak berkayu. Ruas-ruas batang merupakan tempat melekatnya tangkai daun yang panjang, berbentuk bulat, dan berlubang. Daun pepaya bertulang menjari (*palminervus*) dengan warna permukaan atas hijau-tua, sedangkan warna permukaan bagian bawah hijau muda (Rukmana, 1995).

Hampir semua bagian tanaman pepaya dapat dimanfaatkan, mulai dari daun, batang, akar, maupun buah. Getah pepaya yang paling banyak terkandung didalam buah pepaya jenis pepaya Bangkok. Getah pepaya yang sering disebut sebagai papain dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain: penjernih bir, pengempuk daging, bahan baku industri penyamak kulit, serta digunakan dalam industri farmasi dan kosmetik (kecantikan). Papain merupakan enzim proteolitik, yaitu enzim yang dapat mengurai dan memecah protein.

Tumbuh-tumbuhan memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia yang bermanfaat sebagai makanan dan obat-obatan. Hal ini menunjukkan bahwa segala apa yang tercipta ada manfaatnya dan itu semua merupakan tanda-tanda kekuasaan Allah. Al-Qur'an menyebutkan sejumlah buah-buahan yang oleh ilmu

pengetahuan modern ditegaskan memiliki khasiat untuk mencegah beberapa jenis penyakit. Di dalam ayat al-Qur'an di jelaskan pada Surat an-Nahl ayat 11:

يُنۢبِتُ لَكُم بِهِ ٱلزَّرۡعَ وَٱلزَّيۡتُونَ وَٱلنَّخِيلَ وَٱلۡأَعۡنَٰبَ وَمِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَأٓيَةٗ لِّقَوۡمٖ يَتَفَكَّرُونَ ١١

''Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan''(*Q.S. an-Nahl*: *11*).

Ayat tersebut diperkuat oleh hadits yang artinya:

"Sesungguhnya Allah tidaklah menurunkan penyakit kecuali Dia turunkan pula obat bersamanya (hanya saja) tidak mengetahui orang yang tidak mengetahuinya dan mengetahui orang yang mengetahuinya" (HR. Ahmad 1/377, 413 dan 453 dan hadits ini dishahihkan dalam Ash-Shahihah no. 451).

Ayat diatas mengandung makna bahwa Allah Swt telah menumbuhkan berbagai macam tumbuhan yang mempunyai manfaat yang begitu besar bagi manusia, yaitu salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai obat berbagai macam penyakit, dan ini merupakan anugerah Allah Swt yang harus dipelajari dan dimanfaatkan. Allah menciptakan beragam jenis buah, setiap jenis memiliki rasa dan harum tersendiri meskipun semuanya tumbuh di tanah yang sama dan diairi dengan air yang sama. Allah menciptakan tatanan ini dan memperlihatkannya kepada manusia agar mereka mengambil hikmah dan mensyukuri-Nya (Harun Yahya, 2004).

Rasulullah telah bersabda;

إِنَّ اللهَ لَمْ يَنْزِلْ دَاءً إِلاَّ أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً، عَلِمَهُ مَنْ عَلِمَهُ وَجَهِلَهُ مَنْ جَهِلَهُ

"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 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.

2.3.1 Kandungan Kimia pada Getah Pepaya

Getah pepaya cukup banyak mengandung enzim yang bersifat proteolitik (pengurai protein). Sehingga tepung getah pepaya kering banyak digunakan oleh para pengusaha industri maupun ibu-ibu rumah tangga untuk mengolah berbagai macam produk (Warisno, 2003).

Dalam getah pepaya terkandung enzim-enzim protease yaitu papain dan kimopapain. Kadar papain dan kimopapain dalam buah pepaya muda berturut-turut 10 % dan 45%. Lebih dari 50 asam amino terkandung dalam getah pepaya kering itu antara lain asam aspartat, treonin, serin, asam glutamat, prolin, glisin, 7 alanin, valine, isoleusin, leusin, tirosin, phenilalanin, histidin, lysin, arginin, tritophan, dan sistein. Papain merupakan satu dari enzim paling kuat yang dihasilkan oleh seluruh bagian tanaman papaya kecuali biji dan akar. Buah merupakan bagian tanaman yang menghasilkan getah paling banyak (Warisno, 2003).

Getah papaya termasuk enzim proteolitik dimana dapat memecah senyawa protein menjadi pepton. Contoh enzim proteolitik lainnya adalah bromeilin pada nanas, renin pada sapi dan babi. Pemakaiannya masih jarang lantaran sulit diekstrak dan aktivitasnya lebih rendah dibanding papain.

2.3.2 Enzim Papain

Papain adalah suatu zat (enzim) yang dapat diperoleh dari getah tanaman pepaya dan buah pepaya muda. Getah pepaya tersebut terdapat hampir di semua bagian tanaman pepaya, kecuali bagian akar dan biji. Kandungan papain paling banyak terdapat dalam buah pepaya yang masih muda. Getah pepaya (papain) cukup banyak mengandung enzim yang bersifat proteolitik (pengurai protein). Sehingga tepung getah pepaya kering (papain) banyak digunakan oleh para pengusaha industri maupun ibu-ibu rumah tangga untuk mengolah berbagai macam produk (Warisno, 2003). Papain merupakan enzim proteolitik hasil isolasi dari penyadapan getah buah pepaya (*Carica papaya L*.). Getah pepaya mengandung sebanyak 10% papain, 45% kimopapain dan lisozim sebesar 20% (Winarno, 1995).

Berdasarkan sifat-sifat kimianya, papain digolongkan sebagai protease sulfhidril (Muchtadi et al., 1992). Papain tersusun atas 212 residu asam amino dengan sistein-25 tempat gugus aktif thiol (-SH) esensial, yang membentuk sebuah rantai peptida tunggal dengan bobot molekul 21.000-23.000 g/mol. Rantai ikatan tersebut tersusun atas arginin, lisin, leusin, dan glisin. Sisi aktif yang terdapat di dalam molekul papain terdiri atas gugus histidin dan sistein yang selama katalisis berlangsung, sisi aktif tersebut berfungsi sebagai ion zwitter (Wong, 1989 diacu dalam Budiman, 2003).

Papain mengandung 212 asam amino dalam suatu rantai polipeptida dan berikatan silang dengan tiga jembatan disulfida (Kalk, 1975). Berbagai jenis asam amino ikut menyusun struktur protein papain kecuali metionin. Tidak terdapatnya

metionin dalam rantai polipeptida diduga karena komponen sulfur sebagian besar berada dalam bentuk asam amino sistein (Glazer, 1971 diacu dalam Muchtadi et al., 1992). Papain memiliki 6 gugus sulfhidril, tetapi hanya dua gugus sulfhidril yang aktif. Gugus suflhidril ini mengandung unsur sulfur sekitar 1,2%.

Berdasarkan klasifikasi *the international union of biochemistry*, papain termasuk enzim hidrolase yang mengkatalisis reaksi hidrolisis suatu substrat dengan pertolongan molekul air. Aktivitas katalisis papain dilakukan melalui hidrolisis yang berlangsung pada sisi-sisi aktif papain. Pemisahan gugus-gugus amida yang terdapat di dalam protein tersebut berlangsung melalui pemutusan ikatan peptida (Wong, 1989 diacu dalam Budiman, 2003).

Aktivitas enzim papain cukup spesifik karena papain hanya dapat mengkatalisis proses hidrolisis dengan baik pada kondisi pH serta suhu dalam kisaran waktu tertentu. Papain mempunyai pH optimum 7,2 pada substrat BAEE (benzoil arginil etil ester), pH 6,5 pada substrat kasein, pH 7,0 pada albumin dan pH 5,0 pada gelatin (Muchtadi et al., 1992). Suhu optimal papain sendiri adalah 50-60 ^{0}C. Papain relatif tahan terhadap suhu, bila dibandingkan dengan enzim proteolitik lainnya seperti bromelin dan lisin (Winarno, 1995).

2.3.3 Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa pereduksi yang baik, menghambat banyak reaksi oksidasi, baik secara enzim maupun non enzim. Flavonoid bertindak sebagai penampung yang baik radikal hidroksi dan superoksida dengan demikian melindungi lipid membran terhadap reaksi yang merusak. Aktivitas antioksidannya merupakan komponen aktif tumbuhan yang digunakan secara

tradisional untuk mengobati gangguan fungsi hati flavonoid merupakan golongan terbesar senyawa fenol alam (Sjahid, 2008). Flavonoid merupakan senyawa polar karena mempunyai sejumlah gugus hidroksil, sehingga akan larut dalam pelarut polarsepertietanol,metanol,butanol,aseton, air, dan dimetilformamida. Adanya gula yang terikat pada flavonoid cenderung menyebabkan flavonoid lebih mudah larut dalam air dan dengan demikian campuran pelarut dengan air merupakan pelarut yang lebih baik untuk glikosida (Sjahid, 2008).

Flavonoid merupakan antioksidan yang dapat menangkap radikal bebas. Flavonoid menghentikan tahap awal reaksi dengan membebaskan satu atom hydrogen dari gugus hidroksilnya yang kemudian berikatan dengan satu radikal bebas. Dengan ikatan ini maka akan menstabilkan radikal peroksi yang membuat aktivasi energi berkurang, dan selanjutnya akan menghambat atau menghalangi reaksi oksidasi dari kolesterol *Low density Lipoprotein* (LDL) (Mutiah dkk., 2011).

2.3.4 Saponin

Saponin merupakaan senyawa glikosida kompleks dengan berat molekul tinggi yang dihasilkan terutama oleh tanaman, hewan laut tingkat rendah dan beberapa bakteri. Saponin larut dalam air tetapi tidak larut dalam eter. Saponin dapat mengganggu penyerapan mineral dan vitamin dalam tubuh. Saponin mampu menurunkan konsentrasi kolesterol serum darah dengan mengikat dan mencegah absorbsi kolesterol karena interaksi saponin dan kolesterol merupakan kompleks yang tidak larut. Absorbsi kolesterol yang rendah menurunkan konsentrasi kolesterol serum darah dan memaksa

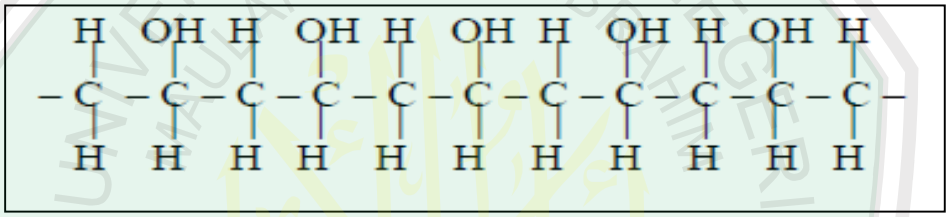
meningkatnya metabolisme kolesterol dalam hati. Saponin juga dapat menguras kolesterol darah dengan membatasi penyerapan kembali dan meningkatkan ekskresi. Namun perlu diperhatikan bahwa penurunan konsentrasi kolesterol serum darah hanya dapat terjadi jika terjadi hiperkolesterol (Mutiah dkk., 2011).

Berdasarkan struktur kimianya, saponin dikelompokkan menjadi tiga kelas utama yaitu kelas streroid, kelas steroid alkaloid, dan kelas triterpenoid. Sifat yang khas dari saponin antara lain berasa pahit, berbusa dalam air. Saponin yang terkandung dalam tanaman pepaya (*Carica papaya L.*) bermanfaat untuk menurunkan aktifitas kolesterol serum seperti aksi resin, yaitu dengan mengurangi sirkulasi enterohepatik asam empedu. Melalui penghambatan reaksi oksidasi kolesterol LDL ini maka dapat menurunkan kadar kolesterol darah (Mutiah dkk., 2011).

2.4 PVA *(Polyvinyl Alcohol)*

PVA adalah polimer yang paling umum digunakan sebagai membran karena salah satu sifatnya, yaitu hidrofilik.PVA dapat larut dalam air dengan bantuan panas yaitu pada temperatur di atas 90^{o}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 85^{o}C, dan temperatur leleh (Tm) sebesar 228-256^{o}C(Perry, 1997).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 kedalamkisi tanpa mengganggu (Ogur, 2005).



Gambar 2.3 struktur ataktik pada polivinil alkohol (Ogur, 2005).

PVA memiliki sifat hidrofilik sehingga selektif terhadap air. Sifat hidrofilik ini disebabkan adanya gugus –OH yang berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen.Polivinil alkohol adalah plastik yang larut dalam air yang paling banyak digunakan secara komersial saat ini. Polivinil alkohol memiliki beberapa singkatan yang umum dipakai yaitu, PVOH, PVA, dan PVAL. Polivinil alkohol (PVOH) merupakan zat yang tidak berasa, tidak berbau, dapat terurai oleh alam dan biokompatibel. Selain dapat terlarut dalam air, Polivinil alkohol juga dapat larut dalam etanol. Namun, zat ini tidak dapat larut dalam pelarut organik.

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 asetildehida. Polivinil alkohol dihasilkan melalui hidrolisis dari polivinil asetat dengan menggunakan methanol.

Tabel 2.2 Karakter fisik dari polivinil alkohol (Ogur, 2005).

Karakter	**Nilai**
Densitas	1.19-1.31 g/cm^3
Titik Leleh	180- 240 ºC
Titik Didih	228 ºC
Suhu Penguraian	180 ºC

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

2.5 *Glycolic Acid*

Glycolic acid (asam hydroxyacetic) dengan rumus kimia $C_2H_4O_3$ (juga ditulis sebagai $HOCH_2CO_2H$) adalah asam α-hidroksi terkecil (AHA). Zat ini berwujud padat kristal tidak berwarna, tidak berbau, dan higroskopis sangat larut dalam air. *Glycolic acid* digunakan dalam berbagai produk perawatan kulit. Asam glikolat ditemukan dibeberapa tanaman gula. Karena kemampuan yang sangat baik untuk menembus kulit, asam glikolat diaplikasikan dalam produk perawatan kulit, dan paling sering ditemui untuk aplikasi *peeling* yang dilakukan oleh dokter ahli bedah, dokter kulit plastik atau *esthetician* berlisensi dalam konsentrasi 20-70% atau dalam konsentrasi yang lebih rendah antara 5-10%. Selain konsentrasi,

pH juga berperan dalam menentukan potensi asam glikolat dalam larutan. Asam glikolat digunakan untuk meningkatkan estetika kulit dan tekstur (John, 1970).

Asam glikolat merupakan perantara yang berguna untuk sintesis organik, dalam berbagai reaksi termasuk: oksidasi-reduksi, esterifikasi dan polimerisasi rantai panjang. Hal ini digunakan sebagai monomer dalam penyusunan asam polyglycolic dan kopolimer biokompatibel lainnya. *Glycolic acid* dapat mengurangi keriput, jaringan parut, hiperpigmentasi dan memperbaiki kondisi kulit, termasuk actinic keratosis, hiperkeratosis, dan keratosis seboroik. Saat digunakan, asam glikolat bereaksi dengan lapisan atas epidermis, melemahkan ikatan lipid yang mengikat sel-sel kulit mati. Hal ini memungkinkan stratum korneum akan terkelupas dan meremajakan sel-sel kulit (John, 1970).

2.6 Natrium Klorida (NaCl)

Natrium klorida merupakan senyawa ion dengan rumus NaCl. Natrium klorida adalah garam yang paling berperan penting dalam cairan ekstraseluler dari banyak organisme multiseluler. NaCl dapat larut dalam air tetapi tidak larut dalam alkohol. Jenis-jenis NaClyaitu NaCl 0,3%(513 mEq/L), NaCl 0,5%(855 mEq/L), NaCl 0,9% yang merupakan cairan fisiologis efektif untuk perawatan luka karena sesuai dengan kandungan garam tubuh (Kristiyaningrum 2013).

Normal salin atau disebut juga NaCl 0,9%. Cairan ini merupakan cairan yang bersifat fisologis yang ada diseluruh tubuh, non toksin dan tidak mahal. Normal saline aman digunakan untuk kondisi apapun. Natrium klorida mempunyai Na dan Cl yang sama seperti plasma. Sel ini tidak akan mempengaruhi sel darah merah. Natrium klorida tersedia dalam beberapa

konsentrasi, yang paling sering digunakan Natrium klorida 0,9%.NaCl dalam setiap liternya mempunyai komposisi Natrium klorida 9,0 gram dengan osmolalitas 308 mOsm/l setara dengan ion-ion Na^+ 154 mEq/l dan Cl 154 mEq/l (Kristiyaningrum, 2013).

NaCl 0,9% (normal saline) dapat dipakai sebagai cairan resusitasi (*replacement therapy*), terutama pada kasus seperti kadar Na^+ yang rendah, dimana RL tidak cocok untuk digunakan (seperti pada alkalosis, retensi kalium). NaCl 0,9% merupakan cairan pilihan untuk kasus trauma kepala, sebagai pengencer sel darah merah sebelum transfuse (Boldt J, 2005).

Cairan ini memiliki beberapa kekurangan, yaitu tidak mengandung HCO3, tidak mengandung K^+, dapat menimbulkan asidosis hiperkloremik karena mempunyai komposisi klorida sama dengan natrium, serta menyebabkan asidosis dilusional, sebagai contoh, 1 liter larutan dengan komposisi Na^+ 70 mEq/l dan Cl^- 55 mEq/l (SID=15) ditambahkan 1 liter larutan NaCl 0,9 % yang terdiri dari Na^+ 154 mEq/l dan Cl^- 154 mEq/l (SID=0), maka hasilnya adalah kadar natrium akan meningkat namun tidak sebesar peningkatan kadar klorida, akibatnya SID turun, larutan ini mengandung Na^+ 112 mEq/l dan Cl^- 105 mEq/l sehingga SID turun dari 15 menjadi 7 (112-105). Penurunan SID menyebabkan peningkatan H^+ atau penurunan OH yang berakibat terjadinya asidosis (Boldt J, 2003).

Kemasan larutan kristaloid NaCl 0,9% yang beredar di pasaran memiliki komposisi elektrolit Na^+ (154 mEq/L) dan Cl^- (154 mEq/L), dengan osmolaritas sebesar 300 mOsm/L. Sediaannya adalah 500 ml dan 1.000 ml (Boldt J, 2005).

Manfaat NaCl Normal salin atau NaCl 0,9% merupakan larutan isotonis aman untuk tubuh, tidak iritan, melindungi granulasi jaringan dari kondisi kering, menjaga kelembaban sekitar luka dan membantu luka menjalani proses penyembuhan. Perawat menggunakan cairan normal salin untuk mempertahankan permukaan luka agar tetap lembab sehingga dapat meninggkatkan perkembangan dan migrasi jaringan epitel.

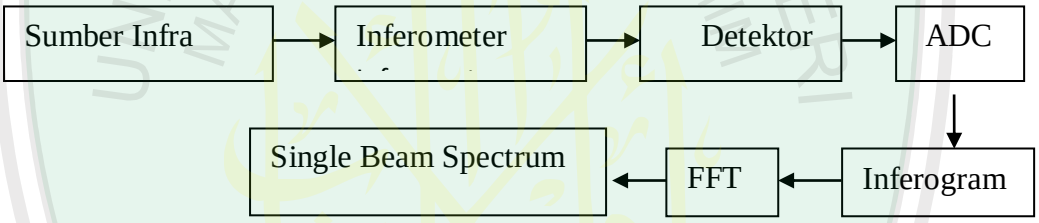
2.7*Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Spektroskopi FTIR adalah teknik pengukuran untuk mengumpulkan spektrum inframerah. Energi yang diserap sampel pada berbagai frekuensi sinar inframerah direkam, kemudian diteruskan ke interferometer. Sinar pengumpulan sampel diubah menjadi interferogram.Perhitungan secara matematika *Fourier Transform* untuk sinyal tersebut akan menghasilkan spektrum yang identik pada pada spektroskopi inframerah. 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 detektor dan dibandingkan denan 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 absorbsi yang terbentuk pada spektrum

infra merah menggunakan tabel korelasi dan menggunakan spektrum senyawa pembanding yang sudah diketahui (Griffiths, 1975).

Spektra yang dihasilkan oleh FTIR pada umumnya memiliki pita-pita serapan yang sempit dan khas untuk tiap senyawa sehingga penggunaan untuk mengidentifikasi senyawa organik. Spektrum inframerah merupakan kurva aluran %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 (Rosa, 2008).



Gambar 2.4 Mekanisme Alat Spekfotometer FTIR (Rosa, 2008)

Spektrofotometer FTIR menggunakan persamaan matematika transform fourier untuk mengubah spektrum waktu menjadi spektrum frekuensi spektroskopi inframerah memiliki daerah spectrum 4000-670 cm^{-1}. Bila suatu molekul menyerap sinar inframerah maka di dalam molekul akan terjadi perubahan tingkat energi vibrasi atau rotasi, tetapi hanya transisi vibrasi atau rotasi yang dapat menyebabkan perubahan momen dipole yang aktif yang mengadsorbsi sinar inframerah. Selain 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 sebagainya yang menyerap radiasi inframerah pada panjang gelombang yang (Griffiths, 1975).

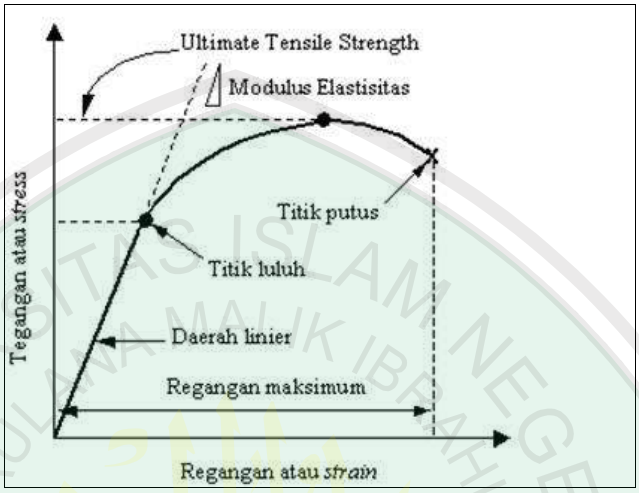
Mekanime kerja dari spektrofotometer FTIR yaitu energi inframerah diremisikan dari sumber cahaya dan bergerak melalui bagian optik dari spektrofotometer. Gelombang sinar melewati inferometer sebagai tempat pemisahan sianr dan di gabungkan kembali sehingga menghasilkan suatu pola interferensi. Gelombang sinar di transmisikan dan diukur oleh detektor. Detektor menghasilkan suatu inferogram, yaitu suatu daerah waktu yang menggambarkan pola interferensi. Selanjutnya ADC *(Analog Digital Conviener*) mengubah pengukuran menjadi suatu format digital yang dapat dihubungkan oleh komputer. Interferogram diubah menjadi satu pita spektrum tunggal (*single Beam spectrum*) oleh *Fast Fourier Transform* (FFT) (Rosa, 2008).

2.8 Uji Tarik

Salah satu pengujian tegangan dan regangan (*stress strain test*) adalah pengujian tarik (*tension test*). Dari pengujian ini dapat diketahui sifat mekanik material terhadap gaya tarik, antara lain mengetahui titik luluh, titik tarik maksimum, titik putus, dan karakter bahan (ulet, getas) yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Pengujian dilakukan sampai sampel putus.

Kekuatan tarik adalah ukuran kekuatan suatu bahan ketika bahan tersebut menerima beban yang cenderung merenggangkan atau memperpanjang bahan tersebut.Kekuatan yang biasanya ditentukan dari suatu hasil pengujian tarik adalah kuat luluh (*Yield Strength*) dan kuat tarik (*Ultimate Tensile Strength*). Kekuatan tarik atau kekuatan tarik maksimum (*Ultimate Tensile Strength* / UTS),

adalah beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji.Hasil dari pengujian ini adalah grafik tegangan dengan regangan (Callister, 2014):



Gambar 2.5 Kurva Tegangan-Regangan (Callister, 2014)

Nilai tegangan dan regangan dapat dirumuskan (Callister, 2014):

1. *Engineering Stress* (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A_o} \tag{2.1}$$

Dengan F = Beban yang diberikan dalam arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N)

A_o = Luas penampang spesimen sebelum pembebanan (m^2)

σ = *Engineering Stress* (MPa)

2. *Engineering Strain* (ε)

Engineering strain dirumuskan sebagai (Callister, 2014):

$$\varepsilon = \frac{l - l_o}{l_o} = \frac{\Delta l}{l_o} \tag{2.2}$$

Dengan ε = *Engineering Strain*

l_o = Panjang spesimen sebelum pembebanan (m)

l = Panjang spesimen setelah pembebanan (m)

Δl = Pertambahan panjang (m)

3. Hukum Hooke (*E*)

Nilai modulus tarik sampel uji dapat ditentukan dengan rumus (ASTM D3039, 2000):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \tag{2.3}$$

Dengan nilai E adalah modulus young (GPa), σ dan ε masing-masing tegangan tarik dan regangan tarik yang didapatkan dari hasil pengujian.

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 bakteriostatik 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, membasmi 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 membran 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 subtansi kimia yang dihasilkan oleh mikroba dan dapat menghambat pertumbuhan mikroba lain. Senyawa antibakteri dapat bekerja secara bakteriostatik, 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 35^0C 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.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
PUSAT PERPUSTAKAAN

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis eksperimen untuk membuat benang jahit operasi dengan variasi komposisi getah pepaya. Pengujian pada penelitian ini meliputi uji FTIR, uji tarik, uji kelarutan, dan uji antibakteri.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Pembuatan benang jahit beserta pengujian ini dilakukan mulai bulan Maret 2016 di Laboratorium Riset 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, dan Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Pisau
2. Spatula
3. Beaker glass
4. Gelas Ukur
5. Cawan petri
6. Oven

7. Wadah plastik
8. Magnetic stirrer
9. Timbangan miligram
10. *Universal Tensile Strength*
11. Spektrofotometer inframerah
12. Autoklaf
13. Tissue
14. Erlemeyer
15. Blue tip

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Getah pepaya
2. Aquadest
3. Glycolid acid
4. Polyvinil alcohol
5. Normal Salin (NaCl) 0,9%
6. Bakteri *Staphylococcus aureus*
7. Mueller-Hinton Agar (MHA)

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengambilan Getah Pepaya

a. Penyadapan getah papaya dilakukan dengan mencari buah yang masih muda, yang berumur sekita 2.5-3 bulan.

b. Waktu menyadap dilakukan pada pagi hari yaitu sebelum matahari terbit sekitar pukul 05.30-08.00 atau pada sore hari sebelum matahari terbenam yaitu sekitar pukul 17.30-18.30

c. Alat sadap ditorehkan pada kulit buah mulai dari pangkal menuju ujung buah sedalam 1-2 mm dengan jarak antar torehan 1-2 cm atau dengan batasan hingga 5 torehan per buah.

d. Wadah plastik dipasang di sekitar buah sebagai tempat untuk menampung getah, dan wadah harus sudah terpasang sebelum buah ditoreh.

e. Setiap buah yang disadap tidak lebih 7 kali sebelum buah dibiarkan matang untuk dikonsumsi buahnya.

3.4.2 Pembuatan Benang Jahit

a. Langkah pertama dengan menyiapakan semua bahan-bahan yang dibutuhkan, seperti getah pepaya yang sudah diperoleh dari proses penyadapan, aquadest, polyglycolid acid, dan polyvinil alkohol.

b. PVA 1,75 gram *(Polyvinil Alcohol)*ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam 25 ml aquadest dan diaduk secara homogen atau merata di atas magnetic stirrer dengan temperatur 90 ^{o}C dan kecepatan putar 700 rpm selama 1 jam.

c. Glycolic acid sebanyak 1,5 gram dicampurkan ke dalam PVA yang sudah homogen, kemudian diaduk secara homogen atau merata di atas magnetic stirrer dengan temperatur 90 ^{o}C dengan putaran 700 rpm.

d. Getah pepaya dengan variasi konsentrasi 6.25, 7.5, 8.75, 10, 11.25, dan 12.5 (ml) dicampurkan ke dalam 25 ml PVA dan GA kemudian diaduk

sampai terbentuk pasta di atas magnetic stirrer dengan temperatur 90 ^{o}C dengan putaran 700 rpm selama ±1 jam.

e. Larutan yang sudah terbentuk pasta dituang pada cetakan lalu dibentuk menjadi benang dan dikeringkan.
f. Uji kelarutan dengan menggunakan NaCl 0,9% karena cairan tersebut menyerupai cairan tubuh manusia, dan uji tarik.
g. Dianalisa dari hasil yang didapatkan.

3.5 Teknik Pengambilan dan Analisis Data

3.5.1 Teknik Pengambilan Data

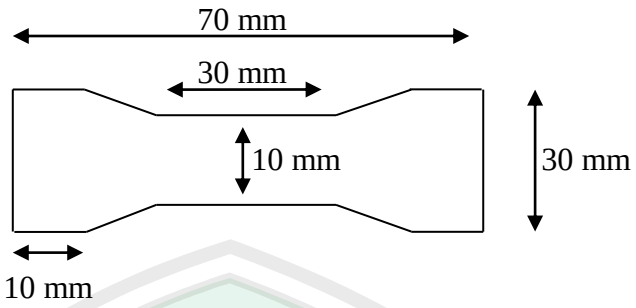
Setelah terbentuk pasta yang sudah dibentuk benang, kemudian dilakukan karakterisasi dengan beberapa metode, diantaranya:

1. Uji FTIR

Sampel dibentuk lapisan tipis setelah itu sampel dimasukkan kedalam tabung perangkat FTIR dan disinari untuk mendapatkan gugus fungsi yang terkandung dalam sampel. Hasil pengamatan uji FTIR ini berupa grafik yang nanti akan dianalisis jenis senyawa yang terbentuk, ikatan, intensitas dan banyaknya serapan yang terjadi pada panjang gelombang tertentu.

2. Uji Tarik

Sampel dibentuk seperti gambar 3.1 kemudian diuji dengan menggunakan *universal tensilestrength* 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 TensileStrength*

3. Uji Kelarutan

Uji kelarutan dilakukan untuk mengetahui waktu sampel larut dalam larutan NaCl 0,9% yang diasumsikan sama dengan waktu yang dibutuhkan oleh benang jahit operasi yang *absorbable* untuk larut dalam jaringan tubuh kita secara sempurna. Dan untuk mengetahui perubahan bentuk dan warna pada larutan NaCl 0,9%.

4. 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 Analisis Data

1. Uji FTIR

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

Tabel 3.1 Daerah gugus fungsi pada inframerah

Bilangan Gelombang	**Gugus Fungsi**	**Nama Senyawa**

2. Uji Tarik

Hasil dari pengujian tarik ini adalah grafik tegangan dengan regangan (Callister, 2014). Kemudian ditentukan nilai tegangan dan regangan yang dapat dirumuskan sebagai berikut (Callister, 2014):

4. *Engineering Stress* (σ)

Engineering stress dirumuskan sebagai (Callister, 2014):

$$\sigma = \frac{F}{A_o}$$

Dengan F= Beban yang diberikan dalam arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N)

A_o= Luas penampang spesimen sebelum pembebanan (m^2)

σ = *Engineering Stress* (MPa)

5. *Engineering Strain* (*ε*)

Engineering strain dirumuskan sebagai (Callister, 2014):

$$\varepsilon = \frac{l - l_o}{l_o} = \frac{\Delta l}{l_o}$$

Dengan ε = *Engineering Strain*

l_o= Panjang spesimen sebelum pembebanan (m)

l = Panjang spesimen setelah pembebanan (m)

Δl = Pertambahan panjang (m)

6. Hukum Hooke (*E*)

Nilai modulus tarik sampel uji dapat ditentukan dengan rumus (ASTM D3039, 2000):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dengan nilai E adalah modulus young (GPa), *σ* dan *ε* masing-masing tegangan tarik dan regangan tarik yang didapatkan dari hasil pengujian.

Nilai tegangan tarik, regangan tarik, dan *modulus young*dimasukkan ke dalam table 3.2

Tabel 3.2 Hasil uji tarik dengan variasi komposisi pada pembuatan benang operasi yang *absorbable*

No	Konsentrasi	Hasil Uji Tarik								
	Getah (% V)	Tegangan (MPa)			Regangan (MPa)			Elastisitas (MPa)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1.	25 (6.25 ml)									
2.	30 (7.5 ml)									
3.	35 (8.75 ml)									
4.	40 (10 ml)									
5.	45 (11.25 ml)									
6.	50 (12.5 ml)									

3. Uji Kelarutan

Uji kelarutan, dilakukan untuk mengetahui waktu larutnya sampel secara sempurna, bentuk dan warna dalam larutan NaCl 0,9%.

Tabel 3.3 Hasil yang didapatkan dari uji kelarutan

Konsentrasi Getah Pepaya (%V)	Pengamatan Sampel		
	Awal	1 Hari	2 Hari
25 (6.25 ml)			
30 (7.5 ml)			
35 (8.75 ml)			
40 (10 ml)			
45 (11.25 ml)			
50 (12.5 ml)			

4. Uji Antibakteri

Data hasil pengujian aktivitas antibakteri diperoleh dengan menghitung diameter inhibisi yang terbentuk pada cawan petri. Dari hasil pengukuran dimasukkan kedalam tabel 3.4

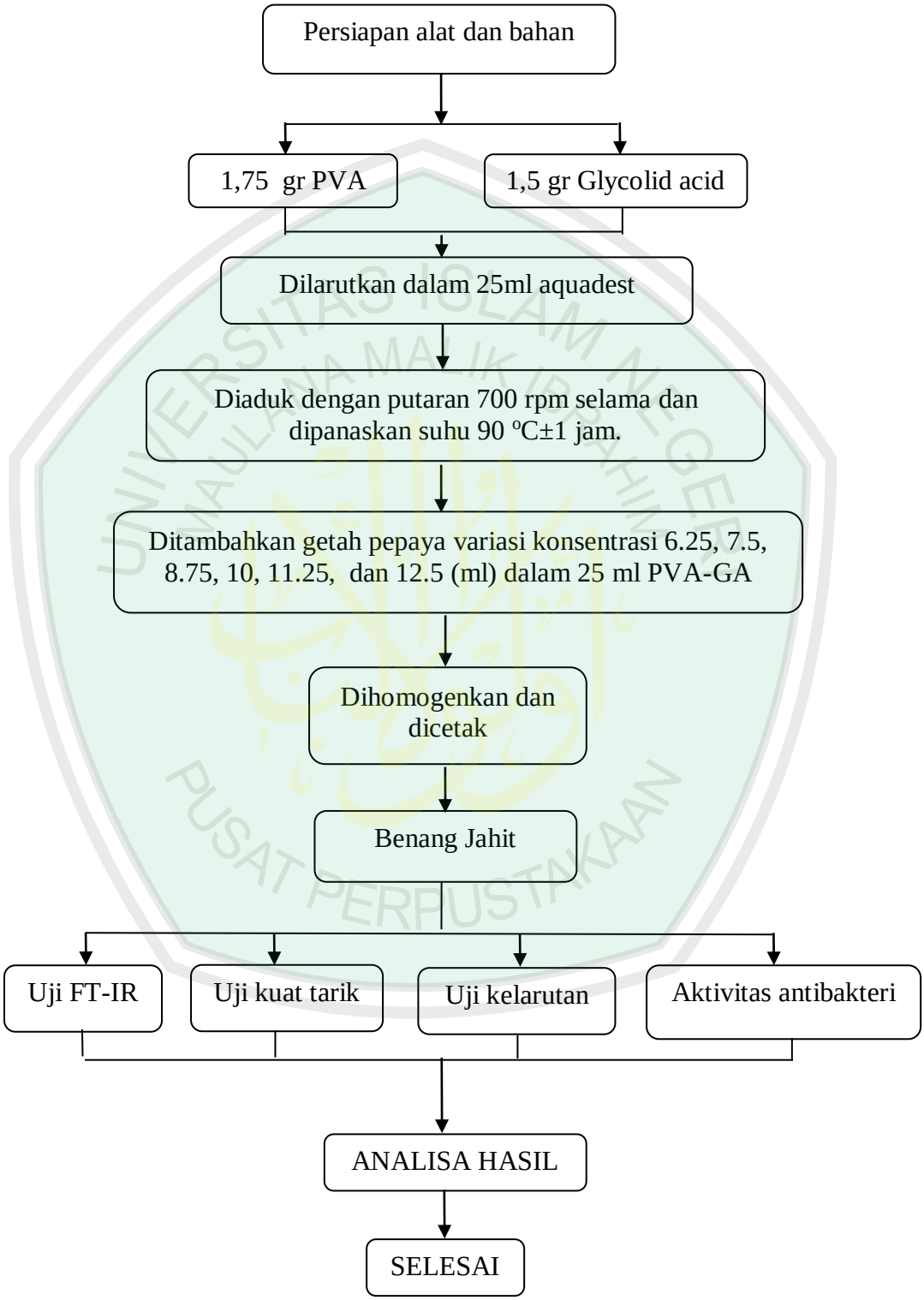
Tabel 3.4 Rancangan Hasil Uji Aktivitas Anti Bakteri *Staphylococcus aureus*

Getah (% V)	Diameter Inhibisi (mm)			Rata- rata Diameter Inhibisi (mm)
	Sampel ke-1	Sampel ke-2	Sampel ke-3	
25 (6.25 ml)				
30 (7.5 ml)				
35 (8.75 ml)				
40 (10 ml)				
45 (11.25 ml)				
50 (12.5 ml)				

5. Uji ANOVA

Data kuantitatif yang diperoleh setelah itu dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA one way dan kemudian dilanjutkan dengan uji jarak Duncan.

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Proses pembuatan benang jahit operasi yang *absorbable* dimulai denganpengambilan getah pepaya dan pembuatan lapisan tipis. Kemudian dilakukan pengujian FTIR, uji kuat tarik, uji kelarutan menggunakan larutan NaCl 0,9%, dan uji antibakteri.

4.1.1 Proses Pengambilan Getah Pepaya

Pengambilan getah pepaya dilakukan di BALITAS (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat). Penyadapan getah pepaya dengan mencari buah yang masih muda, dan waktu menyadap pada sore hari sebelum matahari terbenam untuk menghindari getah pepaya yang mengering pada torehan. Alat sadap ditorehkan pada kulit buah mulai dari pangkal menuju ujung buah sedalam 1-2 mm dengan jarak antar torehan 1-2 cm, kemudian wadah plastik dipasang disekitar buah sebelum ditoreh sebagai tempat untuk menampung getah.

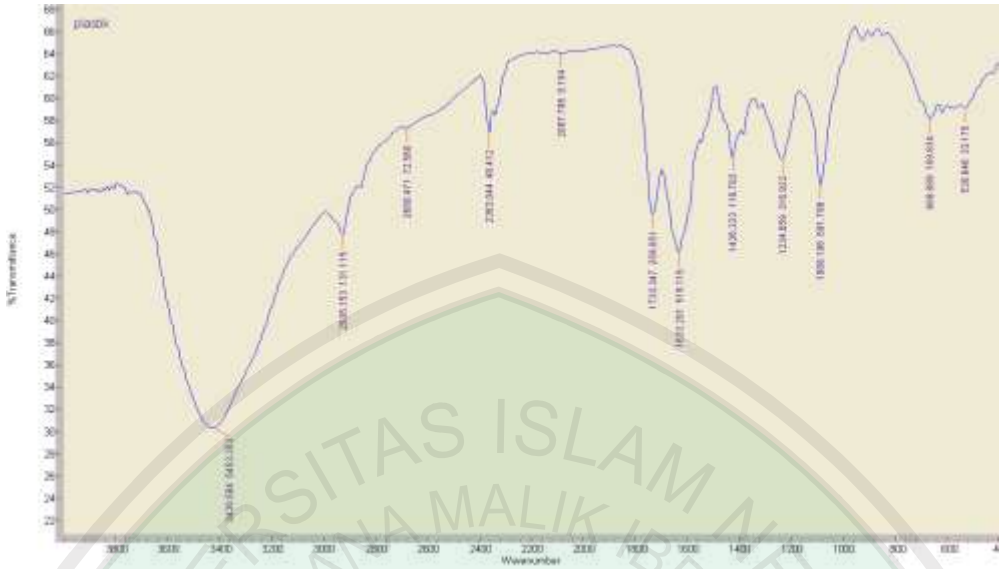
4.1.2 Pembuatan Benang Jahit Operasi

Benang jahit dibuat dengan menggunakan bahan getah pepaya, aquadest,glycolid acid, dan polyvinil alkohol. Cara pembuatan benang jahit dengan melarutkan 1,75 gr PVA (*Polyvinil Alchohol*) dan 1,5 gr GA (*Glycolic Acid*) ke dalam 25 ml Aquadest, kemudian diaduk secara homogen mengunakan *magnetic stirrer*dengan suhu 90 °C dan kecepatan putar 700 rpm selama 1 jam.

Campuran PVA dan GA yang sudah homegen ditambah getah pepaya dengan variasi konsentrasi getahpepaya 6.25; 7.5; 8.75; 10; 11.25; dan 12.5 (ml). Sampel diaduk menggunakan *magnetic stirrer*dengan suhu 90 °C dan kecepatan putar 700 rpm selama 1 jam. Kemudian campuran PVA-GA dan getah pepaya yang sudah terbentuk pasta dituang ke dalam cetakan yang dibentuk lapisan tipis lalu dikeringkan ke dalam oven dengan suhu 100 °C selama 2 jam. Selanjutnya dilakukan pengujian meliputi uji FTIR, uji kuat tarik, uji kelarutan dan uji aktivitas antibakteri.

4.1.3 Uji FTIR

Karakterisasi FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi pada benang jahit operasi. Identifikasi ini dilakukan dengan FTIR *varian FTS tipe 1000 FT-IR Scimitar Series* produksi Amerika di Laboratorium FT-IR Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Sampel yang diuji berupa lapisan tipis dengan ukuran 1x1 cm kemudian digerus dengan Kalium Bromide (KBr). Campuran dipress dengan tekanan 80 Torr sehingga membentuk pellet. Kemudian dimasukkan ke dalam alat FTIR untuk mengetahui gugu fungsi yang terbentuk. Sampel yang diuji adalah getah pepaya komposisi 40% dengan campuran PVA-GA. Hasil pengujian FTIR ditunjukkan pada gambar 4.1 berupa grafik bilangan gelombang dengan transmitansi.



Gambar 4.1 Gugus Fungsi untuk Benang Jahit Operasi dengan Varisasi Konsentrasi Getah Pepaya 10 ml

Hasil dari puncak-puncak serapan yang terbentuk kemudian dicocokkan dengan tabel gugus fungsi untuk mengetahui senyawa pada sampel.

Tabel 4.1 Gugus Fungsi yang Terbentuk pada Benang Jahit

Bilangan gelombang(cm^{-1})	Gugus fungsi	Nama Senyawa
3426.584	O-H	Alkohol, fenol
2926.153	N-H & C-H	Asam karboksilat dan ammonium
2680.471	O-H	alkohol, fenol,dan Asam karboksilat
2363.044	N-H & C-H	Asam karboksilat dan ammonium
2087.796	C=O	Aldehid
1733.347	C=O	Aldehid
1633.201	C=C	Alkena
1426.323	C-H	Alkana, primer
1234.659	C-O	Alkohol, eter, ester, dan asam karboksilat
1088.196	C-O	Alkohol, eter, ester, dan asam karboksilat

Uji FTIR sampel menunjukkan adanya gugus fungsi karbonil (C=O), gugus alkena (C=C), dan gugus hidroksil (O=H).

4.1.4 Uji Kelarutan

Ujikelarutanbertujuan untuk mengetahui perubahan warna, bentuk, dan waktu sampel larut dalam larutan NaCl 0,9%. Pengujian dilakukan dengan memotong sampel panjang 3 cm dan direndam dalam cawan petri yang berisi 25 ml NaCl 0,9%. Kemudian diamati untuk mengetahui perubahan pada sampel. Hasil pengamatan terdapat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Pengujian Kelarutan dengan Konsentrasi Getah Pepaya dalam Nacl 0.9%

Variasi Konsentrasi Getah Pepaya (ml)	Pengamatan Sampel		
	Awal	1 Hari	2 Hari
6.25	-Warna kuning -Bentuk panjang -Utuh	-Kuning pudar -Tidak berbentuk -Larut sebagian	- Tidak Berwarna - Larut Sempurna (Agak kental)
7.5	-Warna kuning -Bentuk panjang -Utuh	-Kuning pudar -Tidak berbentuk -Larut sebagian	- Tidak Berwarna - Larut Sempurna (Agak kental)
8.75	-Warna kuning -Bentuk panjang -Utuh	-Kuning pudar -Tidak berbentuk -Larut sebagian	- Tidak Berwarna - Larut Sempurna (Agak kental)
10	-Warna kuning -Bentuk panjang -Utuh	-Kuning pudar -Tidak berbentuk -Larut sebagian	- Tidak Berwarna - Larut Sempurna (Agak kental)
11.25	-Warna kuning -Bentuk panjang -Utuh	-Kuning pudar -Tidak berbentuk -Larut sebagian	- Tidak Berwarna -Larut Sempurna (Agak kental)
12.5	-Warna kuning -Bentuk panjang -Utuh	-Kuning pudar -Tidak berbentuk -Larut sebagian	- Tidak Berwarna -Larut Sempurna (Agak kental)

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa sampel benang jahit larut sempurna dalam larutan NaCl 0.9% pada hari kedua.

4.1.5 Uji Kuat Tarik

Uji kuat 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 ketebalan, panjang awal, panjang akhir, luas penampang dan gaya kuat tarik. Nilai elongasi dapat dihitung dengan persamaan 4.1:

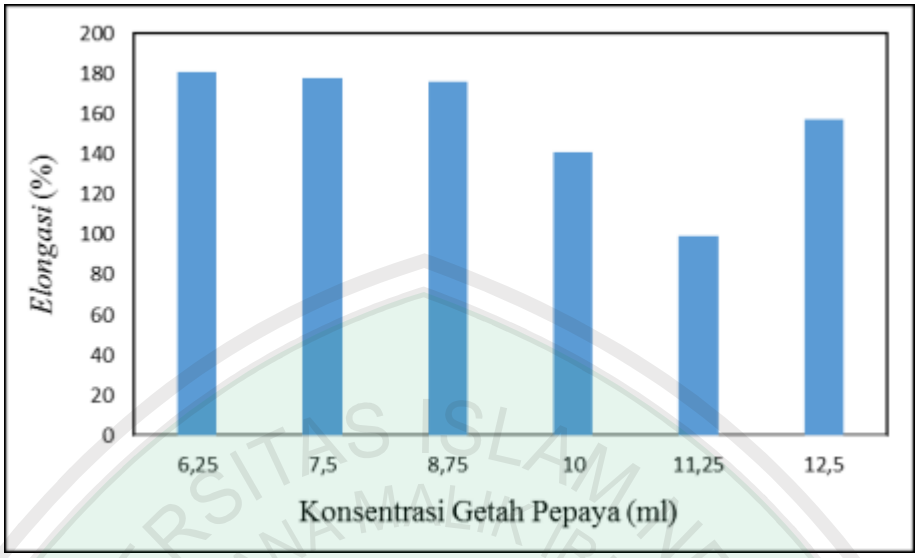
$$A = \frac{\text{Panjang setelah putus-panjang sebelum putus}}{\text{Panjang sebelum putus}} \quad (4.1)$$

Hasil perhitungan *elongasi* ditunjukkan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil elongasi Benang Jahit

Variasi Getah (%V)	Panjang (mm)		*Elongasi* (%)
	Awal	Akhir	
25 (6.25 ml)	11.5	32.4	181
30 (7.5 ml)	11	30.6	178
35 (8.75 ml)	11.2	31	176
40 (10 ml)	11.6	28	141
45 (11.25 ml)	11.4	22.7	99
50 (12.5 ml)	11.4	29.3	157

Hasil nilai elongasi kemudian dibuat grafik hubungan variasi getah pepaya dengan *elongasi*, seperti pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Grafik Hubungan KonsentrasiGetah Pepaya dengan *Elongasi*

Gambar 4.2menunjukkan secara umum penambahan getah pepaya menurunkan nilai *elongasi* benang jahit.

Nilai kuat tarik dapat dihitung dengan persamaaan 4.2:

$$\text{Kekuatan Tarik (kgf/mm}^{2)} = \frac{\text{Gaya Kuat Tarik (F)}}{\text{Luas Penampang (A)}} \qquad (4.2)$$

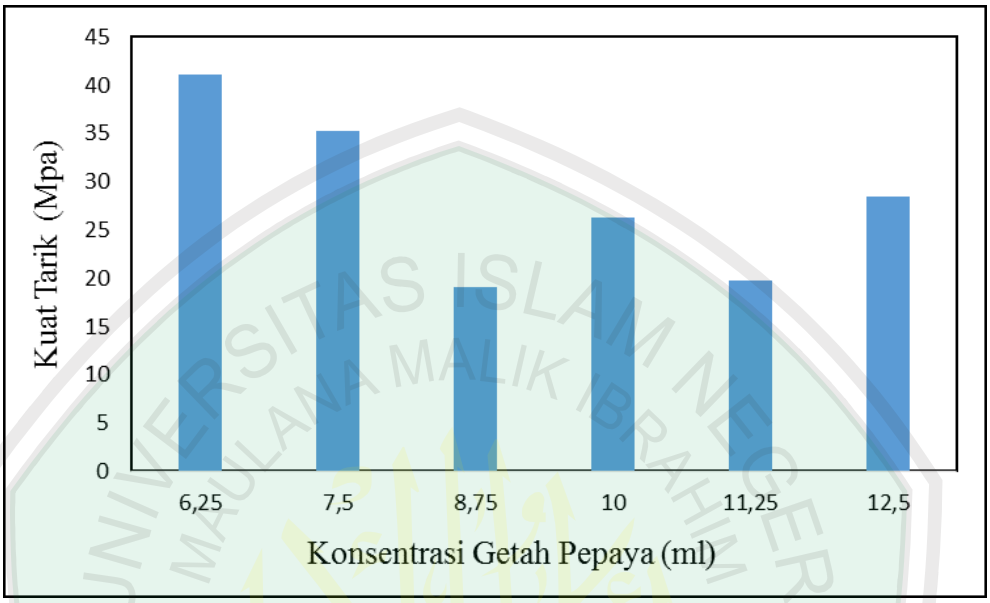
$$\text{Luas Penampang} = \text{Lebar} \times \text{Tebal} \qquad (4.3)$$

1 kgf/mm^2= 9.80665 Mpa

Tabel 4.4 Hasil Kuat TarikBenang Jahit

Variasi Getah Pepaya (%V)	Gaya Kuat Tarik (N)	Luas penampang (mm^2)	Kuat Tarik (MPa)
25 (6.25 ml)	6.28	1.5	41.05
30 (7.5 ml)	2.3	0.64	35.24
35 (8.75 ml)	1.99	1.02	19.13
40 (10 ml)	2.81	1.05	26.24
45 (11.25 ml)	1.51	0.75	19.74
50 (12.5 ml)	2.61	0.9	28.43

Hasil nilai kuat tarik kemudian dibuat grafik hubungan variasi getah pepaya dengan kuat tarik, seperti pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik Hubungan KonsentrasiGetah Pepaya dengan Kuat Tarik

Tabel 4.4 merupakan hasil perhitungan kuat tarik benang jahit. Gambar 4.3 menunjukkan bahwa variasi getah pepaya 6.25 mlmemiliki kuat tarik tertinggi. Sedangkan, nilai kuat tarik terendah pada variasi 8.75 ml.

Nilai *modulus young* dapat dihitung dengan persamaan 4.3:

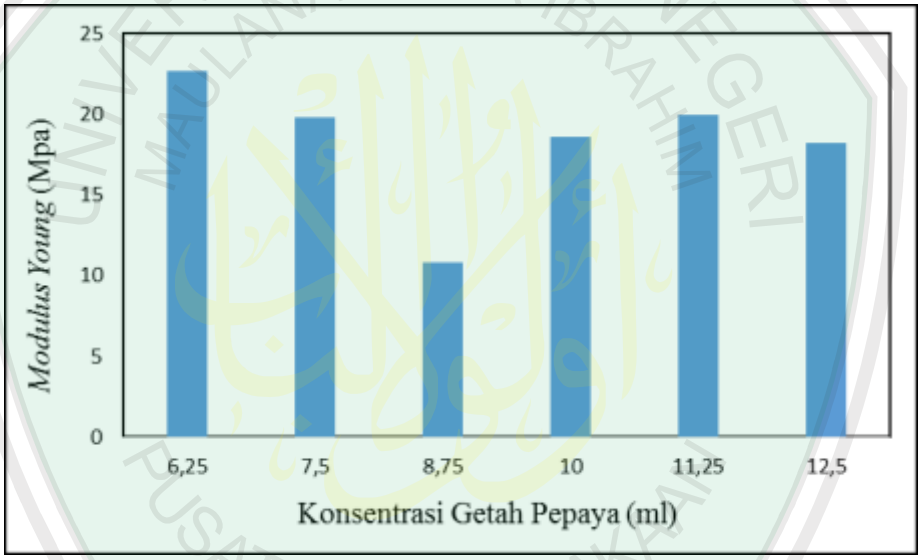
$$\textit{Modulus Young} = \frac{\text{Kuat Tarik}}{\text{Elongasi}} \qquad (4.4)$$

Hasil perhitungan *modulus young*ditunjukkan pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Nilai *Modulus Young*

Variasi Getah Pepaya (%V)	Elongasi	Kuat tarik (MPa)	*Modulus young* (MPa)
25 (6.25 ml)	1.81	41.05	22.67
30 (7.5 ml)	1.78	35.24	19.79
35 (8.75 ml)	1.76	19.13	10.86
40 (10 ml)	1.41	26.24	18.6
45 (11.25 ml)	0.99	19.74	19.93
50 (12.5 ml)	1.57	28.43	18.2

Hasil nilai *modulus young* kemudian dibuat grafik hubungan variasi getah pepaya dengan *elongasi,* seperti pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik Hubungan KonsentrasiGetah Pepaya dengan *Modulus Young*

Tabel 4.5 merupakan hasil perhitungan *modulus young*benang jahit. Penambahan getah papaya menurunkan nilai *modulus young*. Hal ini bisa diamati pada gambar 4.4 variasi getah pepaya 6.25 ml memiliki *modulus young* tertinggi yakni 22.67 Mpa, sedangkan benang jahit operasi komersial yang telah ada sebelumnya memiliki *modulus young* sebesar 2,3 Gpa.

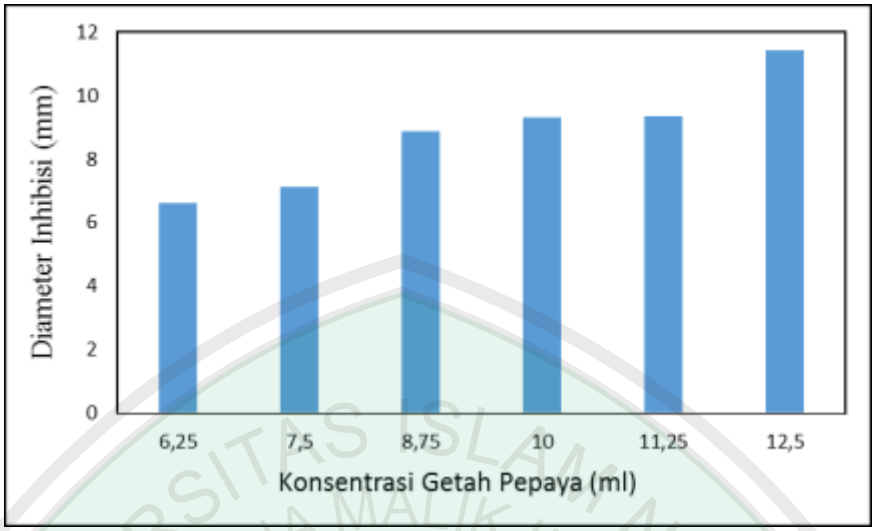
4.1.6 Uji Antiibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pengujian ini menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan media Mueller-Hinton Agar (MHA).Setelah dilakukan pengujian aktivitas antibakteri melalui terbentuknya diameter zona hambat pada cawan petri diperoleh hasil bahwa campuran getah pepaya dan PVA-GA memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri Staphylococcus aureus, seperti terlihat pada tabel 4.6:

Tabel4.6 Hasil Nilai Daya Hambat Antibakteri

Variasi Getah (%V)	Diameter Inhibisi (mm)			Rata- rata Diameter Inhibisi (mm)
	Sampel ke-1	Sampel ke-2	Sampel ke-3	
25 (6.25 ml)	7.29	7.02	5.52	6.61
30 (7.5 ml)	7.61	7.51	6.32	7.14
35 (8.75 ml)	9.29	9.16	8.2	8.88
40 (10 ml)	8.39	9.24	10.28	9.3
45 (11.25 ml)	9.81	10.09	8.18	9.36
50 (12.5 ml)	10.49	12.3	11.47	11.42

Tabel 4.6 menunjukkan rata-rata diameter daya hambat antibakteri dengan getah konsentarsi getah pepaya dan PVA-GA. Penambahan konsentrasi getah pepaya memperbesar rata-rata diameter daya hambat antibakteri.Hal ini dapat diamati pada gambar grafik 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Konsentrasi Getah Pepaya dengan Diameter Inhibisi

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

Tabel 4.7 Hasil Analisis Uji Anova Nilai Daya Hambat

ANOVA

zonahambat

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	44.901	5	8.980	11.817	.000
Within Groups	9.119	12	.760		
Total	54.020	17			

Hasil analisis anova menunjukkan bahwa nilai signifikan <0.05 yang menunnjukkan konsentrasi getah pepaya mempengaruhi rata-rata diameter hambat bakteri secara signifikan.

4.2 Pembahasan

Benang jahit operasi dibuat dari bahan polivinil alkohol (PVA), GA (*Glycolic acid*) dan getah pepaya. Hasil yang diperoleh berupa lapisan tipis (*thin film*). Pada lapisan tipis ini, dilakukan beberapapengujian, yaitu uji FTIR, uji tarik,

uji kelarutan dan uji antibakteri. Penggunaan benang yang memenuhi syarat untuk penjahitan bedah antara lain memiliki kekuatan regangan (*tensile strength*) yang baik sesuai dengan ukurannya, mudah digunakan dan memiliki tahanan yang rendah ketika diaplikasikan dalam jaringan, mempunyai keamanan simpul yang baik, benang tidak mudah longgar dan lepas, memiliki kemasan steril yang baik dan mudah dibuka sehingga aman digunakan oleh personil bedah, reaksi minimal pada jaringan dan tidak cenderung meningkatkan pertumbuhan bakteri, non-alergenik serta non-karsinogenik (Duddley, et al., 2000).

Hasil uji FTIR pada gambar 4.1 menunjukkan adanya senyawa yang terbentuk pada campuran getah papaya dan PVA-GA dengan konsentrasi getah 40% yaitu gugus fungsi O-H dengan nama senyawa alkohol, fenol pada bilangan gelombang 3426.584 cm^{-1} dan 2680.471 cm^{-1} . Ikatan tunggal nitrogen-hidrogen (N-H) dan ikatan tunggal hidrogen-karbon (C-H) terdapat pada puncak 2926.153 cm^{-1}, 2363.044 cm^{-1} dengan nama Asam karboksilat dan ammonium. Bilangan gelombang 2087.796 cm^{-1} dan 1733.347 cm^{-1} terbentuk senyawa Aldehid (C=O). Pada puncak 1633.201 cm^{-1} adalah gugus fungsi (C=C) alkena. Gugus fungsi (C-H) alkana, primer terbentuk pada bilangan gelombang 1426.323 cm^{-1}. Pada puncak 1234.659 cm^{-1} dan 1088.196 cm^{-1} terbentuk gugus fungsi (C-O) alkohol, eter, ester, dan asam karboksilat.

Polimer yang dapat terbiodegradasi umumnya memiliki salah satu gugus fungsi seperti hidroksida (OH), karbonil (CO), dan ester (COOH). Benang dengan bahan getah pepaya dan PVA-GA memiliki gugus fungsi tersebut sehingga

mempunyai sifat mudah terbiodegradasi. Hal ini dimaksudkan agar benang dapatterdegradasidalamtubuh. PVA (polivinil alkohol) yaitu polimer dengan rumus kimia $(C_2H_4O)_X$. Sedangkan *Glycolic acid* (asam *hydroxyacetic*) dengan rumus kimia $C_2H_4O_3$ (juga ditulis sebagai $HOCH_2CO_2H$) adalah asam α-hidroksi terkecil *Alpha Hydroxy Acids* (AHA) dengan panjang rantai terpendek, yaitu terdiri dari 2 atom karbon sementara *Lactic acid* (asam laktat) terdiri dari 3 atom karbon.

Penambahan getah pepaya mengakibatkan munculnya gugus fungsi -N-H. Getah pepaya memiliki kandungan kimia berupa senyawa alkaloid, enzim papain, asam amino, tannin, saponin,dan flavonoid (Ayoola & Adeyey. 2010). Asam amino yang terkandung dalam getah pepaya memiliki gugusfungsionalkarboksil (-COOH) dan amina ($-NH_2$), sehingga ikatan hidrogen dalam amina mengakibatkan perubahan-perubahan pita N-H. Ikatan hidrogen antara gugus fungsi NH_2dan OH mengakibatkan gaya tarik intermolekul menjadi semakin kuat sehingga dapat meningkatkan nilai kuat dari pada benang jahit operasi. Riska (2012) menyatakan senyawa alkanoid mempunyai ciri khas gugus fungsi N-H pada serapan 3392.56 cm^{-1} dan 1514.02 cm^{-1}.

Benang jahit operasi yang *absorbable* memberikan kontribusisementara sampai luka dapat sembuh dengan cukup baik dan mampu untukmenahan tegangan normal. Penyerapan terjadi melalui degradasi enzimatikbahan alami dan hidrolisis dalam bahan sintetis. Pengujian kelarutan dengan menggunakan larutan NaCl 0,9% yang merupakan cairan fisiologis efektif untuk perawatan luka karena sesuai dengan kandungan garam tubuh. Uji kelarutan menunjukkan bahwa

campuran PVA-GA dengan getah pepaya sangat mudah larut. Proses pelarutan sampeltidak terjadi seketika, akan tetapi larut secara perlahan.Uji kelarutan pada waktu satu jam sampel larut sebagian dalam NaCl, warnanya menjadi memudar, bentuk yang awalnya panjang menjadi tidak beraturan, dan sampel hancur sebagian karena terdegradasi oleh air. Penambahan getah pepaya tidak berpengaruh terhadap sifat kelarutan benang jahit. Sampel dapat larut sempurna dalam waktu 2 hari. Satrio dkk. (2015) membuat benang jahit dari getah pisang yang larut dalam PBS dalam waktu 10 hari. Sedangkan, Nurjannah (2015) juga membuat benang dari getah jarak, uji kelarutan larut dalam waktu 12 hari.

Sampel mudah larut dalam NaCl, hal ini dikarenakan sifat-sifat yang ada pada penyusun benang jahit. Kandungan yang ada dalam getah pepaya yaitu saponin yang larut dalam air tetapi tidak larut dalam eter. Flavonoid merupakan senyawa polar karena mempunyai sejumlah gugus hidroksil, sehingga akan larut dalam pelarut polarsepertietanol,metanol,butanol,aseton, dan air. PVA memiliki sifat hidrofilik sehingga selektif terhadap air. Sifat hidrofilik ini disebabkan adanya gugus –OH yang berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen. PVA sepenuhnya *degradable* dan cepat larut (Jie dkk, 2003). *Glycolic acid* berwujud padat kristal tidak berwarna, tidak berbau, dan higroskopis sangat larut dalam air (John, 1970).

Kekuatan benang dipengaruhi oleh ikatan kimia penyusunnya yang bergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis ikatannya.Makin kuat *tensile strength* suatu benang, makin besar pula dayanya dalam merapatkan luka. Benang jenis ini terutama dipakai untuk menahan luka didaerah yang

bebannya tinggi. Umumnya *tensile strength* paling baik pada benang *stainless steel*, sedang pada benang sintetis dan paling lemah pada benang alami.

Kekuatan tarik merupakan gaya maksimum yang terjadi pada lapisan selama pengukuran berlangsung. Ketika suatu bahan diberi pembebanan atau diberi gaya dengan arah yang berlawanan (ditarik), maka bahan akan memberikan respon atau gaya reaksi untuk memulihkan dirinya ke bentuk semula (disebut dengan tegangan atau *stress*). Bila gaya aksi yang diberikan bertambah dan waktu pembebanan terhadap benda semakin lama, maka bahan akan timbul suatu perubahan ukuran (deformasi) pada bahan. Dalam hal ini benda akan mengalami pertambahan panjang yang dikenal dengan regangan atau *strain*.

Kuat tarik menggunakan variasi getah papaya dengan campuran PVA dan GA mengalami pemuluran sehingga menyebabkan perpatahan. Perpatahan yang terjadi pada uji tarik yaitu perpatahan ulet, karena saat bahan diuji tarik, terjadi penyempitan awal, kemudian adanya retakan berupa lubang-lubang yang sangat kecil, lalu terjadi perpatahan secara perlahan dan memerlukan waktu yang cukup lama.

Berdasarkan nilai yang didapatkan, diperoleh besarnya tegangan, regangan, dan modulus elastisitas yang merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan masing-masing bahan. Kemuluran atau*elongation*menunjukkan elastisitasbahan. Kemuluran atauelongationmerupakan perubahan panjang maksimum yang dialami bahansampai sobek. Pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa secara umum penambahan getah pepaya menurunkan nilai *elongasi*.Hal ini dikarenakan bahwa getah pepaya sebagai *plasticizer* dalam bahan. Penambahan

konsentrasi getah pepaya dapat menurunkan nilai kemuluran.Peningkatan penambahan persentase getah pepaya dalam pembuatan benang jahit dapat menurunkan interaksi polimer-polimeryang berdekatan maupun molekul lainnya.Sehingga, sifat lapisan tipis dipengaruhi oleh komponen penyusun utama yaitu *plasticizer*. Menurut Wittaya (2013),penambahan *plasticizer* berpengaruh pada kinerja rantai polimer sehingga mempengaruhi pemanjangan lapisan tipis. Bentuk, jumlah atom karbon dalam rantai dan jumlah gugus hidroksil yang terdapat dalam molekul *plasticizer* akan mempengaruhi sifat mekanis lapisan tipis.

Nilai kuat tarik didapatkan dari hasil pembagian tegangan maksimum dengan luas penampang melintang. Luas penampang melintang didapatkan dari hasil perkalian panjang awal sampel dengan ketebalan awal sampel. Nilai kuat tarik mengalami penurunanan yang ditunjukkan pada gambar 4.3 disebabkan oleh penambahan getah pepaya. Adapun secara umum ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik pada lapisan tipis diantaranya ikatan antara bahan dan matriksnya, gaya coulomb, dan gaya adhesi yaitu gaya tarik menarik antara partikel partikel yang tidak sejenis.Gaya adhesi mengakibatkan dua zat akan saling melekat bila dicampurkan.

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS versi 13.0. Keputusan dapat diambil dengan melakukan hipotesis sebagai berikut:

a. Jika signifikansi >0.05 maka tidak ada pengaruh signifikan pada rata-rata tiap kelompok.

b. Jika signifikansi <0.05 maka ada pengaruh signifikan pada rata-rata tiap kelompok.

Hasil analisis menggunakan data anova menunjukkan bahwa variasi konsentrasi getah pepaya 6.25, 7.5, 8.75, 10, 11.25, dan 12.5 (ml) mempengaruhi nilai elongasi dengan signifikansi 0.001<0.05 (lampiran 5). Variasi konsentrasi getah pepaya 6.25, 7.5, 8.75, 10, 11.25, dan 12.5 (ml) mempengaruhi nilai kuat tarik dengan signifikansi 0.002<0.05 (lampiran 6). Variasi konsentrasi getah pepaya 6.25, 7.5, 8.75, 10, 11.25, dan 12.5 (ml) mempengaruhi nilai *Modulus young* dengan signifikansi 0.007<0.05 (lampiran 7) .

Hasil dari nilai *elongasi*, kuat tarik, dan *modulus young* yang naik turun dapat 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.

Pengujian aktivitas antibakteri getah pepaya dan campuran PVA-GA menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus*. Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan patogen terpenting dan berbahaya, karena sering resisten terhadap berbagai jenis obat dan menimbulkan peradangan pada daerah yang terluka. Amalia, dkk. (2014) menambahkan bahwa bakteri*Staphylococcus aureus*termasuk dalam golongan gram positif yang memiliki kepekaan terhadap antibakteri lebih baik dibandingkan dengan golongan bakteri gram negatif, hal tersebut disebabkan perbedaan struktur dinding sel.

Pengujian antibakteri dilakukan melalui beberapa tahap, tahap pertama yaitu melakukan sterilisasi. Sterilisasi yang dilakukan meliputi sterilisasi alat dan

bahan yang akan digunakan. Sterilisasi dalam mikrobiologi dilakukan dengan tujuan untuk mematikan semua organisme yang terdapat dalam suatu benda. Selanjutnya dilakukan pembuatan medium padat (solid) yaitu metode difusi agar.Mediumpadat yang digunakan adalah Mueller-Hinton Agar (MHA).Pengamatan dilakukan dengan cara mengukur zona bening (zona hambat) yang terbentuk menggunakan jangka sorong.

Konsentrasigetah pepaya memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. Daya hambat ini ditunjukkan dengan adanya zona bening (zona hambat) disekitar bahan yang ditanam di cawan. Zona hambat merupakan daerah bening disekitar bahan yang tidak ditumbuhi bakteri uji karena pada bahan terkandung senyawa antibakteri. Hasil yang diperoleh menunjukkan penambahankonsentrasi getah pepaya dapat memperbesar zona hambat bakteri. Diameter yang terbentuk pada campuran getah pepaya dan PVA-GA tergolong sedang pada konsentrasi getah pepaya 6.25-11.25 (ml), sedangkan pada konsentrasi getah pepaya 12.5 ml diameter zona hambat tergolong kuat. Susanto, dkk. (2012) mengkategorikan diameter zona hambat sesuai dengan kekuatan daya hambatnya yang mencapai ≥21 mm. Kategori lemah adalah diameter zona hambat ≤5 mm. Kategori sedang apabila memiliki diameter zona hambat sekitar antara 6-10 mm, dan diameter zona hambat yang kuat memiliki diameter sekitar 11-20 mm.

Zona hambat yang terbentuk disebabkan kandungan senyawa aktif yang terdapat dalam getah pepaya. Senyawa aktif yang terkandung oleh getah pepaya yaitu flavonoid, alkaloid, tanin, triterpenoidasam amino, dan saponin(Krishna et

al. 2008). Kandungan kimia tersebut dapat menghambat bakteri serta mempercepat proses penyembuhan luka.Senyawa yang berkhasiat sebagai antibakteri antara lain golongan senyawa polifenol, tannin, saponin triterpenoid dan saponin steroid. Flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenol yang mengandung gugus hidroksil. Mekanisme kerja flavonoid dapat mendenaturasi protein sel bakteri dan merusakmembran sel(Jaime, 2005).

Hasil uji antibakteri kemudian dianalisa dengan menggunakan *software* SPSS yang menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi getah pepaya 6.25, 7.5, 8.75, 10, 11.25, dan 12.5 (ml) dan campuran PVA-GA mempengaruhi nilai diameter zona hambat dengan signifikansi 0.000<0.05 (lampiran 10). Uji Duncan menunjukkan bahwa nilai tertinggi rata-rata diameter zona hambat pada konsentrasi getah pepaya 12.5 ml.

Perbedaan besarnya zona hambat yang terbentuk pada masing-masing kosentrasi dapat diakibatkan karena adanya perbedaan besar kecilnya konsentrasi atau banyak sedikitnya kandungan zat aktif antibakteri yang terkandungan didalamnya serta kecepatan difusi bahan antibakteri kedalam medium agar. Faktor-faktor lain yang juga dianggap dapat mempengaruhi terbentuknya zona hambat adalah kepekaan pertumbuhan antibakteri, reaksi antara bahan aktif dengan medium dan temperatur inkubasi. Terbentuknya zona bening merupakan bentuk penghambatan pertumbuhan terhadap *Staphylococcus aureus*.

4.3 Integrasi Penelitian dengan al-Qur'an

Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang indah, hijau dan banyak memberi manfaat serta kenikmatan kepada manusia. Tumbuh-tumbuhan memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia yang bermanfaat sebagai makanan dan obat-obatan. Hal ini menunjukkan bahwa segala apa yang tercipta ada manfaatnya dan itu semua merupakan tanda-tanda kekuasaan Allah. Di dalam ayat al-Qur'an di jelaskan pada Surat al-An'am: 99

وَهُوَ ٱلَّذِيٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخۡرَجۡنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَيۡءٖ فَأَخۡرَجۡنَا مِنۡهُ خَضِرٗا نُّخۡرِجُ مِنۡهُ حَبّٗا مُّتَرَاكِبٗا وَمِنَ ٱلنَّخۡلِ مِن طَلۡعِهَا قِنۡوَانٞ دَانِيَةٞ وَجَنَّٰتٖ مِّنۡ أَعۡنَابٖ وَٱلزَّيۡتُونَ وَٱلرُّمَّانَ مُشۡتَبِهٗا وَغَيۡرَ مُتَشَٰبِهٍۗ ٱنظُرُوٓاْ إِلَىٰ ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثۡمَرَ وَيَنۡعِهِۦٓۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمۡ لَأٓيَٰتٖ لِّقَوۡمٖ يُؤۡمِنُونَ ٩٩

"*Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman"* (Q.S. al-An'am: 99).

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. Pengobatanya 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).

Penjelasan lain dalam al-Qur'an Surat adz-Dzariyat: 20-21

وَفِي ٱلۡأَرۡضِ ءَايَٰتٞ لِّلۡمُوقِنِينَ ٢٠ وَفِيٓ أَنفُسِكُمۡۚ أَفَلَا تُبۡصِرُونَ ٢١

"Dan di bumi itu terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang yakin dan (juga) pada dirimu sendiri. Maka apakah kamu tidak memperhatikan" (Q.S.adz-Dzariyat: *20-21)*.

Allah menumbuhkan kembali buah-buahan yang telah dipetik, menumbuhkan tanaman yang telah mati, menentukan makanan apa saja yang akan dimakan oleh setiap hewan. Makna dari **لِّلۡمُوقِنِينَ**adalah orang-orang yang yakin. mereka itulah yang mempelajari, mengetahui, dan memiliki keyakinan akan keEsaan Allah. Kitab tafsir Ibnu Katsir menjelaskan makna dari ayat 20, bumi itu terdapat berbagai tanda yang menunjukkan keagungan penciptaan dan kekuasaan-Nya yang sangat jelas berupa berbagai macam tumbuhan, binatang, hamparan bumi, gunung tanah kosong, sungai, lautan dan berbagai macam bahasa dan warna kulit.

Salah satu tanda kebesaran Allah adalah getah pepaya yang dapat dimanfaatkan sebagai penyembuhan luka karena dapat menghambat bakteri *Staphylococcus aureus*. Pepaya merupakan tanaman obat. Bagian yang berbeda dari tumbuhan pepaya (buah, daun, getah, dan biji) bisa dimakan dan bisa dijadikan obat untuk berbagai penyakit.Hasil penelitian uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa campuran getah pepaya dan PVA-GA mempunyai aktivitas menghambat dan membunuh bakteri *Staphylococcus aureus*.Penambahan

konsentrasi getah pepaya secara umum memperbesar zona hambat bakteri. Hal ini disebabkan adanya senyawa aktif yang terkandung oleh getah pepaya yaitu flavonoid, alkaloid, tanin, asam amino, dan saponin yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk pengobatan penyakit-penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri.

Pemanfaatan getah pepaya sebagai obat merupakan suatu upaya untuk mengikuti sunnah Nabi. Kita dianjurkan untuk mengamalkan pengobatan, sesuai sabda Rasulullah Saw:

إِنَّ اللهَ لَمْ يَنْزِلْ دَاءً إِلاَّ أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً، عَلِمَهُ مَنْ عَلِمَهُ وَجَهِلَهُ مَنْ جَهِلَهُ

"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).

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM PUSAT PERPUSTAKAAN

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Gugus fungsi yang terbentuk pada benang jahit operasi dengan campuran getah pepaya dan PVA-GA adalah O-H, -N-H, CH, C=O, C=C, dan C-O yang merupakan ikatan kimia yang dimiliki polivinil alkohol (PVA), glycolic acid (GA), dan senyawa yang ada dalam getah pepaya yakni asam amino ($-NH_2$).
2. Hasil uji kelarutan dengan variasi konsentrasi getahpepaya 6.25; 7.5; 8.75; 10; 11.25; dan 12.5 (ml) dalam 25 ml PVA-GA menunjukkan bahwa sampel larut sempurna dalam NaCl 0,9% pada hari kedua, karena getah pepaya, PVA-GA mempunyai sifat hidrofilik.
3. Pengujian kuat tarik menunjukkan penambahan konsentrasi getah pepaya dapat menurunkan nilai elongasi, kuat tarik, dan *modulus young* yang disebabkan getah pepaya sebagai *plasticizer*.
4. Penambahan konsentrasi getah pepaya dapat memperbesar zona hambat bakteri. Diameter yang terbentuk pada campuran getah pepaya dan PVA-GA tergolong sedang pada konsentrasi getah pepaya 6.25-11.25 ml sedangkan pada konsentrasi getah pepaya 12.5 ml diameter zona hambat tergolong kuat.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Benang dibuat menggunakan alat silikon rubber agar bentuk lebih sempurna dan dapat menyesuaikan dengan ukuran standard.
2. Pembuatan benang jahit dengan mengganti bahan lain yang memenuhi kriteria bahan dalam pembuatan benang jahit operasi sehingga dapat diaplikasikan pada hewan coba.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM PUSAT PERPUSTAKAAN

DAFTAR PUSTAKA

Adhitiosa, Satrio. et al., 2012. *Paduan Gel Getah Batang Pisang dengan PGA sebagai Bahan Baku Benang Jahit Operasi yang Absorbabl*e. Surabaya: Universitas Airlangga.

Amalia, Wahdaningsih dan E. K. Untari. 2014. *Uji aktivitas antibakteri fraksi n-heksan kulit buah naga merah (Hylocereus polyrhizus Britton and Rose) terhadap bakteri Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Trad. Med Journal 19 (2).

Arisandi, Y. dan Andriani, Y. 2008. *Khasiat Tanaman Obat*. Jakarta: Pustaka Buku Murah.

Ayoola, P.B. & Adeyeye, A. 2010. *Effect of Heating on the Chemical Composition and Physico-Chemical Properties of Arachis hypogea (Groundnut) Seed Flour and Oil*. Pakistan Journal of Nutrition. Vol 9 (8).

Blanchard, A Arthur. 1986. *Synthetic Inorganic Chemisrty*. New York: John and Willey Sons.

Boldt J. 2005. *Intraoperative Fluid Therapy-Crystalloid or Colloid Debate. Revista Mexicana de Anesthesiologia*.Berlin: Springer.

Boldt J. 2003. *New Light on Volume Therapy in The Critically III Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine*. Berlin: Springer.

Brocklehurst K., Salih E. 1985. *Fresh Non-fruit Latex of Carica Papaya Contains Papain and Multiple Form of Chymopapain A and Papaya Proteinase*.

Budiman, A. 2003. *Kajian Terhadap Pengaruh Etanol Sebagai Bahan Pengendap dan Pengaruh Air, Buffer Fosfat Serta Etanol Pada Ekstraksi Papain*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Callister, William D. dan David G. Rethwisch. 2014. *Material Science and Engineering*: *An Introduction*. New york: Willey & Sons.

Chatwal, G. 1985. *Spectroscopy Atomic and Molecule*. Bombay: Himalaya Publishing House.

Dick, G. 2003. *A tantalising taste of the Tropics. Maricopa County Master Gardener Volunteer Information, University of Arizona Cooperative Extension*. www.papaya Maricopa-hort@ag.arizo.edu [26 Mei 2011].

Dudley H.A.F., J.R.T. Eckersley, dan S. Paterson-Brown. 2000. Pedoman Tindakan Medik dan Bedah. Jakarta: EGC.

Gitarja, W.S. 2008. *Perawatan Luka Diabetes*. Bogor:Wocare Publishing.

Griffith, P., 1975. *Chemical Infrared Fourier Transform Spectroscopy*. New York: John Wiley & Sons.

Halim, Abdullah, Afzan, Rashid, Jantan, dan Ismail. 2011. *Acute Toxicity Study of Carica papaya Leaf Extract inSprague Dawley Rats*. Journal of Medicinal Plants Research. Vol 5 (xx).

Harborne, J. B., 1987. *Metode Fitokimia*. Terjemahan Padmawinata K, Soediro I. Bandung: ITB.

Istiqomah, Nurul. 2012. *Pembuatan Hidrogel Kitosan-Glutaraldehid Untuk Aplikasi Penutup Luka Secara In Vivo*. Skripsi, Program Studi Teknobiomedi FSAINTEK. Surabaya: Universitas Airlangga.

Middleton, John C and Arthur J. Tipton. 1998. *Synthetic Biodegradable Polymers as Medical Device*s.Medical Plastics and Biomaterials Magazine.

Mutiah Nuraini, D. Asharani, A.P.Dewi, N.Wulandari. 2011.*Khasiat biji pepaya (Carica papaya, L.) Bagi Penurunan Kolesterol Tikus*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA Muhammadiyah.

Jaime A. 2005. Papaya (Carica papayaL.) Biology and Biotechnology. Global Science Book. (online).(http://www.globalsciencebooks.infodiakses 17-01-13)

Jati, Wijaya. 2008. *Asyik Belajar Biologi*. Jakarta: Gramedia.

John B. Herrmann, MD; Richard J. Kelly, MD; George A. Higgnis, MD. *Polyglycolid Acid Sutures.* AMA Arch Surg. 1970; 100 (4).

Kalk. 1975. *Magnetic Relaxation in Protein Studies of Papain*. Gronigen.

Krishna KL, dkk. 2004. *Review On Nutritional Medicinal And Phamacological Properties Of Papaya (Carica Papaya Linn)*. Nat Prod Rad 4.

Kristiyaningrum, dkk. 2013. *Efektifitas Penggunaan Larutan NaCl Dibandingkan Dengan D40% Terhadap Proses Penyembuhan Luka Ulkus Dm di RSUD KUDUS*. Jurnal Keperawatan.

Riska, aksara. 2012. *Identifikasi senyawa alkaloid dari ekstrak methanol kulit batang mangga*. Gorontalo. Jurusan kimia FMIPA Universitas Negeri Gorontalo.

Loggia, R.D. et al. 1986. *The role of flavonoids in the antinflammatory activity of chamolia recitita.Palant flavonoids in biology and medicine*: biochemical, pharmaceutical and structure-activity relationship. Alan R.Liss, Inc. p. 481-4.

Moehd. B.K. 1999. *Bertanam Pepaya*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Muchtadi D.S. 1992. *Enzim dalam Industri PanganPAU Pangan dan Gizi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor

Ogur, E., 2005. *Polyvinyl Alcohol:Material Processing and Applications*. RAPRA REVIEW REPORTS 1.

OMEGA. J. Biochem. Vol 228 (2):525-527. Guyton, A.C. and Hall, J.E., 2006. *Textbook of Medical Physiology*. 11 ed. Philadelphia, PA, USA: Elsevier Saunders.

Perwitasari F.L.R,dkk. 2012. *Jurnal Karakterisasi Invitro dan Invivo komposit Alginat-Polivinil Alkohol-ZnO Nano sebagai Wound Dressing Antibakteri*. Surabaya: Universitas Airlangga.

Peter, R. N. 1991. *Pawpaw* (*Asimina*). *In*: *J. N. Moore and J. R. Ballington* (*eds*). *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Trees*. Acta Hort. Vol 290.

Poerwantoro, D.P. 2013. *Dasar-Dasar Perawatan Luka Modern & Pemilihan Dressing Untuk Berbagai Jenis Luka*. Jakarta: Pancar Gradia.

Pudjarwoto, T. 1992. *Daya Antimikroba Obat Tradisional Diare terhadap Beberapa Jenis Bakteri Enteropatogen*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan RI.

Rosa, Sirlei, Mauro CM, dkk. 2008. *Cross-linked quaternary chitosan as an adsorbent for the removal of the reactive dye from aqueous solutions*. Journal of Hazardous Materials.

R. Sjamsuhidajat and Wim De Jong. 2005. *Buku Ajar Ilmu Bedah Edisi 2*. Jakarta: EGC.

Rukmana, R. 1995. *Pepaya Budidaya dan Pascapanen*. Yogyakarta: Kanisius.

Sabiston, David C. 1995.*Buku Ajar Bedah*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.

Shalumon, KT. Et al. 2010. *Sodium Alginat/ Polyvinyl Alcohol/ Nano ZnO Composite Nanofibers for Antibacterial Wound Dressings*. *Elevesier*: Internasional Journal of Biological Macromolecules 49 (2011).

Silverstein. 2002. *Identification of Organic Compund, 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons Ltd.

Susanto, D. Sudrajat dan R. Ruga. 2012. *Studi Kandungan Bahan Aktif Tumbuhan Meranti Merah (Shorea Leprosula Miq) Sebagai Sumber Senyawa Antibakteri*. Mulawarman Scientifie.

Tjay, T. H., dan Rahardja, K. 2007. *Obat-Obat Penting Khasiat, Penggunaan, dan Efek-Efek Sampingnya. Edisi ke VI*. Jakarta: Elex Media Komputindo.

Trubus. 2008. *Lidah Buaya Hilangkan Derita Radang Sendi*. Edisi No. 459.

Warisno. 2003. *Budidaya Pepaya*. Yogyakarta: Kanisus.

Winarno, F.G. 1995. *Enzim Pangan*. Jakarta: Gramedia Utama.

Wittaya,T. 2013. *Influence of type and concentration of plasticizer on properties of edible film from mung bean protein*. KMITL Sci.Tech.13.

Yahya, H. 2004. *Keajaiban Desain di Alam*. Info@harunyahya.co.id

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pembuatan Benang Jahit

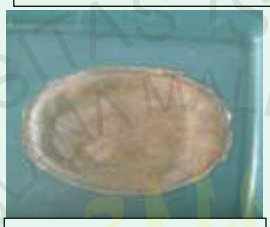
PVA- Aquadest-GA

Magnetic Stirrer PVA+GA

PVA+GA+ Getah Pepaya

Pencetakan lapisan Tipis

Oven Kirin



Lapisan Tipis

Pengeringan dengan Lampu

Benang Jahit

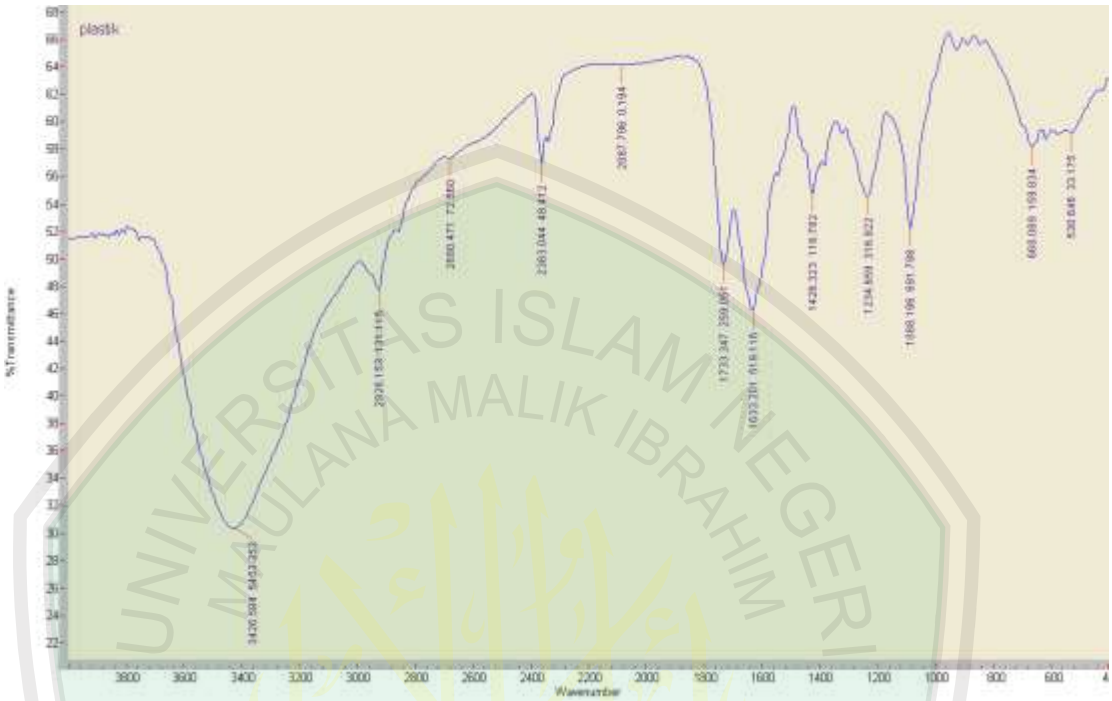
Alat FT-IR

Pengepress Sampel

Alat Uji Tarik

Sampel Sesudah Uji

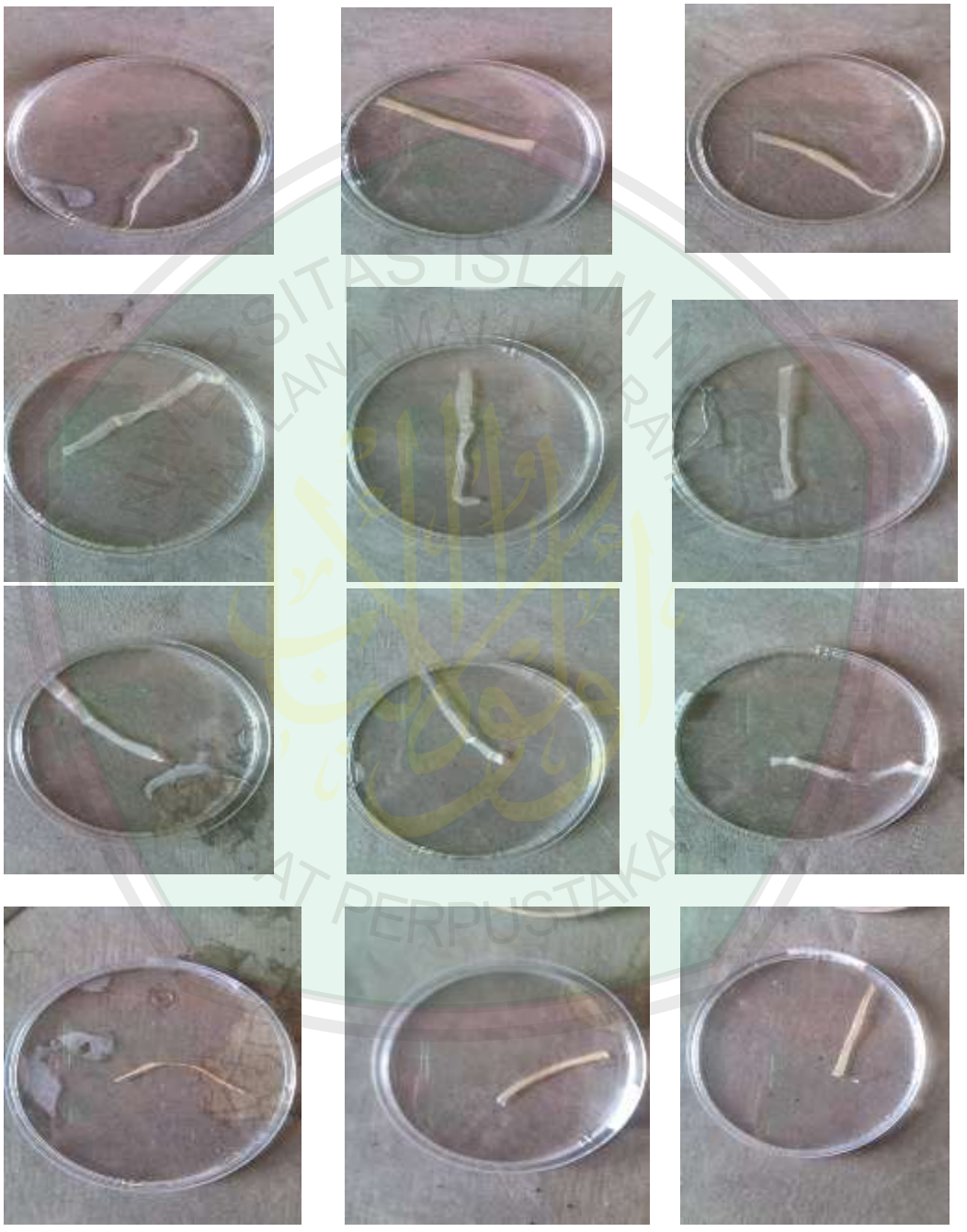
Lampiran 2 Grafik FT-IR



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
PUSAT PERPUSTAKAAN

Lampiran 3 Uji Kelarutan

Sampel Awal



Sampel Hari Pertama

Lampiran 4 Data Uji Tarik

Sampel (%V)	Ketebalan (μm)			Panjang awal (mm)	Panjang akhir (mm)	Gaya (N)	Waktu (s)
	I	II	II				
6.25	73,3	98,2	120	11,6	29,9	2,29	1.13.22
	93,7	94,7	74,5	11,3	28,3	2,73	1.2.79
	107	82,8	68	11,3	29,9	2.82	1.5.53
7.5	83,5	64,1	72,3	11,6	22	1,61	36.27
	83,7	67,2	60,8	11,3	20,2	1,32	30.02
	78,9	80	92,3	11,5	20,1	1,62	29.02
8.75	142	133	66,7	11,7	26	3,05	48.58
	117	132	112	11,8	34	3,32	1.20.76
	77,4	98,7	68,9	11,4	23,5	2,06	33.4
10	140	94,4	80	11,6	30	1,36	51.82
	105	106	132	11,1	31,5	2,68	1.00.25
	92,7	89,7	63,9	11	31,5	1,94	59.18
11.25	59,3	65,7	68,5	10,9	30	2,1	50.11
	87,1	84,5	72,9	11,2	33	2,81	59.25
	67,2	63,2	62,5	11,1	29	1,99	46.22
12.5	151	136	132	11,6	32	6,38	59.39
	137	161	170	11,4	33,3	6,36	1.01.01
	175	160	159	11,5	32	6,09	2.41.82

Lampiran 5 Data Anova Elongasi

Univariate Analysis of Variance

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	437621.000(a)	8	54702.625	144.984	.000
Getah	22160.667	5	4432.133	11.747	.001
Ulangan	1410.333	2	705.167	1.869	.204
Error	3773.000	10	377.300		
Total	441394.000	18			

a R Squared = .991 (Adjusted R Squared = .985)

Post Hoc Tests

Getah

Homogeneous Subsets

Data

Duncan

Getah	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
5.00	3	80.3333		
4.00	3		138.6667	
6.00	3		157.0000	157.0000
3.00	3			175.6667
2.00	3			176.6667
1.00	3			181.6667
Sig.		1.000	.275	.177

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 377.300.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

Lampiran 6 Data Anova Kuat Tarik

Univariate Analysis of Variance

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	14709.994(a)	8	1838.749	99.132	.000
Getah	874.004	5	174.801	9.424	.002
Ulangan	13.688	2	6.844	.369	.700
Error	185.486	10	18.549		
Total	14895.480	18			

a R Squared = .988 (Adjusted R Squared = .978)

Post Hoc Tests

Getah

Homogeneous Subsets

Data

Duncan

Getah	N	Subset 1	2	3
3.00	3	19.7333		
5.00	3	19.7667		
4.00	3	26.1667	26.1667	
6.00	3		28.8000	
2.00	3		32.2333	32.2333
1.00	3			39.5667
Sig.		.111	.130	.064

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 18.549.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

Lampiran 7 Data Anova *Modulus Young*

Univariate Analysis of Variance

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	6802.723(a)	8	850.340	86.423	.000
Getah	309.369	5	61.874	6.288	.007
Ulangan	8.267	2	4.133	.420	.668
Error	98.393	10	9.839		
Total	6901.116	18			

a R Squared = .986 (Adjusted R Squared = .974)

Post Hoc Tests

Getah

Homogeneous Subsets

data

Duncan

Getah	N	Subset 1	2	3
3.00	3	11.0867		
6.00	3		18.2667	
4.00	3		18.3333	
2.00	3		19.8333	19.8333
5.00	3		21.8000	21.8000
1.00	3			24.5667
Sig.		1.000	.227	.108

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 9.839.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

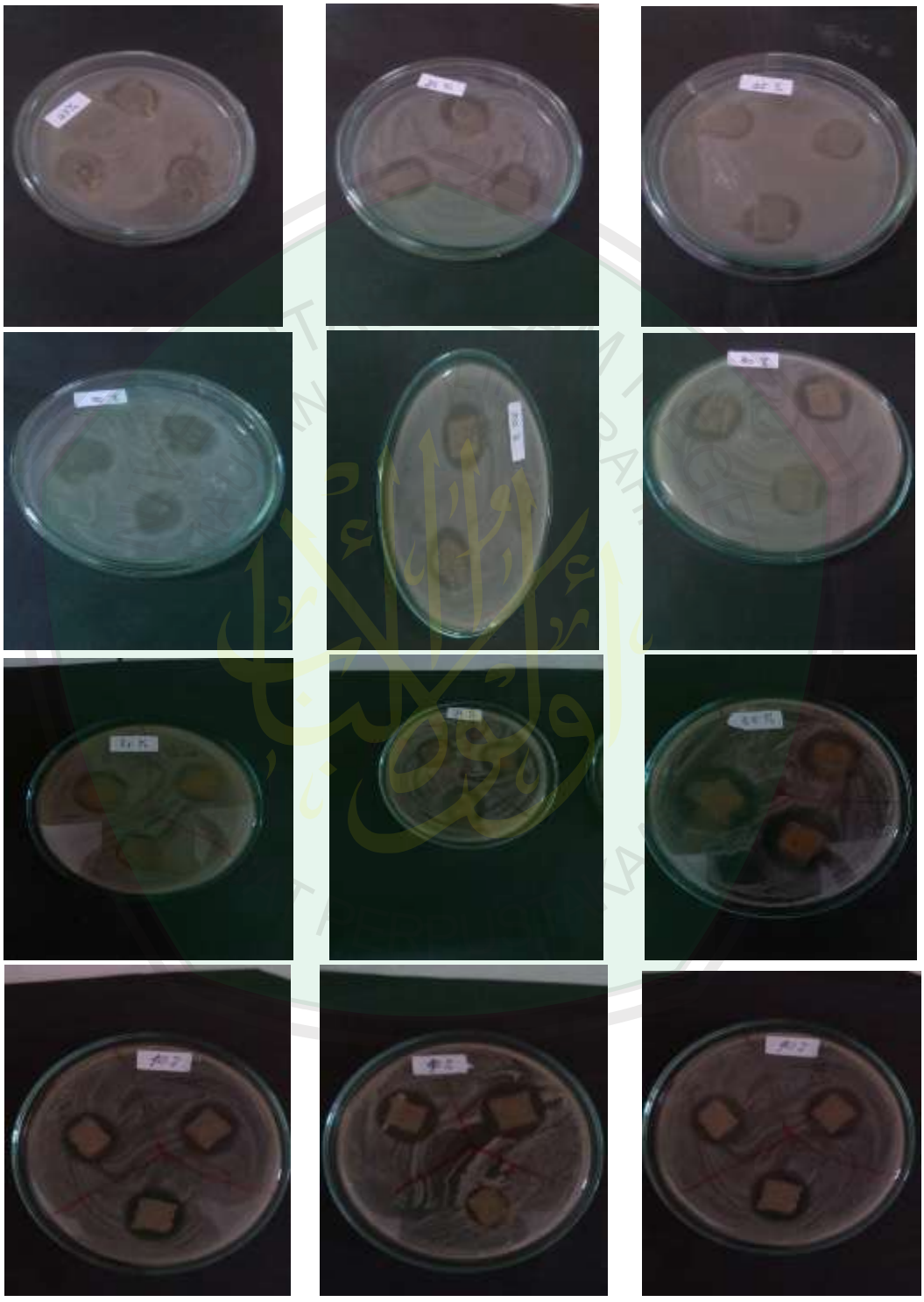
b Alpha = .05.

Lampiran 8 Data Uji Antibakteri

Getah (ml)	Diameter Inhibisi (mm)									Diameter Inhibisi (mm)
	Ulangan I			Ulangan II			Ulangan III			
6.25	5.57	8.24	8.07	4.95	8.95	7.21	6.09	5.16	5.63	6.61
7.5	10.78	7.55	4.52	4.78	9.35	8.39	5.53	7.14	6.98	7.14
8.75	7.29	10.1	10.49	6.85	11.37	10.78	4.65	9.4	9.05	8.88
10	9.23	8.73	7.22	12.01	4.71	11.01	10.65	10.64	9.56	9.3
11.25	12.1	9.34	7.99	12.43	6.32	11.53	8.05	13	4.51	9.36
12.5	10.37	9.88	11.22	13.32	11.46	12.12	10.62	11.05	13.73	11.42

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM PUSAT PERPUSTAKAAN

Lampiran 9 Dokumentasi Uji Antibakteri



Lampiran 10 Data Anova Zona Hambat Bakteri

Oneway

ANOVA

zonahambat

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	44.901	5	8.980	11.817	.000
Within Groups	9.119	12	.760		
Total	54.020	17			

zonahambat

Duncan[a]

variasigetah	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
6.25	3	6.6100		
7.5	3	7.1467		
8.75	3		8.8833	
10	3		9.3033	
11.25	3		9.3600	
12.5	3			11.4200
Sig.		.465	.536	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

```
ONEWAY zonahambat BY variasigetah
  /POLYNOMIAL=1 /MISSING ANALYSI   /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05)
```

KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : **Lilis Erlinawati**
NIM : **12640067**
Fakultas/ Jurusan : **Sains dan Teknologi/ Fisika**
Judul Skripsi : **Paduan Getah Pepaya (*Carica papaya L.*) dan PVA-GA Sebagai Bahan Baku Benang Jahit Operasi Yang *Absorbable***
Pembimbing I : **Erna Hastuti, M.Si**
Pembimbing II : **Erika Rani, M.Si**

No	Tanggal	Materi	Tanda Tangan
1.	20 Januari 2016	Konsultasi Bab I	
2.	25 Januari 2016	Konsultasi Bab II	
3.	01 Februari 2016	Konsultasi Bab III	
4.	05 Mei 2016	Konsultasi Data	
5.	16 Mei 2016	Konsultasi Bab IV	
6.	23 Mei 2016	Konsultasi Bab IV dan V	
7.	25 Mei 2016	Konsultasi Kajian Agama	
8.	27 Mei 2016	Konsultasi Kajian Agama dan Acc	
9.	01 Juni 2016	Konsultasi Abstrak	
10.	03 Juni 2016	Konsultasi Semua Bab, Abstrak, dan Acc	

Malang, 06 Juni 2016
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika,

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