



**POTENSI EKSTRAK DAUN MURBEI (*Morus alba* L.)
TERENKAPSULASI SEBAGAI ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

**Oleh
Neza Annisa Pradilla
NIM 151710101115**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2019



**POTENSI EKSTRAK DAUN MURBEI (*Morus alba* L.)
TERENKAPSULASI SEBAGAI ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh
Neza Annisa Pradilla
NIM 151710101115

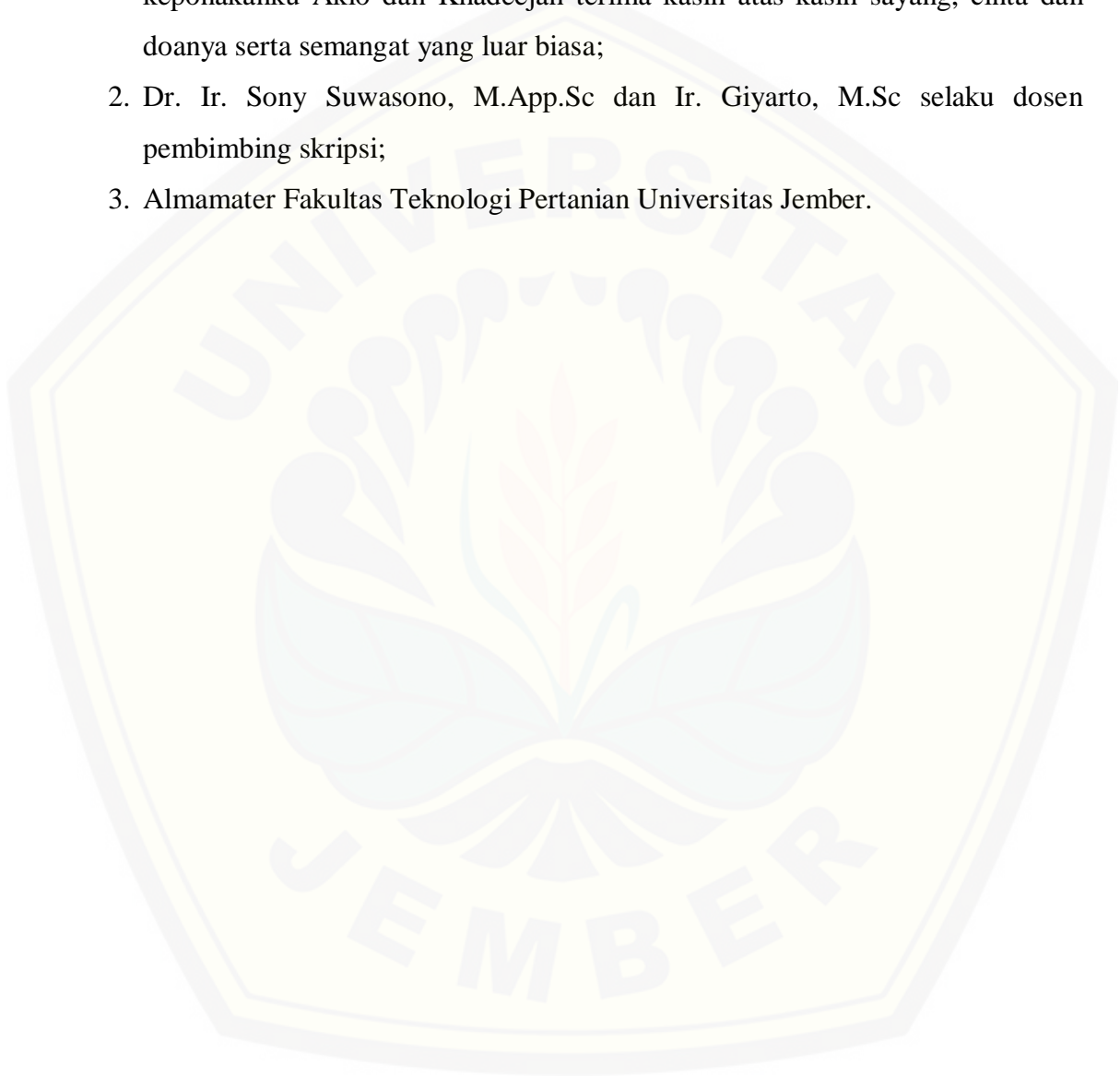
**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2019

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan skripsi ini untuk :

1. Ibuku Khoiriyah, Bapakku Sutoyo, Mas Gadang dan Mbak Rina serta keponakanku Akio dan Khadeejah terima kasih atas kasih sayang, cinta dan doanya serta semangat yang luar biasa;
2. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc dan Ir. Giyarto, M.Sc selaku dosen pembimbing skripsi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

*“ ... Sesungguhnya sesudah kesulitan itu adalah kemudahan, sesungguhnya kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanlah hendaknya kamu berharap”
(QS Al-Insyirah 94;6-8)*

*“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”
(Al-Baqarah: 153)*

Departemen Agama Republik Indonesia. 2015. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung : CV. Darus Sunnah

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Neza Annisa Pradilla

NIM : 151710101115

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Potensi Ekstrak Daun Murbei (*Morus alba L.*) Terenkapsulasi sebagai Antioksidan dan Antibakteri”** adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 Desember 2019

Yang menyatakan,

Neza Annisa Pradilla

NIM 151710101115

SKRIPSI

**POTENSI EKSTRAK DAUN MURBEI (*Morus alba* L.)
TERENKAPSULASI SEBAGAI ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI**

Oleh

Neza Annisa Pradilla
NIM 151710101115

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sony Suwasono, M. App. Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Giyarto, M.Sc

PENGESAHAN


Skripsi berjudul **“Potensi Ekstrak Daun Murbei (*Morus alba* L.) Terenkapsulasi sebagai Antioksidan dan Antibakteri”** karya Neza Annisa Pradilla NIM 151710101115 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:


Hari/Tanggal : Senin, 4 November 2019

Tempat : Ruang Sidang 1 Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota



Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc
NIP. 196411091989021002



Ir. Giyarto, M.Sc
NIP. 196607181993031013

Tim Penguji :

Ketua



Anggota


Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P
NIP. 196808141998032001


Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P
NIDN. 0027127806

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Dwi Soekarno, S.TP., M.Eng
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Potensi Ekstrak Daun Murbei (*Morus alba L.*) Terenkapsulasi sebagai Antioksidan dan Antibakteri; Neza Annisa Pradilla; 151710101115; 2019; 96 halaman; Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Daun murbei dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan. Daun murbei memiliki kandungan senyawa aktif yaitu alkaloida, flavonoida, dan polifenol. Senyawa tersebut dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Senyawa bioaktif polifenol sangat sensitif, tidak stabil dan mudah mengalami degradasi akibat kondisi lingkungan. Upaya untuk melindungi kerusakan senyawa tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode enkapsulasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik ekstrak daun murbei terenkapsulasi dan mengetahui perlakuan terbaik konsentrasi penambahan maltodekstrin sebagai antioksidan dan antibakteri.

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu pembuatan ekstrak daun murbei, enkapsulasi ekstrak daun murbei, dan pengujian hasil penelitian yang meliputi rendemen, efisiensi enkapsulasi, warna, aktivitas antioksidan, total polifenol dan aktivitas antibakteri. Ekstraksi polifenol daun murbei dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol 75%. Enkapsulasi ekstrak daun murbei dilakukan dengan mencampur ekstrak 10% (v/v) ekstrak daun murbei dengan maltodekstrin 3%, 6%, dan 9% (b/v). Pengujian karakteristik ekstrak daun murbei dilakukan terhadap sifat fisik dan kimia serta antibakterinya dengan bakteri indikator *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi maltodekstrin memiliki pengaruh terhadap enkapsulasi ekstrak daun murbei. Rendemen enkapsulasi berkisar antara 3,27-5,45%, dengan warna serbuk ekstrak daun murbei terenkapsulasi kuning kehijauan. Efisiensi enkapsulasi berkisar 24,59-47,83%. Nilai total polifenol ekstrak daun murbei terenkapsulasi antara 34,49-67,21 mg

GAE/g. Ekstrak daun murbei terenkapsulasi berpotensi sebagai antioksidan dan antibakteri. Nilai aktivitas antioksidan ekstrak daun murbei berkisar antara 19,00-34,32%. Perlakuan yang memiliki nilai daya hambat tertinggi untuk enkapsulasi ekstrak daun murbei adalah perlakuan MD3 (maltodekstrin 3% dan ekstrak daun murbei 10%) Nilai IC50 untuk bakteri *Escherichia coli* 5,29 mg/ml. Nilai KHM untuk bakteri *Escherichia coli* yakni 17,31 mg/ml sedangkan nilai IC50 untuk bakteri *Staphylococcus aureus* 4,84 mg/ml. Nilai KHM untuk bakteri *Staphylococcus aureus* 13,28 mg/ml. Ekstrak daun murbei terenkapsulasi lebih efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dibandingkan bakteri gram negatif hal ini dikarenakan perbedaan struktur dinding sel *E. coli* lebih tahan daripada *S.aureus*.

SUMMARY

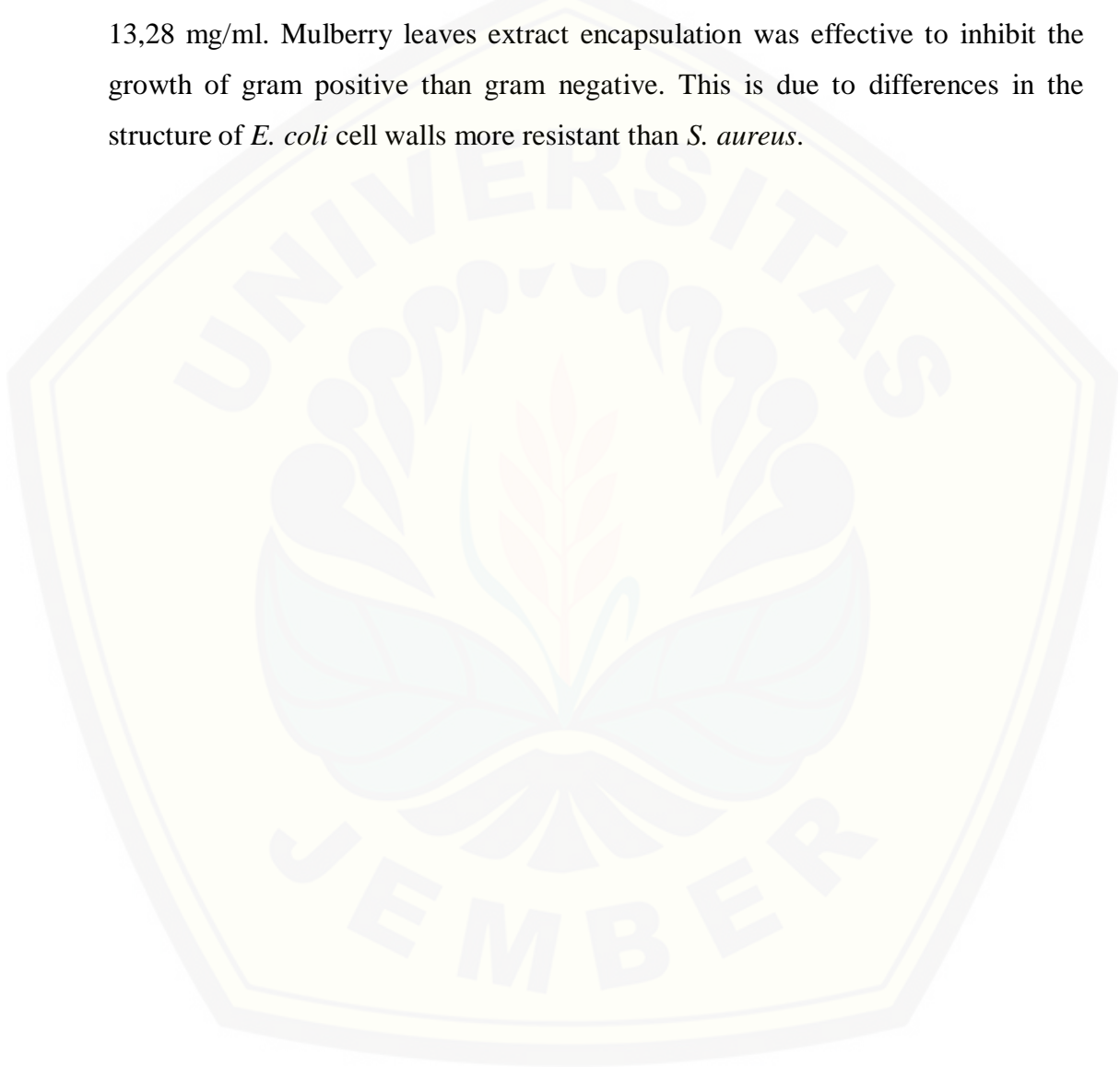
Antioxidant and Antibacterial Activity of Encapsulated Polyphenol Extracted From Mulberry Leaves (*Morus alba L.*); Neza Annisa Pradilla; 151710101115; 2019; 96 Pages; Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agricultural Technology, University Of Jember.

Mulberry leaves are can be used as medicine. Mulberry leaves contain active compounds such as alkaloids, flavonoids, and polyphenols. These compounds can inhibit the growth of pathogenic bacteria. Bioactive compounds in mulberry leaves such as polyphenols are very sensitive, unstable and easily degraded due to environmental conditions. It is necessary to protect these compounds by using the encapsulation method. The aim of this study was to know characteristic of encapsulation mulberry leaf extract and the best treatment concentration of addition of maltodextrin as an antioxidant and antibacterial.

The research consist of three steps, the first step were extraction of polyphenol from mulberry leaves. encapsulated extract from mulberry leaves and analysis encapsulation such as rendemen, encapsulation efficiency, colour, total polyphenols, antioxidant and antibacterial activity. Extraction of mulberry leaf polyphenols was carried out using 75% ethanol solvent. Encapsulation of mulberry leaf polyphenol extract is done by mixing 10% mulberry leaf extract with maltodextrin 3%, 6%, and 9%. Analysis of the characteristics of mulberry leaf extracts was carried out on the physical and chemical properties as well as its antibacterial properties with indicator bacteria *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*.

The research result showed that maltodextrin concentration influent of encapsulated mulberry leaves extract. The rendemen of encapsulation were between 3.27-5.45%. The colour of encapsulated mulberry leaves extract were yellow to green. The efficiency were 24.59-47.83%. Total polifenol of mulberry leaves extract were 34.49-67.21 mg GAE/g. Encapsulated of mulberry leaves was potential as antioxidant and antibacteria. Antioxidant activity of encapsulated

mulberry leaves extract were 19.00-34.32%. The Result of antibacterial activity of encapsulated mulberry leaves extract that have the appropriate criterion is on the use of 3% maltodextrin (3% maltodextrin and 10% mulberry leaves extract). IC₅₀ values for *Escherichia coli* is 5,29 mg/ml and MIC values is 17,31 mg/ml, whereas IC₅₀ values for *Staphylococcus aureus* is 4,84 mg/ml and MIC values is 13,28 mg/ml. Mulberry leaves extract encapsulation was effective to inhibit the growth of gram positive than gram negative. This is due to differences in the structure of *E. coli* cell walls more resistant than *S. aureus*.



PRAKATA

Rasa syukur kehadiran Allah SWT yang tak pernah lupa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang luar biasa besar, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Potensi Ekstrak Daun Murbei (*Morus Alba L.*) Terenkapsulasi sebagai Antioksidan dan Antibakteri**” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karenanya penulis menyampaikan rasa terima kasih yang teramat dalam kepada :

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Jayus., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc. selaku dosen pembimbing utama, Ir. Giyanto, M.Sc selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penelitian skripsi ini;
4. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P selaku dosen penguji utama, Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P selaku dosen penguji anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dalam membimbing serta memperbaiki skripsi ini;
5. Ibuku Khoiriyah dan Bapakku Sutoyo yang telah memberikan cinta kasih, dorongan, doa, dan kerja keras demi terselesaikannya skripsi ini;
6. Mas Gadang, Mbak Rina, Akio dan Khadeejah yang telah memberi warna kehidupan, sayang selalu untuk kalian;
7. Dimsum Team (Sumini, Dimitri, Yashinta, Intan, Desi, dan Khusna), Naning, Novi, Nadya, Nesia, Mbak Afil, Fiki, dan Uniken, yang selalu menemani, memberikan dukungan, semangat, dan motivasi penulis mampu menyelesaikan skripsi ini;

8. Rahmania, Nany, Nisa, Baity yang telah membantu penulis melakukan penelitian di laboratorium dan membantu menyelesaikan permasalahan selama penelitian;
9. Saudara seperjuangan THP-A 2015 dan THP 2015 terima kasih untuk persahabatannya, saling memotivasi, mendukung, mendoakan, dan menghibur lewat berbagai candaan dan menumbuhkan semangat dalam meraih gelar S.TP bersama;
10. Mikrobiologi *squad* (Hilda, Baba, Ismi, Nala, Agnes, Susi, Ajeng, Nofi, dan Hayu) yang telah menjadi *partner* di Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil Pertanian FTP UNEJ;
11. Bapak Sulis selaku penanggung jawab tanaman di Agroteknopark Universitas Jember yang mengizinkan penulis memetik daun murbei sepuasnya;
12. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah membantu kelancaran proses pembuatan skripsi ini;
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-satu, terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya.

Penulis sadar bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kesalahan. Penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi sempurnanya tulisan ini. Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 27 Desember 2019

Penulis

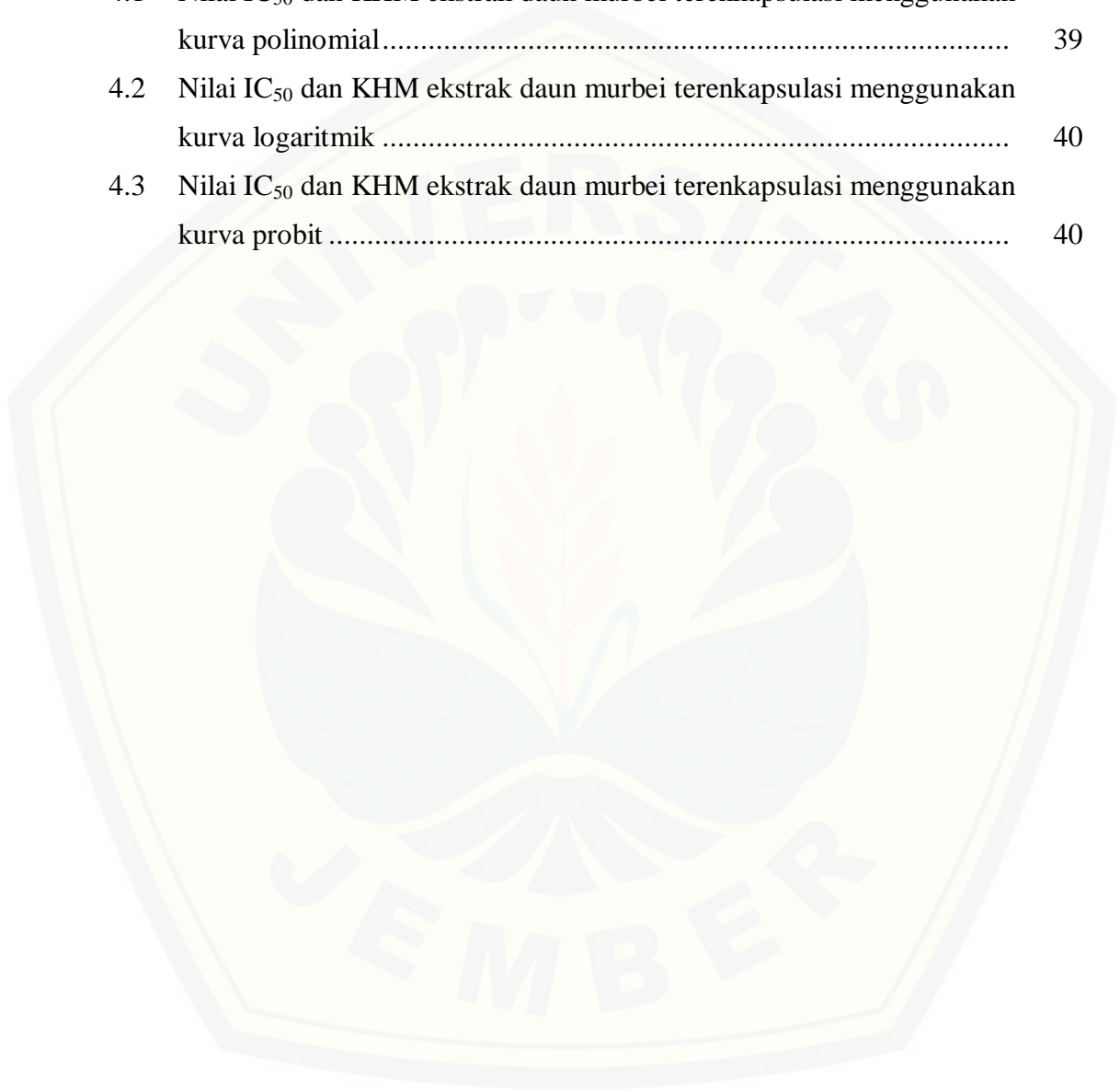
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Daun Murbei (<i>Morus alba L.</i>)	4
2.2 Ekstraksi	5
2.3 Teknik Encapsulasi	6
2.4 Maltodekstrin	8
2.5 Polifenol	9
2.5.1 Flavanoid.....	9
2.5.2 Tanin	10
2.5.3 Alkaloid	10
2.5.4 Steroid.....	11
2.6 Antioksidan	11
2.7 Antibakteri	12
2.8 <i>Escherichia coli</i>	14
2.9 <i>Staphylococcus aureus</i>	14
BAB 3. METODE PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	16
3.2.1 Bahan Penelitian.....	16
3.2.2 Alat Penelitian.....	16

3.3 Pelaksanaan Penelitian	17
3.3.1 Rancangan Percobaan.....	17
3.3.2 Rancangan Penelitian	17
3.4 Parameter Pengamatan	20
3.5 Prosedur Analisis	20
3.5.1 Rendemen.....	20
3.5.2 Efisiensi Enkapsulasi	20
3.5.3 Warna	20
3.5.4 Total Polifenol	21
3.5.5 Aktivitas Antioksidan	22
3.5.6 Uji Penghambatan	23
3.6 Analisis Data	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Rendemen	25
4.2 Efisiensi Enkapsulasi	26
4.3 Warna	27
4.4 Total Polifenol	29
4.5 Aktivitas Antioksidan	30
4.6 Aktivitas Antibakteri	31
4.6.1 <i>Eschericia coli</i>	32
4.6.2 <i>Staphylococcus aureus</i>	36
BAB 5. PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi senyawa polifenol daun murbei	10
3.1 Komposisi enkapsulasi ekstrak daun murbei	16
4.1 Nilai IC_{50} dan KHM ekstrak daun murbei terenkapsulasi menggunakan kurva polinomial.....	39
4.2 Nilai IC_{50} dan KHM ekstrak daun murbei terenkapsulasi menggunakan kurva logaritmik	40
4.3 Nilai IC_{50} dan KHM ekstrak daun murbei terenkapsulasi menggunakan kurva probit	40

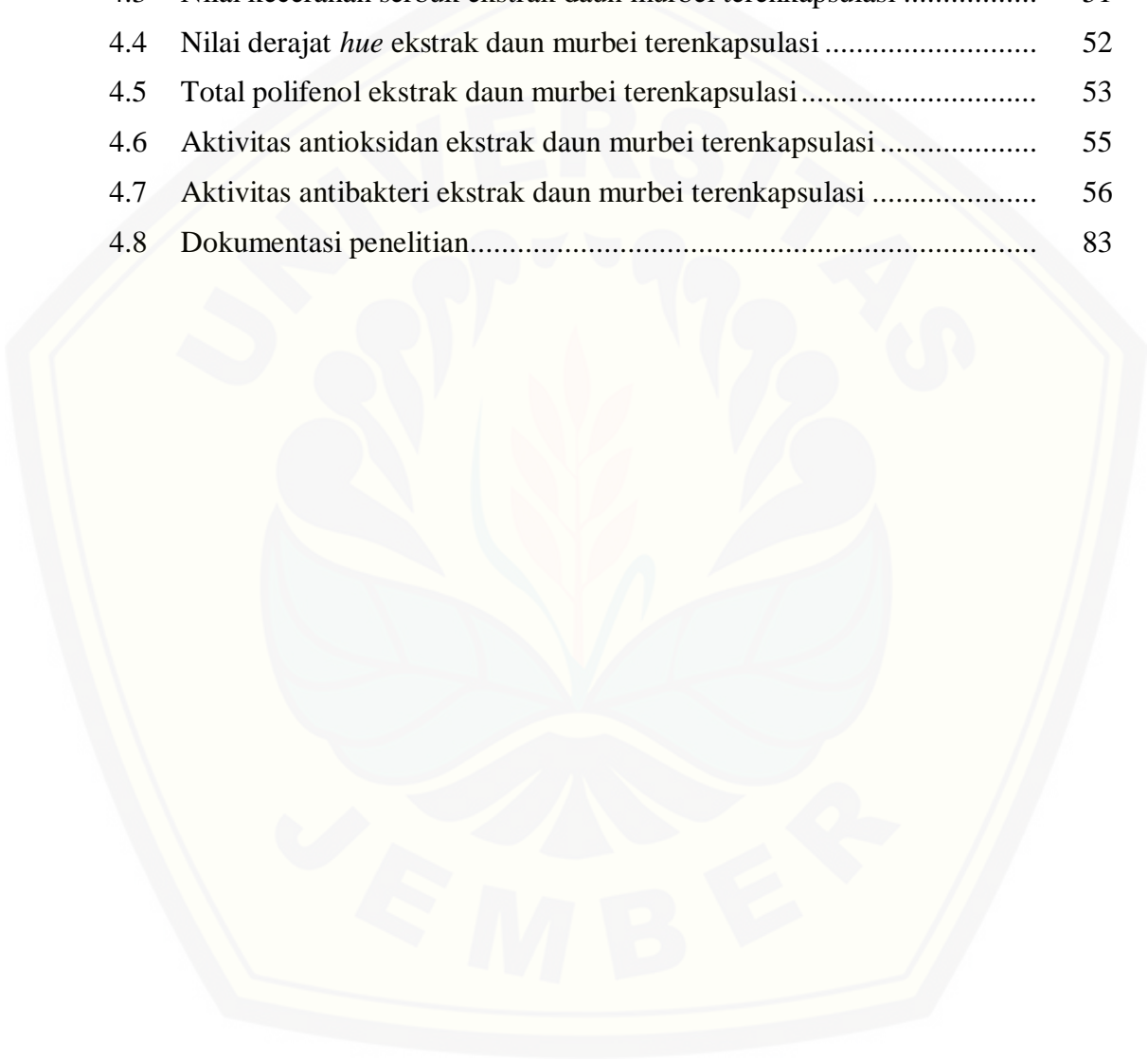


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tanaman murbei (<i>Morus alba</i> L.)	4
3.1 Ekstraksi polifenol daun murbei.....	17
3.2 Enkapsulasi ekstrak daun murbei	18
4.1 Rendemen ekstrak daun murbei terenkapsulasi	25
4.2 Efisiensi enkapsulasi ekstrak daun murbei terenkapsulasi	26
4.3 Nilai kecerahan serbuk ekstrak daun murbei terenkapsulasi	27
4.4 Nilai derajat <i>hue</i> ekstrak daun murbei terenkapsulasi	28
4.5 Total polifenol ekstrak daun murbei terenkapsulasi.....	29
4.6 Aktivitas antioksidan ekstrak daun murbei terenkapsulasi	31
4.7 Kurva hubungan penghambatan ekstrak daun murbei terenkapsulasi terhadap <i>Eschericia coli</i> menggunakan kurva polinomial	33
4.8 Kurva hubungan penghambatan ekstrak daun murbei terenkapsulasi terhadap <i>Eschericia coli</i> menggunakan kurva logaritmik.....	34
4.9 Kurva hubungan penghambatan ekstrak daun murbei terenkapsulasi terhadap <i>Eschericia coli</i> menggunakan kurva probit	35
4.10 Kurva hubungan penghambatan ekstrak daun murbei terenkapsulasi terhadap <i>Staphlococcus aureus</i> menggunakan kurva polinomial	36
4.11 Kurva hubungan penghambatan ekstrak daun murbei terenkapsulasi terhadap <i>Staphlococcus aureus</i> menggunakan kurva logaritmik	37
4.12 Kurva hubungan penghambatan ekstrak daun murbei terenkapsulasi terhadap <i>Staphlococcus aureus</i> menggunakan kurva probit.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Rendemen ekstrak daun murbei terenkapsulasi	49
4.2 Efisiensi enkapsulasi ekstrak daun murbei terenkapsulasi	50
4.3 Nilai kecerahan serbuk ekstrak daun murbei terenkapsulasi	51
4.4 Nilai derajat <i>hue</i> ekstrak daun murbei terenkapsulasi	52
4.5 Total polifenol ekstrak daun murbei terenkapsulasi	53
4.6 Aktivitas antioksidan ekstrak daun murbei terenkapsulasi	55
4.7 Aktivitas antibakteri ekstrak daun murbei terenkapsulasi	56
4.8 Dokumentasi penelitian.....	83



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Murbei (*Morus alba* L.) merupakan tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan. Salah satu bagian tanaman tersebut adalah daun. Daun murbei memiliki manfaat antara lain untuk penyakit flu, malaria, rematik, darah tinggi (hipertensi), kencing manis (*diabetes mellitus*), kolesterol tinggi dan gangguan pada saluran pencernaan (Dalimartha, 2008). Selain itu, daun murbei memiliki kandungan senyawa aktif yaitu tanin, alkaloid, steroid, flavonoid, glikosida dan saponin (Sethuramani *et al.* (2010). Senyawa tersebut dapat berperan sebagai antibakteri (Anita *et al.*, 2014). Hal ini juga didukung oleh Ambarwati (2007) yang menyatakan bahwa kandungan alkaloid dan flavonoid dalam suatu bahan berperan sebagai penghambat pertumbuhan bakteri patogen. Dalam penelitian Jurian (2016) ekstrak daun murbei menghasilkan total polifenol sebesar 92,87 mg GAE/ml dan antioksidan sebesar 36,14% dengan pengujian aktivitas antibakteri metode dilusi agar menunjukkan bahwa ekstrak daun murbei dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Menurut penelitian Thabti *et al.* (2014) menyatakan bahwa ekstrak daun murbei dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermis*, dan *Salmonella Typhimurium*.

Senyawa bioaktif pada daun murbei terdapat dalam jaringan, sehingga perlu dilakukan ekstraksi untuk mendapatkan senyawa tersebut dengan menggunakan metode maserasi. Senyawa bioaktif seperti polifenol sangat sensitif, tidak stabil dan mudah mengalami degradasi akibat kondisi lingkungan. Beberapa hal yang dapat menyebabkan terjadinya degradasi yaitu oksigen, cahaya, dan suhu (Novitasari, 2017). Sehingga perlu dilakukan perlindungan terhadap senyawa tersebut dengan menggunakan metode enkapsulasi.

Enkapsulasi dapat menyalut inti yang berupa senyawa aktif padat, cair, gas, ataupun sel dengan bahan pelindung tertentu sehingga dapat mempertahankan komposisi kimia seperti antioksidan dan polifenol serta mengurangi kerusakan senyawa-senyawa tersebut sebelum diaplikasikan (Hogan *et al.*, 2001). Material inti yang dilindungi disebut *core* dan struktur yang dibentuk oleh bahan pelindung yang menyelimuti inti disebut sebagai dinding, membran, atau kapsul. Sifat membran tersebut sangat bergantung pada teknik enkapsulasi dan jenis bahan yang digunakan (Krasaekoopt *et al.*, 2003).

Salah satu teknik yang paling banyak digunakan enkapsulasi adalah *spray drying*. Proses *spray drying* ini relatif singkat jika dibandingkan dengan proses pengeringan yang lain, sehingga membuat proses ini cocok untuk mengeringkan bahan yang sensitif terhadap panas (Srihari *et al.*, 2010). Pada enkapsulasi dibutuhkan bahan yang berfungsi sebagai enkapsulan. Bahan enkapsulan yang ideal adalah polimer yang dapat membentuk formasi lapisan yang baik, *biodegradable*, memiliki viskositas yang rendah pada konsentrasi tinggi, dan memiliki harga yang ekonomis (Barros *et al.*, 2006).

Maltodekstrin merupakan salah satu bahan enkapsulan yang sering digunakan dalam proses enkapsulasi. Maltodekstrin sangat ideal digunakan untuk proses enkapsulasi hal ini disebabkan selain harga yang terjangkau, sifat-sifat yang dimiliki maltodekstrin antara lain mengalami dispersi cepat, memiliki sifat daya larut yang tinggi, sifat higroskopis yang rendah, sifat *browning* yang rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat (Srihari *et al.*, 2010). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan perbedaan konsentrasi maltodekstrin pada ekstrak daun murbei terenkapsulasi untuk mengetahui aktivitas antioksidan dan antibakterinya.

1.2 Rumusan Masalah

Daun murbei memiliki senyawa bioaktif salah satunya polifenol yang dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan dan antibakteri. Namun senyawa tersebut tidak stabil dan mengalami kerusakan akibat faktor lingkungan seperti oksigen, cahaya dan suhu. Salah satu upaya untuk mencegah kerusakan senyawa tersebut perlu

dilakukan metode enkapsulasi. Enkapsulasi dapat mempertahankan komposisi kimia seperti antioksidan dan polifenol. Enkapsulasi membutuhkan bahan yang berfungsi sebagai enkapsulan. Bahan enkapsulan yang sering digunakan adalah maltodekstrin. Namun, belum diketahui lebih lanjut jumlah penambahan maltodekstrin yang efektif untuk enkapsulasi ekstrak daun murbei sebagai antioksidan dan antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui karakteristik ekstrak daun murbei terenkapsulasi
- b. Mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak daun murbei terenkapsulasi
- c. Mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak daun murbei terenkapsulasi

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yaitu memberikan informasi pengetahuan tentang pengembangan potensi daun murbei sebagai sumber antioksidan dan antibakteri melalui enkapsulasi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daun Murbei (*Morus alba* L.)

Murbei (*M. alba* L) merupakan tumbuhan yang berasal dari Cina dan tumbuh baik, pada ketinggian lebih dari 100 m dari permukaan laut, dan memerlukan cukup sinar matahari. Tumbuhan murbei dapat tumbuh hingga 9 meter, percabangannya banyak, cabang muda, berambut halus, daun tunggal, letak berselang dan bertangkai dengan panjang 1-4 cm. Helai daun berbentuk bulat telur sampai berbentuk jantung, ujung runcing, pangkal tumpul, tepi bergerigi, pertulangan menyirip, agak menonjol, permukaan atas dan bawah kasar, panjang 2,0-2,5 cm serta berwarna hijau (Dalimartha, 2008). Visualisasi lengkap tanaman murbei dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Tanaman murbei (*Morus alba* L.) (Dokumentasi Pribadi, 2019)

Kandungan senyawa aktif dalam daun murbei antara lain *isoquersetin*, asam amino, vitamin (A, B1, C, dan karoten), asam folat, adenin, *zinc*, *choline*, *copper*, *benzaldehyde*, *benzyl alcohol*, *phytoestrogens*, *alfa* dan *beta-hexenal*, *cis-g-hexenol*, asam klorogenik, asam fumarat, *formyltetrahydrofolik acid*, *ecdysterone*, *acetone*, *butylamine*, *moracetin*, *eugenol*, *inokosterone*, *scopoletin*, *linaool*, *trigonelline*, *rutin*, *scopolin*, *lupeol*, dan *mionositol* (BPOM RI, 2010). Menurut Sunanto (2009), daun murbei memiliki kandungan senyawa fitokimia yang berperan sebagai antibakteri yaitu antara lain alkaloida, flavonoida dan polifenol.

Daun murbei memiliki khasiat antara lain penyakit-penyakit flu, malaria, sakit kepala, sakit tenggorokan, sakit gigi, reumatik, darah tinggi (hipertensi), kencing manis (*diabetes mellitus*), kolesterol tinggi dan gangguan pada saluran pencernaan. Selain itu daun murbei memiliki beberapa efek farmakologis yang bersifat diuretik, ant demam dan antihipertensi (Dalimartha, 2008). Menurut penelitian Thabti *et al.* (2014) menunjukkan bahwa ekstrak daun murbei dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermis*, *Escherichia coli*, and *Salmonella typhimurium*. Hal ini didukung oleh penelitian Wang *et al.* (2012) bahwa daun murbei dapat menghambat pertumbuhan *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albican* dengan nilai KHM secara berturut-turut 1,563 mg/ml; 25 mg/ml; dan 25 mg/ml.

2.2 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu proses penarikan komponen senyawa yang diinginkan dari suatu bahan dengan cara pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu bahan yang merupakan sumber komponennya. Pada umumnya ekstraksi akan semakin baik bila permukaan serbuk simplisia yang bersentuhan dengan pelarut semakin luas. Oleh karena itu semakin halus serbuk simplisia maka akan semakin baik ekstraksinya. Selain luas bidang, ekstraksi juga dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia simplisia yang bersangkutan. Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah maserasi. Maserasi merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menarik atau mengambil senyawa yang diinginkan dari suatu larutan atau padatan dengan teknik perendaman terhadap bahan yang akan diekstraksi. Sampel yang telah dihaluskan direndam dalam suatu pelarut organik selama beberapa waktu (Ibrahim dan Marham, 2013).

Metode maserasi digunakan untuk mengekstrak jaringan tanaman yang belum diketahui kandungan senyawanya yang kemungkinan bersifat tidak tahan panas sehingga kerusakan komponen tersebut dapat dihindari. Kekurangan dari metode ini adalah waktu yang relatif lama, membutuhkan banyak pelarut dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang, namun di sisi lain metode maserasi

dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Mukhriani, 2014). Maserasi dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu tinggi. Ekstraksi senyawa aktif dari suatu jaringan tanaman dengan berbagai jenis pelarut pada tingkat kepolaran yang berbeda bertujuan untuk memperoleh hasil yang optimum, baik jumlah ekstrak maupun senyawa aktif yang terkandung dalam contoh uji.

Senyawa bioaktif daun murbei merupakan senyawa polar yang dapat diekstrak dengan menggunakan pelarut polar. Pelarut polar yang dapat digunakan adalah etanol dan air. Hasil penelitian Jurian (2016) menunjukkan bahwa ekstrak daun murbei efektif diekstrak dengan menggunakan etanol 75% dan maserasi pada suhu 60°C menghasilkan total polifenol ekstrak daun murbei tertinggi yakni sebesar 92,87 mg GAE/ml. Sedangkan penelitian Wang *et al.* (2012) ekstrak daun murbei menggunakan pelarut etanol memiliki nilai polifenol sebesar 21,75± 2,31 mg GAE/g.

2.3 Teknik Enkapsulasi

Enkapsulasi adalah proses atau teknik untuk menyalut inti yang berupa suatu senyawa aktif padat, cair, gas, ataupun sel dengan suatu bahan pelindung tertentu yang dapat mengurangi kerusakan senyawa aktif tersebut. Enkapsulasi membantu memisahkan material inti dengan lingkungannya hingga material tersebut terlepas (*release*) ke lingkungan. Material inti yang dilindungi disebut *core* dan struktur yang dibentuk oleh bahan pelindung yang menyelimuti inti disebut sebagai dinding, membran, atau kapsul (Krasaekoopt *et al.*, 2003)

Tujuan dari enkapsulasi adalah stabilitas bahan inti, mengontrol pelepasan bahan inti baik kecepatan maupun kondisi pelepasannya, melindungi komponen bahan yang sensitif terhadap kerusakan karena oksidasi, mengurangi kehilangan nutrisi, menambah komponen bahan tertentu pada bahan pangan lain dan mengubah bahan pangan bentuk cair ke bentuk padat yang lebih mudah ditangani, (Istiyani, 2008). Keberhasilan enkapsulasi antara lain: sifat fisikokimia bahan inti

atau zat aktif, bahan penyalut yang digunakan, tahap proses enkapsulasi (basah atau kering).

Bahan inti adalah bahan yang dienkapsulasi atau bahan yang dibungkus, bahan inti dapat berupa zat padat, cair atau gas sedangkan bahan yang digunakan sebagai pelapis disebut dengan kulit, penyalut atau enkapsulan. Bahan yang umum digunakan untuk enkapsulasi adalah berbagai jenis polisakarida dan protein seperti pati, alginat, gum arab, gelatin, karagenan, albumin dan kasein. Enkapsulan berbasis pati yang sering digunakan adalah maltodekstrin. Enkapsulan bertujuan untuk melindungi senyawa aktif dari degradasi yang dapat membentuk senyawa beracun dan memperpanjang umur simpan dari pengaruh lingkungan (Anal dan Singh, 2007). Selain itu menurut Sanchez *et al.* (2010) metode enkapsulan juga dapat meningkatkan bioaktivitas antibakteri dan aktivitas antioksidan.

Pada enkapsulasi, pengeringan dilakukan agar diperoleh sel terenkapsulasi dalam bentuk granula. Pengeringan dapat dilakukan dengan metode *spray drying* dan *freeze drying*. Pada penelitian ini dilakukan pengeringan dengan metode *spray drying*. Proses *spray drying* dapat menghasilkan partikel berbentuk bola yang mengalir bebas dengan distribusi ukuran yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu, proses pengeringan ini relatif singkat jika dibandingkan dengan proses pengeringan yang lain, sehingga membuat proses ini cocok untuk mengeringkan bahan yang sensitif terhadap panas (Srihari *et al.*, 2010).

Menurut Rizqiati (2006), *spray drying* merupakan salah satu metode enkapsulasi yang sering dilakukan dalam industri pangan yang memiliki laju tinggi dan biaya operasional yang rendah. Metode ini digunakan untuk menghasilkan bahan pangan yang kering, stabil dan volume kecil. Prinsip kerja *spray drying* adalah memperluas permukaan cairan yang akan dikeringkan dengan cara pembentukan droplet yang selanjutnya dikontakkan dengan udara pengering yang panas. Udara panas akan memberikan energi untuk penguapan dan menyerap uap air yang keluar dari bahan. Kecepatan penguapan dapat dipengaruhi oleh suhu inlet, suhu outlet, total padatan bahan dan suhu bahan. Semakin tinggi suhu inlet maka jumlah panas yang dibutuhkan untuk menguapkan bahan akan semakin

sedikit sehingga kecepatan penguapan meningkat. Kecepatan penguapan juga akan semakin meningkat juga akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya total padatan dan suhu awal bahan. Pengeringan dilakukan dengan cara mengatur suhu inlet 140-180°C, suhu outlet 80-120°C dan kecepatan pompa 40 rpm.

2.4 Maltodekstrin

Maltodekstrin didefinisikan sebagai produk hidrolisis pati yang mengandung unit α -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik. Rumus umum maltodekstrin adalah $[(C_6H_{10}O_5)_nH_2O]$. Maltodekstrin merupakan larutan terkonsentrasi dari sakarida yang diperoleh dari hidrolisa pati dengan penambahan asam atau enzim. Kebanyakan produk ini ada dalam bentuk kering dan hampir tak terasa (Srihari *et al.*, 2010).

Maltodekstrin memiliki kelebihan yaitu dapat bercampur dengan air membentuk cairan koloid bila dipanaskan dan mempunyai kemampuan perekat dan tidak bersifat toksik sehingga dapat digunakan dalam pembuatan tablet obat (Jufri, 2004). Maltodekstrin secara teori diproduksi dengan menggunakan hidrolisis asam dan hidrolisis enzimatis. Hidrolisis asam menghasilkan lebih banyak produk tidak jelas atau tidak terkontrol, glukosa bebas dan kecenderungan yang tinggi untuk membentuk retrogradasi. Untuk beberapa aplikasi dari produk hidrolisis asam membentuk agerat tidak larut dan lebih tidak disukai.

Maltodekstrin berfungsi sebagai pembantu pendispersi, humektan, enkapsulan serta pembentuk viskositas. Maltodekstrin memiliki sifat dispersi cepat, daya larut tinggi, membentuk film, higroskopisitas rendah, kemungkinan terjadi pencoklatan rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat kuat (Srihari *et al.*, 2010). Kelebihan maltodekstrin dapat dengan mudah larut pada air dingin, serta maltodekstrin merupakan oligosakarida yang tergolong dalam prebiotik (makanan bakteri probiotik). Kemampuan maltodekstrin untuk menghambat reaksi oksidasi menyebabkan kapsul yang dihasilkan memiliki masa simpan lebih panjang dibanding kapsul yang menggunakan gum arab (Gharsallaoui *et al.*, 2007). Maltodekstrin berperan sebagai pendispersi karena

maltodekstrin berbentuk koil, bagian dalam akan berikatan dengan gugus hidrofob dan bagian luar akan berikatan dengan gugus hidrofil.

2.5 Polifenol

Polifenol secara kimiawi dapat didefinisikan oleh adanya satu cincin aromatik yang membawa satu (fenol) atau lebih (polifenol) substitusi hidroksil, termasuk derivat fungsionalnya. Polifenol adalah kelompok zat kimia yang ditemukan pada tumbuhan. Zat ini memiliki tanda khas yakni memiliki banyak gugus fenol dalam molekulnya. Polifenol memiliki spektrum luas dengan sifat kelarutan pada suatu pelarut yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh gugus hidroksil pada senyawa tersebut yang dimiliki berbeda jumlah dan posisinya. Degradasi polifenol dapat dihindari dengan penggunaan sampel yang kering atau beku, hal ini dikarenakan sampel yang memiliki kelembaban atau kadar air dapat membantu aktivasi enzim (Tsao, 2010). Polifenol terbukti memiliki aktifitas antimikroba terhadap sebagian besar bakteri patogen dan spesies jamur. Senyawa polifenol dalam daun murbei dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi senyawa polifenol daun murbei

No.	Senyawa Polifenol	Jumlah (mg/100 g)
1.	<i>1- Caffeoylquinnic acid</i>	58.66 ± 0,24
2.	<i>Caffeic acid</i>	1584,01 ± 4,24
3.	<i>5-Caffeoylquinnic acid</i>	1381,54 ± 0,74
4.	<i>4-Caffeoylquinnic acid</i>	124,77 ± 0,16
5.	<i>Quercetin-3-O-rhamnoside -7-O-glucoside</i>	272,83 ± 0,23
6.	<i>Quercetin-3,7-D-O-β-D-glucopyranoside</i>	137,93 ± 0,021
7.	<i>Kaempferol-7-O-glucoside</i>	211,46 ± 0,028
6.	<i>Rutin</i>	194,23 ± 0,54
9.	<i>Quercetin-3-O-glucoside</i>	972,48 ± 0,014
10.	<i>Quercetin-3-O-(6-malonyl)- β -D-glucopyranoside</i>	1258,71 ± 0,13
11.	<i>Quercetin-3-O-glucoside-7-O-rhamnoside</i>	849,18 ± 0,12
12.	<i>Kaempferol-3-Oglucopyranosyl-(1,6)- β -D-glucopyranoside</i>	616,32 ± 0,34
13.	<i>Kaempferol-3-O-(6 malonyl)glucoside</i>	1333,33 ± 0,42
	Total <i>phenolic acids</i>	3148,98 ± 0,014
	Total <i>flavonols</i>	5846,51 ± 0,21
	Total	8995,486 ± 0,06

Sumber : Thabti *et al.* (2012)

Turunan polifenol sebagai antioksidan dapat menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas. Polifenol merupakan komponen yang bertanggung jawab terhadap aktivitas antioksidan dalam buah dan sayuran (Hattenschwiler dan Vitousek, 2000).

Menurut Daglia (2012), polifenol adalah metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman yang memiliki peran penting dalam fisiologi tanaman serta memiliki sifat sehat yang potensial untuk manusia. Polifenol dapat berperan sebagai agen antioksidan, anti alergi, anti inflamasi, antikanker, anti hipertensi, dan anti mikroba. Beberapa jenis polifenol yang banyak diteliti sebagai antimikroba adalah flavonoid, tannin, alkaloid dan steroid.

2.5.1 Flavonoid

Flavonoid umumnya terdapat pada tumbuhan sebagai glikosida. Gugusan gula bersenyawa pada satu atau lebih grup hidroksil fenolik. Flavonoid terdapat pada seluruh bagian tanaman, termasuk pada buah, tepung sari dan akar. Flavonoid diklasifikasikan menjadi flavon, flavonol, flavanon, flavanonol, isoflavon, calkon, dihidrokalkon, auron, antosianidin, katekin dan flavan-3,4-diol. Flavonoid berupa senyawa fenol, karena itu warnanya berubah bila ditambah basa atau ammonia sehingga mudah dideteksi pada kromatogram atau dalam larutan. Flavonoid mengandung sistem aromatik yang terkonyugasi dan karena itu menunjukkan pita serapan kuat pada daerah spektrum *Ultra Violet (UV)* dan spektrum tampak (Sirait 2007). Terbentuknya warna merah, kuning atau jingga di lapisan amil alkohol pada uji fitokimia menunjukkan adanya flavonoid. Flavonoid dalam kehidupan manusia berfungsi sebagai stimulant pada jantung, hesperidin mempengaruhi pembuluh darah kapiler. Flavon terhidrolisis berkerja sebagai diuretik dan antioksidan pada lemak. Flavonoid jenis *epigallocatechin* dan *myricetin* berperan dalam menghambat sintesis DNA dan RNA pada *S. aureus* dengan cara interkalasi atau penumpukan asam basa nukleat (Cushnie dan Lamb, 2005).

2.5.2 Tanin

Tanin adalah salah satu senyawa aktif metabolit sekunder golongan polifenol yang dihasilkan oleh tanaman. Tanin merupakan golongan senyawa aktif tumbuhan yang termasuk golongan flavonoid, mempunyai rasa sepat dan mempunyai kemampuan untuk meratakan warna kulit. Tanin adalah salah satu senyawa aktif metabolit sekunder yang mempunyai beberapa khasiat seperti sebagai astringen, anti diare, antibakteri dan antioksidan (Desmiaty *et al.*, 2008). Tanin mampu mengikat protein, sehingga protein pada tanaman dapat resisten terhadap degradasi oleh enzim protease di dalam silo ataupun rumen. Tanin selain mengikat protein juga bersifat melindungi protein dari degradasi enzim mikroba maupun enzim protease pada tanaman (Oliveira *et al.*, 2009), sehingga tanin sangat bermanfaat dalam menjaga kualitas silase.

2.5.3 Alkaloid

Alkaloid adalah golongan senyawa organik yang terbanyak ditemukan di alam. Satu-satunya sifat alkaloid yang terpenting adalah kebasaannya. Semua alkaloid mengandung paling sedikit satu atom nitrogen yang biasanya bersifat basa dan dalam sebagian besar atom nitrogen ini merupakan bagian dari cincin heterosiklik (Lenny, 2006). Alkaloid biasanya terdapat di dalam tumbuhan sebagai garam berbagai senyawa organik. Penggolongan alkaloid dilakukan berdasarkan sistem cincinnya seperti piridina, piperidina, indol, isokuinolina dan tropana (Robinson, 1995).

2.5.4 Steroid

Steroid merupakan golongan lipid yang diturunkan dari senyawa jenuh yang dinamakan siklopentanoperhidrofenantrena, yang memiliki inti 3 cincin sikloheksana terpadu dan 1 cincin siklopentana yang tergabung pada cincin sikloheksana tersebut. Steroid tersusun dari isopren-isopren dari rantai panjang hidrokarbon yang menyebabkan sifatnya non-polar. Beberapa senyawa steroid mengandung gugus-OH yang sering disebut sterol yang memiliki sifatnya cenderung lebih polar (Robinson, 1995). Menurut Shihabudeen *et al.* (2010), steroid berperan sebagai antibakteri dengan merusak membran lipid dan menyebabkan kebocoran dari liposom.

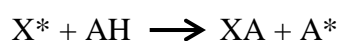
2.6 Antioksidan

Secara kimia senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron (elektron donor). Secara biologis, pengertian antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkal atau meredam dampak negatif oksidan. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat dihambat (Winarti, 2010). Antioksidan dibutuhkan tubuh untuk melindungi dari serangan radikal bebas. Antioksidan adalah suatu senyawa dalam kadar atau jumlah tertentu mampu menghambat atau memperlambat kerusakan akibat proses oksidasi.

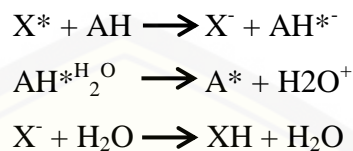
Produksi antioksidan di dalam tubuh manusia terjadi secara alami untuk mengimbangi produksi radikal bebas. Antioksidan tersebut kemudian berfungsi sebagai sistem pertahanan terhadap radikal bebas, namun peningkatan produksi radikal bebas yang terbentuk akibat faktor stress, radiasi UV, polusi udara dan lingkungan mengakibatkan sistem pertahanan tersebut kurang memadai, sehingga diperlukan tambahan antioksidan dari luar (Muchtadi, 2013).

Antioksidan di luar tubuh dapat diperoleh dalam bentuk sintesis dan alami. Antioksidan sintetis seperti *buthylatedhydroxytoluene* (BHT), *buthylated hidroksianisol* (BHA) dan *ters-butylhydroquinone* (TBHQ) secara efektif dapat menghambat oksidasi. Namun, penggunaan antioksidan sintetis dibatasi oleh aturan pemerintah karena, jika penggunaannya melebihi batas justru dapat menyebabkan racun dalam tubuh dan bersifat karsinogenik, sehingga dibutuhkan antioksidan alami yang aman. Salah satu sumber potensial antioksidan alami adalah tanaman karena mengandung senyawa flavonoid, klorofil dan tannin (Lie, 2012).

Mekanisme dalam antioksidan merangkap radikal bebas digolongkan menjadi dua yaitu mekanisme Hidrogen Atom Transfer (HAT) dan Electron Transfer (ET) (Okawa et al., 2001). Reaksi HAT pada umumnya terjadi akibat peroksidasi lemak yaitu antara radikal (X^*) dengan antioksidan (AH) seperti pada reaksi di bawah ini :



Reaksi ET terjadi akibat reaksi reduksi oksidasi (redoks) antara radikal (X^*) dengan antioksidan (AH) yang menghasilkan produk stabil (XH) dan air (H_2O). Produk inilah yang dapat mempengaruhi warna menjadi memudar. Tahapan reaksinya disajikan pada reaksi di bawah ini :



Pengujian aktivitas antioksidan pada umumnya menggunakan metode DPPH, yaitu dengan mereaksikan senyawa 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH) dengan antioksidan. Adanya aktivitas perangkapan radikal bebas dapat ditandai dengan perubahan warna DPPH (ungu) menjadi warna kuning (Amic *et al.*, 2003). Prinsip dari metode ini adalah adanya perubahan intensitas warna ungu DPPH yang sebanding dengan konsentrasi larutan DPPH tersebut. Radikal bebas DPPH yang memiliki elektron tidak berpasangan akan memberikan warna ungu. Warna akan berubah menjadi kuning saat elektronnya berpasangan. Perubahan intensitas warna ungu ini terjadi karena adanya peredaman radikal bebas yang dihasilkan oleh bereaksinya molekul DPPH dengan atom hidrogen yang dilepaskan oleh molekul senyawa sampel sehingga terbentuk senyawa 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazine dan menyebabkan terjadinya peluruhan warna DPPH dari ungu ke kuning (Molyneux, 2004).

2.7 Antibakteri

Senyawa antibakteri merupakan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas bakteri. Aktivitas antibakteri dapat berasal baik dari tanaman maupun hewan (Tajkarimi *et al.*, 2010). Faktor yang mempengaruhi aktivitas antibakteri adalah pH lingkungan, komponen medium, stabilitas obat, ukuran inokulum, lama inkubasi dan aktivitas metabolik mikroorganisme (Brooks *et al.*, 2004). Menurut Pelczar dan Chan (2005), keadaan yang mempengaruhi kerja antimikrobia adalah konsentrasi atau intensitas zat antimikrobia, jumlah mikroorganisme, suhu, spesies mikroorganisme, adanya bahan organik dan keasaman atau kebasahan (pH).

Salah satu bakteri patogen yang banyak berkembang dalam kehidupan manusia adalah *Staphylococcus aureus* (gram positif) dan *Escherichia coli* (gram negatif). Senyawa antibakteri dapat mencegah pertumbuhan bakteri patogen. Bakteri gram positif dan gram negatif memiliki daya rentang yang berbeda terhadap senyawa antibakteri. Bakteri gram positif cenderung lebih sensitif terhadap komponen antibakteri. Pelczar dan Chan (2005) mengatakan hal ini disebabkan oleh struktur dinding sel bakteri gram positif lebih sederhana sehingga memudahkan senyawa antibakteri untuk masuk ke dalam sel dan menemukan sasaran untuk bekerja. Struktur dinding sel bakteri gram positif terdiri dari peptidoglikan dan lipoprotein, sedangkan bakteri gram negatif memiliki struktur dinding sel yang lebih kompleks yaitu lipopolisakarida, peptidoglikan, dan lipoprotein. Antibakteri bersifat menghambat pertumbuhan mikroba dikenal sebagai aktivitas bakteristatik dan bersifat destruktif atau membunuh mikroba dikenal sebagai aktivitas bakteriosidal.

2.8 *Escherichia coli*

Bakteri *E. coli* merupakan bakteri gram negatif, berbentuk batang, memiliki panjang sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4-0,7 μm , bergerak, tidak berspora, positif pada tes indol, glukosa, laktosa, sukrosa (Greenwood *et al.*, 2007). Bakteri ini merupakan bagian dari *Enterobacteriaceae*, bersifat anaerob fakultatif yang bergerak dengan flagel peritrik sehingga mempunyai motil positif. *E. coli* memiliki suhu pertumbuhan berkisaran 10-40°C, dengan suhu pertumbuhan optimum adalah 37°C. Pada umumnya bakteri memerlukan kelembaban yang cukup tinggi sekitar 85% (Madigan dan Martinko, 2005)

Dinding sel bakteri gram negatif tersusun atas membran luar, peptidoglikan dan membran dalam. Peptidoglikan yang terkandung dalam bakteri gram negatif memiliki struktur yang lebih kompleks dibandingkan gram positif. Membran luarnya terdiri dari lipid, liposakarida dan protein. Peptidoglikan berfungsi mencegah sel lisis, menyebabkan sel kaku dan memberi bentuk kepada sel (Purwoko, 2007). Bakteri *E. coli* dapat membentuk koloni pada saluran pencernaan manusia maupun hewan dalam beberapa jam setelah kelahiran. *E. coli*

biasanya berkolonisasi di saluran pencernaan dalam beberapa jam setelah masuk ke dalam tubuh dan membangun hubungan mutualistik (Janny *et al.*, 2012). Menurut penelitian Jurian (2016) polifenol dalam ekstrak daun murbei mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dengan nilai KHM sebesar 11,37 mg/ml dan IC₅₀ sebesar 4,50 mg/ml. Selain itu dalam penelitian. Sedangkan menurut penelitian Wang *et al.* (2012) ekstrak daun murbei mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dengan nilai KHM 3,125 mg/ml.

2.9 *Staphylococcus aureus*

S. aureus merupakan bakteri kokus gram positif, kokus tunggal, berpasangan, tidak motil dan tidak membentuk spora. Mikroba ini dapat hidup dalam suasana aerobik atau mikroaerofilik. *S.aureus* memiliki diameter 0,7-1,2 µm, fakultatif anaerob, terdiri dari kelompok-kelompok dengan susunan tidak teratur menyerupai buah anggur. *S. aureus* tumbuh dengan suhu optimum 37°C, tetapi pigmen terbaik akan terbentuk di suhu kamar (20-25°C). Koloni pada perbenihan padat berwarna abu-abu sampai kuning keemasan, berbentuk bundar, halus, menonjol, dan berkilau. (Jawetz *et al.*, 2008).

Sebagian bakteri *Staphylococcus* merupakan flora normal pada kulit, saluran pernafasan, dan saluran pencernaan makanan pada manusia. Bakteri ini juga ditemukan di udara dan lingkungan sekitar. *S. aureus* yang patogen bersifat invasif, menyebabkan hemolisis, membentuk koagulase, dan mampu meragikan manitol (Jawetz *et al.*, 2008). Infeksi oleh *S. aureus* ditandai dengan kerusakan jaringan yang disertai abses. Beberapa penyakit infeksi yang disebabkan oleh *S. aureus* adalah bisul, jerawat, impetigo, dan infeksi luka. Infeksi yang lebih berat diantaranya pneumonia, mastitis, plebitis, meningitis, infeksi saluran kemih, osteomielitis, dan endokarditis. *S. aureus* juga merupakan penyebab utama infeksi nosokomial keracunan makanan, dan sindroma *shock* toksik.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, dan Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Waktu pelaksanaan pada bulan November 2018 sampai Juli 2019.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan adalah daun murbei yang diperoleh dari Agroteknopark Universitas Jember, biakan murni *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*, yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, aquades, etanol 96% dan maltodekstrin. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah kertas saring, aluminium foil, DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl), reagen *follin ciocalteau*, asam galat, larutan NaCl 0,85% dan Na₂CO₃. Bahan untuk uji antibakteri adalah, NA (Nutrient Agar), DMSO 2%, label, kapas dan tisu.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk pembuatan serbuk daun murbei yaitu neraca analitik (Ohaus, USA), oven (Labtech LDO-080N, Korea) dan *blender* (Miyako, Indonesia). Alat yang digunakan untuk proses ekstraksi yaitu peralatan gelas, *shaker waterbath* (Memmert D-91126, Jerman), *rotary evaporator* (Butchi, Jerman), *spray dryer* (Lablant Spray Dryer SD-O6, UK), spektrofotometer (*Thermo Scientific Genesys 10S UV-VIS*, China), *magnetic stirrer* (Medline MS300HS, Jerman), spatula, dan *vortex* (Medline VM-3000-MD, Jerman), sedangkan alat untuk uji antibakteri yaitu inkubator (Haraeus Inst B6200, Jerman), autoklaf (Hirayama HL 36, Jepang), *colour reader* (CR-10 Minolta), *laminar air flow* (Crumair, Spanyol), pipet mikro (Biohit 12636255, Jerman),

cawan petri, bunsen, penangas listrik, jarum ose, botol semprot, *blue tip*, dan *yellow tip*

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian menggunakan satu jenis perlakuan yaitu perbedaan konsentrasi maltodekstrin. Setiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan. Komposisi ekstrak daun murbei terenkapsulasi dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi ekstrak daun murbei terenkapsulasi

Perlakuan	Komposisi	
	Ekstrak Daun Murbei (% v/v)	Maltodekstrin (% b/v)
MD3	10	3
MD6	10	6
MD9	10	9

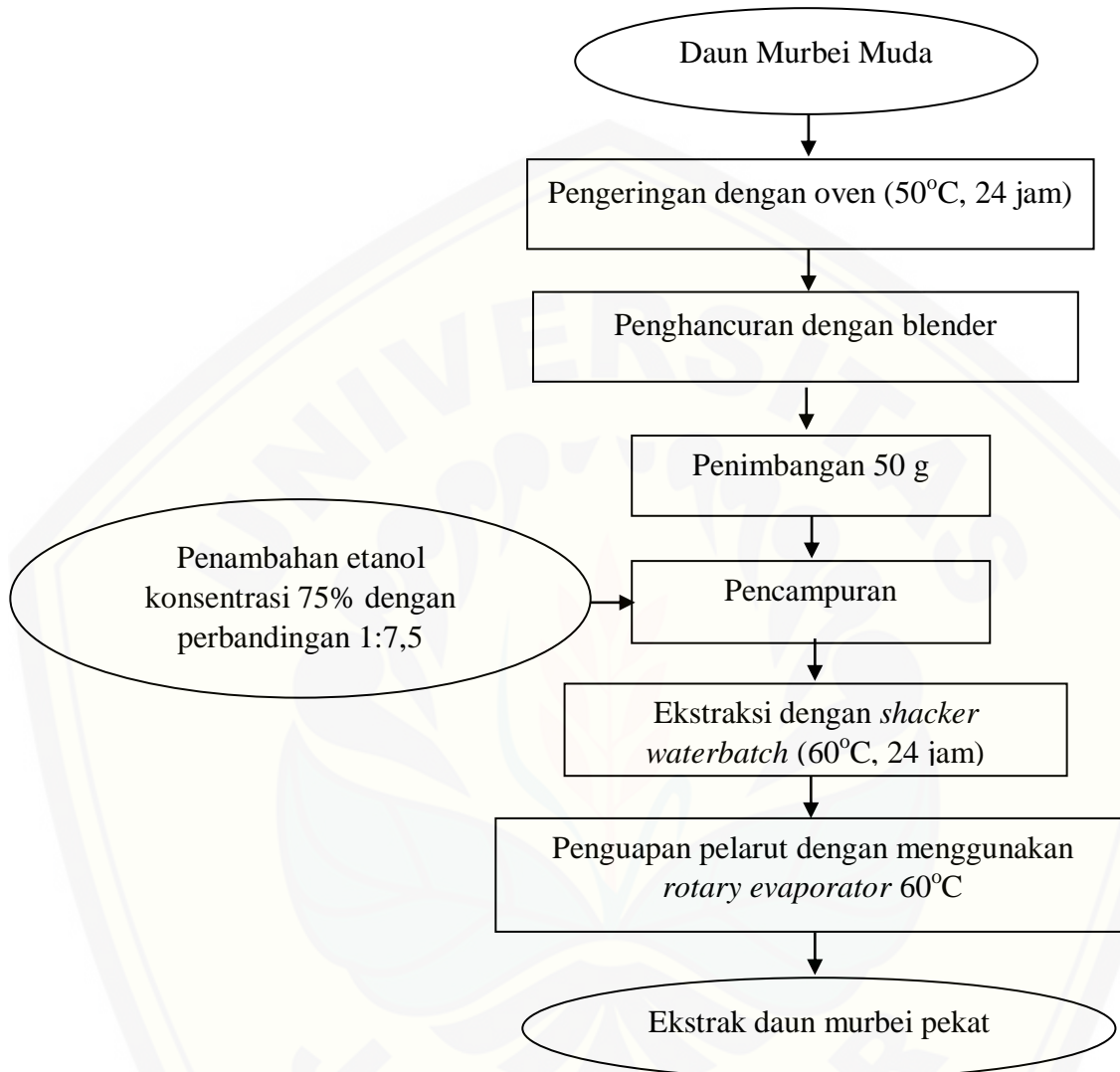
3.3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan sebanyak empat tahap yaitu pembuatan ekstrak daun murbei, enkapsulasi ekstrak daun murbei, karakterisasi enkapsulasi ekstrak daun murbei, dan pengujian aktivitas antioksidan dan antibakteri.

a. Pembuatan Ekstrak Daun Murbei (Jurian, 2016)

Penelitian tahap pertama adalah pembuatan ekstrak daun murbei. Ekstraksi daun murbei dilakukan dengan cara menyiapkan daun murbei muda. Berdasarkan penelitian Jurian (2016) menyatakan bahwa total polifenol lebih tinggi pada daun murbei muda daripada daun murbei tua yakni daun muda sebesar 27,45 mg GAE/ml dan daun tua sebesar 14,85 mg GAE/ml. Daun murbei dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 50°C selama 24 jam. Daun yang sudah kering dilakukan penghancuran menggunakan *blender* sehingga diperoleh serbuk daun murbei. Serbuk daun murbei dilakukan penimbangan sebanyak 50 gram dan dilakukan penambahan pelarut etanol 75% dengan perbandingan 1:7,5 (b/v) kemudian dilakukan maserasi disertai pengadukan dengan suhu 60°C selama 24 jam.

Ekstrak yang didapat kemudian diuapkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 60°C hingga volume pekat.

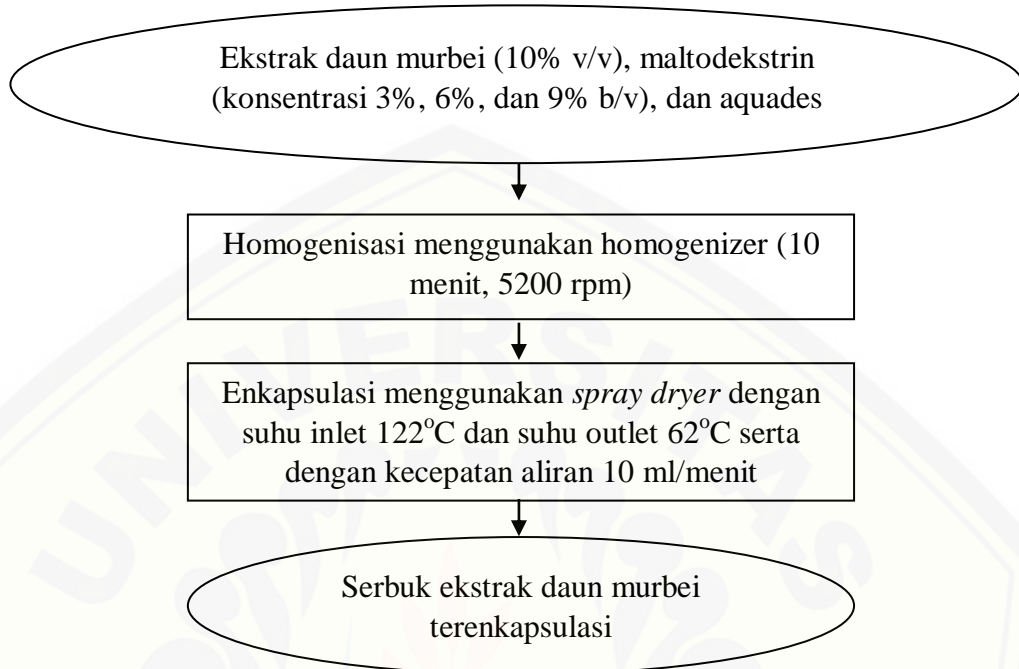


Gambar 3.1 Ekstraksi polifenol daun murbei

b. Enkapsulasi Ekstrak Daun Murbei (Novitasari, 2017)

Enkapsulan yang digunakan pada penelitian ini yaitu maltodekstrin. Maltodekstrin dilarutkan dengan menggunakan aquades dan ekstrak daun murbei. Pembuatan suspensi dilakukan dengan menggunakan 3 macam konsentrasi maltodekstrin 3%, 6%, dan 9%. Suspensi dilakukan homogenisasi dengan menggunakan *homogenizer* pada kecepatan 5200 rpm selama 10 menit. Suspensi yang telah homogen dilanjutkan dengan

enkapsulasi dengan menggunakan *spray drayer* (suhu inlet = 130°C, suhu outlet = 78°C, kecepatan aliran 10 ml/menit)



Gambar 3.2 Enkapsulasi ekstrak daun murbei

c. Karakterisasi Ekstrak Daun Murbei Terenkapsulasi

Penelitian tahap ketiga adalah karakterisasi ekstrak daun murbei dengan melakukan pengamatan yang meliputi rendemen, efisiensi enkapsulasi, analisis warna serbuk, total polifenol dan aktivitas antioksidan

d. Uji Penghambatan Pertumbuhan Bakteri

Penelitian tahap keempat dilakukan uji penghambatan pertumbuhan bakteri *Eschericia coli*, dan *Staphylococcus aureus* secara kualitatif menggunakan metode dilusi agar. Pada pengujian penghambatan pertumbuhan bakteri, dilakukan peremajaan bakteri dan pembuatan media terlebih dahulu.

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati yaitu sebagai berikut :

1. Rendemen (Khamanga *et al.*, 2009)
2. Efisiensi Enkapsulasi (Jafarii *et al.*, 2014)
3. Warna (Hutching, 1999)
4. Total Polifenol (Metode *Follin-ciocalteau* Othman *et al.*, 2005)
5. Aktivitas antioksidan (Metode DPPH Zakaria *et al.*, 2008)
6. Uji penghambatan serbuk ekstrak daun murbei terhadap pertumbuhan bakteri (Metode dilusi agar Rusell dan Furr, 1997)

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Rendemen (Khamanga *et al.*, 2009)

Rendemen diperoleh dari berat awal sesudah dan sebelum pengeringan menggunakan *spray dryer*, kemudian dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat mikro kapsul}}{\text{Berat awal sebelum spray draying}} \times 100$$

3.5.2 Efisiensi Enkapsulasi (Jafarii *et al.*, 2014)

Efisiensi enkapsulasi (EE) dihitung berdasarkan total polifenol serbuk ekstrak daun murbei terenkapsulasi (T_p) per total polifenol filtrate (T_s). Total polifenol ekstrak maupun filtrat daun murbei diukur dengan metode *Follin ciocalteau*. Efisiensi enkapsulasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Efisiensi Enkapsulasi (\%)} = \frac{T_p}{T_s} \times 100$$

3.5.3 Warna (Hutching, 1999)

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan *colour reader* CR-10 Minolta. Tiap sampel terdiri dari 2 ulangan dan pengukuran dilakukan pada lima titik yang berbeda, di konversi dan dirata-rata. Pengukuran warna dilakukan dengan cara adalah menghidupkan *colour reader* dengan menekan tombol power. Lensa *colour reader* diletakkan pada porselen standar secara tegak lurus dan menekan tombol "Target"

maka muncul nilai L, a dan b pada layar yang merupakan nilai standarisasi. Hal yang sama juga dilakukan pada sampel dengan cara meletakkan lensa *colour reader* secara tegak lurus pada sampel kemudian menekan tombol “Target” sehingga muncul nilai dE, dL, da, dan db pada layar. Nilai L menyatakan parameter kecerahan (*lightness*) yang mempunyai nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih). Semakin besar nilai maka kecerahan semakin tinggi. Nilai L, a, dan b dari sampel dapat dihitung dengan rumus :

Dimana :

$$L = 0 \text{ (gelap)}$$

$$L = 100 \text{ (cerah)}$$

$$a^* = \text{standar } a + da$$

$$b^* = \text{standar } b + db$$

$$H = \arctan \frac{a^*}{b^*}$$

$$H = 180 - \tan^{-1} b/a \text{ (jika } a \text{ positif dan } b \text{ positif)}$$

$$H = 180 + \tan^{-1} b/a \text{ (jika } a \text{ negatif dan } b \text{ positif)}$$

$$H = 180 - \tan^{-1} b/a \text{ (jika } a \text{ negatif dan } b \text{ negatif)}$$

Jika hasil :

18-54°	: maka produk berwarna <i>red</i> (R)
54-90°	: maka produk berwarna <i>yellow red</i> (YR)
90-126°	: maka produk berwarna <i>yellow</i> (Y)
126-162°	: maka produk berwarna <i>yellow green</i> (YG)
162-198°	: maka produk berwarna <i>green</i> (G)
198-234°	: maka produk berwarna <i>blue green</i> (BG)
234-270°	: maka produk berwarna <i>blue</i> (B)
270-306°	: maka produk berwarna <i>blue purple</i> (P)
324-418°	: maka produk berwarna <i>red purple</i> (RP)

3.5.4 Total Polifenol dengan menggunakan Metode *Follin-ciocalteau* (Othman *et al.*, 2005)

Pengukuran total polifenol dilakukan pada sampel ekstrak daun murbei pekat sebelum proses enkapsulasi dan setelah proses enkapsulasi menggunakan *spray dryer*. Pembuatan kurva standar untuk perhitungan polifenol dibuat dengan cara menggunakan larutan asam galat pada konsentrasi (0;25;50;75;100;125;150;175;200)µl, masukkan sebanyak 0,02 ml dalam 9 tabung rekasi berbeda dan masing-masing ditambahkan 0,8ml reagen *Folin Ciocalteau* 10% pada masing-masing tabung rekasi. Lakukan homogenisasi menggunakan vortex dan didiamkan selama 5 menit, dan ditambahkan 0,8ml larutan Na₂CO₃ 7% dan 5 ml aquades (total volume ml).

Tabung reaksi yang berisi larutan kurva standar tersebut ditutup dengan aluminium foil dan didiamkan ditempat gelap selama 60 menit, kemudian dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 765nm.

Penentuan total polifenol ekstrak daun murbei dilakukan dengan cara penimbangan sampel sebanyak 0,02 g dimasukkan ke dalam labu takar dan di larutkan dalam labu takar 10 ml dengan aquades. Sebanyak 0,02 ml sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 0,8 ml reagen *Folin Ciocalteau* 10 %. Sampel tersebut dihomogenkan dengan menggunakan vortex dan didiamkan selama 5 menit, serta ditambahkan 0,8 ml Na_2CO_3 7% dan ditambahkan aquades hingga volume 5 ml, kemudian dihomogenkan kembali menggunakan vortex. Sampel dalam tabung reaksi tersebut ditutup dengan menggunakan aluminium foil dan didiamkan selama 60 menit. Setelah diinkubasi selama 60 menit, dilakukan pengukuran nilai absorbansi pada panjang gelombang 765nm.

Kandungan polifenol sampel dihitung berdasarkan kurva standar polifenol yang diperoleh. Nilai absorbansi (y) dimasukkan pada persamaan kurva standar asam galat. Diperoleh nilai (x), lalu hasil perhitungan dibagi berat sampel yang digunakan untuk analisa.

$$\text{Total Polifenol (mg GAE/g)} = \frac{X \left(\frac{\text{mg}}{\text{ml}}\right) \times \text{volume ekstrak}}{\text{berat sampel}}$$

3.5.5 Aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH (Zakaria *et al.*, 2008)

Sampel sebanyak 1 g ditera dengan menggunakan aquades hingga 5 ml, diambil 1 ml lalu ditera dengan aquades hingga volume 10 ml, dan dilanjutkan dengan vortex. Sebanyak 0,1 ml sampel yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 3,9 ml etanol dan 1 ml DPPH. Selanjutnya divortex dan didiamkan selama 30 menit dengan ditutup menggunakan aluminium foil dan ditempatkan di tempat gelap. Setelah didiamkan selama 30 menit, diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Blanko dibuat dengan cara mengganti sampel dengan etanol dan dilakukan dengan tahapan yang sama seperti pengukuran

sampel. Aktivitas antioksidan dihitung dengan rumus.

$$\text{Aktivitas antioksidan} = \frac{\text{Abs Blanko} - \text{Abs Sampel}}{\text{Abs Blanko}} \times 100\%$$

3.5.6 Uji penghambatan serbuk ekstrak daun murbei terhadap pertumbuhan bakteri dengan metode dilusi agar (Russell dan Furr, 1997)

Metode dilusi agar dilakukan dengan cara penentuan nilai KHM dan IC₅₀ dari serbuk terhadap bakteri yang terdiri dari beberapa tahapan.

a. Tahap Persiapan Sampel

Pada tahap persiapan sampel, peralatan dan bahan disterilisasi kecuali serbuk ekstrak daun murbei dengan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm. Pembuatan larutan uji yaitu pembuatan stok larutan ekstrak daun murbei dengan cara melarutkan 2 g serbuk ekstrak terenkapsulasi dalam 10 ml aquades steril. Larutan uji diambil sebanyak 0,0mg/ml; 7,7 mg/ml; 15,4mg/ml; 23,1mg/ml; 30,8mg/ml; 38,5mg/ml, setelah itu dilakukan penambahan DMSO masing-masing sebanyak 20µl dan larutan fisiologis berturut-turut adalah 980µl, 930µl, 880µl, 780µl, 580µl, dan 180µl. Pada saat akan dilakukan uji ditambah dengan media NA yang masih hangat sebanyak 4 ml. Pembuatan kontrol negative 0% yaitu hanya menggunakan DMSO 20µl yang ditambah dengan larutan fisiologis 980µl dan media NA yang masih hangat, dan disiapkan pula suspensi bakteri. Preparasi biakan bakteri, diawali dengan sebanyak 1 ose kultur murni bakteri ditempelkan pada media miring agar NA sebanyak 5 ml dengan pola zig-zag, dimana setiap perlakuannya dilakukan dalam keadaan steril didekat nyala api bunsen. Biakan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam..

b. Tahap Pengujian

Tahap penentuan KHM dan IC₅₀ dilakukan menggunakan metode dilusi agar dengan menghitung jumlah koloni. Masing-masing cawan petri yang telah berisi 200 µl suspensi mikroba (pengenceran 10⁻⁵ dan 10⁻⁶), ditambahkan dengan larutan fisiologis 0,85%, ditambahkan dengan larutan uji sebanyak 0,0mg/ml; 7,7 mg/ml; 15,4mg/ml; 23,1mg/ml; 30,8mg/ml;

38,5mg/ml. Campuran suspensi mikroba, larutan fisiologis dan larutan uji yang telah dimasukkan ke dalam cawan petri, kemudian dilakukan penambahan DMSO dan media NA yang masih masih hangat dengan perbandingan 4:1. Media ditunggu hingga memadat dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

c. Tahap Pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan menghitung koloni yang tumbuh pada cawan petri menggunakan *colony counter*. KHM ditentukan sebagai konsentrasi terendah yang dibutuhkan untuk menghambat pertumbuhan mikroba hingga 90%. Sedangkan IC₅₀ merupakan konsentrasi yang dapat memberikan 50% penghambatan dari total koloni yang terdapat pada kontrol negatif.

3.6 Analisa Data

Data hasil penelitian akan diolah dengan *microsoft excel 2010* serta masing-masing data dianalisis secara deskriptif disusun dan dimuat dalam bentuk tabel atau grafik. Tabel atau grafik yang telah didapatkan diinterpretasikan sesuai dengan pengamatan yang ada.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu

1. Enkapsulasi ekstrak daun murbei dengan variasi konsentrasi maltodekstrin (3%, 6%, dan 9%) memiliki nilai rendemen berkisar 3,27-5,45%, berwarna kuning, dan memiliki nilai efisiensi enkapsulasi berkisar 24,59-47,83%.
2. Ekstrak daun murbei terenkapsulasi berpotensi sebagai antioksidan. Perlakuan yang memiliki nilai antioksidan tertinggi adalah perlakuan MD3 dengan nilai antioksidan 34,32%
3. Ekstrak daun murbei terenkapsulasi berpotensi sebagai antibakteri pada gram positif dan negatif. Perlakuan yang memiliki nilai IC_{50} dan KHM tertinggi adalah perlakuan MD3 (maltodekstrin 3%, ekstrak daun murbei 10% dan aquades 87%). Nilai IC_{50} untuk bakteri *Escherichia coli* 5,29 mg/ml. Nilai KHM untuk bakteri *Escherichia coli* yakni 17,31 mg/ml sedangkan nilai IC_{50} untuk bakteri *Staphylococcus aureus* 4,84 mg/ml. Nilai KHM untuk bakteri *Staphylococcus aureus* 13,28 mg/ml.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait stabilitas enkapsulasi ekstrak daun murbei, dengan demikian dapat diketahui pengaruh konsentrasi maltodekstrin terhadap stabilitas enkapsulasi ekstrak daun murbei selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Nur. 2016. Mikroenkapsulasi Ekstrak Polifenol Biji Kakao Inferior sebagai Antioksidan dan Antibakteri. *Skripsi*. Jember: FTP Universitas Jember
- Ambarwati. 2007. Efektivitas Zat Antibakteri Biji Mimba Untuk Menghambat. Pertumbuhan *Salmonella thyposa* dan *Stapylococcus aureus*. *Biodiversitas*. 8: 320-325
- Amic D., Dusanka D.A., Beslo D., dan Trinasjtic. 2003. Structure-Radikal Scavengingactivity Relationship of Flavonoids. *Crotia Chem Acta* 76: 55-61
- Amila., Cepy, H., Yukeu, F., Fitrianti, D., dan Indra, T. 2016. Pengaruh Jenis Penyalut Terhadap Stabilitas Likopen Dalam Bentuk Sediaan Serbuk. *IJPST*, 3(3): 111-118.
- Anal A dan Singh H. 2007. Recent Advances in Microencapsulation of Probiotics for Industrial Applications and Targeted Delivery. *J Trends in Food Sci and Technol* 18: 240–251
- Anggraeni, N.A. 2018. Potensi Ekstrak Daun Melinjo (*Gnetum gnemon* linn) Kaya Polifenol Terenkapsulasi sebagai Antioksidan dan Antibakteri. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
- Anita, A., Khotimah, S. dan Yanti, A. H. 2014. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Benalu Jambu Air (*Dendrophoe pentandra* (L.) Miq) terhadap Pertumbuhan *Salmonella typhi*. *Jurnal Protobiont*, 3 (2): 268-272.
- Blanchard, P.H. dan Katz, F.R. 1995. *Starch Hydrolysates in Food Polysaccharides and Their Application*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. 2010. *Acuan Sediaan Herbal Vol. 5 Edisi I*. Jakarta : Direktorat Obat Asli Indonesia BPOM. hal 30-31.
- Brooks, G. F., Janet, S. B., Stephen, A. M. 2007. *Mikrobiologi Kedokteran: Jawetz, Melnick and Adelberg. Edisi 23*. Alih Bahasa oleh Mudihardi, E., et al. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EG

- Çam, M., İçyer, N. C., & Erdoğan, F. (2014). Pomegranate Peel Phenolics: Microencapsulation, Storage Stability And Potential Ingredient For Functional Food Development. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1), 117–123. doi:10.1016/j.lwt.2013.09.011
- Cushnie, T., dan Lamb, A. J. 2005. Review : Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 26: 343-356.
- Daglia, M. 2012. Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, 23: 174-181.
- Dalimartha S. 2008. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Jilid I. Jakarta: TrubusAgriwidya.
- Dewi, C., Utami, R., Riyadi N. H. 2012. Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba Ekstrak Melinjo (*Gnetum gnemon L.*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(2): 74-81
- Desmiaty Y, Ratih H, Dewi MA. 2008. Penentuan Jumlah Tanin Total pada Daun Jati Belanda dan Daun Sambang Darah Secara Kolorimetri dengan Pereaksi Biru Prusia. *Artocapus*, 9-106-109
- Endang, S., dan Prasetyastuti. 2010. Pengaruh Pemberian Juice Lidah Buaya (*Aloe Vera L.*) Terhadap Kadar Lipid Peroksida (Mda) Pada Tikus Putih Jantan Hiperlipidemia. *Jurnal Farmasi Kedokteran* 3 (1) : 353-362.
- Estiasih T, Sofia E. 2009. Stabilitas antioksidan bubuk keluwak (*Pangium edule Reinw.*) selama pengeringan dan pemasakan. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 10 (2): 115-122.
- Febrinda, A. E., Astawan, M., Wresdiyati, T., dan Yuliana, N.D. 2013. Kapasitas Antioksidan dan Inhibitor Alfa Glukosidase Ekstrak Umbi Bawang Dayak. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. ISSN: 1979-7788. 24 (2): 161-167.
- Gharsallaoui A, Roudaut G, Chambin O, Voilley A, Saurel R. 2007. Applications Of Spray-Drying In Microencapsulation Of Food Ingredients: *an overview*. *Food Res Int* 40: 1107-1121. DOI: 10.1016/j.foodres.2007.07.004.
- Hattenschwiller, S dan Vitousek, P. M. 2000. The Role of Polyphenols. *Interrestrial Ecosystem Nutrient Cycling. Review PII: S0169-5347(00)01861-9 TREE* vol.
- Helmiyati, A.F., and Nurrahman. 2010. Pengaruh Konsentrasi Tawas Terhadap Pertumbuhan Bakteri Gram Positif dan Negatif. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 01 (01)

- Hogan, S.A., McNamee, B.F., O’Riordan, E.D., O’Sullivan, M. 2001. Emulsification and Microencapsulation Properties of Sodium Caseinate/Carbohydrate Blends. *International Dairy Journal*, 11: 137-144
- Hutching, J.B. 1999. *Food Colour and Appearance*. Marylan : Aspen Publisher Inc.
- Ibrahim, S. dan Marham, S. 2013. *Teknik Laboratorium Kimia Organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Istiyani, K. 2008. Mikroenkapsulasi Insulin untuk Sediaan Oral Menggunakan Metode Emulsifikasi dengan Penyalut Natrium Alginat dan Kitosan. *Skripsi*. Depok: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia
- Jafarii, S.M., Assadppor, E., Yinghe, H. and Bhandari, B. (2008). Encapsulation Efficiency of Food Flavours and Oils During Spraying Drying. *Drying Technology*, 26(7) : 816-835.
- Janny, S., Bert, F., Dondero, F., Nicolas Chanoine, M.-H., Belghiti, J., Mantz, J., & Paugam-Burtz, C. 2012. Fatal Escherichia Coli skin And Soft Tissue Infections In Liver Transplant Recipients: Report Of Three Cases. *Transplant Infectious Disease*. 15(2), E49–E53
- Jawetz, Melnick, dan Adelberg’s. 2012. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Salemba Medika
- Jufri, Mahdi. 2004. Pembuatan Niosom berbasis Maltodekstrin DE 5-10 dari Pati. Singkong (*Manihot utilissima*). *Jurnal Ilmu Kefarmasian*. 1 (1): 10-20
- Jurian, V.Y. 2016. Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Daun Murbei (*Morus alba*) Terhadap *Escherichia coli*. *Skripsi*. Jember: FTP Universitas Jember
- Kania, W., Andriani, M. M. A., dan Siswanti. 2015. Pengaruh Variasi Rasio Bahan Pengikat Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Granul Minuman Fungsional Instan Kecambah Kacang Komak (*Lablab purpureus (L.) sweet*). *Jurnal Teknosains Pangan*. 4(3): 16-29. ISSN: 2302-0733
- Khamanga, S. M., Parfitt, N., Tsitsi Nyamuzhiwa, Haidula, H., dan Walker, R. B. 2009. The Evaluation of Eudragit Microcapsules Manufactured by Solvent Evaporation Using USP Apparatus 1. *Dissolution Technologies*.

- Krasaekoopt, W. Bhandari, B. and Deeth, H. 2003. Evaluation of Encapsulation Techniques of Probiotics for Yoghurt. *Int. Dairy J.* 13, 3–13. doi:10.1016/S0958-6946(02)00155-3
- Kuntz, L. A. 1998. *Bulking Agent : Bulking up While Scalling Down*. Weeks Publising Company.
- Lenny S. 2006. *Senyawa Flavonoid, Fenilpropanoida dan Alkaloida*. Medan: Fak. MIPA. USU.
- Lie, Jin. 2012. *Phenolic Compound and Antioxidan Activity of Bulb Extract of Six Lilium Species Native to China*. China: Molecules. hlm. 9362
- Madigan M.T. dan Martinko J.M., 2005. *Brock Biology of Microorganisms 11th ed*. New Jersey : Prentice Hall.
- Molyneux, P. 2004. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl.(DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Journal of Science and Technology*.
- Muchtadi, D. 2013. *Antioksidan dan Kiat Sehat di Usia Produktif*.:Bandung: Alfabeta
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*. 7(2): 361-367.
- Novitasari, D. 2017. Potensi Ekstrak Biji Lamtoro Terenkapsulasi sebagai Antioksidan dan Antibakteri Terhadap *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis*. *Skripsi*. Jember: FTP Universitas Jember
- Okawa M., Kinjo, J., Nohara, T., Ono, M. 2001. DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl) Radical Scavenging Activity of Flavonoids Obtained from Some Medicinal Plants, *Biol. Pharm. Bull* 24 (10), 1202-1205.
- Oliveira, J. E., Mattoso, L. H. C., Mori, F. A., Carvalho, A. G.,Tonoli, G. H. D. 2014. Electrospinning of zein/tannin bio-nanofibers. *Industrial Crops and Products*, 52, 298–304. doi:10.1016/j.indcrop.2013.10.047
- Othman, A., A. Ismail, N.A. Ghani and I. Adenan. 2005. Antioxidant Capacity And Phenolic Content Of Cocoa Beans. *J Food Chemistry* 100 : 1523-1530.

- Pelczar, M. J. dan Chan, E. C. S. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 1*. Alih bahasa: Hadioetomo, R. S., Imas, T., Tjitrosomo, S.S. dan Angka, S. L. Jakarta: UI Press
- Purwoko, Tjahjadi. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Rizqiati, H., 2006. Ketahanan dan Viabilitas *Lactobacillus plantarum* yang Dientapsulasi dengan Susu Skim dan Gum Arab Setelah Pengeringan dan Penyimpanan. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Edisi ke-4 Terjemahan Kosasih Padmawinata. Bandung: ITB Press.
- Russell, A. D. and Furr, J. R. 1997. Antibacterial Activity Of A New Chloroxylenol Preparation Containing Ethylenediamine Tetraacetic Acid. *Journal of Applied Bacteriology*. 4: 253-260.
- Sanchez, C.L.D.T., J.F.A. Zavala., L. Machi., H. Santacruz., M.A.V. Ochoa., E.A. Parilla., G.A.G. Aguilar. 2010. Controlled Release of Antifungal Volatiles of Thyme Essential Oil From β -Cyclodextrin Capsules. *J Incl Phenom Macrocycl Chem*, 67:431–441.
- Sihabudeen, M. S., Priscilla, H. 2010. Antimicrobial activity and phytochemical analysis of selected Indian folk medicinal plants. *International Journal of Pharma Sciences and Research*, 1 (10): 430-434.
- Sethuramani, A., Devi, A., Jaslin, E., Meera R., and Kameswari, B. 2010. Pharmacognostical and Preliminary Phytochemical Investigation on the Leaves of *Morus alba* Linn. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. ISSN : 0975-1459. 2 (8): 513-517.
- Sirait, M. 2007. *Penuntun Fitokimia dalam Farmasi*. Bandung: ITB.
- Srihari, E., Lingganingrum, F.S., Hervita, R., dan Wijaya S. 2010. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*, ISSN : 1411-4216.
- Sunanto, H. 2009. *100 Resep Sembuhkan Hipertensi, Obesitas dan Asam Urat*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Thabti, I., W. Elfalleh, N. Tlili, M. Ziadi, M.G. Campos and A. Ferchichi, 2014. Phenols, flavonoids and antioxidant and antibacterial activity of leaves and stem bark of *Morus* species. *Int. J. Food Propert.*, 17: 842-854.

- Thabti, I., Elfalleh, W., Hannachi, H., Ferchichi, A., & Campos, M. D. G. 2012. Identification and quantification of phenolic acids and flavonol glycosides in Tunisian Morus species by HPLC-DAD and HPLC-MS. *Journal of Functional Foods*, 4(1), 367–374.
- Tajkarimi MM, Ibrahim SA, Cliver DO. 2010. Review: Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Contr*, 21: 1199-1218.
- Tsao, R. 2010. Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols. *Nutrients*. 2(12). 1231-1246.
- Wahyuni, D.T., dan Widjanarko, S.B. 2015. Pengaruh Jenis Pelarut Dan Lama Ekstraksi Terhadap Ekstrak Karotenoid Labu Kuning Dengan Metode Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(2) : 390-401
- Wang, W., Zu, Y., Fu, Y., dan Efferth, T. 2010. In Vitro Antioxidant and Antimicrobial. Activity of Extracts from Morus alba L. Leaves, Stems and Fruits. *The American Journal of Chinese Medicine*. 40(2): 349–356
- Winarti, S. 2010. *Makanan Fungsional. Eds I*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Yuliawaty, S. T., dan Wahono, H. S. 2015. Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisik Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3 (1): 41-52.
- Zakaria, Z.A., Zaiton, H., Henie, E.F.P., Jais, A M.M., and Zainuddin, E.N.H., 2007, In Vitro Antibacterial Activity of Averrho bilimbi L. Leaves and Fruits Extracts. *International Journal of Tropical Medicine*, 2(3): 96-100

Lampiran 4.1 Rendemen Ekstrak Daun Murbei Terenkapsulasi

Sampel	Ulangan	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Rendemen (%)	Rata-rata	Standar Deviasi
MD3	1	297,24	9,98	3,358	3,272	0,0900
	2	297,35	9,45	3,178		
	3	297,53	9,76	3,280		
MD6	1	295,52	12,54	4,423	4,387	0,1247
	2	296,4	13,19	4,450		
	3	297,48	13,29	4,468		
MD9	1	298,5	15	5,025	5,448	0,3715
	2	299,11	16,75	5,600		
	3	302,96	17,33	5,720		

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{9,98}{297,24} \times 100\% \\
 &= 3,38\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

MD3 = 3% maltodekstrin, 10% ekstrak daun murbei dan 87% aquades

MD6 = 6% maltodekstrin, 10% ekstrak daun murbei dan 84% aquades

MD9 = 9% maltodekstrin, 10% ekstrak daun murbei dan 81% aquades

Lampiran 4.2 Efisiensi Enkapsulasi Ekstrak Daun Murbei

Sampel	Ulangan	Total Polifenol Enkapsulan (mg GAE/ml)	Total Polifenol Ekstrak (mg GAE/ml)	Efisiensi (%)	Rata-Rata	SD
MD 3	1	68,450	143,335	47,76	47,83	0,111
	2	66,178	138,518	47,78		
	3	66,996	139,700	47,96		
MD 6	1	53,183	139,427	38,14	37,83	0,318
	2	51,819	138,155	37,51		
	3	52,546	138,882	37,84		
MD 9	1	34,916	141,790	24,63	24,59	0,499
	2	33,462	138,973	24,08		
	3	35,734	142,517	25,07		

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi enkapsulasi} &= \frac{\text{Total polifenol kapsul}}{\text{Total polifenol ekstrak}} \times 100\% \\
 &= \frac{68,450}{143,335} \times 100\% \\
 &= \mathbf{47,83\%}
 \end{aligned}$$

Lampiran 4.3 Warna Encapsulasi Ekstrak Daun Murbei Terenkapsulasi

4.3.1 Nilai Warna

SAMPSEL	ULGN	NILAI A					RATA2	NILAI B					RATA2	NILAI L					RATA2	STDEV
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		
MD3	1	-1,80	-1,70	-1,80	-1,70	-1,60	-1,72	10,70	10,80	10,20	10,50	10,70	10,58	36,90	36,40	36,60	36,90	36,80	36,72	0,023094
	2	-1,80	-1,30	-1,70	-1,70	-1,50	-1,60	10,80	10,60	10,70	10,30	10,60	10,60	36,40	36,80	36,60	36,90	37,10	36,76	
	3	-1,80	-1,60	-1,80	-1,70	-1,50	-1,68	10,70	10,60	10,70	10,60	10,50	10,62	36,80	36,80	36,80	36,60	36,60	36,72	
MD6	1	-2,50	-2,60	-2,70	-2,50	-2,70	-2,60	26,70	26,60	26,70	26,30	26,10	26,48	74,20	74,50	74,80	75,00	74,60	74,62	0,030551
	2	-2,60	-2,60	-2,40	-2,60	-2,70	-2,58	26,30	26,20	26,50	26,70	26,60	26,46	74,40	74,60	74,40	75,10	74,30	74,56	
	3	-2,40	-2,60	-2,50	-2,70	-2,60	-2,56	26,50	26,40	26,50	26,30	26,50	26,44	74,50	74,50	74,20	75,00	74,80	74,60	
MD9	1	-2,40	-2,30	-2,20	-2,40	-2,50	-2,36	27,20	27,60	27,20	27,50	27,60	27,42	77,00	76,90	76,20	76,40	76,60	76,62	0,050332
	2	-2,30	-2,40	-2,40	-2,50	-2,50	-2,42	27,10	27,90	27,10	27,40	27,70	27,44	76,90	76,20	76,40	77,00	76,90	76,68	
	3	-2,30	-2,50	-2,30	-2,50	-2,30	-2,38	27,70	26,60	27,90	27,40	27,70	27,46	77,10	76,90	76,20	77,00	76,40	76,72	

4.3.2 Kecerahan Ekstrak Daun Murbei Terenkapsulasi

Sampel	Kecerahan	STDEV
MD3	36,73	0,023
MD6	74,59	0,031
MD9	76,67	0,050

Lampiran 4.4 Nilai Hue Ekstrak Daun Murbei Terenkapsulasi

SAMPEL	ULANGAN	L	a	b	Hue	RATA	STDEV
MD3	1	36,72	-1,72	10,58	99,23384	98,93557	0,328418
	2	36,76	-1,60	10,60	98,58362		
	3	36,72	-1,68	10,62	98,98925		
MD6	1	74,62	-2,60	26,48	95,60774	95,56904	0,038717
	2	74,56	-2,58	26,46	95,56906		
	3	74,60	-2,56	26,44	95,53031		
MD9	1	76,62	-2,36	27,42	94,91924	94,97093	0,062237
	2	76,68	-2,42	27,44	95,04001		
	3	76,72	-2,38	27,46	94,95353		

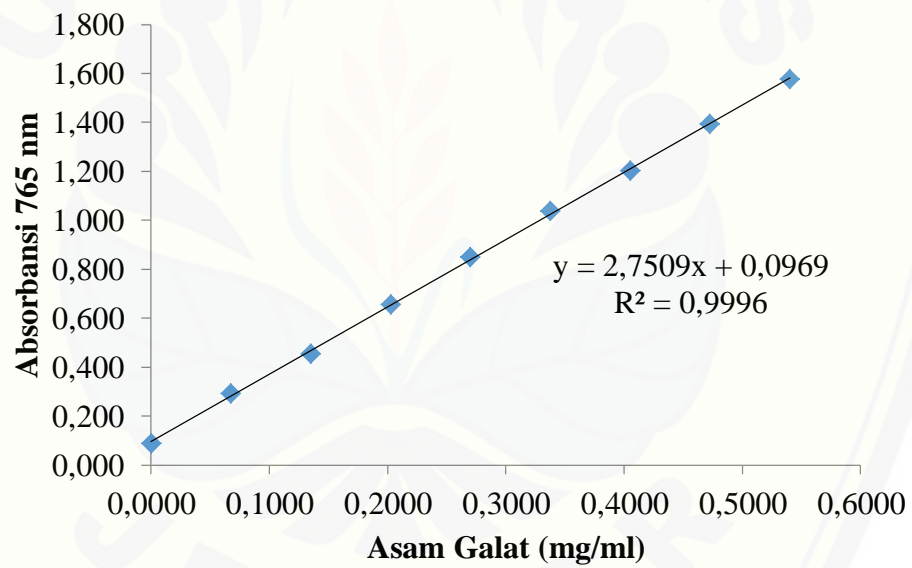
Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{°Hue} &= 180 + \tan^{-1} \frac{b}{a} \\ &= 180 + \tan^{-1} \frac{10,58}{-1,72} \\ &= 99,23384\end{aligned}$$

Lampiran 4.5 Total Polifenol Ekstrak Daun Murbei Terenkapsulasi

4.5.1 Kurva Standar Asam Galat

Konsentrasi asam galat (mg/ml)	absorbansi
0,0000	0,089
0,0675	0,292
0,1350	0,455
0,2025	0,656
0,2700	0,851
0,3375	1,039
0,4050	1,204
0,4725	1,396
0,5400	1,577



4.5.2 Total Polifenol Ekstrak Daun Murbei Terenkapsulasi

Sampel	Ulangan	Absorbansi	Polifenol (mg GAE/ml)	Total Polifenol (mg GAE/g)	Rata Total Polifenol (mg GAE/g)	STDEV
MD 3	1	0,474	0,13690	68,4503	67,2083	1,151
	2	0,461	0,13236	66,1783		
	3	0,466	0,13399	66,9963		
MD 6	1	0,390	0,10637	53,1826	52,5161	0,682
	2	0,382	0,10364	51,8194		
	3	0,386	0,10509	52,5464		
MD 9	1	0,289	0,06983	34,9158	34,4917	0,897
	2	0,281	0,06692	33,4618		
	3	0,290	0,07020	35,0976		

Contoh perhitungan :

Persamaan : $y = 2,7509x + 0,0969$

$$0,474 = 2,7509x + 0,0969$$

$$0,474 - 0,0969 = 2,7509x$$

$$0,3771 = 2,7509x$$

$$x = 0,13690$$

$$\begin{aligned} \text{Total polifenol} &= \frac{x \times \text{volume ekstrak}}{\text{berat sampel}} \\ &= \frac{0,13690 \text{ mg/ml} \times 10 \text{ ml}}{0,02 \text{ g}} \\ &= 68,4503 \text{ mg GAE/g} \end{aligned}$$

Lampiran 4.6 Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Murbei Terenkapsulasi

Sampel	Ulangan	Blanko	Absorbansi	% Penghambatan	Rata	STDEV
MD3	1	0,693	0,4565	34,13%	34,32%	0,0067
	2	0,693	0,4500	35,06%		
	3	0,693	0,4590	33,77%		
MD6	1	0,643	0,4650	27,68%	27,35%	0,00294
	2	0,643	0,4685	27,14%		
	3	0,643	0,4680	27,22%		
MD9	1	0,77	0,6205	19,42%	19,00%	0,00358
	2	0,77	0,6255	18,77%		
	3	0,77	0,6250	18,83%		

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Penghambatan DPPH} &= \frac{\text{absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi blanko}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,693 - 0,4565}{0,693} \times 100\% \\
 &= \frac{0,2365}{0,693} \times 100\% \\
 &= 34,13\%
 \end{aligned}$$

Lampiran 4.7 Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Murbei Terenkapsulasi1. Jumlah Koloni *Escherichia coli***MD3**

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni/200 μ L			Rata-Rata	SD
	U1	U2	U3		
0,0	230	243	243	238,67	7,51
7,7	67	67	60	64,67	4,04
15,4	41	41	43	41,67	1,15
23,1	20	17	20	19,00	1,73
30,8	8	8	8	8,00	0,00
38,5	2	1	3	2,00	1,00

MD 6

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni/200 μ L			Rata-Rata	Sd
	U1	U2	U3		
0,0	245	234	220	233,00	12,53
7,7	87	84	89	86,67	2,52
15,4	52	49	53	51,33	2,08
23,1	33	25	29	29,00	4,00
30,8	18	15	13	15,33	2,52
38,5	6	3	4	4,33	1,53

MD 9

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni/200 μ L			Rata-Rata	Sd
	U1	U2	U3		
0,0	230	243	245	239,33	8,14
7,7	92	93	93	92,67	0,58
15,4	55	57	59	57,00	2,00
23,1	37	39	31	35,67	4,16
30,8	16	18	19	17,67	1,53
38,5	7	5	8	6,67	1,53

2. Perhitungan IC50 dan KHM *Eschericia coli***MD 3**

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni (CFU/ml)			Rata-Rata	SD	% Penghambatan	Log Koloni
	U1	U2	U3				
0,0	1,E+09	1,E+09	1,E+09	1,E+09	4,E+07	0	9,08
7,7	3,E+08	3,E+08	3,E+08	3,E+08	2,E+07	72,9	8,51
15,4	2,E+08	2,E+08	2,E+08	2,E+08	6,E+06	82,54	8,32
23,1	1,E+08	9,E+07	1,E+08	1,E+08	9,E+06	92,04	7,98
30,8	4,E+07	4,E+07	4,E+07	4,E+07	0,E+00	96,65	7,60
38,5	1,E+07	5,E+06	2,E+07	1,E+07	5,E+06	99,16	7,00

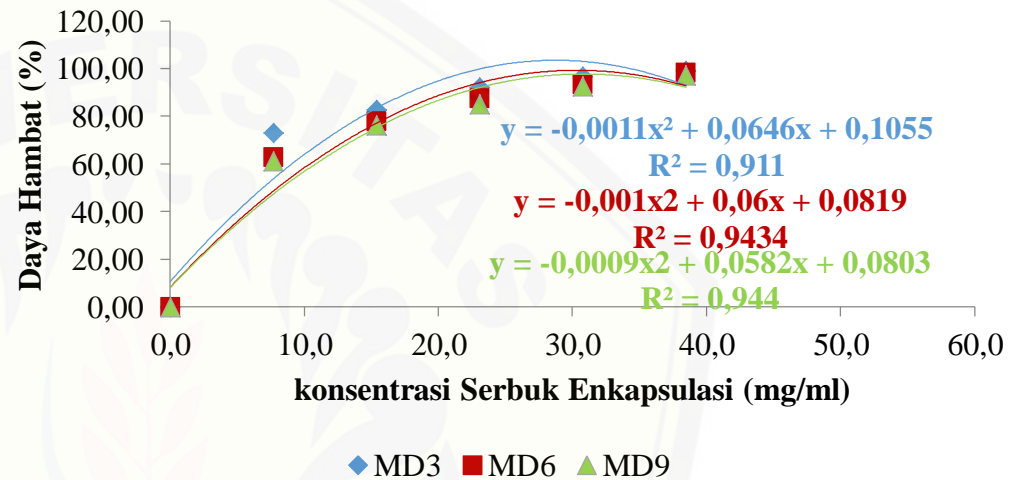
MD 6

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni (CFU/ml)			Rata-Rata	SD	% Penghambatan	Log Koloni
	U1	U2	U3				
0,0	1,E+09	1,E+09	1,E+09	1,E+09	6,E+07	0	9,07
7,7	4,E+08	4,E+08	4,E+08	4,E+08	1,E+07	62,8	8,64
15,4	3,E+08	2,E+08	3,E+08	3,E+08	1,E+07	77,97	8,41
23,1	2,E+08	1,E+08	1,E+08	1,E+08	2,E+07	87,55	8,16
30,8	9,E+07	8,E+07	7,E+07	8,E+07	1,E+07	93,42	7,88
38,5	3,E+07	2,E+07	2,E+07	2,E+07	8,E+06	98,14	7,34

MD9

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni (CFU/ml)			Rata-Rata	SD	% Penghambatan	Log Koloni
	U1	U2	U3				
0,0	1,E+09	1,E+09	1,E+09	1,E+09	4,E+07	0	9,08
7,7	5,E+08	5,E+08	5,E+08	5,E+08	3,E+06	61,3	8,67
15,4	3,E+08	3,E+08	3,E+08	3,E+08	1,E+07	76,18	8,45
23,1	2,E+08	2,E+08	2,E+08	2,E+08	2,E+07	85,10	8,25
30,8	8,E+07	9,E+07	1,E+08	9,E+07	8,E+06	92,62	7,95
38,5	4,E+07	3,E+07	4,E+07	3,E+07	8,E+06	97,21	7,52

Konsentrasi Enkapsulasi mg/ml	% Penghambatan		
	MD3	MD6	MD9
0,0	0,00%	0,00%	0,00%
7,7	72,91%	62,80%	61,28%
15,4	82,54%	77,97%	76,18%
23,1	92,04%	87,55%	85,10%
30,8	96,65%	93,42%	92,62%
38,5	99,16%	98,14%	97,21%



1. IC50 MD3

$$Y = -0,0011x^2 + 0,0646x + 0,1055$$

$$50\% = -0,0011x^2 + 0,0646x + 0,1055$$

$$0,5 = -0,0011x^2 + 0,0646x + 0,1055$$

$$X^2 - 59X + 359$$

$$(X - 6,923) (X - 78,153)$$

X = 78,153 mg/ml
X = 6,923 mg/ml

2. IC50 MD6

$$Y = -0,001x^2 + 0,06x + 0,0819$$

$$50\% = -0,001x^2 + 0,06x + 0,0819$$

$$0,5 = -0,001x^2 + 0,06x + 0,0819$$

$$X^2 - 65X + 466$$

$$(X - 8,269) (X - 88,230)$$

X = 88,230 mg/ml
X = 8,269 mg/ml

IC50 MD9

$$Y = 0,0009x^2 + 0,0582x + 0,0803$$

$$50\% = -0,0009x^2 + 0,0582x + 0,0803$$

$$0,5 = 0,0009x^2 + 0,0582x + 0,0803$$

$$X^2 - 65X + 466$$

$$(X - 8,269)(X - 88,230)$$

$$X = 88,230 \text{ mg/ml}$$

$$X = 8,269 \text{ mg/ml}$$

1. KHM MD3

$$Y = -0,0011x^2 + 0,0646x + 0,1055$$

$$90\% = -0,0011x^2 + 0,0646x + 0,1055$$

$$0,9 = -0,0011x^2 + 0,0646x + 0,1055$$

$$X^2 - 59X + 722$$

$$(X - 17,53)(X - 148,250)$$

$$X = 148,250 \text{ mg/ml}$$

$$X = 17,53 \text{ mg/ml}$$

2. KHM MD6

$$Y = -0,001x^2 + 0,06x + 0,0819$$

$$90\% = -0,001x^2 + 0,06x + 0,0819$$

$$0,9 = -0,001x^2 + 0,06x + 0,0819$$

$$X^2 - 60X + 818$$

$$(X - 20,950)(X - 202,213)$$

$$X = 202,213 \text{ mg/ml}$$

$$X = 20,950 \text{ mg/ml}$$

3. KHM MD9

$$Y = 0,0009x^2 + 0,0582x + 0,0803$$

$$90\% = -0,0009x^2 + 0,0582x + 0,0803$$

$$0,9 = 0,0009x^2 + 0,0582x + 0,0803$$

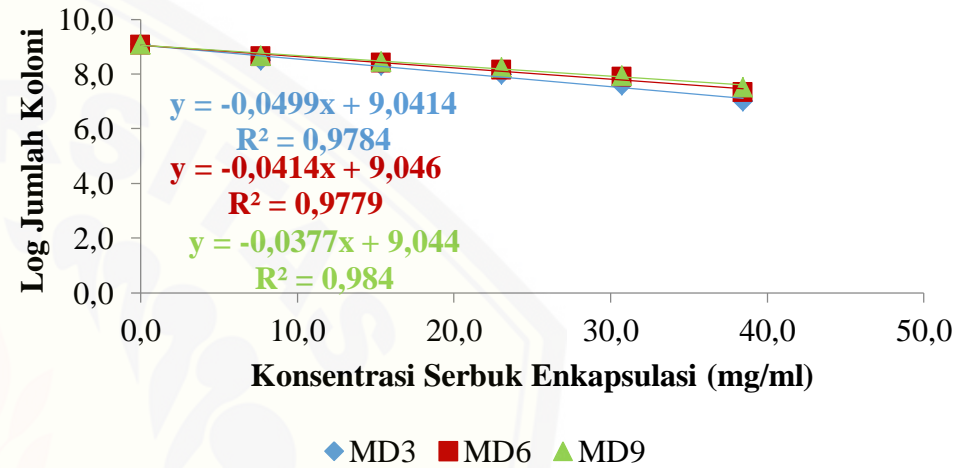
$$X^2 - 65X + 911$$

$$(X - 22,728)(X - 182,963)$$

$$X = 182,963 \text{ mg/ml}$$

$$X = 22,728 \text{ mg/ml}$$

Konsentrasi Ekstrak mg/ml	% Penghambatan		
	MD3	MD6	MD9
0,0	9,08	9,07	9,08
7,7	8,51	8,64	8,67
15,4	8,32	8,41	8,45
23,1	7,98	8,16	8,25
30,8	7,60	7,88	7,95
38,5	7,00	7,34	7,52



1. MD3

	Kons. Enkapsulasi (mg/ml)		IC ₅₀	Enkapsulasi (mg/ml)
	1 log	7	40,910	20,040
	6	60,950		
2 log	7	40,910	40,080	
	5	80,990		
3 log	7	40,910	40,080	
	5	80,990		

IC ₅₀		Enkapsulasi (mg/ml)	
Y1 = 1 x 10 ⁸	Log Y1 =	8,000	X1 = 20,870
Y2 = 50% (Y1) = 5 x 10 ⁷	Log Y2 =	7,699	X2 = 9,034
			IC ₅₀ = 6,033

IC ₉₀		Enkapsulasi (mg/ml)	
Y1 = 1 x 10 ⁸	Log Y1 =	7,000	X1 = 40,910
Y2 = 90% (Y1) = 5 x 10 ⁷	Log Y2 =	6,000	X2 = 20,467
			IC ₉₀ = 20,040

2. MD6

Kons. Enkapsulasi (mg/ml)				IC₅₀				Enkapsulasi (mg/ml)	
1 log	7	49,420	24,155	Y1 = 1 x 10 ⁸	Log Y1 =	8,000	X1 =	27,692	
	6	73,575		Y2 = 50% (Y1) = 5 x 10 ⁷	Log Y2 =	7,699	X2 =	35,677	
								7,985	
2 log	7	49,420	48,309	IC₉₀				Enkapsulasi (mg/ml)	
	5	97,729		Y1 = 1 x 10 ⁸	Log Y1 =	7,000	X1 =	54,218	
3 log	7	49,420	48,309	Y2 = 90% (Y1) = 5 x 10 ⁷	Log Y2 =	6,000	X2 =	24,704	
	5	97,729						IC ₉₀	26,525

3. MD9

Kons. Enkapsulasi (mg/ml)				IC₅₀				Enkapsulasi (mg/ml)	
1 log	7	54,218	26,525	Y1 = 1 x 10 ⁸	Log Y1 =	8,000	X1 =	25,266	
	6	80,743		Y2 = 50% (Y1) = 5 x 10 ⁷	Log Y2 =	7,699	X2 =	32,537	
								7,271	
2 log	7	54,218	53,050	IC₉₀				Enkapsulasi (mg/ml)	
	5	107,268		Y1 = 1 x 10 ⁸	Log Y1 =	7,000	X1 =	49,420	
3 log	7	54,218	53,050	Y2 = 90% (Y1) = 5 x 10 ⁷	Log Y2 =	6,000	X2 =	24,704	
	5	107,268						IC ₉₀	24,155

LOG C	MD3	MD6	MD9
0,89	5,58	5,33	5,28
1,19	5,95	5,77	5,71
1,36	6,41	6,18	6,04
1,49	6,88	6,48	6,48
1,59	7,37	7,05	6,88

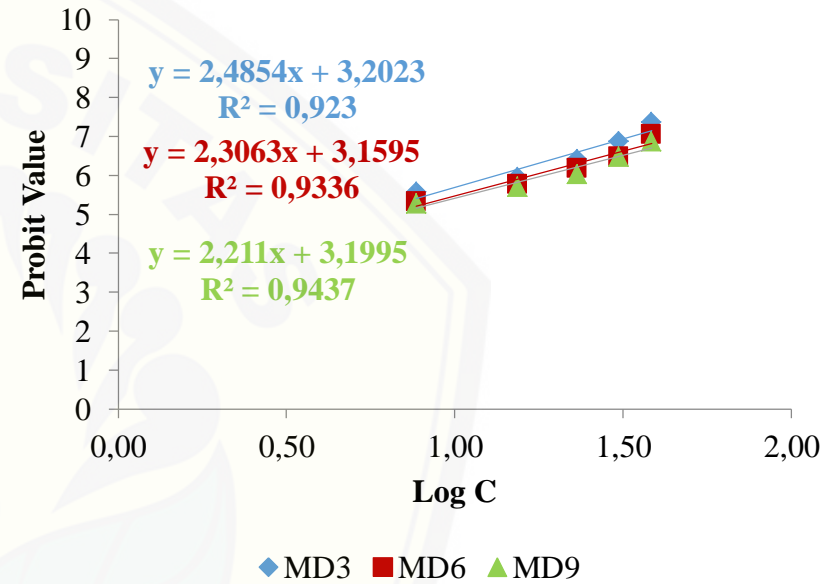


Table 3.2 Transformation of percentages to probits

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
—	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

Sumber : Finney, 1952

1. IC50 MD3

$y = 2,4854x + 3,2023$		
$5 = 2,4854x + 3,2023$		
$5 - 3,2023 = 2,4854 x$		
X = LOG C50		
=	0,723304096	
LOG C50	0,723304096	5,28815
IC50	5,29 mg/ml	
	5,29	0,7233

2. IC50 MD6

$y = 2,3063x + 3,1595$		
$5 = 2,3063x + 3,1595$		
$5 - 3,1595 = 2,3063x$		
X = LOG C50		
=	0,79803	
LOG C50	0,79803	6,28104
IC50	6,28 mg/ml	
	6,28	0,79803

3. IC50 MD9

$y = 2,211x + 3,1995$		
$5 = 2,211x + 3,1995$		
$5 - 3,1995 = 2,211x$		
X = LOG C50 =		
	0,814337404	
LOG C50	0,814337404	6,52135
IC50	6,52 mg/ml	
	6,52	0,81434

1. KHM MD3

$y = 2,4854x + 3,2023$			
$6,28 = 2,4854x + 3,2023$			
$6,28 - 3,2023 = 2,4854 x$			
$X = \text{LOG C90}$			
=	1,238311741		
LOG C90	1,238311741		17,3106
KHM	17,31	mg/ml	
	17,31		1,23831

2. KHM MD6

$y = 2,211x + 3,1995$			
$6,28 = 2,211x + 3,1995$			
$6,28 - 3,1995 = 2,211x$			
$X = \text{LOG C50} = 1,393260968$			
LOG C50	1,393260968		24,7321
KHM	24,73	mg/ml	
	24,73		1,39326

3. KHM MD9

$y = 2,3063x + 3,1595$			
$6,28 = 2,3063x + 3,1595$			
$6,28 - 3,1595 = 2,306x$			
$X = \text{LOG C50}$			
=	1,35321		
LOG C50	1,35321		22,5532
KHM	22,55	mg/ml	
	22,55		1,35321

2. Jumlah Koloni *Staphylococcus aureus*

MD3

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni/200 μ L			Rata-Rata	Sd
	U1	U2	U3		
0,0	178	184	187	183,00	4,58
7,7	39	38	42	39,67	2,08
15,4	18	17	20	18,33	1,53
23,1	8	7	9	8,00	1,00
30,8	3	2	2	2,33	0,58
38,5	1	0	0	0,33	0,58

MD 6

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni/200 μ L			Rata-Rata	Sd
	U1	U2	U3		
0,0	169	177	171	172,33	4,16
7,7	43	50	47	46,67	3,51
15,4	20	24	23	22,33	2,08
23,1	8	12	10	10,00	2,00
30,8	3	5	3	3,67	1,15
38,5	2	1	1	1,33	0,58

MD 9

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni/200 μ L			Rata-Rata	Sd
	U1	U2	U3		
0,0	171	169	245	195,00	43,31
7,7	45	50	93	62,67	26,39
15,4	26	32	59	39,00	17,58
23,1	17	19	31	22,33	7,57
30,8	7	8	19	11,33	6,66
38,5	2	2	8	4,00	3,46

3. Perhitungan IC50 dan KHM *Staphylococcus aureus***MD 3**

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni (CFU/ml)			Rata-Rata	SD	% Penghambatan	Log Koloni
	U1	U2	U3				
0,0	9,E+08	9,E+08	9,E+08	9,E+08	2,E+07	0	8,96
7,7	2,E+08	2,E+08	2,E+08	2,E+08	1,E+07	78,3	8,30
15,4	9,E+07	9,E+07	1,E+08	9,E+07	8,E+06	89,98	7,96
23,1	4,E+07	4,E+07	5,E+07	4,E+07	5,E+06	95,63	7,60
30,8	2,E+07	1,E+07	1,E+07	1,E+07	3,E+06	98,72	7,07
38,5	5,E+06	0,E+00	0,E+00	2,E+06	3,E+06	99,82	6,22

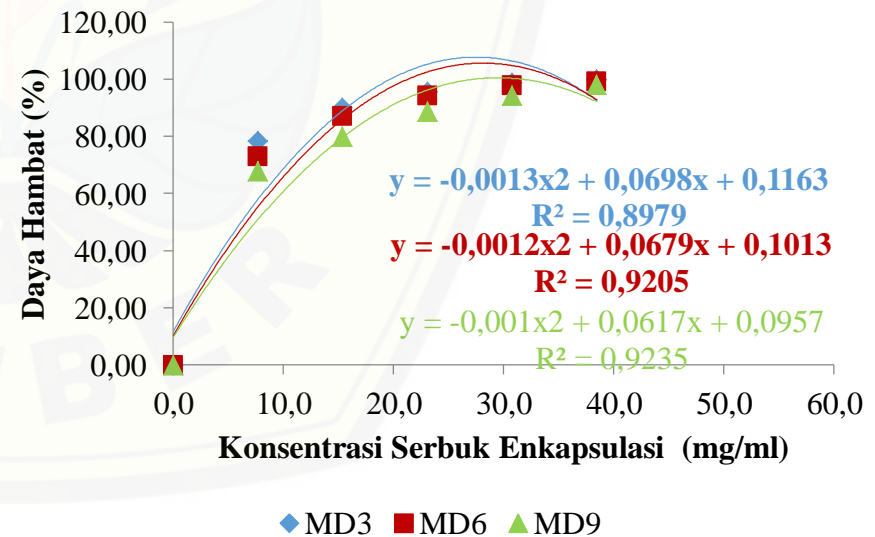
MD6

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni (CFU/ml)			Rata-Rata	SD	% Penghambatan	Log Koloni
	U1	U2	U3				
0,0	8,E+08	9,E+08	9,E+08	9,E+08	2,E+07	0	8,94
7,7	2,E+08	3,E+08	2,E+08	2,E+08	2,E+07	72,9	8,37
15,4	1,E+08	1,E+08	1,E+08	1,E+08	1,E+07	87,04	8,05
23,1	4,E+07	6,E+07	5,E+07	5,E+07	1,E+07	94,20	7,70
30,8	2,E+07	3,E+07	2,E+07	2,E+07	6,E+06	97,87	7,26
38,5	1,E+07	5,E+06	5,E+06	7,E+06	3,E+06	99,23	6,82

MD9

Konsentrasi Enkapsulasi (mg/ml)	Jumlah Koloni (CFU/ml)			Rata-Rata	SD	% Penghambatan	Log Koloni
	U1	U2	U3				
0,0	9,E+08	8,E+08	1,E+09	1,E+09	2,E+08	0	8,99
7,7	2,E+08	3,E+08	5,E+08	3,E+08	1,E+08	67,9	8,50
15,4	1,E+08	2,E+08	3,E+08	2,E+08	9,E+07	80,00	8,29
23,1	9,E+07	1,E+08	2,E+08	1,E+08	4,E+07	88,55	8,05
30,8	4,E+07	4,E+07	1,E+08	6,E+07	3,E+07	94,19	7,75
38,5	1,E+07	1,E+07	4,E+07	2,E+07	2,E+07	97,95	7,30

Konsentrasi Enkapsulasi mg/ml	% Penghambatan		
	MD3	MD6	MD9
0,0	0,00%	0,00%	0,00%
7,7	78,32%	72,92%	67,86%
15,4	89,98%	87,04%	80,00%
23,1	95,63%	94,20%	88,55%
30,8	98,72%	97,87%	94,19%
38,5	99,82%	99,23%	97,95%



1. IC50 MD3

$$Y = -0,0013x^2 + 0,0698x + 0,1163$$

$$50\% = -0,0013x^2 + 0,0698x + 0,1163$$

$$0,5 = -0,0013x^2 + 0,0698x + 0,1163$$

$$\frac{X^2 - 54X + 295}{(X - 6,217)(X - 71,175)}$$

$$X = 71,175 \text{ mg/ml}$$

$$X = 6,217 \text{ mg/ml}$$

2. IC50 MD6

$$Y = -0,0012x^2 + 0,0679x + 0,1013$$

$$50\% = -0,0012x^2 + 0,0679x + 0,1013$$

$$0,5 = -0,0012x^2 + 0,0679x + 0,1013$$

$$\frac{X^2 - 57X + 332}{(X - 6,654)(X - 76,293)}$$

$$X = 76,293 \text{ mg/ml}$$

$$X = 6,654 \text{ mg/ml}$$

3. IC50 MD9

$$Y = -0,001x^2 + 0,0617x + 0,0957$$

$$50\% = -0,001x^2 + 0,0617x + 0,0957$$

$$0,5 = -0,001x^2 + 0,0617x + 0,0957$$

$$\frac{X^2 - 62X + 404}{(X - 7,453)(X - 82,673)}$$

$$X = 82,673 \text{ mg/ml}$$

$$X = 7,453 \text{ mg/ml}$$

1. KHM MD3

$$Y = -0,0013x^2 + 0,0698x + 0,1163$$

$$90\% = -0,0013x^2 + 0,0698x + 0,1163$$

$$0,9 = -0,0013x^2 + 0,0698x + 0,1163$$

$$\frac{X^2 - 54X + 603}{(X - 15,989)(X - 135,240)}$$

$$X = 135,240 \text{ mg/ml}$$

$$X = 15,989 \text{ mg/ml}$$

2. KHM MD6

$$Y = -0,0012x^2 + 0,0679x + 0,1013$$

$$90\% = -0,0012x^2 + 0,0679x + 0,1013$$

$$0,9 = -0,0012x^2 + 0,0679x + 0,1013$$

$$X^2 - 57X + 666$$

$$(X - 16,679) (X - 140,299)$$

X = 140,299 mg/ml
X = 16,679 mg/ml

3. KHM MD9

$$Y = -0,001x^2 + 0,0617x + 0,0957$$

$$90\% = -0,001x^2 + 0,0617x + 0,0957$$

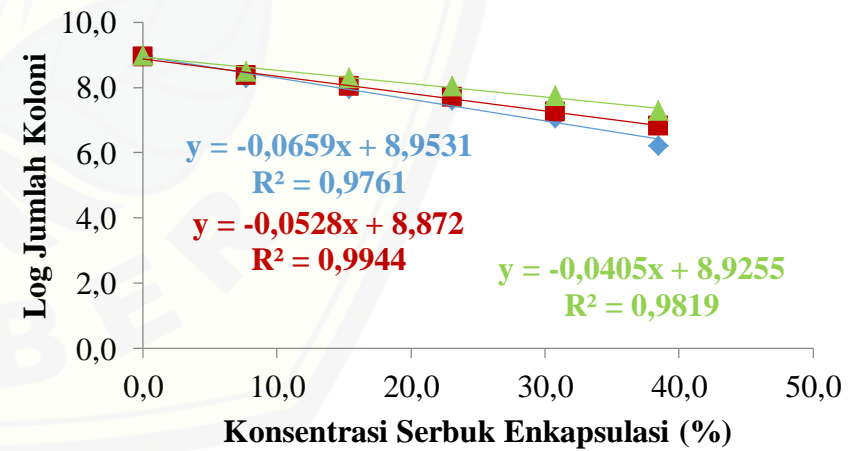
$$0,9 = -0,001x^2 + 0,0617x + 0,0957$$

$$X^2 - 62X + 804$$

$$(X - 18,708) (X - 159,309)$$

X = 159,309 mg/ml
X = 18,708 mg/ml

Konsentrasi Ekstrak mg/ml	% Penghambatan		
	MD3	MD6	MD9
0,0	8,96	8,94	8,99
7,7	8,30	8,37	8,50
15,4	7,96	8,05	8,29
23,1	7,60	7,70	8,05
30,8	7,07	7,26	7,75
38,5	6,22	6,82	7,30



◆ MD3 ■ MD6 ▲ MD9

1. MD3

Kons. Polifenol (mg/ml)				IC₅₀				Enkapsulasi (mg/ml)			
1 log	7	29,637	15,795	Y1 = 1 x 10 ⁸		Log Y1 =	8,000	X1 =	14,663		
	6	45,432		Y2 = 50% (Y1) = 5 x 10 ⁷		Log Y2 =	7,699	X2 =	19,294		
4,631											
2 log	7	30,048	30,769	IC₉₀				Enkapsulasi (mg/ml)			
	5	60,817		Y1 = 1 x 10 ⁸		Log Y1 =	7,000	X1 =	30,048		
3 log	7	30,048	30,769	Y2 = 90% (Y1) = 5 x 10 ⁷		Log Y2 =	6,000	X2 =	45,432		
	5	60,817									IC ₉₀

2. MD6

Kons. Enkapsulasi (mg/ml)				IC₅₀				Enkapsulasi (mg/ml)			
1 log	7	35,455	18,939	Y1 = 1 x 10 ⁸		Log Y1 =	8,000	X1 =	16,515		
	6	54,394		Y2 = 50% (Y1) = 5 x 10 ⁷		Log Y2 =	7,699	X2 =	22,216		
5,701											
2 log	7	35,455	37,879	IC₉₀				Enkapsulasi (mg/ml)			
	5	73,333		Y1 = 1 x 10 ⁸		Log Y1 =	7,000	X1 =	35,455		
3 log	7	35,455	37,879	Y2 = 90% (Y1) = 5 x 10 ⁷		Log Y2 =	6,000	X2 =	54,394		
	5	73,333									IC ₉₀

3. MD9

Kons. Enkapsulasi (mg/ml)			
1 log	7	47,469	24,691
	6	72,160	
2 log	7	47,469	49,383
	5	96,852	
3 log	7	47,469	49,383
	5	96,852	

IC ₅₀		Enkapsulasi (mg/ml)	
Y1 = 1 x 10 ⁸	Log Y1 = 8,000	X1 =	22,778
Y2 = 50% (Y1) = 5 x 10 ⁷	Log Y2 = 7,699	X2 =	30,211
			7,433
IC ₉₀		Enkapsulasi (mg/ml)	
Y1 = 1 x 10 ⁸	Log Y1 = 7,000	X1 =	47,469
Y2 = 90% (Y1) = 5 x 10 ⁷	Log Y2 = 6,000	X2 =	72,160
		IC ₉₀	24,691

LOG C	MD3	MD6	MD9
0,89	5,77	5,61	5,47
1,19	6,28	6,13	5,84
1,36	6,75	6,55	6,23
1,49	7,33	7,05	6,55
1,59	7,88	7,41	7,05

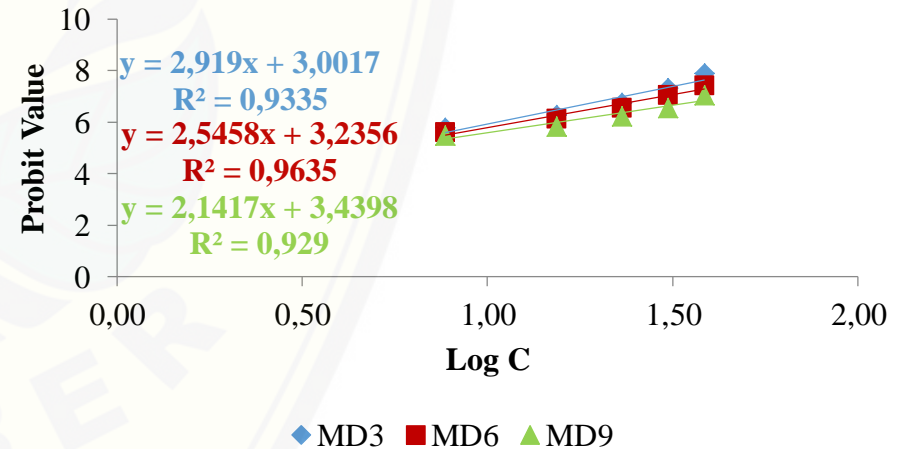


Table 3.2 Transformation of percentages to probits

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
—	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

Sumber : Finney, 1952

2. IC50 MD6

$$y = 2,5458x + 3,2356$$

$$5 = 2,5458x + 3,2356$$

$$5 - 3,2356 = 2,5458x$$

$$X = \text{LOG C50}$$

$$= \quad \quad \quad 0,69306$$

$$\text{LOG C50} \quad \quad \quad 0,69306 \quad \quad \quad 4,93245$$

$$\text{IC50} \quad \quad \quad 4,93 \quad \text{mg/ml}$$

$$\quad \quad \quad 4,93 \quad \quad \quad 0,69306$$

1. IC50 MD3

$$y = 2,919x + 3,0017$$

$$5 = 2,919x + 3,0017$$

$$5 - 3,0017 = 2,919x$$

$$X = \text{LOG C50}$$

$$= \quad \quad \quad 0,684583762$$

$$\text{LOG C50} \quad \quad \quad 0,684583762 \quad \quad \quad 4,83709$$

$$\text{IC50} \quad \quad \quad 4,84 \quad \text{mg/ml}$$

$$\quad \quad \quad 4,84 \quad \quad \quad 0,68458$$

3. IC50 MD9

$$y = 2,1417x + 3,4398$$

$$5 = 2,1417x + 3,4398$$

$$5 - 3,4398 = 2,1417x$$

$$X = \text{LOG C50} = \quad \quad \quad 0,728486716$$

$$\text{LOG C50} \quad \quad \quad 0,728486716 \quad \quad \quad 5,35164$$

$$\text{IC50} \quad \quad \quad 5,35 \quad \text{mg/ml}$$

$$\quad \quad \quad 5,35 \quad \quad \quad 0,72849$$

1. KHM MD3

$y = 2,919x + 3,0017$		
$6,28 = 2,919x + 3,0017$		
$6,28 - 3,0017 = 2,919x$		
$X = \text{LOG } C90$		
=	1,123090099	
LOG C90	1,123090099	13,2767
KHM	13,28 mg/ml	
	13,28	1,12309

2. KHM MD6

$y = 2,5458x + 3,2356$		
$6,28 = 2,5458x + 3,2356$		
$6,28 - 3,2356 = 2,5458x$		
$X = \text{LOG } C50 =$		
	1,19585	
LOG C50	1,19585	15,6983
KHM	15,70 mg/ml	
	15,70	1,19585

3. KHM MD9

$y = 2,1417x + 3,4398$		
$6,28 = 2,1417x + 3,4398$		
$6,28 - 3,4398 = 2,1417x$		
$X = \text{LOG } C50 =$		
	1,326142784	
LOG C50	1,326142784	21,1906
KHM	21,19 mg/ml	
	21,19	1,32614

Lampiran 4.9 Dokumentasi Penelitian



Pengeringan



Pengecilan ukuran



Penimbangan serbuk



Ekstraksi menggunakan Shaker Waterbath



Hasil Ekstraksi



Evaporasi



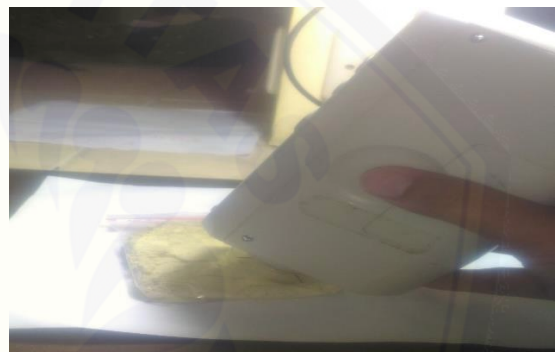
Homoginizer



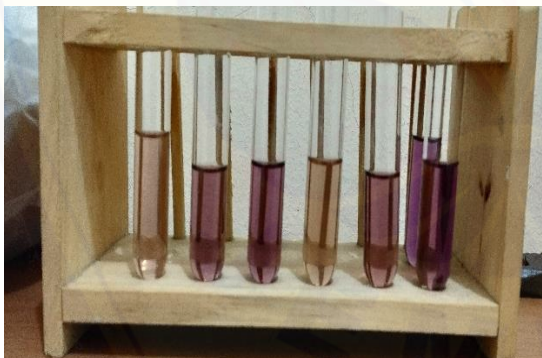
Spray Drying



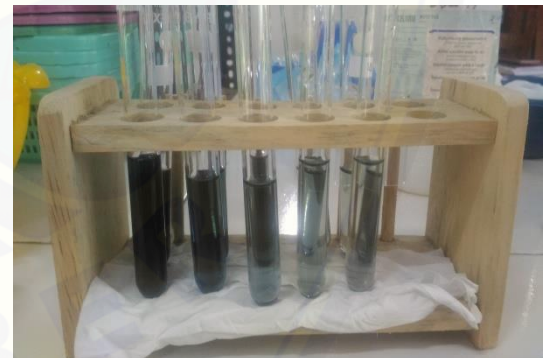
Ekstrak daun murbei terenkapsulasi



Uji Warna



Uji polifenol



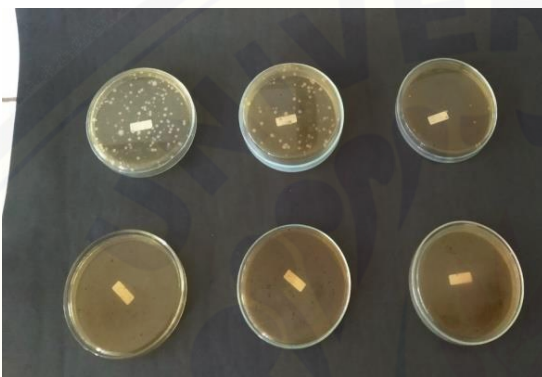
Uji Antioksidan



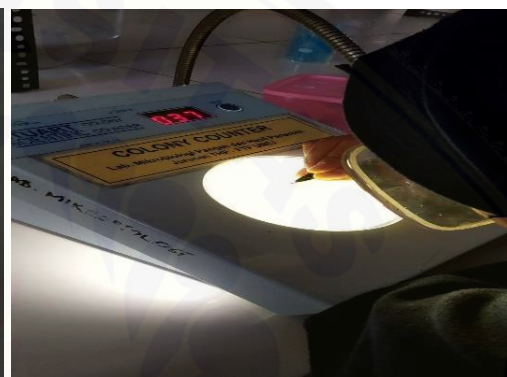
Persiapan uji antibakteri



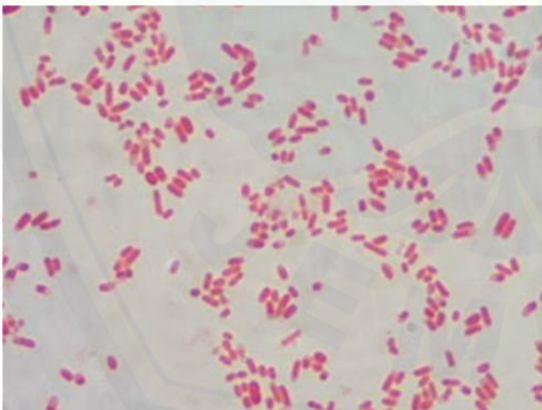
Inkubasi 24 jam 37°C



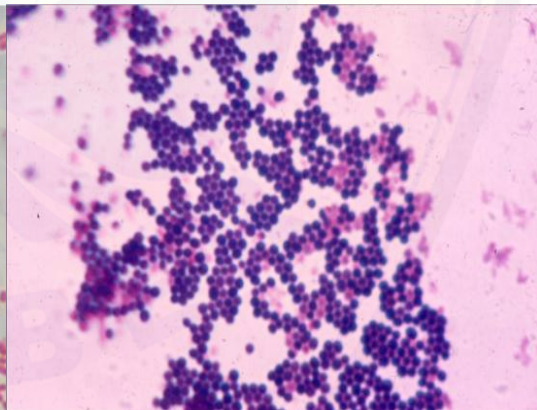
Uji Antibakteri



Perhitungan bakteri menggunakan
Colony counter



Escherichia coli (Jawetz et al., 2012)



Staphylococcus aureus
(Jawetz et al., 2012)

