



**KARAKTERISASI *ANTIMICROBIAL FILM* DARI EKSTRAK
KEDELAI DAN TAPIOKA SEBAGAI BAHAN
PENGEMAS MAKANAN**

skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Kimia

Oleh :

Widya Putri Rachmayanti

4311410021

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2015

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Karakterisasi *Antimicrobial Film* dari Ekstrak kedelai dan Tapioka sebagai Bahan Pengemas Makanan” ini bebas plagiat dan apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundangan-undangan.

Semarang, 29 Desember 2014



Widya Putri Rachmayanti
NIM 4311410021

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 30 Desember 2014

Pembimbing



Drs. Ersanghono Kusumo, MS
NIP. 195405101980121002

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Karakterisasi *Antimicrobial Film* dari Ekstrak Kedelai dan Tapioka sebagai Bahan Pengemas Makanan.

Nama : Widya Putri Rachmayanti

NIM : 4311410021

Telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 9 Januari 2015.

Panitia



Prof. Dr. Wiyanto, M.Si
NIP. 196310121988031001

Sekretaris

Dra. Woro Sumarni, M.Si
NIP. 196507231993032001

Ketua Penguji

Dra. Woro Sumarni, M.Si
NIP. 196507231993032001

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

A large, stylized handwritten signature in black ink.

Drs. Ersanghono Kusumo, MS
NIP. 195405101980121002

Anggota Penguji/
Penguji Pendamping

Agung Tri Prasetya, M.Si
NIP. 196904041994021001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

1. Nasi mudah menjadi bubur, menggunakan waktu sebaik-baiknya untuk hal positif dan berguna.
2. Meraih impian membutuhkan niat, tekad, doa, sabar, ikhlas dan fokus.

Persembahan:

1. Bapak dan Ibu tercinta
2. Keluarga besar Dosen Jurusan Kimia
3. Sahabat dan teman – teman Kimia 2010
4. Almamater Universitas Negeri Semarang

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan Rahmat, Inayah, Taufik dan Hinayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Karakterisasi Antimicrobial Film dari Ekstrak Kedelai dan Tapioka sebagai Bahan Pengemas Makanan*, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Kimia.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun penyusunan skripsi. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang
2. Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Semarang
3. Bapak Drs. Ersanghono, MS selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan skripsi.
4. Bapak Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si dan Ibu Dra. Woro Sumarni, M.Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan serta arahnya.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia yang telah memberikan ilmu dan dukungannya.
6. Teman – teman yang telah membantu dan mendukung dalam penulisan skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini tentu masih ada kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini lebih berguna untuk semua.

Semarang, Desember 2014

Penulis

ABSTRAK

Rachmayanti, Widya Putri. 2014. *Karakterisasi Antimicrobial Film dari Ekstrak Kedelai dan Tapioka sebagai Bahan Pengemas Makanan*. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Dosen Pembimbing Utama: Drs. Ersanghono Kusumo, MS.

Kata kunci : Pengemas makanan, *antimicrobial*, *edible film*

Pengemas makanan merupakan bahan yang berfungsi untuk mempertahankan kualitas suatu bahan. *Edible film* merupakan solusi kemasan pangan berkualitas. Penambahan antimikroba ekstrak kayu manis(v/v) dan ekstrak bawang putih(v/v) pada *edible film* dapat sebagai nilai tambah pengemas makanan. *Antimicrobial film* tersebut diuji karakterisasinya dengan FS/SPAG 01/2650 *texture analyser*. Kadar air *edible film* ekstrak kayu manis dan ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 1% dan 1,5% berkisar antara 9,07% - 13,01%. Densitas *antimicrobial film* berkisar antara 2,16 g/cm³ – 3,42 g/cm³. Nilai *modulus young* berkisar antara 2,101 Mpa – 2,872 Mpa. Nilai *tensile strength* didapat 2,354 N/mm² – 3,808 N/mm². *Extension at maximum* sebesar 4,626 mm – 6,880 mm. Pengujian antimikroba paling efektif sebagai penghambat mikroba *Escherichia coli* adalah *edible film* ekstrak bawang putih 1,5%.

ABSTRACT

Rachmayanti, Widya Putri. 2014. *Characterization of Antimicrobial Films from Soy Extract and Tapioca as Food Packaging Materials*. Thesis, Department of Chemistry. Faculty of Mathematics and Science. Semarang State University. Advisor: Drs. Ersanghono Kusumo, MS.

Keywords : *antimicrobial, edible film, food packaging*

Food packaging is functioning to maintain the quality of a material. Edible film is a solution for food packaging quality. The addition of antimicrobial extract of cinnamon(v/v) and extract of garlic(v/v) in edible film can be as value-added food packaging. Antimicrobial film tested characterization using FS/SPAG 01/2650 texture analyser. The water content of edible film cinnamon e

xtract and garlic extract with a concentration of 1% and 1,5% ranging from 9.07% - 13,01%. Density antimicrobial films ranged between 2,16 g/cm³ – 3,42 g/cm³. Young's modulus values ranging from 2,101 MPa – 2,872 MPa. Tensile strength values obtained from 2,354N/mm² to 3,808 N / mm². Extension at maximum of 4,626 mm – 6,880 mm. The most effective antimicrobial testing as inhibitors of microbes Escherichia coli is edible film garlic extract 1,5%.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	Error! Bookmark not defined.
PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kedelai	5
2.2 Pati Singkong	7
2.3 Gliserol.....	9
2.4 <i>Antimicrobial Agents</i>	10
2.5 Bawang Putih	11
2.6 Kayu Manis.....	13
2.7 Pengemas <i>Biodegradable</i>	15
2.8 <i>Edible Film</i>	17
2.9 Bahan Pembuat <i>Edible Film</i>	17

2.10 Pembuatan <i>Edible Film</i>	20
2.11 Karakterisasi <i>Antimicrobial film</i>	20
2.12 Uji sensitifitas <i>antimicrobial</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Variabel Penelitian.....	24
3.2. Alat dan Bahan.....	25
3.3. Cara Kerja.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Pembuatan <i>Antimicrobial film</i>	31
4.2 Pengaruh Konsentrasi Jenis Antimikroba terhadap karakteristik Fisik <i>Antimicrobial film</i>	33
4.3 Pengaruh Konsentrasi Jenis Antimikroba terhadap karakteristik Mekanik <i>Antimicrobial film</i>	37
4.4 Uji Antimikroba.....	43
4.5 Uji Organoleptik.....	47
BAB V PENUTUP	50
5.1 Simpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	56
DOKUMENTASI PENELITIAN	69

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi zat gizi kedelai tiap 100 g (LIPI, 2000)	6
2. Kandungan Asam Amino Esensial Kedelai per 100 g(LIPI, 2000)	7
3. Variabel Penelitian	24
4. Hasil Pengukuran Ketebalan <i>antimicrobial film</i>	33
5. Uji karakteristik Sifat Fisik <i>Antimicrobial film</i>	34
6. Diameter zona hambatan pada <i>antimicrobial film</i>	45
7. Penilaian hasil pengujian organoleptik empat parameter uji berdasarkan uji kesukaan.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir ekstraksi pati dari umbi akar (Cui, 2005)	7
2. Struktur molekul amilosa (Greenwood <i>et al.</i> , 1979).....	8
3. Struktur molekul amilopektin (Greenwood <i>et al.</i> , 1979).....	9
4. Struktur kimia gliserol (Price, 2005).....	10
5. Struktur kimia senyawa allicin (Ankri <i>et al.</i> ,1999).....	12
6. Struktur kimia senyawa sinamaldehida (Nainggolan, 2008)	15
7. (a) <i>Edible film</i> kontrol, (b) <i>Edible film</i> bawang putih 1%, (c) <i>Edible film</i> bawang putih 1,5%, (d) <i>Edible film</i> kayu manis 1%, (e) <i>Edible film</i> kayu manis 1,5%	32
8. Grafik hasil uji kadar air <i>antimicrobial film</i>	34
9. Grafik hasil uji densitas <i>antimicrobial film</i>	36
10. Grafik uji modulus young <i>antimicrobial film</i>	38
11. Grafik uji <i>tensile strength antimicrobial film</i>	40
12. Grafik uji <i>extension at max antimicrobial film</i>	42
13. Uji antimikroba <i>edible film</i> (a)ekstrak bawang putih (b)ekstrak kayu manis	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pembuatan Ekstrak Kedelai	56
2. Pembuatan Ekstrak Kayu Manis	58
3. Pembuatan ekstrak bawang putih.....	59
4. Diagram alir pembuatan <i>antimicrobial film</i>	60
5. Pengujian kadar air.....	61
6. Pengujian densitas <i>antimicrobial film</i>	62
7. Pengujian karakteristik mekanik <i>antimicrobial film</i> menggunakan alat FG/SPAG 01/2650 <i>Texture Analyser</i>	63
8. Pengujian antimikroba	64
9. Uji kadar air <i>antimicrobial film</i>	65
10. Perhitungan densitas <i>film</i>	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengemas makanan merupakan bahan yang sangat diperlukan untuk mempertahankan kualitas suatu bahan pangan agar tetap terjaga dari kontaminasi udara luar. Fungsi dari pengemas pada bahan pangan adalah mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi bahan pangan dari bahaya pencemaran serta gangguan fisik seperti gesekan, benturan dan getaran. Disamping itu pengemasan berfungsi sebagai wadah agar mempunyai bentuk yang memudahkan dalam penyimpanan, pengangkutan dan pendistribusiannya (Syarief *et al.*, 1989).

Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas menghadapi berbagai persoalan lingkungan. Plastik tidak dapat didaur ulang dan tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah, sehingga terjadi penumpukan sampah plastik yang menyebabkan pencemaran. Kelemahan lain adalah plastik dapat mencemari makanan yang dikemasnya karena terdapat monomer-monomer penyusun plastik. Monomer-monomer tersebut dapat terurai dari polimernya, sehingga bereaksi dengan makanan dan bersifat karsinogenik, maka penggunaan bahan kemasan plastik dapat merugikan kesehatan (Careda, 2000).

Adanya persyaratan bahwa kemasan yang digunakan harus ramah lingkungan, maka penggunaan *edible film* adalah sesuatu yang sangat menjanjikan. Keuntungan *edible film* adalah dapat melindungi produk pangan, penampakan asli produk dapat dipertahankan dan dapat langsung dimakan dan aman bagi lingkungan (Kinzel, 1992). Inovasi yang telah dikembangkan adalah

melalui pengembangan *edible packaging* atau pengemas makanan yang dapat langsung dimakan. *Edible packaging* dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu yang berfungsi sebagai pelapis (*edible coating*) dan berbentuk lembaran (*edible film*) (Hui, 2006).

Edible film dapat dibuat dari bahan baku hidrokoloid seperti polisakarida, protein dan lemak, baik sebagai komponen tunggal maupun sebagai campuran (Poeloengasih, 2003). Beberapa polisakarida seperti pati dan selulosa berpotensi sebagai bahan baku untuk pembuatan *edible film*. Pati dengan perlakuan tertentu mampu membentuk matriks *film*. Kandungan amilosa pati yang cukup tinggi sangat berperan dalam pembentukan *edible film*. Kandungan amilosa pati yang cukup tinggi sangat berperan dalam pembentukan *edible film*.

Salah satu sumber pati yang dapat digunakan untuk membuat *edible film* adalah pati singkong. Wahyu (2009) mengemukakan bahwa pati singkong mengandung 83% amilopektin yang dapat mengakibatkan pasta yang terbentuk menjadi bening dan menjadi kecil. Sumber pati yang digunakan dalam penelitian ini adalah singkong karena produksi singkong di Indonesia cukup melimpah.

Salah satu hidrokoloid sebagai bahan penyusun *edible film* yaitu kacang kedelai. Kacang kedelai merupakan salah satu komoditas hasil pertanian tanaman pangan berprotein tinggi yang sudah meluas penggunaannya di masyarakat. Kedelai mengandung 35% protein bahkan varietas unggul kadar proteinnya dapat mencapai 40 – 43%. Kandungan protein kedelai lebih tinggi dari jenis kacang – kacangan lainnya (Layuk, 2002).

Penggunaan antimikroba pada *edible film* dapat mengawetkan makanan dan mengurangi resiko keracunan pangan karena dapat menghambat bakteri patogen. Antimikroba merupakan senyawa yang mampu menghambat aktivitas dari mikroba patogen. Senyawa sinamaldehida merupakan salah satu dari senyawa yang berfungsi sebagai antimikroba (Shan *et al.*, 2007). Senyawa sinamaldehida terdapat pada kayu manis. Selain itu senyawa allicin yang terdapat pada bawang putih mampu sebagai antimikroba (Yuhana, 2008)

Kemasan *edible film* yang bersifat *biodegradable* mampu mengurangi penurunan kualitas bahan yang dikemas yang disebabkan oleh faktor lingkungan, kimia dan biokimia merupakan solusi untuk kemasan pangan yang berkualitas. Menurut Wahyu (2009) penurunan kualitas juga dapat disebabkan oleh faktor mikrobiologi. Berdasarkan fakta ini, maka perlu adanya pengemasan yang memiliki nilai lebih dengan penambahan *antimicrobial agents* (Hui, 2006).

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti melakukan penelitian untuk memberi nilai lebih pada bahan pengemas yaitu dengan memanfaatkan protein kacang kedelai dan pati singkong sebagai *biodegradable film*. Nilai tambahnya adalah dengan menambahkan *natural antimicrobial agents* untuk mencegah penurunan kualitas bahan yang dikemas yang disebabkan oleh faktor mikrobiologi. *Natural antimicrobial agents* berasal dari bahan alami tumbuhan seperti kayu manis dan bawang putih. Kayu manis dan bawang putih memiliki sifat antimikroba yang diharapkan mampu mencegah pertumbuhan mikroba yang diaplikasikan kedalam *edible film*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah karakteristik *antimicrobial film* dari ekstrak kedelai dan tapioka sebagai bahan pengemas makanan ditinjau dari sifat fisik dan mekanik?
2. Bagaimanakah efektifitas ekstrak bawang putih dan ekstrak kayu manis sebagai penambahan antimikroba pada *edible film*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui karakteristik sifat *antimicrobial film* sebagai bahan pengemas makanan ditinjau dari sifat fisik dan mekanik.
2. Mengetahui efektifitas ekstrak bawang putih dan ekstrak kayu manis sebagai *antimicrobial film*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan produk *antimicrobial film* dengan sifat fisik dan mekanik yang sesuai sebagai bahan pengemas makanan.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan ekstrak bawang putih dan ekstrak kayu manis sebagai *antimicrobial film*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kedelai

Kacang kedelai (*Glycine max (L.)Merril*) adalah sebagai salah satu hasil pertanian yang sangat penting artinya sebagai bahan makanan, karena jumlah dan mutu protein yang dikandungnya sangat tinggi apabila dibandingkan dengan kacang-kacangan lainnya (Winarno, 1993).

Kacang kedelai memiliki nilai protein nabati yang tinggi karena proteinnya mempunyai asam amino yang hampir sama dengan pola susunan asam amino yang berasal dari hewan atau protein hewani. Oleh karena itu banyak ahli yang menganjurkan agar penduduk di Negara-negara berkembang menambah kacang-kacangan dalam makanan sehari-hari (Kasyanto, 1987).

Menurut Suliantari dan Winniati (1990) berdasar warna kulitnya, kedelai dapat dibedakan atas kedelai putih, kedelai hitam, kedelai coklat dan kedelai hijau. Kedelai yang ditanam diIndonesia adalah kedelai kuning atau putih, hitam dan hijau. Perbedaan warna tersebut akan berpengaruh dalam penggunaan kedelai sebagai bahan pangan, misalnya untuk kecap digunakan kedelai hitam, putih atau kuning. Pada susu kedelai terbuat dari kedelai kuning atau putih.

Salah satu produk olahan kedelai adalah susu kedelai. Susu kedelai dapat digunakan sebagai alternatif pengganti susu sapi karena mengandung gizi yang hampir sama dengan harga yang lebih murah. Kandungan protein susu kedelai mencapai 1,5 kali protein susu sapi. Selain itu, susu kedelai juga mengandung

lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin B1 vitamin B2, dan isoflavon. Kandungan asam lemak tak jenuh pada susu kedelai lebih besar serta tidak mengandung kolesterol. Komposisi zat gizi kedelai kering dan basah berbeda, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi zat gizi kedelai tiap 100 g (LIPI, 2000)

Zat Gizi	Kedelai Basah	Kedelai Kering
Energi (kkal)	286,0	331,0
Protein (g)	30,2	34,9
Lemak (g)	15,6	18,9
Karbohidrat (g)	30,1	34,8
Kalium (g)	196,0	227,0
Fosfor (g)	506,0	585,0
Besi (mg)	6,9	8,0
Vit. A (SI)	95,0	110,0
Vit. B (mmg)	0,93	1,07
Air (g)	20,0	7,5

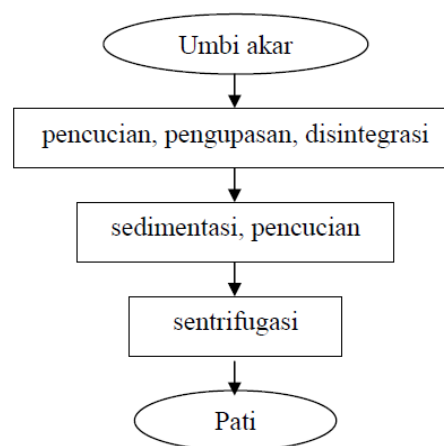
Nilai protein kedelai jika difermentasi dan dimasak akan memiliki mutu yang lebih baik dari jenis kacang-kacangan lain. Disamping itu, protein kedelai merupakan satu-satunya leguminosa yang mengandung semua asam amino esensial yang sangat diperlukan oleh tubuh (Winarno, 1993). Dibandingkan dengan kacang-kacang lain, susunan asam amino pada kedelai lebih lengkap dan seimbang. Kandungan asam amino esensial pada kacang kedelai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Kandungan Asam Amino Esensial Kedelai per 100 g(LIPI, 2000)

Asam Amino <i>Essensial</i> (mg)	Kandungan/100gram
Isoleusin	47,3
Leusin	77,4
Lisin	56,9
Metionin	11,0
Sistin	8,6
Fenilalanin	49,4
Tirosin	32,3
Treonin	41,3
Triptophan	11,5
Valin	47,6

2.2 Pati Singkong

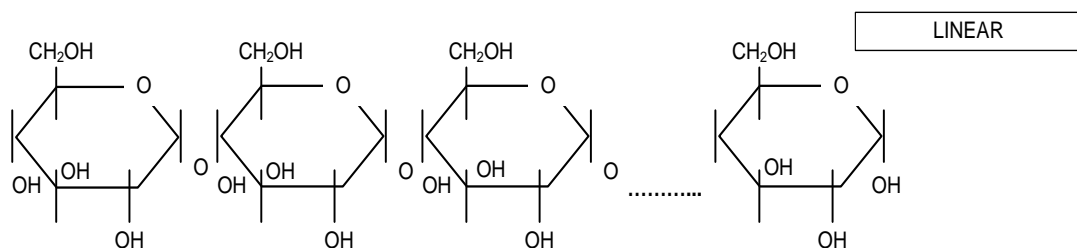
Pati merupakan polisakarida berupa polimer dari α -D-glukosa. Sifat pada pati bergantung panjang rantai karbonnya, serta lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin (Winarno, 1993). Tepung tapioka merupakan produk olahan dari singkong. Diagram proses ekstraksi pati singkong dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir ekstraksi pati dari umbi akar (Cui, 2005)

Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti protein dan lemak. Umumnya pati mengandung 15–30% amilosa, 70–85% amilopektin dan 5–10% material lain. Struktur dan jenis material antara tiap sumber pati berbeda bergantung sifat-sifat botani sumber pati tersebut (Glicksman, 2000).

Karakteristik dari amilosa dalam suatu larutan adalah kecenderungan membentuk koil yang sangat panjang, fleksibel yang selalu bergerak melingkar dan mudah larut dalam air. Struktur ini mendasari terjadinya interaksi iod amilosa membentuk warna biru (Radley,1976). Struktur rantai amilosa cenderung membentuk rantai yang linear seperti terlihat pada Gambar 2.



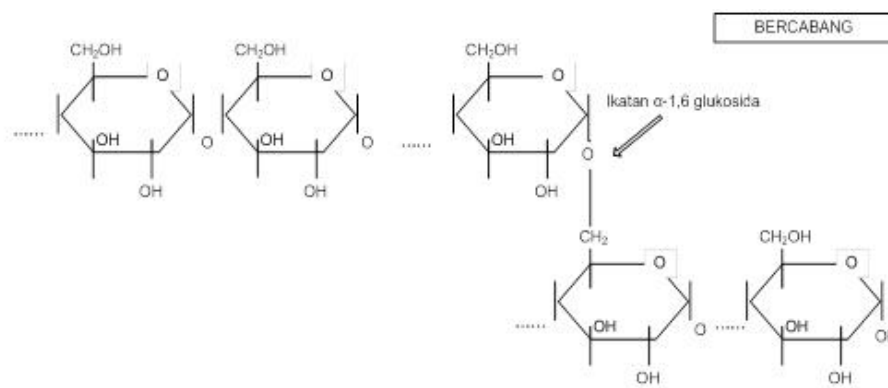
Gambar 2 Struktur molekul amilosa (Greenwood *et al.*, 1979)

Amilopektin seperti amilosa juga mempunyai ikatan α -(1,4) pada rantai lurus, serta ikatan β -(1,6) pada titik percabangannya. Struktur molekul amilopektin dapat dilihat pada Gambar 3. Ikatan percabangan tersebut berjumlah sekitar 4 – 5 % dari seluruh ikatan yang ada pada amilopektin (Henry, 2007).

Biasanya amilopektin mengandung 1000 atau lebih unit molekul glukosa untuk setiap rantai. Berat molekul amilopektin glukosa untuk setiap rantai bervariasi tergantung pada sumbernya. Amilopektin pada pati umbi-umbian

mengandung sejumlah kecil ester fosfat yang terikat pada atom karbon ke 6 dari cincin glukosa (Kainuma *et al.*, 1976).

Amilopektin dan amilosa mempunyai sifat fisik yang berbeda. Amilosa lebih mudah larut dalam air dibandingkan amilopektin. Bila amilosa direaksikan dengan larutan iod akan membentuk warna biru tua, sedangkan amilopektin akan membentuk warna merah (Greenwood *et al.*, 1979).



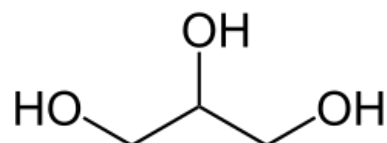
Gambar 3 Struktur molekul amilopektin (Greenwood *et al.*, 1979)

2.3 Gliserol

Salah satu plasticizer yang dapat meningkatkan kualitas *edible film* / coating adalah gliserol. Gliserol memiliki sifat mudah larut dalam air dan mengikat air. Penambahan gliserol yang digunakan untuk membuat *film* lebih mudah dicetak, permukaan *film* lebih halus, dan sedikit gumpalan. Menurut Liberman dan Gilbert (1973), sorbitol dan gliserol merupakan *plasticizer* yang efektif karena mampu mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekular.

Gliserol adalah senyawa golongan alkohol *polihidrat* dengan tiga buah gugus hidroksil dalam satu molekul. Rumus kimia gliserol adalah $C_3H_8O_3$ dengan

nama kimia 1,2,3-propanatriol. Berat molekul giserol adalah 92,1 massa jenis 1,23 g/cm² dan titik didihnya 209°C (Winarno, 1993). Struktur molekul gliserol dapat dilihat pada Gambar 4. Gliserol merupakan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, sehingga cocok untuk bahan pembentuk *film* yang bersifat hidrofobik seperti pati.



Gambar 4 Struktur kimia gliserol (Price, 2005)

Menurut Liu dan Han (2005) tanpa *plasticizer* amilosa dan amilopektin akan membentuk suatu *film* dan suatu struktur yang *bifasik* dengan satu daerah kaya amilosa dan amilopektin. Intereaksi–intereaksi antara molekul–molekul amilosa dan amilopektin mendukung formasi *film*, menjadikan *film* pati rapuh dan kaku. Keberadaan *plasticizer* di dalam *film* pati dapat menyela pembentukan *double helices* dari amilosa dengan cabang amilopektin, lalu mengurangi intereaksi antara molekul–molekul amilosa dan amilopektin, sehingga meningkatkan fleksibilitas *film* pati (Hui, 2006).

2.4 Antimicrobial Agents

Antimicrobial agents adalah senyawa kimia maupun alami yang memiliki sifat merusak atau mencegah pertumbuhan organisme mikroskopis maupun submikroskopis. Berdasarkan kemampuan yang mereka miliki, senyawa-senyawa itu sering disebut sebagai antibakteri, antijamur, antiprotozoa, antiparasit, antivirus, maupun antimikroba. Senyawa-senyawa tersebut sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia dibidang pertanian, penanganan makanan, penanganan

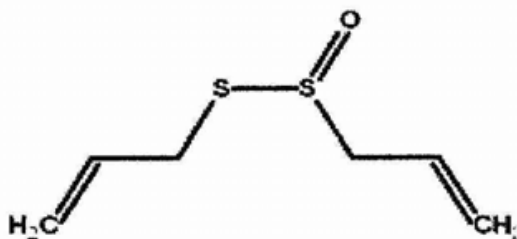
air dan disinfektasi udara (Han, 2000). Seperti sudah disebutkan di atas, jenis *antimicrobial agents* dibedakan menjadi *antimicrobial agents* kimia (Natrium benzoat, asam benzoat, dan asam sorbat) dan antimikroba *agents* alami (madu, cengkeh, kayu manis, lada, jeruk, dan kopi) (Flores, 2007).

Kemasan antimikroba merupakan suatu kemasan yang dapat menghentikan, menghambat, mengurangi atau memperlambat pertumbuhan mikroorganisme patogen pada bahan kemasan. Penggunaan film sebagai bahan pengemas yang ditambahkan suatu antioksidan, antimikroba, pewarna atau pewangi telah dipelajari. Adapun metode yang dapat digunakan yaitu inkorporasi bahan antimikroba kedalam *film* (Quintavalla, 2002). Bahan antimikroba yang digunakan mengandung asam-asam organik, bakteriosin, enzim, alkohol dan asam lemak. Minyak atsiri dari ekstraksi kayu manis, daun sereh, cengkeh dan bawang putih telah diselidiki aktivitas antibakterinya (Han, 2000).

2.5 Bawang Putih

Bawang putih mempunyai nama latin *Alium sativum*. Bawang putih memiliki berbagai ragam manfaat karena bawang putih mengandung banyak zat yang dibutuhkan oleh tubuh. Bawang putih oleh masyarakat digunakan untuk menurunkan tekanan darah, mengurangi rasa pening di kepala, mengatasi cacingan, menghilangkan nyeri haid, mengatasi asma, batuk, masuk angin dan sengatan binatang. Menurut *National Nutrient Database for Standar Reference* (2010) kandungan gizi per 100 gram bawang putih menghasilkan protein 6,36 g, energy 149 kcal, karbohidrat 33,06 g, air 58,68 g, gula 1 g, lipid 0,50 g dan berbagai mineral.

Salah satu senyawa yang mempunyai khasiat sebagai antibakteri adalah *Allicin*. Struktur kimia senyawa *allicin* dapat dilihat pada Gambar 5. *Allicin* dipercaya dapat membunuh bakteri gram positif dan gram negatif (Syamsiyah dan Tajudin, 2005).



Gambar 5 Struktur kimia senyawa allicin (Ankri *et al.*,1999)

Penelitian-penelitian terdahulu tentang efek antimikroba dari bawang putih, diantaranya adalah :

Yuhana *et al* (2008) meneliti tentang bawang putih (*Allium sativum*) berpotensi sebagai antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *A. hydrophila*. Bakteri *Aeromonas hydrophila* yang biasa menyerang ikan patin (*Pangasionodon hypophthalmus*) penyebab penyakit MAS (*Motile Aeromonad Septicemia*). Secara *in vitro* ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) berpotensi sebagai antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *A. hydrophila*. Pada uji *in vivo* terhadap ikan patin, perlakuan pencegahan dengan dosis ekstrak bawang putih sebesar 25 mg/ml menunjukkan hasil yang lebih efektif dalam mencegah infeksi *A. hydrophila* dibandingkan pengobatan dengan dosis ekstrak bawang putih sebesar 50 mg/ml.

Menurut penelitian Syaichurrozi *et al.*, (2012) penambahan zat aditif seperti bubuk kunyit dan bawang putih ditambahkan pada *edible film* dari pati ganyong mampu menghambat pertumbuhan. Penambahan bubuk kunyit dan bawang putih mampu menghambat pertumbuhan *E.coli* hingga waktutertentu selama inkubasi. Penambahan bubuk kunyit dan bawang putih dengan konsentrasi 0,01% w/v larutan, juga mampu menurunkan kadar air, kuat tarik dan persentasi pemanjangan *film* tetapi tidak berpengaruh terhadap ketebalan *film*.

Uji aktivitas antibakteri ekstrak bawang putih terhadap bakteri *Escherichia coli* in vitro telah diteliti oleh Ramadanti (2008). Hasil untuk uji aktivitas antibakteri untuk kadar hambat minimum ekstrak bawang putih terhadap *E.coli* didapatkan perbedaan mulai dari konsentrasi 50% v/v dengan $p=0,008$.

Kandungan *allicin* terdapat dalam bawang putih telah dilaporkan bahwa bawang putih lebih efektif daripada penisilin terhadap penyakit tipes (demam thypimurium) dan mempunyai efek yang baik terhadap *Streptococcus*, *Staphylococcus*, dan mikroorganisme yang berpengaruh dalam menyebabkan penyakit kolera, disentri dan enteristis.

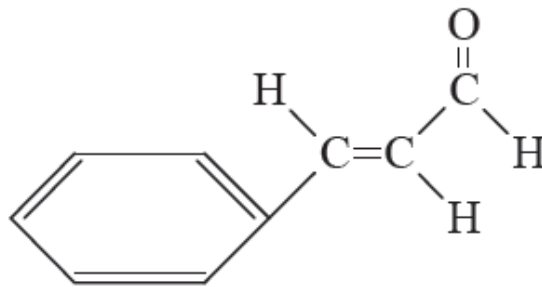
2.6 Kayu Manis

Kayu manis termasuk famili Lauraceae, genus *Cinnamomum*. Tanaman kayu manis yang di Indonesia berfungsi untuk menghasilkan rempah-rempah berupa kulit kayu manis kering dan masih jarang digunakan sebagai sumber minyak atsiri. Kegunaan kayu manis yang utama adalah untuk bumbu penyedap makanan dan minuman, selain itu juga untuk industri farmasi, industri jamu, industri kosmetika aromatika, SPA dan industri rokok kretek.

Tanaman kayu manis terutama bagian kulit batangnya pada umumnya digunakan secara tradisional baik sebagai bumbu masakan maupun sebagai bahan dalam pengobatan tradisional, misalnya sebagai peluruh kentut (karminatif) (Tyler, *et al.*, 1988). Kayu manis berkhasiat mengatasi masuk angin, diare, dan penyakit yang berhubungan dengan saluran pencernaan. Kayu manis juga memiliki aktivitas sebagai antioksidan (Bisset dan Wichtl, 2001).

Kayu manis mengandung komponen minyak atsiri sebesar 0,5-1% (Quintavalla, 2002). Minyak diekstrak dengan cara destilasi, maserasi, atau ekstraksi dengan solvent. Minyak yang dihasilkan berwarna kuning keemasan dengan karakteristik bau aromatik yang tajam dan pedas. Aroma ini dihasilkan dari komponen kimia utama penyusun minyak kayu manis, yaitu *cinnamic aldehyde* atau *cinnamaldehyde* sebesar 66,2%. Struktur sinamaldehyda dapat dilihat pada Gambar 6 (Suherdi, 1999).

Ekstrak dari kulit kayu manis mampu menghambat lima bakteri patogen pada makanan (*Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella anatum*). Ekstrak dari kulit kayu manis mempunyai sifat antibakteri dengan senyawa aktif yang dikandungnya berupa (E)-Sinamaldehyda dan beberapa senyawa polifenol yang dapat diidentifikasi dengan menggunakan analisa GC-MS dan LC-MS.(Shan *et al.*, 2007).



Gambar 6 Struktur kimia senyawa sinamaldehida (Nainggolan, 2008)

Penelitian-penelitian terdahulu tentang efek antimikroba dan antifungi dari kayu manis telah dilakukan, diantaranya adalah :

Menurut Dwijayanti (2011) minyak atsiri kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmannii* BI.) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* penyebab karies gigi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit batang kayu manis mempunyai daya antibakteri terhadap *S.mutans* dengan KHM sebesar 5% dan KBM sebesar 20%.

Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol dan daun kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* telah dilakukan oleh Angelica (2013). Hasil penelitian menunjukkan ekstrak etanol daun kayu manis pada konsentrasi 500.000 bjp mempunyai daya hambat terbesar 0,994 cm terhadap *E.coli*. Sedangkan pada ekstrak etanol kulit batang kayu manis memiliki daya hambat yang lebih kecil yaitu diameter hambat 1,235 cm pada konsentrasi 200.000 bjp.

2.7 Pengemas *Biodegradable*

Secara umum kemasan *biodegradable film* diartikan sebagai *film* kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami. Menurut Soekarto

(1990), plastik *biodegradable* adalah suatu bahan dalam kondisi tertentu dan waktu tertentu mengalami perubahan dalam struktur kimianya, yang mempengaruhi sifat-sifat yang dimilikinya oleh pengaruh mikroorganisme (bakteri, jamur, algae). Menurut Syarief, dkk. (1989) kemasan plastik *biodegradable* adalah suatu material polimer yang berubah kedalam senyawa berat molekul rendah dimana paling sedikit satu tahap pada proses degradasinya melalui metabolisme organisme secara alami.

Di tahun 1999 produksi plastik *biodegradable* hanya sebesar 2500 ton, yang merupakan 1/10.000 dari total produksi bahan plastik sintetis. Pada tahun 2010, diproyeksikan produksi plastik *biodegradable* akan mencapai 1.200.000 ton atau menjadi 1/10 dari total produksi bahan plastik. Industri plastik *biodegradable* akan berkembang menjadi industri besar dimasa yang akan datang karena potensi alam Indonesia yang demikian besar (Lestari, 2008).

Berbagai hasil pertanian yang potensial untuk dikembangkan menjadi biopolimer adalah jagung, sagu, kacang kedelai, kentang, tepung tapioka, singkong, dan lain sebagainya. Kekayaan akan sumber bahan dasar seperti tersebut di atas, justru sebaliknya menjadi persoalan potensial yang serius kepada negara yang telah maju dan menguasai ilmu dan teknologi kemasan *biodegradable*, khususnya di Jerman. Negara tersebut dengan penguasaan IPTEK yang tinggi bidang teknologi kemasan, merasa khawatir kekurangan sumber bahan dasar (*raw materials*) dan akan menjadi sangat tergantung pada negara yang kaya akan sumber daya alam. Indonesia sebagai negara yang kaya sumber daya alam (hasil

pertanian), sangat potensial menghasilkan berbagai bahan biopolimer, sehingga teknologi kemasan plastik *biodegradable* mempunyai prospek yang baik.

2.8 Edible Film

Edible film adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk di atas komponen makanan yang berfungsi sebagai penghambat transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lemak dan zat terlarut) dan atau sebagai *carrier* bahan makanan atau aditif dan atau untuk meningkatkan penanganan mutu makanan (Krochta *et.al.*, 1997).

Edible film yang terbuat dari hidrokoloid merupakan *barrier* yang baik terhadap transfer oksigen, karbondioksida, dan lemak, serta memiliki karakteristik mekanik yang baik sehingga sangat baik digunakan untuk memperbaiki struktur *film* agar tidak mudah hancur (Donhowe dalam Fennema, 1994 dalam Krochta *et.al.*, 1994). Penggunaan lipid sebagai bahan pembentuk *film* secara sendiri sangat terbatas karena film yang terbentuk umumnya tidak kuat.

Hidrokoloid termasuk ke dalam protein dan polisakarida. Dalam hal ini selulosa dan turunannya merupakan sumber daya organik yang memiliki sifat mekanik yang baik dalam pembuatan *film*. Selulosa sebagai bahan untuk pembuatan *film* sangat efisien sebagai barrier terhadap oksigen dan hidrokarbon serta dengan adanya penambahan lipid sifatnya akan barrier terhadap uap air.

2.9 Bahan Pembuat Edible Film

Komponen penyusun *edible film* mempengaruhi secara langsung bentuk morfologi maupun karakteristik pengemas yang dihasilkan. Komponen utama penyusun *edible film* dikelompokkan menjadi tiga, yaitu hidrokoloid, lipida dan

komposit. Bahan-bahan tambahan yang sering dijumpai dalam pembuatan *edible film* adalah antimikroba, antioksidan, flavor dan pewarna (Ridawati, 2011).

Komponen yang cukup besar peranannya dalam pembuatan *edible film* adalah *plasticizer* yang berguna untuk mengatasi sifat rapuh *film* yang disebabkan oleh kekuatan intermolekular ekstensif.

Bahan-bahan yang umumnya digunakan untuk *edible film* antara lain :

1. Hidrokoloid

Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *edible film* berupa protein atau polisakarida. Bahan dasar protein dapat berasal dari gelatin, kasein, protein kedelai, protein whey, gluten gandum, dan protein gandum. Polisakarida yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah selulosa dan turunannya, pati dan turunannya, pektin, ekstrak ganggang laut (alginat, karagenan, agar), gum (gum arab dan gum karaya), xanthan, kitosan dan lain-lain.

Edible film yang terbuat dari hidrokoloid memiliki beberapa kelebihan, yaitu baik untuk melindungi produk terhadap oksigen maupun karbondioksida dan lipid, serta memiliki sifat mekanis yang diinginkan, selain itu meningkatkan kesatuan struktural produk, sedangkan kekurangannya yaitu bungkus dari karbohidrat kurang bagus untuk mengatur migrasi uap air (Donhowe dan Fennema, 1994).

2. Lipida

Lipida yang umum digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah lilin/wax, gliserol, dan asam lemak. *Film* yang berasal dari lipida dimanfaatkan sebagai penghambat uap air. Penggunaan lemak murni dalam pembuatan *edible*

film sangat terbatas karena menghasilkan struktur *film* yang kurang baik (Dohowe dan Fennema, 1994 dalam Krochta *et al.*, 1994). Alasan penggunaan lipid yang ditambahkan dalam pembuatan *edible film* adalah untuk memberi sifat hidrofobik.

3. Komposit

Komposit *film* adalah bahan yang didasarkan pada campuran hidrokoloid dan lipida. Aplikasi dari komposit *film* dapat berupa lapisan *bilayer*, dimana satu lapisan merupakan hidrokoloid dan satu lapisan lain berupa lipid, atau dapat juga berupa gabungan lipida dan hidrokoloid dalam satu kesatuan *film*. Adanya bahan komposit ini digunakan untuk mengambil keuntungan dari komponen lipida dan hidrokoloid. Lipida dimanfaatkan sebagai penghambat uap air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahan lapisan *film*.

Plasticizer adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekakuan dari polimer, sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer. Menurut Banker (1996), *plasticizer* didefinisikan sebagai substansi non volatile, mempunyai titik didih yang tinggi dan jika ditambahkan ke dalam materi lain dapat mengubah sifat fisik dan atau sifat mekanik materi tersebut.

Plasticizer mempunyai peranan yang cukup penting dalam pembuatan *edible film*, antara lain ; meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas film, menghindari *film* dari keretakan, meningkatkan permeabilitas terhadap gas, uap air dan zat terlarut dan meningkatkan elastisitas film.

Beberapa jenis *plasticizer* yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah gliserol, lilin lebah, polivinil alkohol dan sorbitol. Menurut Liberman

dan Gilbert (1973), sorbitol dan gliserol merupakan *plasticizer* yang efektif karena mampu mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekular.

2.10 Pembuatan *Edible Film*

Metode *casting* merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk membuat *film*. Pada metode ini protein atau polisakarida didispersikan pada campuran air dan *plasticizer* atau bisa juga dibuat dari campuran hidrokoloid (pati, glukomanan, dan karagenan) dan *plasticizer*, yang kemudian diaduk. Setelah pengadukan dilakukan pengaturan pH, lalu sesegera mungkin campuran tadi dipanaskan dalam beberapa waktu dan dituangkan pada *casting plate*. Setelah dituangkan kemudian dibiarkan mengering dengan sendirinya pada kondisi lingkungan dan waktu tertentu. *Film* yang telah mengering dilepaskan dari cetakan (*casting plate*) dan kemudian dilakukan pengujian terhadap karakteristik yang dihasilkan (Lee dan Wan, 2006 dalam Hui, 2006).

Pembuatan *edible film* berbasis pati dan glukomanan pada dasarnya menggunakan prinsip gelatinisasi. Dengan adanya penambahan sejumlah air dan dipanaskan pada suhu yang tinggi, maka akan terjadi gelatinisasi. Gelatinisasi mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen. Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat dari lepasnya air, sehingga gel akan membentuk *film* yang stabil (Careda *et al.*, 2000).

2.11 Karakterisasi *Antimicrobial film*

Sifat-sifat fisik yang digunakan sebagai parameter mutu *antimicrobial film* adalah ketebalan *film* dan densitas *film*. Sedangkan parameter penting

karakteristik mekanik yang diukur dan diamati dari sebuah *film* kemasan termasuk *antimicrobial film* adalah kuat tarik (*tensile strength*), kuat tusuk (*puncture strength*), persen pemanjangan (*elongation to break*) dan elastisitas (*elastic modulus/young modulus*). Parameter-parameter tersebut dapat menjelaskan bagaimana karakteristik mekanik dari bahan *film* yang berkaitan dengan struktur kimianya. Karakteristik mekanik menunjukkan indikasi integrasi *film* pada kondisi tekanan (*stress*) yang terjadi selama proses pembentukan *film* tersebut.

2.11.1 Kuat tarik (*tensile strength*)

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah *film*. Parameter ini menggambarkan gaya maksimum yang terjadi pada *film* selama pengukuran berlangsung. Pengukuran kuat tarik menggunakan alat *tensile strength*. Hasil pengukuran ini berhubungan erat dengan jumlah *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan *film*. Penambahan *plasticizer* lebih dari jumlah tertentu akan menghasilkan *film* dengan kuat tarik yang lebih rendah (Careda *et al.*, 2000). Uji tarik dilakukan dengan benda uji yang ditarik dari dua arah, sehingga panjangnya bertambah dan diameternya mengecil. Besarnya beban dan pertambahan panjang dicatat selama pengujian.

2.11.2 Modulus Young

Modulus young (E) menjelaskan elastisitas kekakuan, atau kecenderungan suatu benda untuk berubah sepanjang suatu sumbu ketika gaya yang berlawanan diberikan sepanjang sumbu tersebut. Hal ini dijelaskan sebagai perbandingan tegangan tekan terhadap tegangan tarik.

$$\lambda = \frac{\text{stress}}{\text{strain}}$$

dimana :

λ (lambda) = *Modulus young* (Pascal)

stress / tegangan = Gaya yang menyebabkan perubahan dibagi dengan luas permukaan dimana gaya itu diberikan.

strain / regangan = Rasio perubahan yang disebabkan oleh tegangan bentuk asli dari suatu objek.

2.12 Uji sensitifitas *antimicrobial*

Uji sensitifitas antimikroba merupakan suatu metode untuk menentukan tingkat kerentanan mikroba terhadap zat antimikroba dan untuk mengetahui senyawa murni yang memiliki aktivitas antimikroba. Metode Uji sensitivitas mikroba adalah metode untuk mengetahui dan mendapatkan produk alam yang berpotensi sebagai bahan antimikroba serta mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan atau mematikan mikroba pada konsentrasi yang rendah. Uji sensitivitas mikroba merupakan suatu metode untuk menentukan tingkat kerentanan mikroba terhadap zat antimikroba dan untuk mengetahui senyawa murni yang memiliki aktivitas antimikroba.

Pada umumnya metode yang dipergunakan dalam uji sensitivitas mikroba adalah metode difusi agar yaitu dengan cara mengamati daya hambat pertumbuhan mikroorganisme oleh antimikroba yang diketahui dari daerah di sekitar kertas cakram (paper disk) yang tidak ditumbuhi oleh mikroorganisme.

Zona hambatan pertumbuhan inilah yang menunjukkan sensitivitas mikroba terhadap bahan antimikroba (Jawelz, 1995).

Prinsip dari metode ini adalah penghambatan terhadap pertumbuhan mikroorganisme, yaitu zona hambatan akan terlihat sebagai daerah jernih di sekitar cakram kertas yang mengandung zat antibakteri. Diameter zona hambatan pertumbuhan bakteri menunjukkan sensitivitas bakteri terhadap zat antibakteri. Selanjutnya dinyatakan bahwa semakin lebar diameter zona hambatan yang terbentuk bakteri tersebut semakin sensitif (Gaman, dkk. 1992).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini meliputi variabel terikat, variabel bebas, dan variabel terkendali.

3.1.1. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang menjadi titik pusat penelitian dan besarnya tergantung dari variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah *biodegradable film* 30 x 10 cm dan ketebalan *film* dengan pengukuran 25ml.

3.1.2. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang nilainya divariasikan, variabel bebas pada penelitian ini adalah jenis *antimicrobial agents*, dan konsentrasi *antimicrobial agents* yang dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3 Variabel Penelitian

Run	<i>antimicrobial agents</i>	Konsentrasi <i>antimicrobial agents</i> (%)
1	Ekstrak bawang putih	1
2	Ekstrak kayu manis	1
3	Ekstrak bawang putih	1,5
4	Ekstrak kayu manis	1,5

Besar konsentrasi *antimicrobial agents* yang digunakan dihitung per volume ekstrak kedelai, sehingga:

$$1\% \text{ ekstrak bawang putih} = \frac{1}{100}\% \times 100 \text{ ml} = 1 \text{ ml ekstrak bawang putih}$$

$$1,5\% \text{ ekstrak bawang putih} = \frac{1,5}{100}\% \times 100 \text{ ml} = 1,5 \text{ ml ekstrak bawang putih}$$

$$1\% \text{ ekstrak kayu manis} = \frac{1}{100}\% \times 100 \text{ ml} = 1 \text{ ml ekstrak kayu manis}$$

$$1,5\% \text{ ekstrak kayu manis} = \frac{1,5}{100}\% \times 100 \text{ ml} = 1,5 \text{ ml ekstrak kayu manis}$$

3.1.3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang dibuat tetap sehingga tidak menyebabkan terjadinya perubahan variabel terikat, tetapi dapat dikendalikan. Variabel terkontrol antara lain : jenis kacang kedelai spesies *Glycine max* (L.) Merr., jenis bawang putih spesies *Allium sativum*, jenis kayu manis spesies *Cinnamomum burmannii*, massa kedelai, massa tapioka, volume gliserol, suhu pengeringan dan lama pengeringan.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Hotplate* stirrer, *Magnetic* stirrer, neraca analitik, FG/SPAG 01/2650 *Texture Analyser*, termometer, *water bath*, *centrifuge*, saringan, kertas saring, kompor, pengaduk, oven, spatula, *stopwatch*, timbangan, beaker glass, erlenmeyer, gelas ukur, pipet volume, bolt pipet, cetakan pelat kaca, lakban, gunting dan preparat.

3.2.2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kacang kedelai, tepung tapioka Rose Band (pati singkong), kayu manis, bawang putih, gliserol, desikator, aquades, nutrient agar, *Escherichia coli* diperoleh dari balai laboratorium kesehatan Semarang.

3.3. Cara Kerja

3.3.1. Pembuatan ekstrak bawang putih (Pakpahan, 1994).

Pembuatan ekstrak bawang putih (EBP) dilakukan dengan cara 20 g bawang putih dihaluskan yang telah dikupas kulitnya dan ditambah 50 ml akuades dengan menggunakan blender. Hasilnya diperoleh 50 ml cairan EBP sebagai larutan baku. Selanjutnya larutan EBP disaring dengan menggunakan kertas saring. Hasil filtratnya adalah EBP.

Penambahan *antimicrobial agents* yaitu konsentrasi EBP 1% (v/v) dan 1,5% (v/v). Besar konsentrasi *antimicrobial agents* yang digunakan dihitung per volume ekstrak kedelai, sehingga:

$$1\% \text{ ekstrak bawang putih} = \frac{1}{100}\% \times 100 \text{ ml} = 1 \text{ ml ekstrak bawang putih}$$

$$1,5\% \text{ ekstrak bawang putih} = \frac{1,5}{100}\% \times 100 \text{ ml} = 1,5 \text{ ml ekstrak bawang putih}$$

Pengambilan konsentrasi 1% ekstrak bawang putih dengan cara mengambil 1 ml menggunakan pipet volume sampai tanda batas. Pengambilan konsentrasi 1,5% ekstrak bawang putih dengan cara mengambil 1,5 ml menggunakan pipet volume sampai tanda batas.

3.3.2. Pembuatan ekstrak kayu manis (Yulia, *et al.*, 2011)

Pembuatan ekstrak kayu manis dengan cara kayu manis bubuk sebanyak 10 gram dimasukkan kedalam erlenmeyer kemudian ditambahkan aquades 100 ml. Larutan dipanaskan pada suhu 60°C selama 60 menit dengan menggunakan *water bath*. Larutan disaring dan diaduk dengan *centrifuge* kecepatan 4000 rpm selama 15 menit lalu diambil filtratnya. Filtratnya merupakan ekstrak kayu manis.

Penambahan *antimicrobial agents* yaitu konsentrasi ekstrak kayu manis 1% (v/v) dan 1,5% (v/v). Besar konsentrasi *antimicrobial agents* yang digunakan dihitung per volume ekstrak kedelai, sehingga:

$$1\% \text{ ekstrak kayu manis} = \frac{1}{100}\% \times 100 \text{ ml} = 1 \text{ ml ekstrak kayu manis}$$

$$1,5\% \text{ ekstrak kayu manis} = \frac{1,5}{100}\% \times 100 \text{ ml} = 1,5 \text{ ml ekstrak kayu manis}$$

Pengambilan konsentrasi 1% ekstrak kayu manis dengan cara mengambil 1 ml ekstrak kayu manis menggunakan pipet volume sampai tanda batas. Pengambilan konsentrasi 1,5% ekstrak kayu manis dengan cara mengambil 1,5 ml ekstrak kayu manis menggunakan pipet volume sampai tanda batas.

3.3.3. Pembuatan ekstrak kedelai (Sinaga *et al.*, 2013)

Pembuatan ekstrak kedelai yaitu dengan cara bahan baku kacang kedelai mula-mula dipilih, ditimbang sebanyak 75 gram dan dicuci. Kemudian direndam dengan menggunakan air mendidih selama 60 detik. Kacang kedelai dipisahkan dan ditambahkan air panas temperatur 90°C sebanyak 450 ml dan diblender. Bubur kacang kedelai dimasak dengan suhu 95-98°C selama 10 menit lalu disaring. Mengambil 100 ml ekstrak kedelai menggunakan gelas ukur sampai tanda batas.

3.3.4. Pembuatan larutan *antimicrobial film* berdasarkan metode yang dilakukan oleh Sinaga *et al.*, (2013) dengan beberapa modifikasi.

Ekstrak kedelai 100 ml dipanaskan menggunakan *hotplate* stirrer hingga suhu 60°C. Pati singkong 3 gram sedikit demi sedikit dimasukkan ke dalam ekstrak kedelai yang telah dipanaskan sebelumnya untuk mencegah penggumpalan. Gliserol 1 ml ditambahkan ke dalam larutan *edible film* dan aduk

hingga homogen (± 120 menit). Ekstrak bawang putih 1% sebanyak 1 ml ditambahkan kedalam larutan *edible film*. Homogenisasi selama 30 menit dengan *hotplate* stirrer suhu 65-70°C. Perlakuan yang sama juga dilakukan oleh penambahan ekstrak bawang putih 1,5%, ekstrak kayu manis 1%, dan ekstrak kayu manis 1,5%.

3.3.5. Pencetakan *antimicrobial film*

Larutan *antimicrobial film* 25 ml dituang dalam cetakan yang sudah dibersihkan sebelumnya. Larutan diratakan hingga diperoleh ketebalan yang sama dan dimasukkan ke dalam oven suhu 40°C selama 24 jam. Dinginkan dalam desikator dalam suhu kamar selama 24 jam.

3.3.6. Menguji *antimicrobial film* dengan metode pengamatan organoleptik

Pengamatan organoleptik dilakukan dengan menguji rasa pada *antimicrobial film* berdasarkan uji kesukaan. Pengujian dilakukan oleh 10 orang responden.

3.3.7. Menguji karakteristik mekanik *antimicrobial film* dengan alat FG/SPAG 01/2650 *Texture Analyser*

Alat FG/SPAG 01/2650 *Texture Analyser* menghasilkan data karakteristik mekanik film yaitu modulus young, *tensile strength*, *extension at maximum*, stiffness, load at maximum, load at break, extension at break, stress at break dan tensile energy to break. Dalam penelitian ini karakteristik mekanik *antimicrobial film* yang diuji berupa *tensile strength* (kuat tarik), *extension at maximum* (pemanjangan) dan modulus young (keelastisan) menggunakan alat FG/SPAG 01/2650 *Texture Analyser*. *Antimicrobial film* ukuran 30 cm x 5 cm dililitkan pada

pengait. Pada program diatur variabel tetap berupa ketebalan, panjang dan lebar *antimicrobial film*. Dipilih Start new operation dan film akan ditarik oleh pengait hingga putus. Data yang telah dibaca merupakan hasil pengukuran dan sifat mekanik yang ingin diketahui.

3.3.8. Uji Kadar Air (Sudarmadji, *et al.*, 1996)

Cawan kosong ditimbang dan didapat berat cawan kosong (A). *antimicrobial film* yang diletakkan dalam cawan tadi ditimbang, maka didapat berat cawan dan *film* sebelum pengeringan (B). *Antimicrobial film* dikeringkan dalam oven pada temperatur 105°C selama 24 jam. Cawan yang berisi *antimicrobial film* dikeringkan sehingga didapat berat cawan dan *film* sesudah pengeringan (C).

$$\text{Perhitungan: kadar air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

3.3.9. Uji densitas *film*

Densitas atau berat jenis *antimicrobial film* diukur setelah *film* mengering. Menghitung densitas dengan cara menghitung massa *antimicrobial film*. Mengukur panjang *film* (p). Mengukur lebar *film* (ℓ). Mengukur tebal *film* menggunakan jangka sorong (t). Melakukan perhitungan *antimicrobial film* dengan rumus: $\rho \text{ antimicrobial film} = \frac{\text{massa}}{p \times \ell \times t}$

3.3.10. Uji *antimicrobial film*

Uji *antimicrobial film* menggunakan metode difusi agar. Pembuatan natrium agar (NA) dalam metode ini menggunakan 4 g NA yang kemudian dilarutkan dalam 100 ml aquades. Pencampuran dengan pemanasan hingga 100°C selama 10 menit. Setelah homogen, sebanyak 5 ml NA dituang ke dalam cawan

petri. Setelah padat NA di autoklaf selama 15 menit. Penanaman mikroba *Escherichia coli* sebanyak 1 ml yang telah diencerkan diletakkan ke dalam medium agar yang sudah dilubangi sebelumnya (sumuran).

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kadar air *edible film* ekstrak kayu manis dan ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 1% dan 1,5% berkisar antara 9,07% - 13,01%, sedangkan densitas *edible film* ekstrak kayu manis dan ekstrak bawang putih berkisar antara 2,16 g/cm³ – 3,42 g/cm³. Nilai *modulus young* pada *edible film* ekstrak kayu manis dan ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 1% dan 1,5% berkisar antara 2,101 Mpa – 2,872 Mpa. Nilai *tensile strength* didapat 2,354 – 3,808 N/mm². *Extension at maximum* sebesar 4,626 mm – 6,880 mm.
2. Antara *edible film* ekstrak kayu manis dan *edible film* ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 1% dan 1,5% yang paling efektif sebagai penghambat mikroba *Escherichia coli* adalah *edible film* ekstrak bawang putih 1,5%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian lanjutan tentang pembuatan *antimicrobial film* dari tepung porang untuk mengurangi kadar air *film*.
2. Melakukan pengujian karakteristik sifat fisik uji kelarutan untuk *edible film* sebagai bahan pengemas makanan.
3. Melakukan pengujian karakteristik mekanik dengan uji elongasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajizah, A., 2004. Sensitivitas Salmonella Typhimurium terhadap ekstrak daun psidium Guajava L. *Jurnal Biologi Universitas Lambung Mangkurat*. 1(1):31-38.
- Angelica, N. 2013. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun dan Kulit Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii* (Nees & Th. Nees) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal ilmiah Universitas Surabaya*. 2(2):1-8
- Ankri, S. & David M. 1999. Antimicrobial Properties of Allicin from Garlic. *Journal of Microbes and Infection*. 2(1):125-129
- Banker, G.S., 1996. Film Coating Theory and Practice. *Journal Pharmacy Scientific*. 55:81-9.
- Barus, S.P., 2002. *Karakteristik Film Pati Biji Nangka (Artocarpus integra Meur) dengan Penambahan CMC*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya
- Bisset, N.G. & M. Wichtl. 2001. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals* (2nd ed.). Germany: Medpharm Scientific Publishers
- Careda, M.P., C. M. Henrique, M. A. de Oliveira, M. V. Ferraz, N. M. Vincentini. 2000. Characterization of Edible Films of Cassava Starch by Electron Microscopy. *Braz. Journal of Food Technology* 3:91-95.
- Cui, S.W. 2005. *Food Carbohydrates Chemistry, Physical Properties, and Applications*. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Singapore.
- Donhowe, G. & Fennema, O. (eds.). 1994. *Edible Film and Coating : Characteristic, Formation, Definitions and Testing Method Krotcha et al.* Edible Coating and Film to Improve Food Quality. Technomic Publ. Co. Inc. Lancaster. 378.
- Dwijayanti, K.R. 2011. *Daya Antibakteri Minyak Atsiri Kulit Batang Kayu Manis (Cinnamomum burmannii BI.) terhadap Streptococcus mutans Penyebab Karies Gigi*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma.
- Flores, S., Fama, L., Rojas, A.M., Goyanes, S. & Gerschenson, L. 2007. Physical Properties of Tapioca-Starch Edible Films: Influence of Filmmaking and Potassium Sorbate. *Food Research International*, 40(2):257–265.

- Gaman, P.M. & Sherrington, K.B. 1992. *Ilmu Pangan : Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi, dan Mikrobiologi* (2thed.). Yogyakarta: UGM – Press.
- Glicksman, M. 2000. *Food Hydrocoloids Volume 1*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 199p.
- Greenwood, C.T. & D.N. Munro. 1979. *Carbohydrates*. Di dalam R.J. Priestley,ed. *Effects of Heat on Foodstufs*. Applied Science Publ. Ltd., London.
- Han, J.H. 2000. Antimicrobial Food Packaging. *Journal of Food Technology*. 54:56-65.
- Henry, N.O. 2007. Effect of Chemical on Starch of Some Legume Flours. *Pakistan Journal of Nutrition University of Nigeria*. 6(1):167-171.
- Hotchikiss, J. H. 1997. Food-Packaging Interactions Influencing Quality and Safety. *Food Additives Contaminants*. 14:601-607
- Hui, Y.H. 2006. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering Volume I*. CRC Press, USA.
- Jawetz, E., Melnick, J.L. & Adelberg E.A., 1995. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Salemba Medika.
- Kainuma K., Odat T. & Cuzuki S. 1976. *Study of Starch phosphates Monoesters*. *Journal Technology, Soc. Starch*. 14(1):24–28.
- Kasyanto, W. 1987. *Membuat Tahu*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Kinzel, B. 1992. Protein-rich edible coatings for foods. *Agricultural research*. 17:20-21
- Krochta, J.M., E.A. Baldwin & M.O. Nisperos-Carriedo. 1994. *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Company, NewYork, NY.
- Krochta, D.M.J. 1997. Edible and Biodegradable Polymers Flm: Changes & Opportunities. *Journal of Food Technology*. 51(2):61-74
- Layuk, P.M.L., G.H. Yoseph, M.M. Rumoki, R. Novarianto & J.G. Kindangen. 2002. *Pasca Panen dan Pengolahan Kedelai*, Balai pengkajian Teknologi pertanian:Sulawesi Utara.

- Lestari, R.B. 2008. Teknologi Produksi Biodegradable Film dari Aloe Vera dan Aplikasinya sebagai Pengemas Ramas Lingkungan pada Buah Duku. *Jurnal Penelitian Universitas Tanjungpura*. 10(2):62-68
- Liberman, E.R. & S.G. Gilbert. 1973. Gas Permeation of Collagen Films as Affected by Cross-linkage, Moisture and Plasticizer Content. *Journal of Polymer Science*. 41: 33-34
- Liu Z. & J.H. Han. 2005. Film Forming Characteristics of Straches. *Journal Food Science*. 70(1):E31-E36
- Nainggolan, M. 2008. *Isolasi Sinamaldehida dari Kulit Kayu Manis (Cinnamomum burmanii)*. Tesis. Medan: FMIPA Universitas Sumatera Utara.
- Pakpahan, A. 1994. *Pengaruh pemberian ekstrak bawang putih melalui intra vena terhadap tekanan darah kelinci jantan*. Thesis. Bandung: Fakultas Biologi ITB.
- Poeloengasih, C. D. & Djagal W. M. 2003. Karakterisasi Edible Film dari Komposit Protein Biji Kecipir dan Tapioka. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 14(3):224-232
- Price, J.C. 2005. *Glycerin, Pharmaceutical Excipients*. London: Pharmaceutical Press Electronic Version.
- Quintavalla, S. & Vicini, L. 2002. Antimicrobial Food Packaging in Meat Industry. *Journal of Meat Science*. 61:373.
- Ramadanti, I.A. 2008. *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bawang Putih terhadap bakteri Escherichia coli secara in vitro*. Skripsi. Semarang: Fakultas Kedokteran UNDIP
- Radley, J.A. 1976. *Starch Production Technology*. Aplied Science Publ., London
- Ridawati, A. & Indah K.W. 2011. Microbiological and Sensory Quality of Beef Rollade Coating with Modified Canna Edulis Strach Edible Film Incorporated with Cumin (*Cuminum Cyminum*) Oil. *Journal of Universitas Negeri Jakarta*. Jakarta : Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
- Rodriguez, M, J. Oses, K. Ziani & J.I. Mate. 2006. Combined effect of plasticizers and urfactants on the physical properties of starch based edible films. *Food Res. Int*. 39: 840-846.
- Setiawan, C. 2012. *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Daun Jati Mas (Tectona Grandis) Metode Microwave-Assisted Extraction terhadap Eschericia*

colli dan Staphylococcus aureus (Kajian Waktu Ekstraksi dan Rasio Pelarut:Bahan). Skripsi. Malang: Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya

- Shan B., Yi Z.C., Jhon D. & Harold C. 2007. Antibacterial Properties and Major Bioactive Components of Cinnamon Stick (*Cinnamomum burmannii*): Activity against Foodborne Pathogenic Bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55(14):5484-5490.
- Sinaga, L.L., M.S. Rejekina S. & M.S. Sinaga. 2013. Karakteristik Edible Film dari Ekstrak Kacang Kedelai dengan Penambahan Tepung Tapioka dan Gliserol sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(4):12-16
- Soekarto, S.T., 1990. *Peranan Pengemasan dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi dan Ekspor Produk Pangan di Indonesia*. Di dalam : S.Fardiaz dan D.Fardiaz (ed), *Risalah Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi dalam Negeri dan Ekspor Pangan*. Jakarta.
- Suherdi. 1999. *Kajian Produksi Kulit Kayu Manis dari Berbagai Tinggi Tempat di Sumatera Barat*. Prosiding seminar penelitian tanaman rempah dan obat Sub Balitto Solok. Solok
- Suliantari, W. 1990. *Teknologi Fermentasi Umbi-umbian dan Biji-bijian*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB Bogor.
- Suryaningrum, D.T.H., J. Basmal, & Nurochmawati. 2005. Studi pembuatan edible film dari karaginan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 11(4): 1-13.
- Syaichurrozi, I. & Netty H. 2012. *Kajian Penambahan Zat Antimikroba terhadap Karakteristik Edible Film dari Pati Ganyong (Canna Edulis Kerr.)*. Skripsi. Semarang: Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
- Syamsiyah, I.S. & S. Tajudin. 2005. *Khasiat dan Manfaat Bawang Putih Raja Antibiotik Alami* (4th ed.). Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Syarief, R., S. Santausa & St.Ismayana B. 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan*. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.
- Tandoro, Imam T. & Purwadi. 2014. Ratio Effect of Whey Protein and Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) Flour to Physico Chemical Quality of Edible Film. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak Universitas Brawijaya*. 14(3):52-57

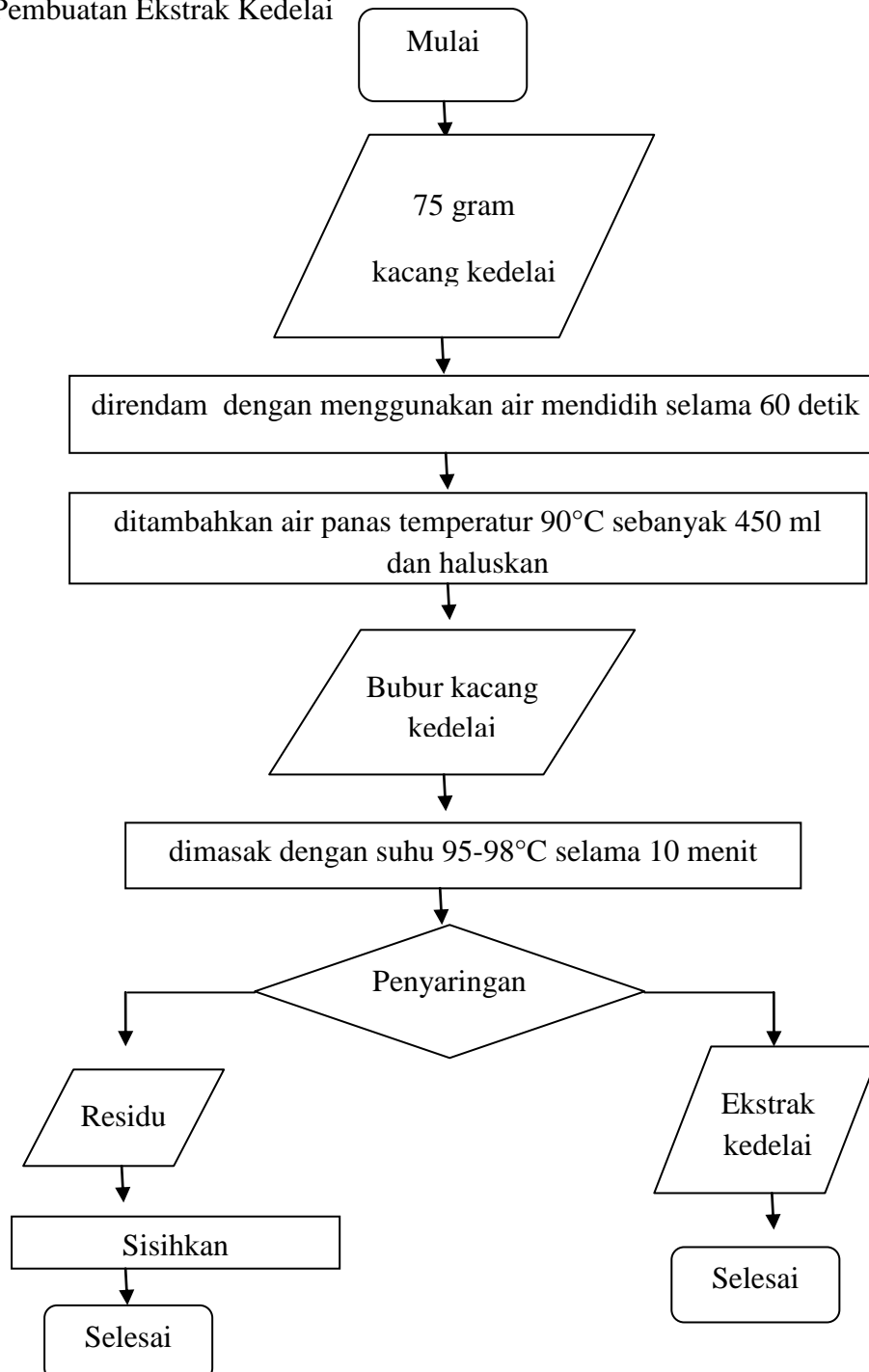
- Tyler, R.L. Brady & S.J. Robbers. 1998. *Pharmacognosy* (9th ed.). USA: Lean Febiger.
- Wahyu, M.K. 2009. *Pemanfaatan Pati Singkong sebagai Bahan Baku Edible Film*. Bandung : Universitas Padjajaran.
- Winarno, F.G. 1993. *Pangan Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari, Sri. 2006. *bioaktivitas Ekstrak Jahe (Zingiber Officinale Roxb) dalam Menghambat Pertumbuhan Koloni Bakteri Escherichi coli dan Bacillus subtilis*. Riau: FKIP Universitas Riau.
- Yuhana, M., I. Normalina & Sukenda. 2008. Pemanfaatan Ekstrak Bawang Putih *Allium sativum* untuk Pencegahan dan Pengobatan pada Ikan Patin *Pangasionodon hypophthalmus* yang diinfeksi *Aeromonas hydrophilia*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 7(1): 95-107.
- Yulia, A., Suparmo & Eni H. 2011. Studi Pembuatan Minuman Ringan Berkabonasi dari Ekstrak Kulit Kayu Manis-Madu. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 13(2):01-04.

LAMPIRAN

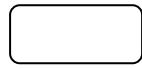
Lampiran 1

Skema Kerja Penelitian

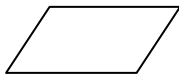
Pembuatan Ekstrak Kedelai



Keterangan symbol pada diagram alir skema kerja:



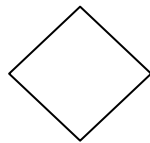
: Mulai / Selesai



: Bahan / Material



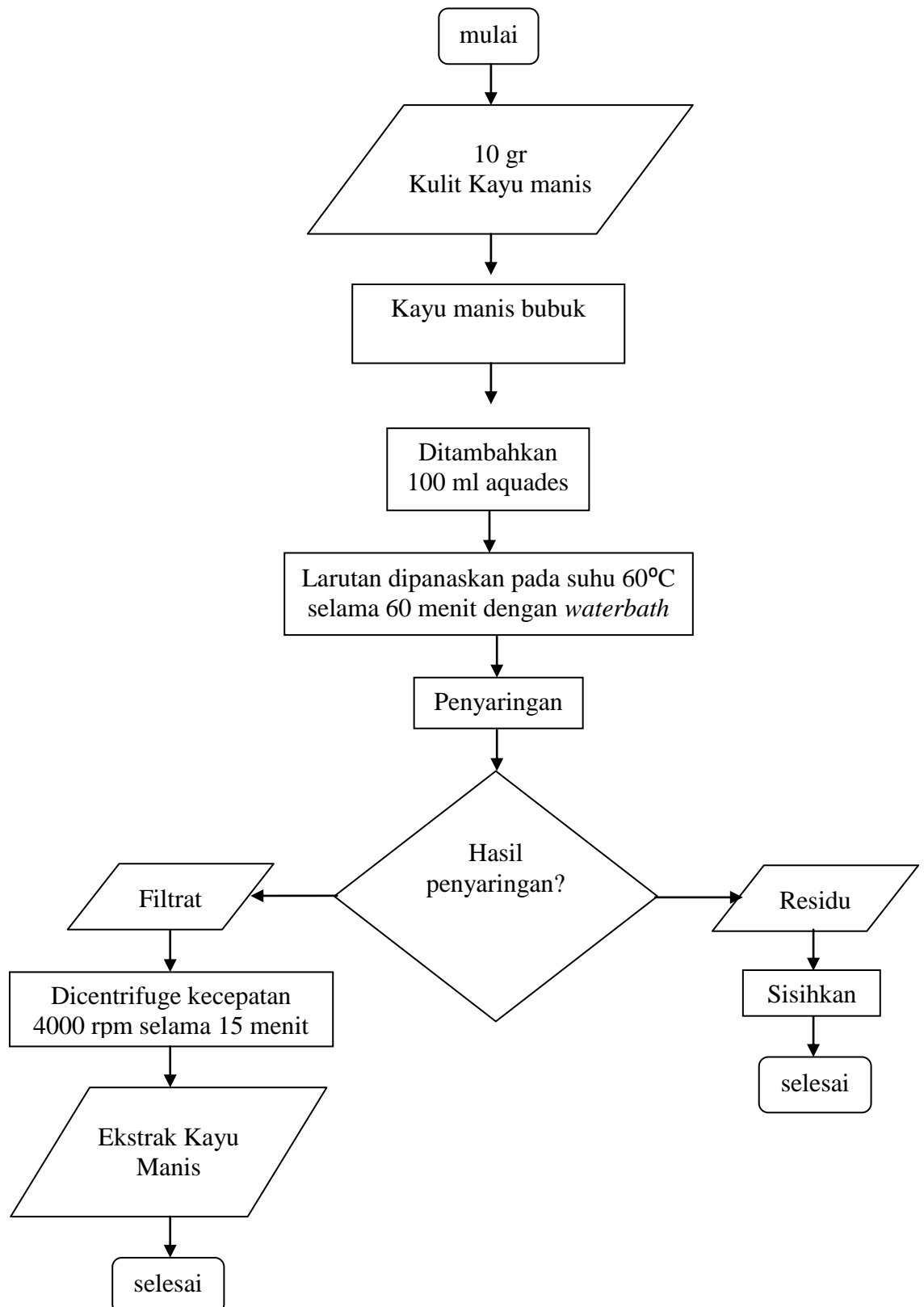
: Perlakuan



: Kontrol

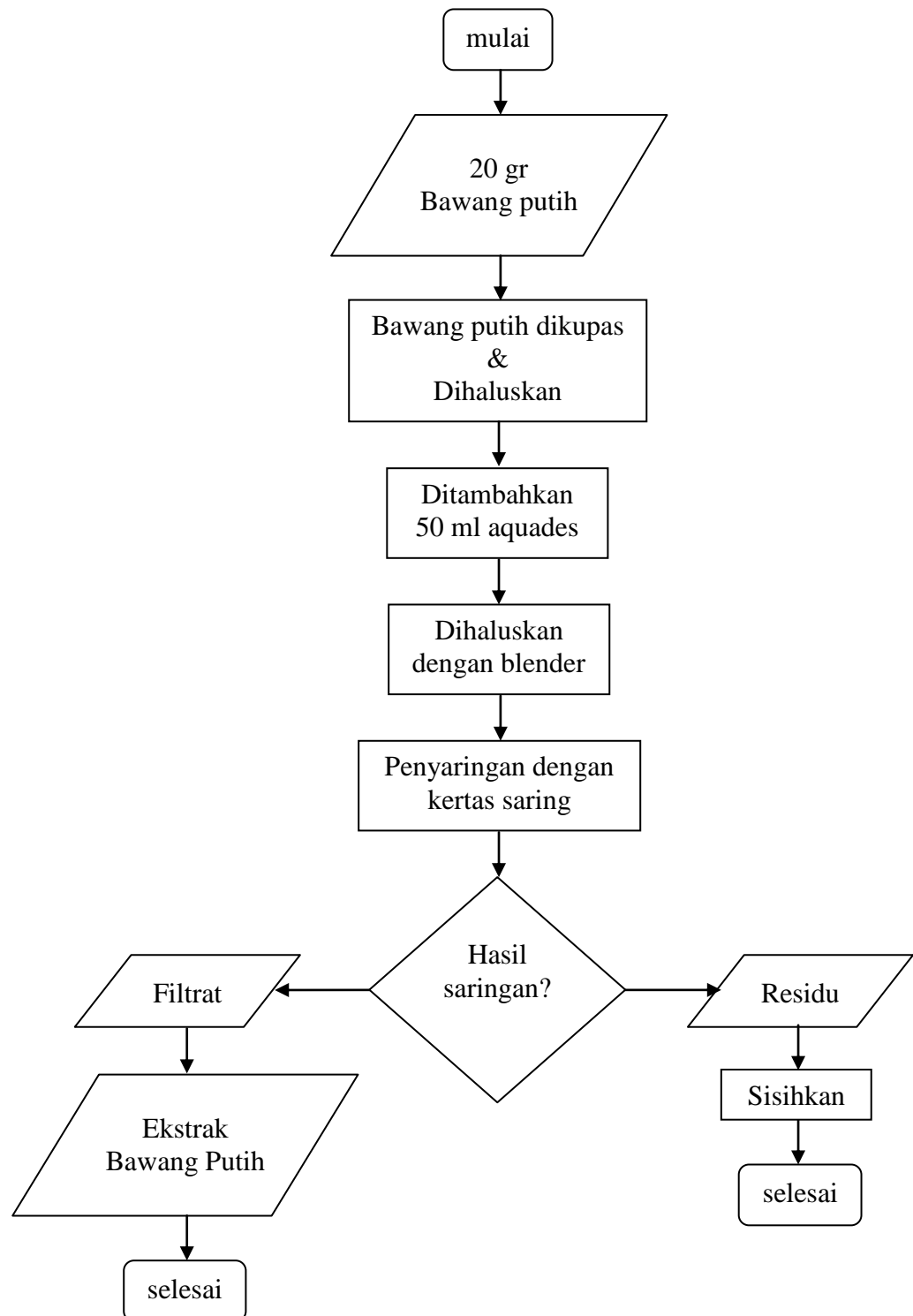
Lampiran 2

Pembuatan Ekstrak Kayu Manis

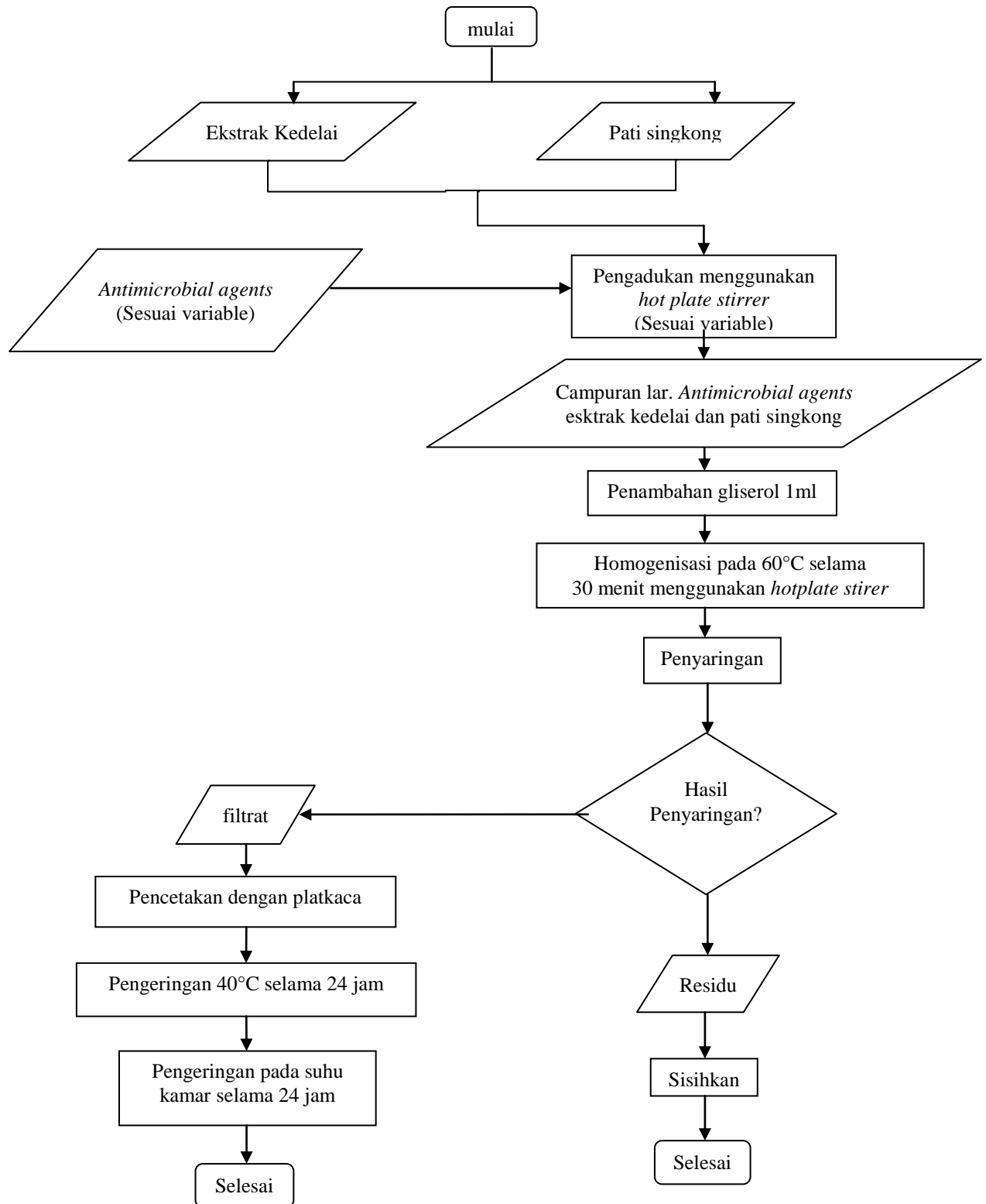


Lampiran 3

Pembuatan ekstrak bawang putih



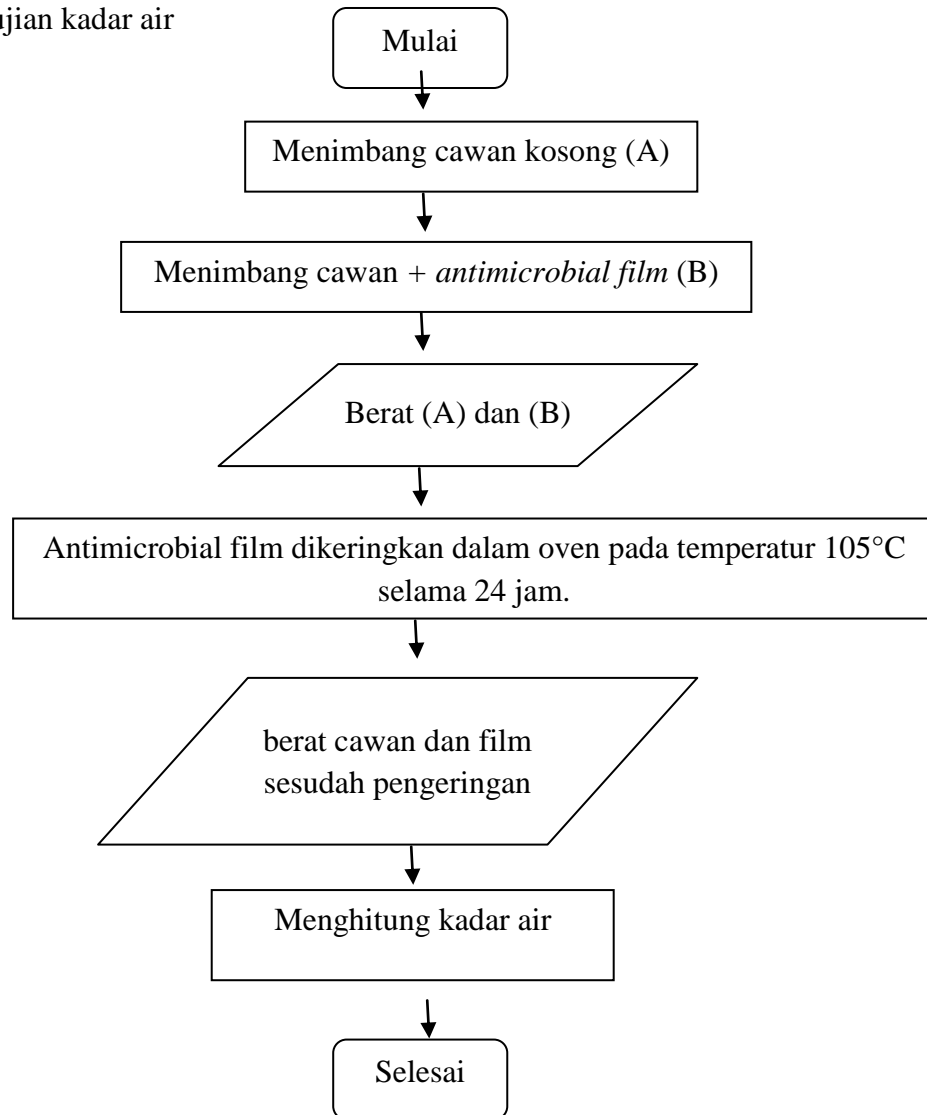
Lampiran 4

Diagram alir pembuatan *antimicrobaia film*

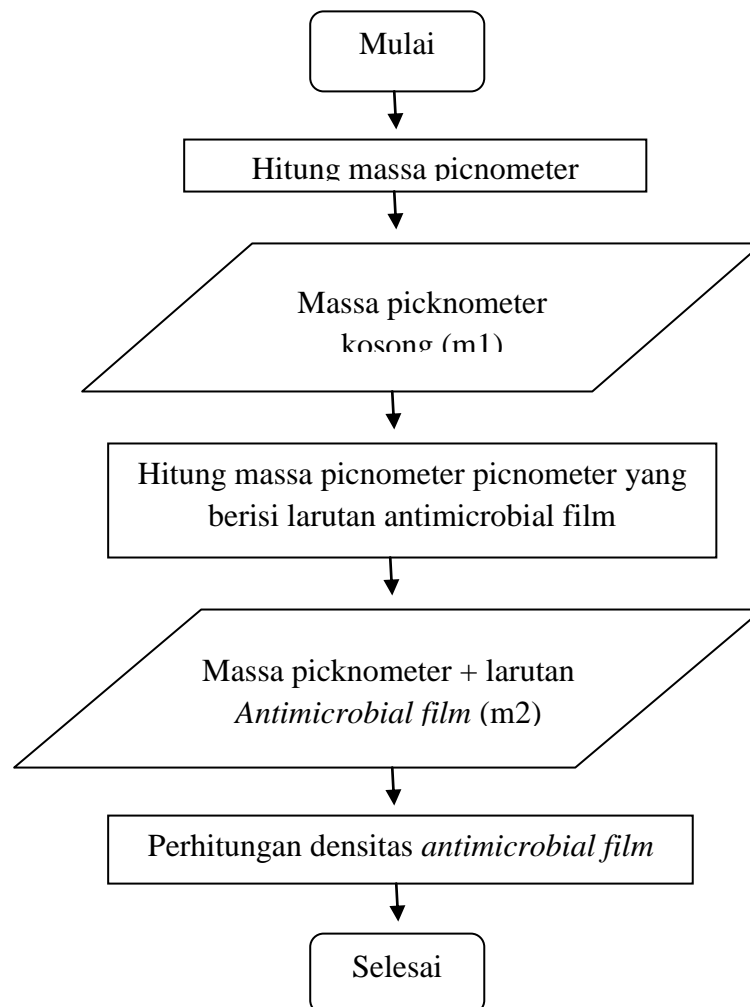
Lampiran 5

Skema Kerja Pengujian *Antimicrobial film*

Pengujian kadar air

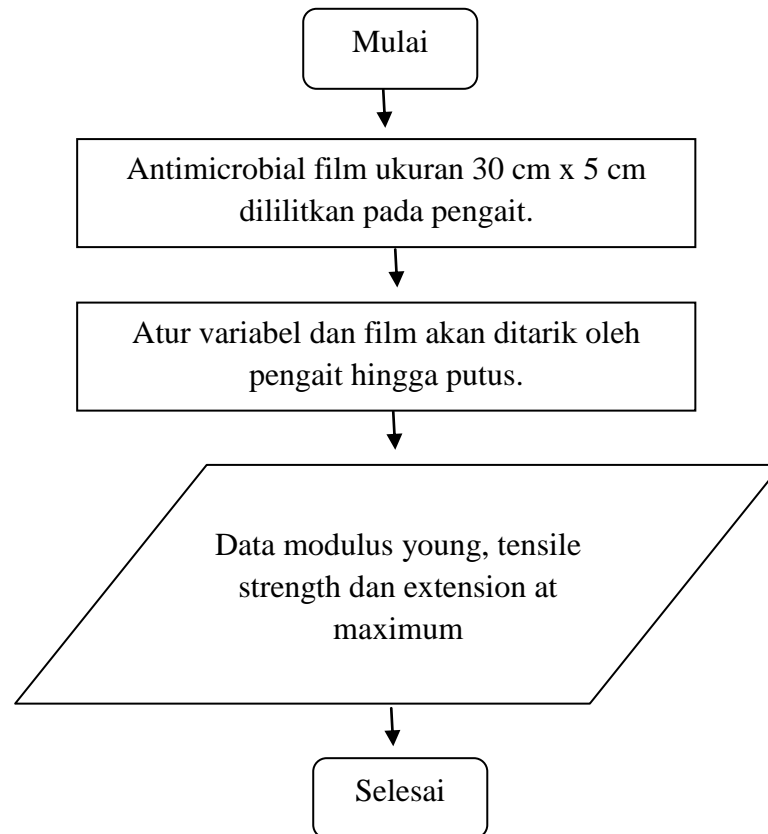


Lampiran 6

Pengujian densitas *antimicrobial film*

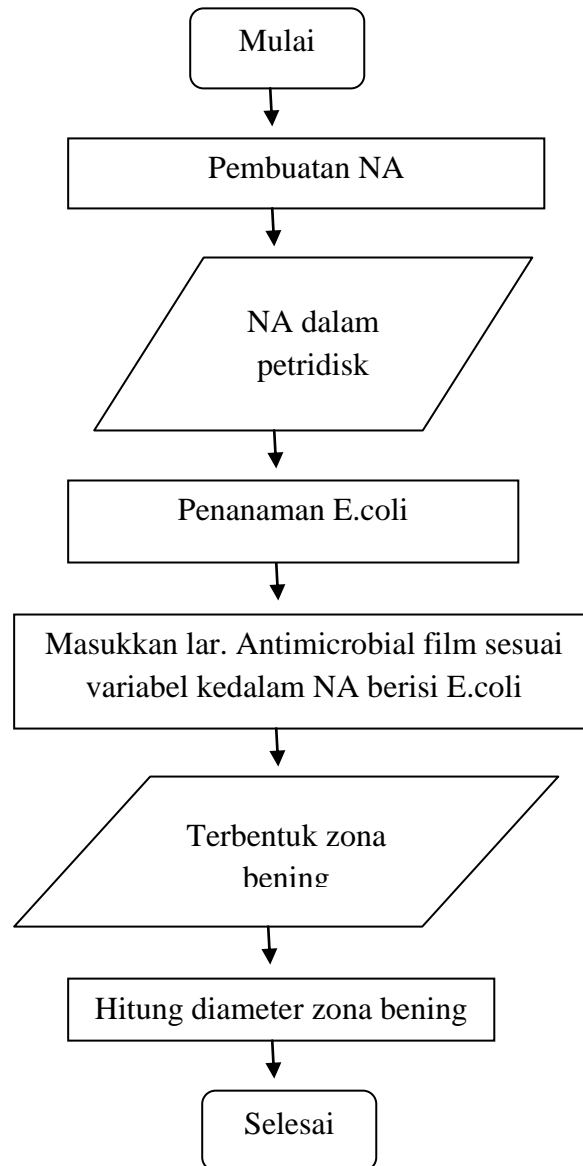
Lampiran 7

Pengujian karakteristik mekanik *antimicrobial film* menggunakan alat FG/SPAG 01/2650 *Texture Analyser*.



Lampiran 8

Pengujian antimikroba



Lampiran 9

Uji kadar air antimicrobial film

1. Tanpa antimikroba

$$A = 58,437$$

$$B = 60,002$$

$$C = 59,860$$

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar air} &= \frac{60,002-59,860}{60,002-58,437} \times 100\% \\ &= \frac{0,142}{1,565} \times 100\% \\ &= 9,07\% \end{aligned}$$

2. *edible film* ekstrak kayu manis 1%

$$A = 58,729$$

$$B = 63,391$$

$$C = 62,866$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar air} &= \frac{63,391-62,866}{63,391-58,729} \times 100\% \\ &= \frac{0,525}{4,662} \times 100\% \\ &= 11,26\% \end{aligned}$$

3. *edible film* ekstrak kayu manis 1,5%

$$A = 59,838$$

$$B = 65,008$$

$$C = 64,335$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar air} &= \frac{65,008-64,335}{65,008-59,838} \times 100\% \\ &= \frac{0,673}{5,17} \times 100\% \\ &= 13,01\% \end{aligned}$$

4. *edible film* ekstrak bawang putih 1%

$$A = 58,672$$

$$B = 59,894$$

$$C = 59,772$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar air} &= \frac{59,894-59,772}{59,894-58,672} \times 100\% \\ &= \frac{0,122}{1,222} \times 100\% \\ &= 9,98 \% \end{aligned}$$

5. *Edible film* ekstrak bawang putih 1,5%

$$A = 60,981$$

$$B = 61,802$$

$$C = 61,697$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar air} &= \frac{61,802-61,697}{61,802-60,981} \times 100\% \\ &= \frac{0,105}{0,821} \times 100\% \\ &= 12,73 \% \end{aligned}$$

Lampiran 10

Perhitungan densitas film

1. Densitas *edible film* tanpa antimikroba

$$m = 0,0196 \text{ g}$$

$$p = 5 \text{ cm}, l = 2 \text{ cm}, t = 0,001 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{\text{massa}}{p \times l \times t}$$

$$\rho = \frac{0,0196}{5 \times 2 \times 0,001}$$

$$\rho = 1,960 \text{ g/cm}^3$$

2. Densitas *edible film* ekstrak kayu manis 1%

$$m = 0,0307 \text{ g}$$

$$p = 5 \text{ cm}, l = 2 \text{ cm}, t = 0,001 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{\text{massa}}{p \times l \times t}$$

$$\rho = \frac{0,0307}{5 \times 2 \times 0,001}$$

$$\rho = 3,070 \text{ g/cm}^3$$

3. Densitas *edible film* ekstrak kayu manis 1,5%

$$m = 0,0342 \text{ g}$$

$$p = 50 \text{ cm}, l = 20 \text{ cm}, t = 0,001 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{\text{massa}}{p \times l \times t}$$

$$\rho = \frac{0,0342}{5 \times 2 \times 0,001}$$

$$\rho = 3,420 \text{ g/cm}^3$$

4. Densitas *edible film* ekstrak bawang putih 1%

$$m = 0,0216 \text{ g}$$

$$p = 5 \text{ cm}, l = 2 \text{ cm}, t = 0,001 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{\text{massa}}{p \times l \times t}$$

$$\rho = \frac{0,0216}{5 \times 2 \times 0,001}$$

$$\rho = 2,160 \text{ g/cm}^3$$

5. Densitas *edible film* ekstrak bawang putih 1,5%

$$m = 0,0263 \text{ g}$$

$$p = 5 \text{ mm}, l = 2 \text{ mm}, t = 0,001 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{\text{massa}}{p \times l \times t}$$

$$\rho = \frac{0,0263}{5 \times 2 \times 0,001}$$

$$\rho = 2,630 \text{ g/cm}^3$$

DOKUMENTASI PENELITIAN



Bahan pembuatan *antimicrobial film*



Perebusan kacang kedelai



Perebusan bubur kacang kedelai



Penyaringan ekstrak kedelai



Pemanasan ekstrak kayu manis
dengan Water bath



Pengadukan ekstrak kayu manis
menggunakan *centrifuge*



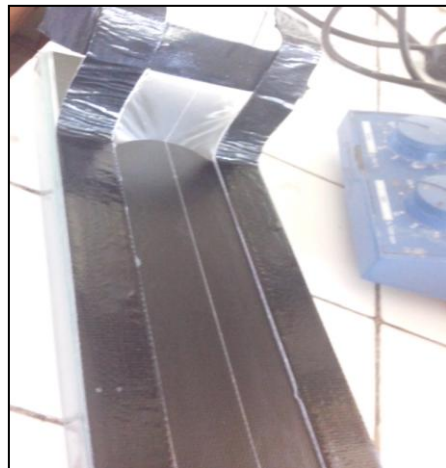
Pengadukan larutan *antimicrobial film*
menggunakan hot plate stirrer



Pengeringan *antimicrobial film*
menggunakan oven 40°, 24 jam



Pengelupasan *antimicrobial film* dari cetakan setelah 24 jam pada suhu kamar



Antimicrobial film



Sterilisasi alat petridisk



Pembuatan NA



Munculnya zona bening *edible film*
ekstrak bawang putih



Munculnya zona bening *edible film*
ekstrak kayu manis



Alat uji karakteristik mekanik