



**POTENSI EKSTRAK BUAH TAKOKAK (*Solanum torvum* Swartz)
TERENKAPSULASI SEBAGAI ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

oleh :

**CLAUDIA AYU RIENDESTYA
131710101042**

**DPU : Dr. Ir. Sony Suwasono, M. App. Sc.
DPA : Dr. Ir. Jayus**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**POTENSI EKSTRAK BUAH TAKOKAK (*Solanum torvum*)
TERENKAPSULASI SEBAGAI ANTIBAKTERI**

SKRIPSI

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

oleh :

**CLAUDIA AYU RIENDESTYA
131710101042**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan skripsi ini untuk :

1. Allah SWT, puji syukur atas kehadiratNya yang telah memudahkan segala urusan hambaMu, semoga rahmat dan ampunanMu selalu mengiringi setiap langkah hambaMu dan berilah ampun atas segala dosa hamba;
2. Rasulullah SAW, terima kasih telah membimbing umat manusia menjadi khalifah di bumi serta menjadi teladan umatmu untuk mencapai sebuah kedamaian;
3. Orangtua tercinta, mamaku Devi Ernawati dan papaku Alm. Harry Poernomo terima kasih atas kasih sayang, cinta dan do'anya serta semangat yang luar biasa;
4. Kakakku Shela Ayu Istighfarah, Octavia Ayu Rizkawati, dan Achmad Rulian Dohir yang telah memberi warna kehidupan, sayang selalu untukmu;
5. Seluruh keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, bantuan dan semangat; dan
6. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Barang siapa yang menempuh suatu jalan untuk menuntut ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga”.

-HR. Muslim-

*“ ... 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 Alam Nasyrh 94;6-8)*

“Sepanjang kita yakin telah melakukan sesuatu dengan baik, selalu belajar untuk lebih baik, terbuka dengan masukan, rasa nyaman dan tenteram itu akan datang.
Kemuliaan hidup tidak pernah tertukar”

-Tere Liye-

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Claudia Ayu Riendestya

NIM : 131710101042

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Potensi Ekstrak Buah Takokak (*Solanum torvum*) Terenkapsulasi sebagai Antibakteri”** adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali dalam kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam 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, Juli 2017

Claudia Ayu Riendestya

NIM 131710101042

SKRIPSI

**POTENSI EKSTRAK BUAH TAKOKAK (*Solanum torvum*)
TERENKAPSULASI SEBAGAI ANTIBAKTERI**

oleh :

Claudia Ayu Riendestya
NIM 131710101042

Pembimbing:

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “” karya Claudia Ayu Riendestya NIM 131710101042 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari/tanggal :

Tempat :

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc.
NIP. 19641109 198902 1 002

Dr. Ir. Jayus
NIP. 19680516 1992003 1 004

Tim
Penguji :

Ketua

Anggota

Dr. Puspita Sari, S.TP., M.Ph.
NIP. 19720301 199802 2 001

Nurul Isnaini Fitriyana, S.TP., MP
NIP. 19780920 201212 2 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 19680923 199403 1 009

RINGKASAN

Potensi Ekstrak Buah Takokak (*Solanum torvum* Swartz) Terenkapsulasi Sebagai Antibakteri; Claudia Ayu Riendestya; 131710101042; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Takokak merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak dimanfaatkan sebagai sayuran. Takokak mengandung metabolit, seperti polifenol dan flavonoid pada ekstrak kulit buah takokak, berkaitan erat dengan efektivitas penghambatan bakteri. Selain itu buah takokak juga mengandung beberapa komponen asam fenolat dan alkaloid dimana kandungan alkaloid dan flavonoid dalam suatu bahan berperan sebagai penghambat pertumbuhan bakteri patogen. Sediaan dalam bentuk ekstrak memiliki kelemahan diantaranya sulit larut dalam air, memiliki waktu simpan yang pendek dan rentan terhadap kerusakan. Salah satu upaya untuk meningkatkan umur simpan dan mencegah kerusakan ekstrak adalah dengan cara enkapsulasi.

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahap yaitu pembuatan bubuk ekstrak buah takokak, mikoenkapsulasi ekstrak buah takokak, karakterisasi ekstrak dan mikroenkapsulasi ekstrak buah takokak (rendemen, warna, total polifenol), dan pengujian aktivitas antioksidan dan antibakteri. Rancangan percobaan adalah rancangan satu faktor dengan tiga taraf. Faktor perlakuan adalah variasi persentase penambahan maltodekstrin yang digunakan dalam proses enkapsulasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak buah takokak terenkapsulasi berpotensi sebagai antibakteri pada gram positif dan negatif. Nilai efisiensi enkapsulasi ekstrak buah takokak berkisar antara 12,76-24,23%. Zona hambat terbesar adalah sebesar 13,67 mm yaitu pada sampel ekstrak buah takokak, sedangkan untuk sampel ekstrak buah takokak terenkapsulasi, semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka diameter hambat semakin kecil. Ekstrak buah takokak terenkapsulasi lebih efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (*Bacillus subtilis*) dibandingkan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*). Nilai IC₅₀ perlakuan ekstrak sebesar 6,88 mg/ml, perlakuan E5 (5% maltodekstrin

dan 85% aquades) sebesar 7,92 mg/ml, perlakuan E10 (10% maltodekstrin dan 80% aquades) sebesar 9,82 mg/ml, sedangkan untuk perlakuan E15 (15% maltodekstrin dan 75% aquades) sebesar 10,88 mg/ml pada bakteri *B. subtilis*, sedangkan pada bakteri *E. coli* tidak dapat ditentukan nilai IC50. Perlakuan terbaik untuk ekstrak buah takokak terenkapsulasi adalah pada sampel E5 (Maltodekstrin 5%, aquades 85%) dengan nilai antioksidan dan antibakteri tertinggi (zona hambat 13,67 mm dan 4,89 mm) dibandingkan dengan sampel E10 dan E15.



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 Buah Takokak (*Solanum torvum*) Terenkapsulasi sebagai Antibakteri**” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan 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. Yuli Witono, S.TP, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Giyarto, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc. selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Ir. Jayus selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penelitian skripsi ini;
4. Dr. Puspita Sari, S.TP., M.Ph. dan Nurul Isnaini Fitriyana, S.TP., M.P. selaku tim penguji yang telah memberikan kritik, saran, serta bimbingan yang membangun dalam perbaikan penulisan skripsi ini;
5. Mamaku Devi Ernawati, Papaku Alm. Harry Poernomo yang telah memberikan cinta kasih, dorongan, doa, dan kerja keras demi terselesaikannya skripsi ini,
6. Kakak-kakakku Shela Ayu Istighfarah, Octavia Ayu Rizkawati, Achmad Rulian, dan keponakanku Adeeva dan Annasya, terima kasih atas bantuan, doa, dan semangatnya,
7. Saudara seperjuangan, Dini, Nely, Tea, Lutfi, Albertus, dan keluarga THP-C 2013, terima kasih untuk persahabatannya, saling memotivasi, mendukung, mendoakan, dan menghibur lewat berbagai candaan dan menumbuhkan semangat dalam meraih gelar S.TP bersama;

8. Elsdin Saktiaji, yang selalu saling memberi semangat dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah membantu kelancaran proses pembuatan skripsi ini;
10. Dikti yang telah memberikan beasiswa bidikmisi dari semester 1 hingga semester 8, terima kasih telah membiayai perkuliahan saya,
11. Semua pihak yang tidak dapat kami 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, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Buah Takokak (<i>Solanum torvum</i> Swartz).....	3
2.2 Ekstraksi.....	4
2.3 Mikroenkapsulasi.....	4
2.4 Maltodekstrin	5
2.5 Aktivitas Antibakteri.....	5
2.5.1 Senyawa Fenolik	6
2.5.2 Alkaloid	6
2.5.3 Terpenoid.....	6
2.6 Bakteri Patogen.....	7
2.6.1 <i>Escherichia coli</i>	7
2.6.2 <i>Bacillus subtilis</i>	8

BAB 3. METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	11
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	11
3.2.1 Bahan Penelitian.....	11
3.2.2 Alat Penelitian	11
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	11
3.3.1 Rancangan Penelitian	11
3.3.2 Prosedur Penelitian.....	12
3.3.3 Prosedur Analisis.....	15
3.4 Analisis Data.....	19
BAB 4. PEMBAHASAN	20
4.1 Rendemen	20
4.2 Warna Bubuk Ekstrak Takokak Terenkapsulasi	21
4.3 Total Polifenol Ekstrak Takokak Terenkapsulasi.....	22
4.4 Efisiensi Enkapsulasi	25
4.5 Aktivitas Antioksidan	26
4.6 Zona Hambat Bakteri.....	28
4.7 Persen Hambat Pertumbuhan Bakteri Patogen	29
BAB 5. PENUTUP.....	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Buah takokak (<i>Solanum torvum</i> Swartz).....	3
3.1 Diagram alir pembuatan ekstrak buah takokak	13
3.2 Diagram alir enkapsulasi ekstrak buah takokak	14
3.3 Cara pengukuran daerah penghambatan.....	18
4.1 Rendemen enkapsulasi ekstrak buah takokak terenkapsulasi	20
4.2 Nilai kecerahan bubuk ekstrak takokak terenkapsulasi.....	21
4.3 Nilai derajat hue bubuk ekstrak takokak terenkapsulasi	22
4.4 Total polifenol ekstrak buah takokak terenkapsulasi	23
4.5 Chromatogram dan spektrum ekstrak buah takokak konsentrasi pelarut etanol 50%	24
4.6 Efisiensi enkapsulasi ekstrak buah takokak dengan variasi konsentrasi maltodekstrin.....	25
4.7 Aktivitas antioksidan ekstrak buah takokak terenkapsulasi dengan BHT sebagai kontrol positif	27
4.8 Zona hambat ekstrak buah takokak terhadap <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Escherichia coli</i>	28
4.9 Zona hambat ekstrak dan mikrokapsul ekstrak buah takokak terhadap <i>Bacillus subtilis</i> (a) dan <i>Escherichia coli</i> (b).....	29
4.10 Persen hambat ekstrak dan mikrokapsul ekstrak buah takokak terhadap (a) <i>Bacillus subtilis</i> ; dan <i>Escherichia coli</i> (b)	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Perhitungan Rendemen Enkapsulasi	37
B. Perhitungan Warna Bubuk Ekstrak Buah Takokak.....	38
C. Perhitungan Total Polifenol Bubuk Ekstrak Buah Takokak	40
D. Perhitungan Efisiensi Enkapsulasi Ekstrak Buah Takokak.....	42
E. Perhitungan Aktivitas Antioksidan	43
F. Perhitungan Antibakteri <i>Well Diffusion Method</i>	45
G. Perhitungan Antibakteri <i>Microdilution Broth</i>	47
H. Dokumentasi kegiatan penelitian	55

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Takokak merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak dimanfaatkan sebagai sayuran. Sivapriya *et al.* (2011) menunjukkan bahwa jumlah kandungan metabolit, seperti polifenol dan flavonoid pada ekstrak kulit buah takokak, berkaitan erat dengan efektivitas penghambatan bakteri. Komponen fenol dan flavonoid merupakan bagian dari senyawa aromatik yang terkandung dalam buah takokak. Kandungan fenol pada takokak adalah sebanyak 92.9109 mg/100 g sampel segar dan 860.2860 mg/100 g sampel kering (Sirait 2009). Berdasarkan hasil penelitian Andarwulan *et al.* (2012), takokak mengandung total fenol sebesar 153.92 mg asam galat/100 g berat buah segar dan total antosianin sebesar 4.44 mg/100 g berat buah segar. Selain itu buah takokak juga mengandung beberapa komponen asam fenolat dan alkaloid (Perez-amador *et al.* 2007). Menurut penelitian Ambarwati (2007), kandungan alkaloid dan flavonoid dalam suatu bahan berperan sebagai penghambat pertumbuhan bakteri patogen. Hasil penelitian menunjukkan hasil yang positif mengenai daya antibakteri ekstrak buah takokak terhadap beberapa mikroorganisme, antara lain *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Vibrio cholerae*, dan *Salmonella cibrium*.

Sediaan dalam bentuk ekstrak memiliki kelemahan diantaranya sulit larut dalam air, memiliki waktu simpan yang pendek dan rentan terhadap kerusakan. Salah satu upaya untuk meningkatkan umur simpan dan mencegah kerusakan ekstrak adalah dengan cara enkapsulasi. Enkapsulasi mengubah ekstrak dalam bentuk bubuk, dimana penanganan, penakaran, dan pencampurannya ke dalam makanan dan minuman menjadi lebih mudah. Karena terbungkus di dalam kapsul, cairan atau bahan aktif tersebut terlindung dari pengaruh lingkungan yang merugikan seperti kerusakan oksidasi, hidrolisis, penguapan atau degradasi panas. Selain itu, bahan aktif akan mempunyai masa simpan yang lebih panjang serta mempunyai kestabilan proses yang lebih baik (Yuliani *et al.*, 2007).

Maltodekstrin merupakan salah satu enkapsulan yang sering digunakan dalam proses enkapsulasi. Maltodekstrin memiliki beberapa kelebihan yaitu

harganya terjangkau, larut dalam air dingin dengan sempurna sehingga dapat melepaskan *flavor* secara cepat dalam penggunaannya pada aplikasi tertentu. Penambahan konsentrasi maltodekstrin tergantung pada sifat inti (*core*) yang dienkapsulasi. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan enkapsulasi ekstrak buah takokak dengan konsentrasi maltodekstrin yang berbeda untuk mengetahui daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri patogen.

1.2 Perumusan Masalah

Pemanfaatan takokak masih terbatas sebagai konsumsi sayur. Melihat potensinya, buah takokak memiliki beberapa komponen bioaktif yang bersifat antibakteri. Buah takokak hijau memiliki kandungan alkaloid dan steroid seperti solasodine, solasonine, dan solamargine. Solasodine mempunyai efek menghilangkan sakit (analgetik), penurunan panas, antiradang, dan antishok. Solamargine dan solasonine mempunyai efek antibakteri, sedangkan solanine sebagai antimitosis (Hidayat dan Rodame, 2015). Sediaan ekstrak buah takokak akan memiliki umur simpan yang lebih lama jika dilakukan enkapsulasi, sehingga perlu dilakukan penelitian terkait dengan daya antibakteri ekstrak buah takokak terenkapsulasi.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. mengetahui efisiensi ekstrak polifenol buah takokak terenkapsulasi;
- b. mengetahui perlakuan terbaik konsentrasi ekstrak polifenol buah takokak dan maltodekstrin pada enkapsulasi untuk menghambat bakteri patogen.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat diantaranya yaitu :

- a. memanfaatkan ekstrak buah takokak terenkapsulasi sebagai sumber antibakteri;
- b. memberikan informasi pengetahuan tentang pengembangan potensi buah takokak sebagai antibakteri.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Takokak (*Solanum torvum* Swartz)

Takokak merupakan jenis tumbuhan obat yang memiliki nama daerah terong cepoka, terong pipit (Indonesia), takokak (sunda), terong cekoka, cemongkak, poka, terongan, cepoka, cong belut (jawa). Tanaman takokak merupakan salah satu tanaman obat tradisional untuk pengobatan penyakit lambung, pinggang kaku, batuk kronis, koreng, jantung, dan menurunkan tekanan darah tinggi (Sirait, 2009). Bagian tanaman yang digunakan sebagai obat adalah akar, daun, dan buah. Buah bertipe buni, berbentuk bulat dengan diameter 12-15 mm, berwarna hijau ketika muda, dan jingga setelah tua. Biji berbentuk pipih, kecil, licin, dan berwarna kuning pucat (Heyne 1987, Zuhud *et al.* 2003). Buah takokak memiliki rasa pedas dan sejuk bila dimakan, mempunyai sifat agak beracun. Buah takokak bermanfaat untuk melancarkan sirkulasi darah, menghilangkan darah beku, menghilangkan sakit, dan menghilangkan batuk (Zuhud *et al.* 2003).



Gambar 2.1. Buah takokak (*Solanum torvum* Swartz) (Dokumentasi pribadi, 2016)

Hasil beberapa penelitian menyebutkan bahwa takokak memiliki aktivitas antimikroba yang cukup baik. Sivapriya *et al.* (2011) menunjukkan bahwa jumlah kandungan metabolit, seperti polifenol dan flavonoid pada ekstrak kulit buah takokak, berkaitan erat dengan efektivitas penghambatan bakteri. Menurut Rokhmawati (2014), buah takokak dapat digunakan sebagai obat kumur karena mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* serta memiliki efek samping yang minimal jika dibandingkan dengan obat kumur berbahan kimia. Penelitian lain menunjukkan bahwa ekstrak metanolik takokak

memiliki aktivitas antibakteri yang baik terhadap bakteri-bakteri patogen. Dari hasil beberapa penelitian dapat diketahui bahwa aktivitas antibakteri dari tanaman takokak lebih efektif terhadap bakteri gram positif dibandingkan bakteri gram negatif. Walaupun penelitian mengenai aktivitas antibakteri pada tanaman takokak telah banyak dilakukan, namun hingga saat ini penelitian untuk mengetahui komponen yang berperan sebagai antibakteri dari ekstrak buah takokak belum banyak dilakukan.

2.2 Ekstraksi

Ekstraksi menggunakan pelarut cair atau gas yang melarutkan benda cair, padat, atau gas yang menghasilkan sebuah larutan melalui suatu pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya. Menurut hukum distribusi atau partisi dapat diketahui bahwa zat-zat tertentu lebih mudah larut dalam pelarut-pelarut tertentu yang dipengaruhi oleh konsentrasi iod, konstanta dielektrik, dan kepolaran. Pelarut merupakan cairan yang mampu melarutkan zat lain yang umumnya berbentuk padatan tanpa mengalami perubahan kimia. Dalam bentuk cairan dan padatan, tiap molekul saling terikat akibat adanya gaya tarik menarik antar molekul, gaya tarik menarik tersebut akan mempengaruhi pembentukan larutan. Apabila terdapat zat terlarut dalam suatu pelarut, maka partikel zat terlarut tersebut akan menyebar ke seluruh pelarut. Hal ini menyebabkan bentuk zat terlarut menyesuaikan dengan bentuk pelarutnya (Setiono, 1985).

Larutan terbentuk dari campuran zat-zat yang homogen, dimana pelarut memiliki komponen dengan jumlah yang lebih banyak daripada zat terlarut. Kemudahan partikel zat terlarut menggantikan molekul pelarut bergantung pada kekuatan relatif dari interaksi antara pelarut-pelarut, interaksi antara zat terlarut-zat terlarut, dan interaksi antara pelarut-zat terlarut. Jika tarik menarik zat terlarut-pelarut lebih kuat daripada tarik menarik pelarut-pelarut dan tarik menarik zat terlarut-terlarut, maka proses pelarutan akan berlangsung, proses ini disebut reaksi eksoterm. Jika interaksi zat terlarut-pelarut lebih lemah daripada interaksi pelarut-pelarut dan interaksi zat-zat terlarut maka proses ini disebut reaksi endoterm (Setiono, 1985).

Biasanya pelarut yang digunakan untuk melarutkan suatu zat adalah air. Ada beberapa hal yang memungkinkan pelarut selain air digunakan seperti melarutkan basa kuat dalam air yang akan membuat basa kuat bereaksi dengan air memproduksi OH⁻. Pelarut organik merupakan pelarut yang umumnya mengandung atom karbon dalam molekulnya. Dalam pelarut organik, zat terlarut didasarkan pada kemampuan koordinasi dan konstanta dielektriknya. Pelarut organik dapat bersifat polar dan non-polar bergantung pada gugus kepolaran yang dimilikinya. Pada proses kelarutan dalam pelarut organik, biasanya reaksi yang terjadi berjalan lambat sehingga perlu energi yang didapat dengan cara pemanasan untuk mengoptimalkan kondisi kelarutan. Larutan yang dihasilkan bukan merupakan konduktor elektrik. Contoh pelarut organik adalah alkohol, eter, ester, etil asetat, keton, dan sebagainya (Agoes, 2007).

Pelarut dengan nilai permitivitas statis relatif (ϵ_r) lebih besar dari 15 (seperti kutub atau polarisasi) dapat dibagi menjadi protik dan aprotik. Pelarut protik melarutkan anion dengan kuat (larutan bermuatan negatif) melalui ikatan hidrogen. Air termasuk pelarut protik polar. Dalam reaksi kimia penggunaan polar protik pelarut mendukung mekanisme reaksi SN1. Reaksi SN1 adalah sebuah reaksi substitusi dalam kimia organik. SN1 adalah singkatan dari substitusi nukleofili dan "1" memiliki arti bahwa tahap penetapan laju reaksi ini adalah reaksi molekul tunggal. Reaksi ini melibatkan sebuah zat antara karbokation dan umumnya terjadi pada reaksi alkil halida sekunder ataupun tersier, atau dalam keadaan asam yang kuat, alkohol sekunder dan tersier (Stobiecki, 2006).

Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Cara ini sesuai, baik untuk skala kecil maupun skala industri. (Agoes, 2007). Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja

sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di sisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Mukhriani, 2014).

2.3 Mikroenkapsulasi

Mikroenkapsulasi adalah teknologi untuk menyalut atau melapisi suatu zat inti dengan suatu lapisan dinding polimer, sehingga menjadi partikel – partikel kecil berukuran mikro (Istiyani, 2008). Sebuah mikrokapsul tersusun atas *core* (zat inti) dan *coating material* (zat penyalut/enkapsulan). *Core* didefinisikan sebagai material spesifik yang akan disalut, dapat berupa cairan maupun padatan. *Coating material* atau zat penyalut/enkapsulan harus memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan yang kohesif dengan *core*, memiliki kesesuaian dan bersifat non reaktif terhadap *core*, serta memiliki karakteristik *coating* yang diharapkan, seperti; kekuatan, fleksibilitas, impermeabilitas, dan stabilitas (Umer *et al.*, 2011).

Tujuan mikroenkapsulasi adalah stabilitas bahan inti, mengontrol pelepasan bahan inti baik kecepatan maupun kondisi pelepasannya, melindungi komponen bahan pangan yang sensitif, mengurangi kehilangan nutrisi, menambah komponen bahan pangan tertentu pada bahan pangan lain dan mengubah bahan pangan bentuk cair ke bentuk padat yang lebih mudah ditangani (Istiyani, 2008).

Penyalutan bahan inti oleh enkapsulan yang kurang sempurna akan mempengaruhi pelepasan zat inti dari mikrokapsul. Menurut Istiyani (2008) faktor yang mempengaruhi keberhasilan mikroenkapsulasi, antara lain: sifat fisikokimia bahan inti atau zat aktif, bahan penyalut yang digunakan, tahap proses enkapsulasi (tunggal atau bertingkat), sifat dan dinding mikrokapsul serta kondisi pembuatan (basah atau kering). Pada mikroenkapsulasi, pengeringan dilakukan agar diperoleh sel terenkapsulasi dalam bentuk granula. Pengeringan dapat dilakukan dengan metode *spray drying*, *freeze drying*, dan *fluidized bed drying*. Pada penelitian ini metode pengeringan yang digunakan adalah *spray drying*.

2.4 Maltodekstrin

Maltodekstrin ($C_6H_{12}O_5$) $_nH_2O$ didefinisikan sebagai produk hidrolisat pati (polimer sakarida tidak manis) dengan panjang rantai rata-rata 5-10 unit/molekul glukosa. Maltodekstrin secara teori diproduksi dengan menggunakan hidrolisis terkontrol melalui enzim (α -amilase) atau asam (Desmawarni, 2007). Maltodekstrin tidak memiliki kemampuan sebenarnya dalam emulsifikasi (lipofil atau hidrofil). Maltodekstrin tersusun dari unit glukosa, dan tidak efektif untuk menstabilkan minyak atau *flavor* dalam larutan berviskositas. Untuk itu biasanya maltodekstrin dikombinasi dengan bahan seperti gum arab atau pati termodifikasi lainnya untuk keperluan stabilitas emulsi. Maltodekstrin atau pati termodifikasi dengan DE (*dekstrosa equivalen*) yang rendah (kurang dari 20) efektif untuk mikroenkapsulasi *flavor*.

Maltodekstrin adalah senyawa yang *non-hygroscopic*. Maltodekstrin dapat larut dalam air dingin dengan sempurna sehingga dapat melepaskan *flavor* secara cepat dalam penggunaannya pada aplikasi tertentu. *Flavor* dan rasa manis pada maltodekstrin sangat rendah sehingga dapat cepat hilang dalam penggunaannya. Maltodekstrin juga terjangkau dari segi biaya dan mudah diperoleh (Desmawarni, 2007).

2.5 Aktivitas Antibakteri

Antibakteri merupakan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas bakteri. Aktivitas antibakteri dapat berasal baik dari tanaman maupun hewan. Aktivitas antibakteri ini dapat berperan sebagai pengawet *alami* bagi makanan maupun sebagai antibiotik dan obat-obatan alami (Tajkarimi *et al.* 2010). Banyak antibiotik yang dibuat secara semisintetik atau sintetik penuh. Obat yang digunakan untuk membasmi mikroba, penyebab infeksi pada manusia, ditentukan harus memiliki sifat toksisitas selektif setinggi mungkin. Artinya, obat tersebut haruslah bersifat sangat toksik untuk mikroba. Berdasarkan sifat toksisitas selektif, ada antibakteri yang bersifat menghambat pertumbuhan mikroba, dikenal sebagai *aktivitas bakteriostatik*; dan ada yang bersifat membunuh mikroba, dikenal sebagai *aktivitas bakterisid*.

Komponen metabolit dari tanaman berpotensi sebagai bahan pengembangan obat-obatan. Salah satu pengembangan obat-obatan dari tanaman adalah sebagai antibiotik (Verpoorte, 2000). Aktivitas antibiotik dari komponen metabolit tanaman tidak terlepas dari aktivitas komponen tersebut sebagai antibakteri. Beberapa komponen metabolit yang telah diketahui memiliki aktivitas sebagai antibakteri antara lain adalah sebagai berikut :

2.5.1 Senyawa Fenolik

Senyawa fenolik merupakan istilah bagi substansi tanaman yang umumnya mengandung cincin aromatik yang berikatan dengan satu atau lebih gugus hidroksil. Fenolik banyak terdapat di vakuola sel dan bersifat larut air karena umumnya senyawa ini berikatan dengan gugus gula seperti glukosida. (Harborne 1973). Senyawa fenol sederhana, asam fenolat, dan flavonoid merupakan senyawa fenolik yang diketahui memiliki aktivitas antimikroba (Cowan 1999; Ncube *et al.* 2008).

2.5.2 Alkaloid

Alkaloid merupakan salah satu komponen metabolit yang telah digunakan sebagai bahan baku obat-obatan. Alkaloid telah diteliti memiliki efek farmakologi termasuk bersifat sitotoksik dan sebagai antiprotozoa, namun masih sedikit yang meneliti tentang aktivitas alkaloid sebagai antibakteri (Karou2 *et al.* 2005). Alkaloid merupakan senyawa siklik yang mengandung satu atau dua atom nitrogen yang biasanya merupakan bagian dari struktur siklik tersebut. Jenis alkaloid yang umum ditemukan dalam tanaman famili *Solanaceae*, yang merupakan famili dari buah takokak khususnya adalah solanine, atropin, dan nikotin (Harborne 1973). Salah satu jenis alkaloid yang diketahui sebagai antimikroba adalah berberine. Berberine diduga berpotensi melawan beberapa mikroorganisme seperti plasmodia dan tripanosoma. Mekanisme dari komponen ini berhubungan erat dengan kemampuannya sebagai DNA intercalator (Cowan 1999; Karou2 *et al.* 2005). DNA intercalator adalah senyawa yang dapat berikatan pada struktur DNA sehingga DNA yang seharusnya berbentuk heliks berubah menjadi tidak beraturan.

2.5.3 Terpenoid

Komponen terpen merupakan kelompok metabolit sekunder yang mengandung struktur isopren dalam jumlah banyak. Secara umum, komponen terpen memiliki struktur kimia $C_{10}H_{16}$ dan berada dalam bentuk diterpen (C_{20}), triterpen (C_{30}), tetraterpen (C_{40}), hemiterpen (C_5), dan sesquiterpen (C_{15}). Ketika komponen tersebut mengandung oksigen maka kelompok ini didefinisikan sebagai terpenoid (Cowan 1999). Terpenoid merupakan komponen yang berperan terhadap aroma dan kandungan minyak esensial dari suatu tanaman (Briemann *et al.* 2006). Salah satu triterpen glikosida yang memiliki berat molekul tinggi adalah saponin. Ekstrak saponin dari tanaman *Anabasis artadulata* diketahui memiliki aktivitas antibakteri yang baik terhadap bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Klebsiella pneumonia*, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, dan *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 14028. Aktivitas antibakteri dari saponin ini lebih baik dibandingkan dengan ekstrak alkaloid dari tanaman yang sama (Maatalah *et al.* 2012).

2.6 Bakteri Patogen

Bakteri patogen merupakan penyebab utama dari kasus keracunan pangan yang masih menjadi masalah serius di berbagai negara. Bakteri patogen yang banyak berkembang dalam saluran pencernaan manusia adalah *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis*.

2.6.1 *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri batang gram negatif dan tidak membentuk spora, serta memiliki kapsul. Bakteri ini juga bersifat fakultatif, dan sering disebut sebagai *facultative intra-cellular parasites*. Dinding selnya terdiri atas murein, lipoprotein, fosfolipid, protein, dan lipopolisakarida (LPS) dan tersusun sebagai lapisan-lapisan (Dzen, 2003).

Struktur sel *Escherichia coli* dikelilingi oleh membran sel, terdiri dari sitoplasma yang mengandung nukleoprotein. Membran sel *Escherichia coli* ditutupi oleh dinding sel berlapis kapsul. Flagela dan pili *Escherichia coli* menjulur dari permukaan sel (Tizard 2004). Tiga struktur antigen utama permukaan yang

digunakan untuk membedakan serotipe golongan *Eschericia coli* adalah dinding sel, kapsul dan flagela. Dinding sel *Eschericia coli* berupa lipopolisakarida yang bersifat pirogen dan menghasilkan endotoksin serta diklasifikasikan sebagai antigen O. Kapsul *Eschericia coli* berupa polisakarida yang dapat melindungi membran luar dari fagositik dan sistem komplemen, diklasifikasikan sebagai antigen K. Flagela *Eschericia coli* terdiri dari protein yang bersifat antigenik dan dikenal sebagai antigen H. Faktor virulensi *Eschericia coli* juga disebabkan oleh enterotoksin, hemolisin, kolisin, 6 siderophor, dan molekul pengikat besi (aerobaktin dan entrobaktin) (Quinn *et al.*, 2002).

Bakteri *Eschericia coli* dapat membentuk koloni pada saluran pencernaan manusia maupun hewan dalam beberapa jam setelah kelahiran. Faktor predisposisi pembentukan koloni ini adalah mikroflora dalam tubuh masih sedikit, rendahnya kekebalan tubuh, faktor stres, pakan, dan infeksi agen patogen lain. Kebanyakan *Eschericia coli* memiliki virulensi yang rendah dan bersifat oportunistis (Songer & Post, 2005).

2.6.2 *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis memerlukan suhu optimal dalam pertumbuhannya yakni antara 28 – 38°C. Apabila bakteri tersebut diisolasi dari seorang penderita, suhu optimal yang diperlukan adalah 37 C, pH optimum pertumbuhannya adalah 7,4. Bakteri *Bacillus subtilis* terdapat pada hidung, mulut, tenggorokan, pori-pori, permukaan kulit, kelenjar keringat dan saluran usus. Infeksi *Bacillus subtilis* dapat berupa jerawat, bisul dan luka (Jawetz *et al.*, 2001). *Bacillus subtilis* dapat menyebabkan kerusakan pada makanan kaleng yang juga dapat mengakibatkan gastroenteritis pada manusia yang mengkonsumsinya. Oleh sebab itu makanan yang disimpan dalam waktu lama perlu dilakukan pengawetan agar tidak membahayakan konsumen (Pratiwi, 2008).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian, dan Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Laboratorium Kimia Makanan, dan Laboratorium Mikrobiologi Makanan Pusat Pengajian Sains dan Teknologi Makanan Universiti Malaysia Terengganu pada bulan Oktober 2016 sampai Juni 2017.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah buah takokak hijau dari sekitar Kabupaten Jember, aquades, etanol 97%, etanol *pro analys*, DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl), BHT (*Butylated Hydroxytoluene*), reagen Follin Ciocalteau, Na₂CO₃, larutan NaCl 0.85%, *Mueller Hinton Agar* (MHA), *Nutrient Broth* (NB), *Nutrient Agar* (NA), larutan *McFarland* 3, kultur bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis*.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan adalah *blender*, *shaker waterbath* (Memmert D-91126, Jerman), *rotary evaporator* (Butchi R-124, Jerman), *spray dryer* (Labplant Spray Dryer SD-06, UK), *blue tip*, *yellow tip*, pipet mikro (Eppendorf Research[®] plus, USA), vorteks, *microplate reader* (Thermo Scientific Varioskan[®] Flash, USA), *chroma meter* (Minolta CR-400, USA), neraca analitik, alat-alat gelas, autoklaf (Hirayama HVA-85, Japan), bunsen, cawan petri, *laminar air flow* (Erla VFM4, Malaysia), inkubator (Memmert ULE-800, Jerman), dan ose.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang terdiri dari empat tahap yaitu pembuatan bubuk ekstrak buah takokak, mikoenkapsulasi ekstrak buah

takokak, karakterisasi ekstrak dan mikroenkapsulasi ekstrak buah takokak (rendemen, warna, total polifenol), dan pengujian aktivitas antioksidan dan antibakteri. Rancangan percobaan adalah rancangan satu faktor dengan tiga taraf. Faktor perlakuan adalah variasi persentase penambahan maltodekstrin yang digunakan dalam proses enkapsulasi. Taraf penelitian dapat dilihat pada **Tabel 3.1**

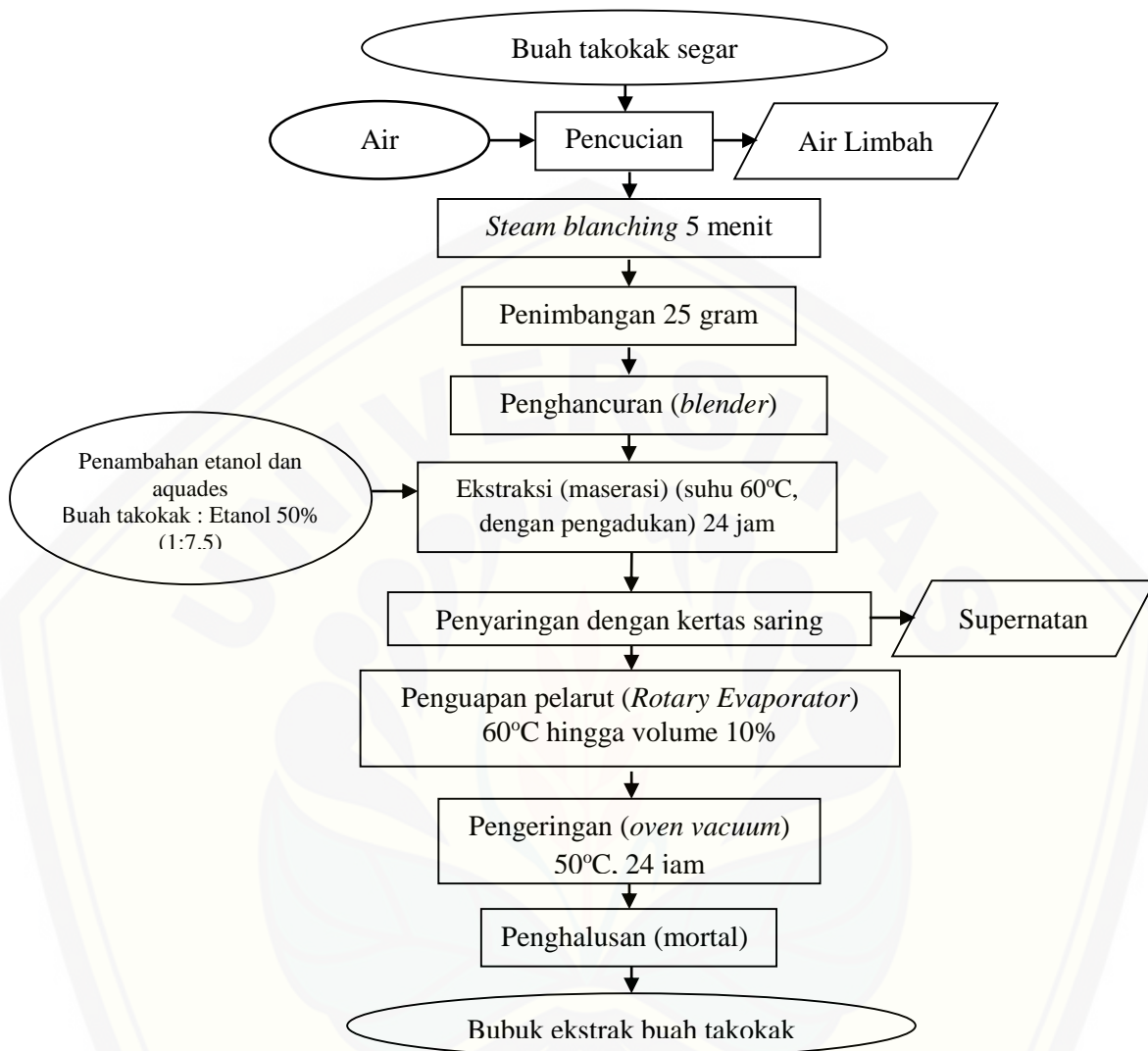
Tabel 3.1 Taraf penelitian enkapsulasi ekstrak buah takokak

Perlakuan	Penambahan		
	Ekstrak Buah Takokak (%)	Maltodekstrin (%)	Aquades (%)
E05	10	5	85
E10	10	10	80
E15	10	15	75

3.3.2 Prosedur Penelitian

a. Pembuatan Bubuk Ekstrak Buah Takokak

Penelitian tahap pertama adalah pembuatan bubuk buah takokak. Prosedur yang dilakukan berdasarkan hasil penelitian Kurniawan (2016). Buah takokak segar dilakukan pencucian, kemudian dilakukan *steam blanching* selama 5 menit. Setelah itu dilakukan penimbangan sebanyak 25 gram. Kemudian dilakukan penghancuran dengan blender. Maka didapat buah takokak bubuk. Selanjutnya bubuk buah takokak dilarutkan dengan etanol 75% dengan perbandingan buah takokak dan etanol yaitu 1:7,5. Lalu dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring. Selanjutnya dilakukan evaporasi dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 60°C hingga volume 20 ml. Maka akan didapat ekstrak buah takokak pekat, kemudian dikeringkan dengan oven vacuum pada suhu 50°C selama 24 jam. Setelah itu ekstrak takokak kering dihaluskan dengan menggunakan mortal sehingga menjadi bubuk ekstrak takokak. Hasil dari bubuk ekstrak buah takokak digunakan sebagai pembanding mikrokapsul ekstrak buah takokak. Prosedur pembuatan bubuk ekstrak buah takokak ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.

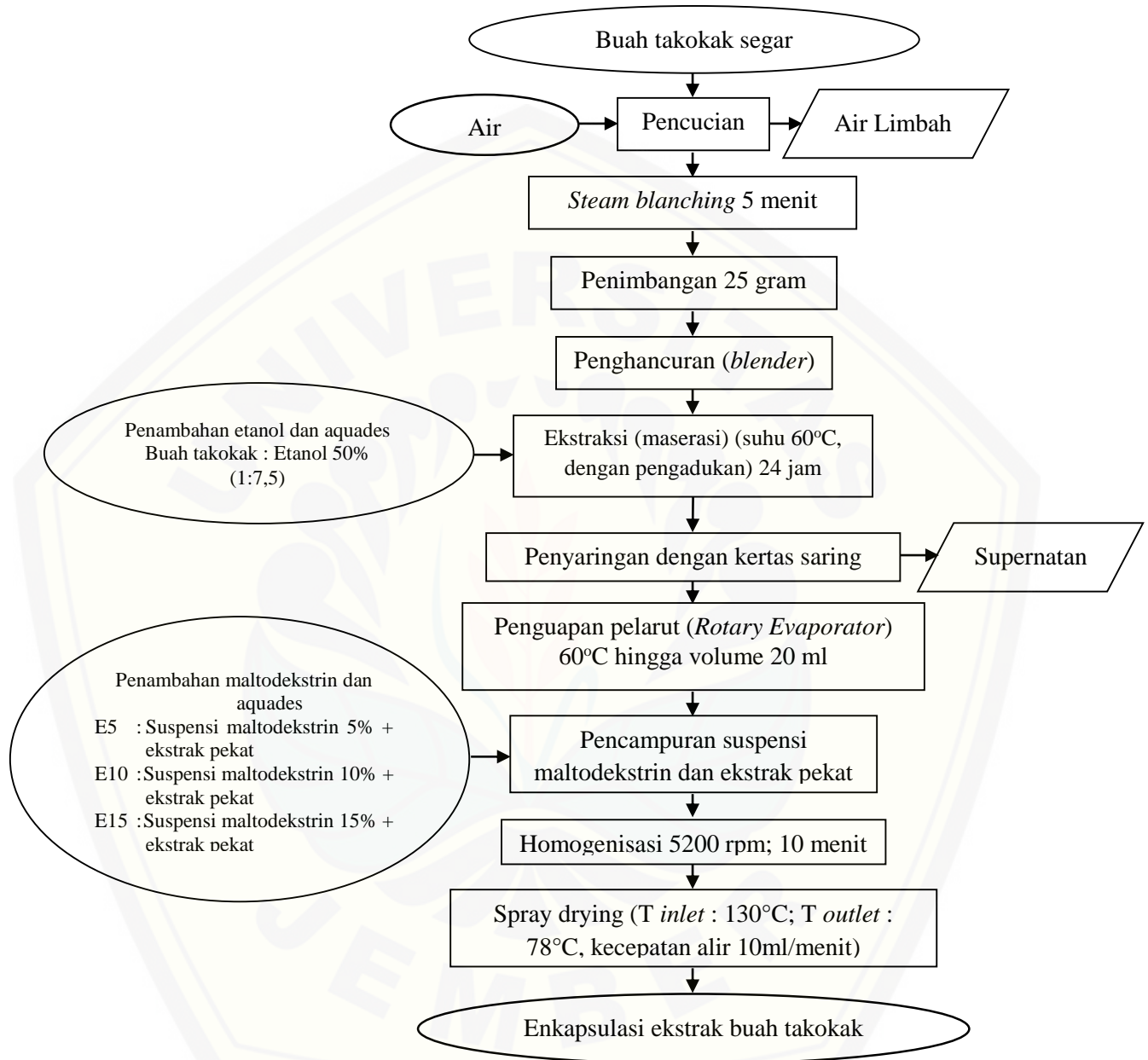


Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan ekstrak buah takokak

b. **Enkapsulasi Ekstrak Buah Takokak**

Penelitian tahap kedua adalah proses enkapsulasi ekstrak buah takokak. Setelah dilakukan ekstraksi hingga didapatkan ekstrak pekat buah takokak, maka dilakukan proses enkapsulasi menggunakan maltodekstrin sebagai bahan penyalut. Maltodekstrin terlebih dahulu dilarutkan dalam pelarut ekstrak polifenol buah takokak. Pembuatan suspensi dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Selanjutnya dilakukan homogenisasi dengan kecepatan 5200 rpm selama 10 menit. Kemudian suspensi dilakukan enkapsulasi menggunakan *spray dryer* dengan suhu *inlet* 130°C dan suhu

outlet 78°C dengan kecepatan alir 10 ml/menit. Diagram alir pembuatan mikrokapsul ekstrak buah takokak dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.2 Diagram alir enkapsulasi ekstrak buah takokak

c. Karakterisasi Bubuk Ekstrak Buah Takokak

Penelitian tahap ketiga adalah karakterisasi bubuk ekstrak buah takokak dengan melakukan pengamatan yang meliputi rendemen, analisis warna serbuk, total polifenol, dan aktivitas antioksidan.

d. Uji Penghambatan Pertumbuhan Bakteri

Pada penelitian tahap keempat dilakukan uji penghambatan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis* menggunakan dua metode yaitu metode difusi agar (*Well Diffusion Method*) dan mikrodilusi cair (*Broth Microdilution*). Pada pengujian penghambatan pertumbuhan bakteri, dilakukan peremajaan bakteri dan pembuatan media terlebih dahulu yang merupakan tahapan persiapan pada uji penghambatan pertumbuhan bakteri.

3.3.2 Prosedur Analisis

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

Perhitungan rendemen dilakukan setelah didapat mikrokapsul ekstrak buah takokak. Serbuk enkapsulasi ekstrak buah takokak yang dihasilkan dihitung rendemennya menggunakan rumus :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat mikrokapsul}}{\text{Berat awal sebelum } \textit{spray drying}} \times 100\%$$

b. Warna bubuk ekstrak takokak terenkapsulasi

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan *colour reader* Minolta CR-10. Tiap sampel terdiri dari 3 ulangan dan setiap ulangan dilakukan pengukuran warna pada lima titik yang berbeda, dikonversi dan dirata-rata. Lensa diletakkan pada porselen standar secara tegak lurus dan menekan tombol “Target” maka muncul nilai pada layar (L, a, b) yang merupakan nilai standarisasi kemudian menekan kembali tombol “Target” sehingga muncul nilai dE, dL, da, dan db. Pada *colour reader* yang diamati adalah nilai kecerahan warna (L).

Dimana : L = 0 (gelap)

L = 100 (cerah)

a^* = standar a + da

b^* = standar b + db

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

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

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

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

c. Total Polifenol (Metode *Follin-ciocalteu*)

Pembuatan kurva standard untuk perhitungan polifenol dibuat dengan cara menggunakan larutan asam galat dalam metanol (5,4 mg galid acid/5 ml). Larutan asam galat di *stirrer* selama 5-10 menit dan ditera sampai mencapai 10 ml. Siapkan 9 tabung reaksi yang masing-masing diisi dengan asam galat dengan jumlah pengambilan (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 dan 400 μ l). Lalu ditambahkan 0,8 ml *reagen Follin-Ciocalteu* yang telah diencerkan 10 kali pada masing-masing tabung reaksi. Kemudian divortek dan didiamkan selama 5 menit. Selanjutnya ditambahkan 0,8 ml larutan Na_2CO_3 7% dan 0,72 ml aquades (total volume 4 ml). Kemudian tabung reaksi yang berisi larutan kurva standart tersebut dibungkus atau ditutup dengan aluminium foil dan didiamkan ditempat gelap selama 60 menit, kemudian dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 765 nm.

Analisa total polifenol ditentukan secara spektrofotometri menggunakan metode *Follin-Ciocalteu* (Singleton dan Rossi dalam Othman *et.al*, 2007). Pada penelitian ini sampel yang diuji berbentuk serbuk. Pada sampel serbuk sebanyak 0,02 gram sampel dilarutkan dalam 10 ml aquades lalu di *vortex*. Sebanyak 0,04 ml sampel ditambahkan 0,8 ml *reagen Follin-Ciocalteu* yang telah diencerkan 10 kali dan biarkan 5 menit, selanjutnya tambahkan 0,8 ml larutan Na_2CO_3 7% lalu divortex dan diamkan selama 120 menit dengan cara ditutup semua lapisan tabung reaksi menggunakan aluminium foil. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 765 nm. Analisa kandungan total polifenol pada sampel dihitung berdasarkan kurva standard asam galat yang diperoleh. Nilai absorbansi (y) dimasukkan pada persamaan kurva standard asam galat, sehingga diperoleh nilai (x) yang kemudian dikali faktor pengenceran dan konversi berat molekul asam galat.

d. Aktivitas Antioksidan Metode DPPH (Polatoglu *et.al.*, 2013)

DPPH adalah salah satu senyawa radikal bebas yang memiliki nitrogen tidak stabil dengan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 517 nm dan berwarna biru gelap. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan

menggunakan *96-well-microplates*. Masing-masing sampel dengan variasi konsentrasi (2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625, dan 0.03125 mg/ml) dilarutkan dalam aquades. Kontrol positif menggunakan BHT (*Butylated Hydroxytoluene*) (2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625, dan 0.03125 mg/ml) dan DPPH 100 μ M dilarutkan dalam etanol. Sebanyak 20 μ l larutan sampel dan kontrol positif dicampur dengan 100 μ l larutan DPPH. Kemudian dilakukan inkubasi di tempat gelap pada suhu ruang selama 30 menit. Selanjutnya *96-well-plates* dilakukan pengocokkan selama 1 menit dan pembacaan absorbansi pada panjang gelombang 517 nm menggunakan *microplate reader*. Blanko dibuat dengan cara mengganti sampel dengan aquades. Aktivitas antioksidan dihitung dengan rumus:

$$\text{Aktivitas antioksidan (\%)} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

e. Efisiensi Enkapsulasi (Yang, *et al.*, 2014)

Efisiensi Enkapsulasi (EE) dihitung berdasarkan total polifenol kapsul (A_k) per total polifenol ekstrak pekat (A_e). Efisiensi enkapsulasi dapat dihitung menggunakan rumus :

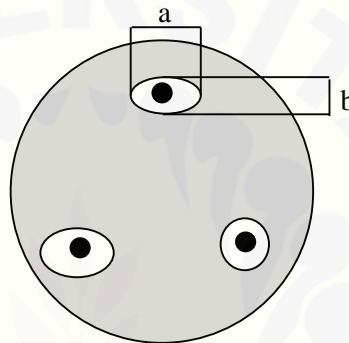
$$\text{Efisiensi enkapsulasi (EE)} = \frac{A_k}{A_e} \times 100\%$$

f. Uji penghambatan serbuk ekstrak buah takokak terenkapsulasi terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis*.

1) Metode Difusi Agar (Sen dan Batra, 2012)

Uji penghambatan pertumbuhan bakteri menggunakan *Well Diffusion Method* dilakukan dengan cara menyiapkan suspensi bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis* yang telah dicocokkan dengan larutan McFarland 3. Sebanyak 17 ml media *Mueller Hinton Agar* dituangkan ke dalam cawan petri steril dan tunggu hingga memadat. Kemudian dilakukan penambahan 100 μ l suspensi bakteri dan diratakan menggunakan *spreader* ke seluruh permukaan agar padat. Tahap selanjutnya adalah pembuatan lubang sumuran menggunakan *blue tip* steril yang dipotong ujungnya dengan ukuran diameter 8 mm. Setiap lubang sumuran yang telah dibuat diisi dengan 100 μ l ekstrak

buah takokak secara aseptis. Sebagai kontrol negatif digunakan aquades. Kemudian dibiarkan berdifusi selama 45 menit, selanjutnya dilakukan inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Diameter zona hambatan yang terbentuk diukur dengan menggunakan mistar. Daerah inhibisi (daerah yang jernih) diukur dan dicatat. Pengukuran daerah inhibisi yaitu dengan membalikkan cawan sehingga terlihat daerah hambatan yang tampak transparan. Pengukuran diameter dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap sumuran. Pengukuran daerah inhibisi ditunjukkan pada **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3 Cara pengukuran daerah penghambatan

2) Metode Mikrodilusi Cair (Kolarević *et.al*, 2016)

Metode dilusi agar dilakukan dengan cara penentuan nilai KHM dan IC₅₀ ekstrak buah takokak bubuk terhadap bakteri yang terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

a. Tahap persiapan inokulum mikroba

Kultur bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis* ditumbuhkan dalam media NA (*Nutrient Agar*) dan diinkubasi selama 24 jam. Selanjutnya kultur bakteri ditambahkan ke dalam larutan garam fisiologis 0.85% steril dan divorteks. Kekeruhan suspensi mikroba dibandingkan dengan larutan McFarland 3 atau spektrofotometri pada panjang gelombang 500 nm. Selanjutnya suspensi mikroba sebanyak 100 µl ditambahkan ke dalam media cair *Nutrient Broth* 15 ml kemudian di vorteks.

b. Tahap persiapan sampel

Pada tahap persiapan sampel, peralatan dan bahan disterilisasi (kecuali ekstrak buah takokak bubuk) menggunakan autoklaf selama 15 menit

dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm (Dwidjoseputro, 1990). Selanjutnya pembuatan larutan uji yaitu pembuatan stok larutan ekstrak buah takokak dengan cara melarutkan ekstrak buah takokak dalam aquades steril dengan konsentrasi 20 mg/ml kemudian divortek. Larutan ekstrak buah takokak selanjutnya diambil cuplikan sebanyak 1 ml dan dituangkan ke dalam 9 ml media *Nutrient Broth* (NB).

c. Tahap pengujian

Penentuan KHM dan IC50 pada bakteri *Salmonella thypi* dan *Streptococcus mutans* dilakukan dengan metode mikrodilusi cair menggunakan *96-well-plate* steril. Sebanyak 200 µl larutan sampel dalam *Nutrient Broth* (NB) ditambahkan pada masing-masing lubang di baris pertama. Pada lubang di baris dua hingga baris delapan diisi 100 µl media NB. Kemudian dilakukan pengenceran bertingkat dengan cara mengambil 100 µl suspensi sampel pada lubang baris pertama lalu ditambahkan pada lubang baris kedua. Pengenceran bertingkat ini dilakukan sebanyak 7 tingkat. Setelah itu, masing-masing lubang ditambahkan 80 µl media NB dan 20 µl suspensi mikroba. Kemudian dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

d. Tahap pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan pengukuran nilai absorbansi menggunakan *microplate reader* pada panjang gelombang 600 nm. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan KHM dan IC50. KHM merupakan konsentrasi yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri secara optimal (99%), sedangkan IC50 merupakan konsentrasi yang mampu memberikan 50% penghambatan dari total koloni yang terdapat pada kontrol negatif.

3.4 Analisis Data

Data hasil penelitian dibahas secara deskriptif disusun dalam tabel dan dimuat dalam bentuk grafik kemudian diinterpretasikan sesuai dengan pengamatan yang ada (Suryabrata, 1994).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak buah takokak terenkapsulasi berpotensi sebagai antibakteri pada gram positif dan negatif. Nilai efisiensi enkapsulasi ekstrak buah takokak berkisar antara 12,76-24,23%. Zona hambat terbesar adalah sebesar 13,67 mm yaitu pada sampel ekstrak buah takokak, sedangkan untuk sampel ekstrak buah takokak terenkapsulasi, semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka diameter hambat semakin kecil. Ekstrak buah takokak terenkapsulasi lebih efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (*Bacillus subtilis*) dibandingkan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*). Nilai IC50 perlakuan ekstrak sebesar 6,88 mg/ml, perlakuan E5 (5% maltodekstrin dan 85% aquades) sebesar 7,92 mg/ml, perlakuan E10 (10% maltodekstrin dan 80% aquades) sebesar 9,82 mg/ml, sedangkan untuk perlakuan E15 (15% maltodekstrin dan 75% aquades) sebesar 10,88 mg/ml pada bakteri *B. subtilis*, sedangkan pada bakteri *E. coli* tidak dapat ditentukan nilai IC50. Perlakuan terbaik untuk ekstrak buah takokak terenkapsulasi adalah pada sampel E5 (Maltodekstrin 5%, aquades 85%) dengan nilai antioksidan dan antibakteri tertinggi (zona hambat 13,67 mm dan 4,89 mm) dibandingkan dengan sampel E10 dan E15.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar penelitian selanjutnya untuk diaplikasikan ke produk pangan maupun sebagai pengawet alami. Aplikasi yang akan terlebih dahulu perlu mengetahui daya simpan serbuk ekstrak buah takokak.

DAFTAR PUSTAKA

- Agoes.G. 2007. *Teknologi Bahan Alam*, Bandung : ITB Press.
- Aisyah, N. 2016. Mikroenkapsulasi Ekstrak Polifenol Biji Kakao Inferior Sebagai Antioksidan dan Antimikroba. Skripsi. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian.
- Ambarwati. 2007. Efektivitas Zat Antibakteri Biji Mimba (*Azadirachta indica*) untuk Menghambat Pertumbuhan *Salmonella thyposa* dan *Staphylococcus aureus*. *Biodiversitas*, Vol. 8 (3): 320-325.
- Amila., Cepy, H., Yukeu, F., Fitrianti, D., dan Indra, T. 2016. Pengaruh Jenis Penyalut Terhadap Stabilitas Likopen Dalam Bentuk Sediaan Mikrokapsul. *IJPST*, Vol. 3 (3): 111-118.
- Andarwulan N, Kurniasih D, Apriady RA, Rahmat H, Rotoc AV, Bolling BW. 2012. Polyphenols, carotenoids, and ascorbic acid in underutilized medicinal vegetables. *J Func F*, Vol. 1 (1) :96-103
- Arditta, R. Y. 2015. Substitusi Alginat dengan Tapioka Teroksidasi Pada Enkapsulasi Antioksidan Kulit Buah Kopi Secara Coacervation. *Skripsi*. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Ariesdyanata, C. 2008. *Perbedaan Ekstrak Daun Sirih Hijau (Piper betle linn) dengan Ekstrak Daun Sirih Merah (Piper crocatum) terhadap Staphylococcus aureus*. Surabaya : Universitas Airlangga.
- Blanchard, P.H. dan Katz. 1995. *Starch: Chemistry and Technology*. New York: Academic Press Inc.
- Carneiro, H.C.F., Tonon, R.V., Grosso, C.R.F. dan Hubinger, M.D. 2012. Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall material. *Journal of Food Engineering*, Vol. 115(4):443-451.
- Cowan MM. 1999. Plant product as antimicrobial agents. *Clin Micr Rev*, 12 (4) : 564-568
- Desmawarni. 2007. Pengaruh Komposisi Bahan Penyalut dan Kondisi Spray Drying Terhadap Karakteristik Mikrokapsul Oleoresin Jahe. Skripsi. Bogor : Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Dzen, S. M. 2003. *Bakteriologi Medik*. Malang: Bayumedia.

- Fang, Z. X dan Bhandari, B. 2010. Encapsulation of Polyphenols - a Review. *Trends in Food Science and Technology* Vol. 21: 510-523.
- Harborne JB. 1973. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*, terbitan ke-1. Padmawinata K dan Soediro I (penerjemah). Bandung: Penerbit ITB.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jilid I dan II. Terj. Badan Litbang Kehutanan. Cetakan I. Jakarta : Koperasi karyawan Departemen Kehutanan.
- Hidayat dan Rodame. 2015. *Kitab Tumbuhan Obat*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup
- Hutching, J. B. 1999. *Food and Appearance*, Second Edition. Maryland : Aspen Publ. Inc. Gaithersburg.
- Istiyani, K. 2008. *Mikroenkapsulasi*. Yogyakarta : UGM Press.
- Karou2 D, Savadogo A, Canini A, Yameogo S, Montesano C, Simpure J, Colizzi V, Traore AS. 2005. Antibacterial activity of alkaloids from *Sida acuta*. *Afr J Biotech*, 4 (12):1452-1457.
- 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*.
- Kolaverić, S., Milovanovic, D., Avdovic, M., Oalde, M., Kostic, J., dan Vukovic-Gacic, B. 2016. Optimisation of the microdilution method for detection of minimum inhibitory concentration values in selected bacteria. *J. Botanica Serbica*, 40 (1) : 29-36.
- Kurniawan, R. 2016. Ekstraksi Senyawa Bioaktif Buah Takokak (*Solanum torvum*) serta Pengujian Sifat Antioksidan dan Antibakterinya. Skripsi. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Maatalah, Bouzidi, Bellahouel, Merah, Fortas, Soulimani, Saidi, dan Dourdour. 2012. AntiMICrobial activity of the alkaloids and saponin extracts of *Anabasis articulata*. *J of Bio and Phar R*, Vol. 3(3):54-57
- Mishra, P., Mishra, S., dan Mahanta, C. L. 2014. Effect of maltodextrin concentration and inlet temperature during spray drying on physicochemical and antioxidant properties of amla (*Emblica officinalis*) juice powder. *J. Food and Bioproduct Processing*, Vol. 92 : 252-258.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*, Vol. 7 (2):361-367.

- Nazri, N. A., Ahmat, N., Adnan, A., Mohamad, S. A., dan Ruzaina, S. 2011. *In vitro* antibacterial and radical scavenging activities of Malaysian table salad. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 10(30) : 5728-5735.
- Ncube NS, Afolayan A, Okoh AI. 2008. Assessment techniques of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: current methods and future trends. *Afr J Biotech*, Vol. 7 (12):1797-1806.
- Othman, A., Ismail, A., Ghani, N.A, dan Adenan, I. 2007. Antioxidant Capacity and Phenolic Content of Cocoa Beans. *J. Food Chemistry*, Vol. 100 : 1523-1530.
- Palupi, N. W., Pandu, K. J. S., dan Yuwanti, S. 2014. Enkapsulasi Cabai Merah dengan Teknik Coacervation Menggunakan Alginat yang Disubstitusi dengan Tapioka Terfotooksidasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3 (3): 87-93.
- Pelczar. J. M., dan Chan E.C.S. 1986. Dasar-dasar Mikrobiologi. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Perez-Amador. Ocotero, V. M., Castaneda, J. M. G., dan Esquinca, A. R. G. 2007. Alkaloids in *Solanum torvum* Sw (Solanaceae). *Int J Exp Bot*, Vol. 1(76) : 39-45.
- Polatoglu, K., Karakoc, O. C., dan Goren, N. 2013. Phytotoxic, DPPH scavenging, insecticidal activities and essential oil composition of *Achillea vermicularis*, *A. teretifolia* and proposed chemotypes of *A. biebersteinii* (Asteraceae). *Industrial Crops and Products*, 1 (51) : 35– 45.
- Pratiwi, S. T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga
- Quinn, Dunlop, R. H., dan Williams, D. J. 2002. *Veterinary Microbiology And Microbial Disease*. USA: Blackwell Science
- Robinson, T. 1991. *Kandungan Senyawa Organik Tumbuhan Tinggi*. Diterjemahkan oleh Prof. Dr. Kosasih Padmawinata. Bandung : ITB Press.
- Rokhmawati A, Gunadi A, Warna D. 2014. Daya Antibakteri Ekstrak Buah Takokak (*Solanum torvum* Swartz) terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans*. Tidak diterbitkan. Skripsi. Jember : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Sen dan Batra. 2012. Evaluation Of Antimicrobial Activity Of Different Solvent Extracts Of Medicinal Plant: *Melia Azedarach* L. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, Vol. 4 (2) : 67-73

- Sharma, P., dan Chaurasia, S. 2014. Evaluation of Total Phenolic, Flavonoid Contents and Antioxidant Activity of *Acokanthera oppositifolia* and *Leucaena leucocephala*. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, Vol. 7(1): 175-180.
- Sirait N. 2009. Terong Cepoka (*Solanum torvum*) Herba yang Berkhasiat sebagai Obat. *Warta Penelitian dan Pengembangan*, 15 (3):10-12.
- Sivapriya M, Dinesha R, Harsha R, Gowda SST, Srinivas L. 2011. Antibacterial activity of different extracts of sundakai (*Solanum torvum*) fruit coat. *Int J Bio Chem*, hlm 1-5.
- Song, F. L., Gan, R.Y., Zhang, Y., Xiao, Q, Kuang, L., dan Li, H. B. 2010. Total Phenolic Contents and Antioxidant Capacities of Selected Chinese Medicinal Plants. *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 11 : 2362-2372.
- Songer, J. G., Post, K. W., 2005. *Veterinary Microbiology*. St. Louis: Elsevier.
- Suryabrata, S. 2006. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Tajkarimi MM, Ibrahim SA, Cliver DO. 2010. Review: Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Contr*, Vol. 21:1199-1218.
- Tizard, I. R. 2004. *Veterinary Immunology an Introduction*. 7 th Ed. USA: Saunders.
- Umer, H., Nigam, H., Tamboli, A. M., dan Nainar, M. S. 2011. Microencapsulation : Process, Techniques and Applications. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, Vol. 2(2):474-480.
- Verpoorte R. 2000. Plant secondary metabolism. *Metabolic Engineering of Plant Secondary Metabolism*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, hlm 1-30.
- Yang, Z., Peng, Z., Li, J., Li, S., Kong, L., Li, P. dan Wang, Q. 2014. Development and Evaluation Of Novel Flavour Microcapsules Containing Vanilla Oil Using Complex Coacervation Approach. *Food Chemistry*, Vol. 145: 272-277.
- Yuliani, S., Desmawarni, Harimurti, N., dan Yuliani, S. S. 2007. Pengaruh Laju Alir Umpan Dan Suhu Inlet Spray Drying Pada Karakteristik Mikro kapsul Oleoresin Jahe. *J. Pascapanen*, Vol. 4 (1) : 18-26.
- 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*, Vol. 3 (1): 41-52.
- Zuhud EAM, Siswoyo, Sandra E, Hikmat A, Adhiyanto E. 2003. *Buku Acuan Umum Tumbuhan Obat Indonesia*. Jakarta : Yayasan Sarana Wanajaya.

LAMPIRAN

Lampiran A. Perhitungan Rendemen Enkapsulasi

Sampel	Ulangan	Berat awal (gram)	Berat akhir (gram)	Rendemen (%)	Rata-rata	Standar Deviasi
E5	1	498,99	10,4	2,084	2,022	0,0881
	2	500,1	9,8	1,960		
E10	1	499,21	13,6	2,724	2,652	0,1023
	2	500,08	12,9	2,580		
E15	1	499,42	19,4	3,885	3,813	0,1010
	2	499,78	18,7	3,742		

Keterangan :

E5 = 5% maltodekstrin, 10% ekstrak buah takokak dan 85% aquades

E10 = 10% maltodekstrin, 10% ekstrak buah takokak dan 80% aquades

E15 = 15% maltodekstrin, 10% ekstrak buah takokak dan 75% aquades

Lampiran B. Perhitungan Warna Bubuk Ekstrak Buah Takokak

Sampel	Ulangan	Nilai A					Rata-rata	Nilai B					Rata-rata	Nilai L					Rata-rata
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Ekstrak	1	0,36	0,58	0,53	0,48	0,38	0,466	5,37	5,20	5,43	4,15	5,43	5,116	40,90	41,52	40,59	39,3	41,48	40,758
	2	0,32	0,58	0,54	0,46	0,36	0,452	5,72	5,00	5,97	5,17	5,12	5,396	41,88	42,32	41,85	39,8	41,92	41,554
	3	0,37	0,59	0,52	0,46	0,38	0,464	5,77	4,96	5,41	5,48	5,10	5,344	40,76	42,41	39,70	40,81	41,6	41,056
E5	1	-3,37	-3,42	-3,38	-3,38	-3,39	-3,388	12,56	12,89	12,50	12,48	12,43	12,572	86,9	86,19	86,58	86,51	86,62	86,56
	2	-3,37	-3,41	-3,39	-3,44	-3,39	-3,400	12,54	12,71	12,62	12,92	12,70	12,698	86,57	86,26	86,72	86,33	86,32	86,44
	3	-3,42	-3,36	-3,41	-3,3	-3,37	-3,372	12,76	12,68	12,79	12,38	12,61	12,644	86,28	86,05	86,21	86,99	86,35	86,376
E10	1	-2,72	-2,76	-2,78	-2,89	-2,71	-2,772	9,33	9,41	9,54	9,74	9,54	9,512	88,98	88,95	88,95	89,43	89,42	89,146
	2	-2,75	-2,78	-2,77	-2,84	-2,90	-2,808	9,39	9,34	9,40	9,64	9,70	9,494	89,16	88,62	88,70	88,32	89,67	88,894
	3	-2,86	-2,99	-2,93	-2,82	-2,91	-2,902	9,50	9,85	9,74	9,30	9,59	9,596	88,82	89,19	89,33	88,95	89,33	89,124
E15	1	-2,98	-2,86	-2,86	-2,85	-2,87	-2,884	10,29	10,09	10,17	10,09	10,15	10,158	89,08	89,04	89,39	89,51	89,22	89,248
	2	-2,98	-2,88	-2,82	-2,96	-2,93	-2,914	10,22	10,13	10,09	10,34	10,18	10,192	89,15	89,36	89,74	89,18	89,38	89,362
	3	-2,97	-2,95	-2,93	-2,93	-2,96	-2,948	10,23	10,21	10,19	10,07	10,22	10,184	89,31	89,20	89,30	89,65	89,19	89,33

Kecerahan Bubuk Ekstrak Buah Takokak

Sampel	Kecerahan	Standar Deviasi
Ekstrak	41,12	0,402
E5	86,46	0,093
E10	89,05	0,140
E15	89,31	0,059

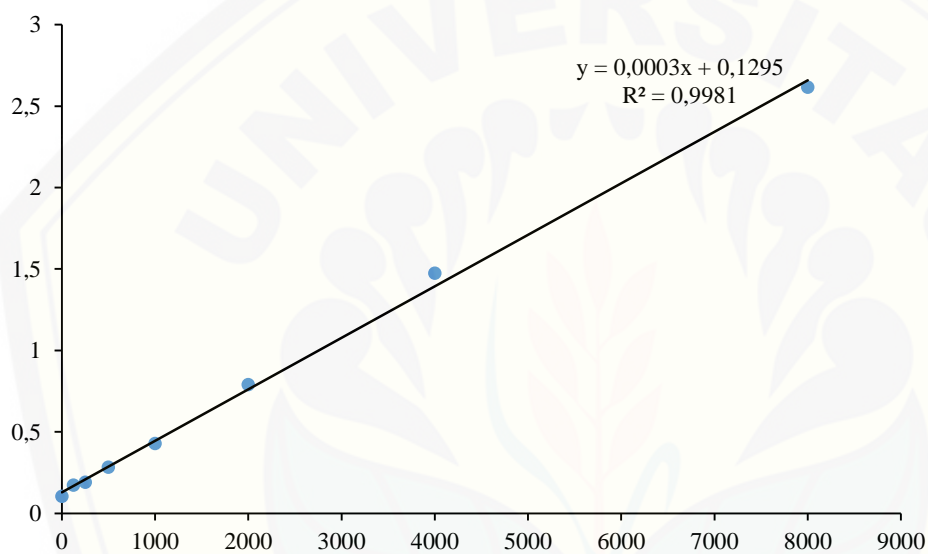
Nilai Hue Bubuk Ekstrak Buah Takokak

Sampel	Ulangan	L	A	B	°Hue	Rata-rata	Standar Deviasi
Ekstrak	1	40,758	0,466	5,116	95,20453	94,98504	0,209067
	2	41,554	0,452	5,396	94,78825		
	3	41,056	0,464	5,344	94,96234		
E5	1	86,56	-3,388	12,572	105,0822	105,0015	0,075519
	2	86,44	-3,4	12,698	104,9898		
	3	86,376	-3,372	12,644	104,9325		
E10	1	89,146	-2,772	9,512	106,2473	106,5166	0,291585
	2	88,894	-2,808	9,494	106,4764		
	3	89,124	-2,902	9,596	106,8262		
E15	1	89,248	-2,884	10,158	105,85	105,9834	0,149098
	2	89,362	-2,914	10,192	105,9558		
	3	89,33	-2,948	10,184	106,1443		

Lampiran C. Perhitungan Total Polifenol Bubuk Ekstrak Buah Takokak

Kurva Standar Asam Galat

Konsentrasi (μM)	Absorbansi
0	0,104
125	0,173
250	0,19
500	0,282
1000	0,428
2000	0,789
4000	1,473
8000	2,615



Total Polifenol Bubuk Ekstrak Buah Takokak

Sampel	Ulangan	Absorbansi	Variabel x	Konstanta	x	Konsentrasi Bubuk (μm)	Konversi	Konsentrasi Akhir (mg GAE/g)	Rata-rata	Standar Deviasi
Ekstrak	1	1,028	0,0003	0,1295	2995	1497500	0,17012	254,75	254,57	2,840054957
	2	1,037	0,0003	0,1295	3025	1512500	0,17012	257,31		
	3	1,017	0,0003	0,1295	2958,33333	1479166,667	0,17012	251,64		
E5	1	0,367	0,0003	0,1295	791,666667	395833,3333	0,17012	67,34	68,00074444	1,661353722
	2	0,376	0,0003	0,1295	821,666667	410833,3333	0,17012	69,89		
	3	0,365	0,0003	0,1295	785	392500	0,17012	66,77		
E10	1	0,282	0,0003	0,1295	508,333333	254166,6667	0,17012	43,24	42,19921111	0,995736342
	2	0,275	0,0003	0,1295	485	242500	0,17012	41,25		
	3	0,278	0,0003	0,1295	495	247500	0,17012	42,10		
E15	1	0,199	0,0003	0,1295	231,666667	115833,3333	0,17012	19,71	18,85496667	0,750158688
	2	0,195	0,0003	0,1295	218,333333	109166,6667	0,17012	18,57		
	3	0,194	0,0003	0,1295	215	107500	0,17012	18,29		

Lampiran D. Perhitungan Efisiensi Enkapsulasi Ekstrak Buah Takokak

Sampel	Ulangan	Absorbansi	Variabel x	Konstanta	x	Konsentrasi Polifenol (μm)	Konversi	Konsentrasi Akhir (mg GAE/ml)	Rata-rata	Standar Deviasi
Ekstrak	1	0,258	0,0003	0,1295	428,3333	107083,3333	0,1701	18,2170	17,839	2,15156
	2	0,239	0,0003	0,1295	365	91250	0,1701	15,5235		
	3	0,269	0,0003	0,1295	465	116250	0,1701	19,7765		

1 ml 1,0200 gram
 1019,9800 mg
 polifenol 2858,8530 mg

Sampel	Ulangan	Polifenol (mg GAE/g)	Berat Serbuk (g)	Total Polifenol	Polifenol Ekstrak (mg GAE/ml)	Efisiensi (%)	Rata-Rata	Standar Deviasi
E5	1	67,34	10,4	700,33	2858,8530	24,49679375	24,22752738	0,38080
	2	69,89	9,8	684,93	2858,8530	23,958261		
E10	1	43,24	13,6	588,05	2858,8530	20,56937257	19,59222819	1,38189
	2	41,25	12,9	532,18	2858,8530	18,61508382		
E15	1	19,71	19,4	382,29	2858,8530	13,37207572	12,75990381	0,86574
	2	18,57	18,7	347,29	2858,8530	12,14773191		

Lampiran E. Perhitungan Aktivitas Antioksidan

Sampel	Konsentrasi (mg/ml)	Absorbansi												% Penghambatan Aktivitas DPPH			Rata- rata
		Ulangan 1				Ulangan 2				Ulangan 3				U1	U2	U3	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
BHT	2	0,065	0,063	0,055	0,053	0,059	0,066	0,050	0,065	0,121	0,126	0,120	0,118	82,673	83,240	72,661	79,524
	1	0,125	0,129	0,126	0,132	0,124	0,142	0,129	0,117	0,221	0,190	0,225	0,230	62,408	64,246	51,184	59,279
	0,5	0,167	0,178	0,187	0,178	0,192	0,167	0,185	0,174	0,264	0,292	0,279	0,263	47,871	49,860	38,106	45,279
	0,25	0,246	0,226	0,245	0,224	0,238	0,243	0,237	0,256	0,306	0,350	0,319	0,319	30,910	31,983	27,057	29,984
	0,125	0,262	0,266	0,268	0,255	0,289	0,263	0,286	0,274	0,343	0,379	0,343	0,346	22,834	22,346	20,462	21,881
	0,0625	0,282	0,285	0,277	0,273	0,292	0,285	0,304	0,296	0,375	0,400	0,381	0,379	17,988	17,807	13,472	16,423
	0,03125	0,286	0,291	0,276	0,297	0,305	0,298	0,310	0,302	0,403	0,417	0,401	0,395	15,565	15,154	8,906	13,208
	0	0,337	0,340	0,338	0,347	0,350	0,362	0,361	0,359	0,434	0,440	0,447	0,453	0,000	0,000	0,000	0,000
Ekstrak	2	0,056	0,062	0,042	0,057	0,062	0,065	0,057	0,068	0,083	0,091	0,083	0,096	84,343	82,000	80,721	82,355
	1	0,081	0,082	0,079	0,089	0,122	0,078	0,089	0,091	0,076	0,148	0,105	0,109	76,118	72,857	76,079	75,018
	0,5	0,151	0,133	0,149	0,145	0,172	0,135	0,152	0,152	0,117	0,091	0,364	0,099	58,297	56,357	63,353	59,336
	0,25	0,282	0,207	0,233	0,231	0,262	0,276	0,219	0,211	0,215	0,255	0,208	0,218	31,241	30,857	51,065	37,721
	0,125	0,269	0,251	0,284	0,276	0,259	0,285	0,263	0,284	0,266	0,312	0,465	0,336	22,078	22,071	24,686	22,945
	0,0625	0,284	0,266	0,298	0,295	0,275	0,325	0,298	0,295	0,371	0,383	0,429	0,409	17,532	14,786	13,053	15,124
	0,03125	0,328	0,332	0,311	0,298	0,319	0,312	0,331	0,325	0,420	0,424	0,451	0,415	8,442	8,071	6,608	7,707
	0	0,363	0,353	0,339	0,331	0,356	0,332	0,366	0,346	0,449	0,469	0,461	0,452	0,000	0,000	0,000	0,000
E5	2	0,245	0,269	0,246	0,252	0,219	0,219	0,219	0,219	0,308	0,337	0,326	0,325	36,030	38,223	37,057	37,103
	1	0,261	0,279	0,254	0,264	0,242	0,253	0,221	0,243	0,385	0,390	0,385	0,397	33,123	32,370	24,381	29,958
	0,5	0,318	0,329	0,327	0,314	0,295	0,301	0,295	0,295	0,410	0,359	0,427	0,414	18,584	16,361	21,807	18,917
	0,25	0,340	0,335	0,347	0,337	0,298	0,276	0,298	0,298	0,426	0,439	0,437	0,441	14,096	17,489	15,347	15,644
	0,125	0,349	0,355	0,353	0,347	0,318	0,318	0,318	0,318	0,432	0,443	0,447	0,446	11,252	10,296	14,133	11,894
	0,0625	0,365	0,359	0,359	0,356	0,327	0,331	0,306	0,322	0,441	0,458	0,451	0,462	9,039	9,309	11,996	10,115
	0,03125	0,363	0,368	0,375	0,363	0,325	0,332	0,319	0,321	0,459	0,450	0,457	0,458	7,143	8,533	11,413	9,030
	0	0,387	0,415	0,396	0,384	0,347	0,352	0,355	0,364	0,473	0,523	0,589	0,474	0,000	0,000	0,000	0,000

E10	2	0,335	0,331	0,345	0,348	0,322	0,326	0,290	0,265	0,431	0,369	0,418	0,429	13,933	19,153	11,404	14,830
	1	0,338	0,356	0,334	0,356	0,313	0,334	0,318	0,311	0,443	0,437	0,430	0,435	12,350	14,247	6,132	10,910
	0,5	0,354	0,350	0,338	0,354	0,323	0,344	0,343	0,316	0,447	0,446	0,444	0,448	11,590	10,887	3,981	8,819
	0,25	0,356	0,350	0,356	0,357	0,377	0,320	0,320	0,326	0,450	0,453	0,445	0,451	10,133	9,745	3,228	7,702
	0,125	0,362	0,354	0,361	0,370	0,341	0,356	0,332	0,325	0,454	0,457	0,449	0,452	8,360	9,005	2,528	6,631
	0,0625	0,365	0,357	0,365	0,362	0,339	0,347	0,335	0,354	0,462	0,459	0,452	0,454	8,233	7,594	1,721	5,850
	0,03125	0,365	0,378	0,381	0,362	0,357	0,351	0,359	0,349	0,462	0,466	0,454	0,454	5,890	4,839	1,237	3,989
	0	0,367	0,371	0,471	0,370	0,366	0,377	0,370	0,375	0,468	0,477	0,460	0,454	0,000	0,000	0,000	0,000
	E15	2	0,336	0,334	0,329	0,337	0,327	0,368	0,314	0,323	0,439	0,434	0,422	0,431	10,336	12,541	8,094
1		0,342	0,345	0,336	0,351	0,337	0,337	0,337	0,337	0,448	0,438	0,445	0,446	7,785	11,490	5,378	8,218
0,5		0,349	0,347	0,346	0,350	0,342	0,339	0,333	0,339	0,451	0,447	0,455	0,449	6,577	11,162	4,047	7,262
0,25		0,352	0,355	0,350	0,353	0,353	0,347	0,355	0,340	0,451	0,449	0,457	0,452	5,369	8,404	3,674	5,816
0,125		0,359	0,361	0,359	0,362	0,360	0,364	0,356	0,371	0,457	0,450	0,458	0,459	3,289	4,728	2,875	3,631
0,0625		0,363	0,362	0,359	0,363	0,371	0,354	0,364	0,375	0,458	0,455	0,460	0,464	2,886	3,874	2,183	2,981
0,03125		0,367	0,366	0,369	0,373	0,381	0,365	0,383	0,358	0,462	0,455	0,467	0,464	1,007	2,364	1,597	1,656
0		0,375	0,372	0,372	0,371	0,382	0,379	0,376	0,386	0,471	0,461	0,475	0,471	0,000	0,000	0,000	0,000

Lampiran F. Perhitungan Antibakteri Well Diffusion MethodBakteri *Bacillus subtilis*

Sampel	d sumuran (mm)	L sumuran (L1) (mm)	Replikasi	d (u1)	d (u2)	d (u3)	d = d2-d1 (mm) (U1)	d = d2-d1 (mm) (U2)	d = d2-d1 (mm) (U2)	Rata-rata	Rata-rata	Standar Deviasi
Aquades	8	50,24	d1	15	19	17	7	11	9	9,000	9,111	0,509
	8	50,24	d2	16	18	19	8	10	11	9,667		
	8	50,24	d3	15	17	18	7	9	10	8,667		
Ekstrak	8	50,24	d1	23	22	22	15	14	14	14,333	13,667	0,882
	8	50,24	d2	21	20	21	13	12	13	12,667		
	8	50,24	d3	22	21	23	14	13	15	14,000		
E5	8	50,24	d1	20	21	22	12	13	14	13,000	12,333	0,577
	8	50,24	d2	19	20	21	11	12	13	12,000		
	8	50,24	d3	19	21	20	11	13	12	12,000		
E10	8	50,24	d1	16	17	16	8	9	8	8,333	8,889	0,694
	8	50,24	d2	18	16	16	10	8	8	8,667		
	8	50,24	d3	18	18	17	10	10	9	9,667		
E15	8	50,24	d1	14	12	11	6	4	3	4,333	4,556	0,385
	8	50,24	d2	12	11	14	4	3	6	4,333		
	8	50,24	d3	13	14	12	5	6	4	5,000		

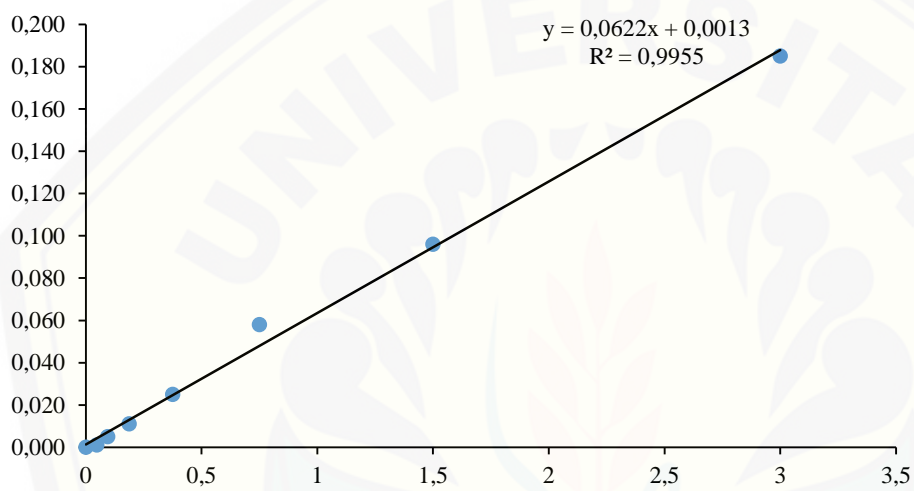
Bakteri *Escherichia coli*

Sampel	d sumuran (mm)	L sumuran (L1) (mm)	Replikasi	d (u1)	d (u2)	d (u3)	d = d2-d1 (mm) (U1)	d = d2-d1 (mm) (U2)	d = d2-d1 (mm) (U2)	Rata-rata	Rata-rata	Standar Deviasi
Aquadres	8	50,24	d1	10	9	11	2	1	3	2,000	1,611	0,347
	8	50,24	d2	9	10	9	1	2	1	1,333		
	8	50,24	d3	9,5	10	9	1,5	2	1	1,500		
Ekstrak	8	50,24	d1	15	11	13	7	3	5	5,000	4,889	0,509
	8	50,24	d2	14	12	14	6	4	6	5,333		
	8	50,24	d3	13	10	14	5	2	6	4,333		
E5	8	50,24	d1	11	12	13	3	4	5	4,000	3,889	0,509
	8	50,24	d2	10	14	13	2	6	5	4,333		
	8	50,24	d3	12	12	10	4	4	2	3,333		
E10	8	50,24	d1	10	11	12	2	3	4	3,000	2,778	0,255
	8	50,24	d2	11	11,5	10	3	3,5	2	2,833		
	8	50,24	d3	11	10	10,5	3	2	2,5	2,500		
E15	8	50,24	d1	9	11	10	1	3	2	2,000	1,778	0,385
	8	50,24	d2	10	10	10	2	2	2	2,000		
	8	50,24	d3	10	9	9	2	1	1	1,333		

Lampiran G. Perhitungan Antibakteri *Microdilution Broth*

Kurva satandar McFarland 3

Konsentrasi	Absorbansi
0	0,000
0,046875	0,001
0,09375	0,005
0,1875	0,011
0,375	0,025
0,75	0,058
1,5	0,096
3	0,185



Bakteri *Bacillus subtilis*

Persamaan kurva standar : $y = 0,0622x + 0,0013$

Sampel	Konsentrasi	Absorbansi (Ulangan 1)			Absorbansi (Ulangan 2)			Variabel x	Konstanta	Nilai x			Nilai x			Rata-rata	Standar deviasi
		1	2	3	1	2	3			1	2	3	1	2	3		
Ekstrak	20	0,127	0,136	0,106	0,123	0,147	0,152	0,0622	0,0013	2,063	2,207	1,725	1,998	2,384	2,465	2,140	0,271
	10	0,374	0,382	0,376	0,371	0,373	0,357	0,0622	0,0013	6,034	6,162	6,066	5,986	6,018	5,760	6,004	0,134
	5	0,479	0,484	0,485	0,473	0,488	0,476	0,0622	0,0013	7,722	7,802	7,818	7,625	7,867	7,674	7,751	0,093
	2,5	0,606	0,602	0,573	0,611	0,596	0,577	0,0622	0,0013	9,764	9,699	9,233	9,844	9,603	9,297	9,573	0,252
	1,25	0,607	0,712	0,605	0,625	0,607	0,685	0,0622	0,0013	9,780	11,468	9,748	10,069	9,780	11,034	10,313	0,748
	0,625	0,731	0,747	0,705	0,689	0,701	0,742	0,0622	0,0013	11,773	12,031	11,355	11,098	11,291	11,950	11,583	0,386
	0,3125	0,723	0,764	0,783	0,801	0,811	0,771	0,0622	0,0013	11,645	12,304	12,609	12,899	13,059	12,416	12,489	0,502
	0	0,874	0,847	0,859	0,895	0,843	0,873	0,0622	0,0013	14,072	13,638	13,831	14,410	13,574	14,056	13,930	0,312
E5	20	0,268	0,341	0,252	0,289	0,303	0,292	0,0622	0,0013	4,330	5,503	4,072	4,667	4,892	4,715	4,758	0,119
	10	0,346	0,387	0,374	0,395	0,384	0,405	0,0622	0,0013	5,584	6,243	6,034	6,371	6,195	6,532	6,366	0,169
	5	0,523	0,481	0,530	0,502	0,535	0,467	0,0622	0,0013	8,429	7,754	8,542	8,092	8,622	7,529	8,081	0,547
	2,5	0,592	0,652	0,629	0,548	0,636	0,570	0,0622	0,0013	9,539	10,503	10,133	8,831	10,246	9,185	9,421	0,736
	1,25	0,594	0,672	0,649	0,651	0,658	0,598	0,0622	0,0013	9,571	10,825	10,455	10,487	10,600	9,635	10,241	0,527
	0,625	0,732	0,714	0,763	0,726	0,723	0,705	0,0622	0,0013	11,789	11,500	12,288	11,693	11,645	11,355	11,564	0,183
	0,3125	0,717	0,751	0,770	0,798	0,725	0,741	0,0622	0,0013	11,548	12,095	12,400	12,850	11,677	11,934	12,154	0,617
	0	0,820	0,852	0,809	0,847	0,811	0,809	0,0622	0,0013	13,204	13,719	13,027	13,638	13,059	13,027	13,242	0,344
E10	20	0,357	0,379	0,350	0,332	0,312	0,375	0,0279	0,0571	14,842	15,631	14,591	13,946	13,229	15,487	14,221	1,154
	10	0,458	0,438	0,469	0,445	0,473	0,484	0,0279	0,0571	18,462	17,746	18,857	17,996	19,000	19,394	18,797	0,721
	5	0,537	0,539	0,513	0,557	0,545	0,542	0,0279	0,0571	21,294	21,366	20,434	22,011	21,581	21,473	21,688	0,284
	2,5	0,628	0,615	0,676	0,607	0,622	0,634	0,0279	0,0571	24,556	24,090	26,276	23,803	24,341	24,771	24,305	0,485
	1,25	0,667	0,682	0,685	0,668	0,688	0,695	0,0279	0,0571	25,953	26,491	26,599	25,989	26,706	26,957	26,551	0,502
	0,625	0,796	0,734	0,703	0,705	0,805	0,725	0,0279	0,0571	30,577	28,355	27,244	27,315	30,900	28,032	28,749	1,897
	0,3125	0,808	0,781	0,744	0,741	0,824	0,766	0,0279	0,0571	31,007	30,039	28,713	28,606	31,581	29,502	29,896	1,526
	0	0,826	0,835	0,849	0,809	0,88	0,812	0,0279	0,0571	31,652	31,975	32,477	31,043	33,588	31,151	31,927	1,439

E15	20	0,393	0,402	0,392	0,393	0,367	0,409	0,0279	0,0571	16,133	16,455	16,097	16,133	15,201	16,706	16,013	0,760
	10	0,434	0,536	0,482	0,421	0,467	0,511	0,0279	0,0571	17,602	21,258	19,323	17,136	18,785	20,362	18,761	1,613
	5	0,569	0,543	0,549	0,543	0,539	0,585	0,0279	0,0571	22,441	21,509	21,724	21,509	21,366	23,014	21,963	0,913
	2,5	0,676	0,680	0,612	0,694	0,600	0,665	0,0279	0,0571	26,276	26,419	23,982	26,921	23,552	25,882	25,452	1,725
	1,25	0,684	0,695	0,674	0,705	0,703	0,696	0,0279	0,0571	26,563	26,957	26,204	27,315	27,244	26,993	27,184	0,169
	0,625	0,793	0,743	0,760	0,742	0,763	0,787	0,0279	0,0571	30,470	28,677	29,287	28,642	29,394	30,254	29,430	0,807
	0,3125	0,841	0,815	0,781	0,782	0,818	0,829	0,0279	0,0571	32,190	31,258	30,039	30,075	31,366	31,760	31,067	0,881
	0	0,845	0,838	0,823	0,849	0,837	0,832	0,0279	0,0571	32,333	32,082	31,545	32,477	32,047	31,867	32,130	0,313

Data dalam CFU/ml

Sampel	Konsentrasi (mg/ml)	Jumlah koloni (CFU/ml)						Rata-rata (CFU/ml)	Log Jumlah Koloni	Standar Deviasi	% Penghambatan
		Ulangan 1			Ulangan 2						
		1	2	3	1	2	3				
Ekstrak	20	9,28E+10	9,93E+10	7,76E+10	8,99E+10	1,07E+11	2,22E+10	8,15E+10	10,911	3,07E+10	84,97%
	10	2,72E+11	2,77E+11	2,73E+11	2,69E+11	2,71E+11	5,18E+10	2,36E+11	11,372	9,01E+10	56,57%
	5	3,47E+11	3,51E+11	3,52E+11	3,43E+11	3,54E+11	6,91E+10	3,03E+11	11,481	1,15E+11	44,19%
	2,5	4,39E+11	4,36E+11	4,15E+11	4,43E+11	4,32E+11	8,37E+10	3,75E+11	11,574	1,43E+11	30,88%
	1,25	4,40E+11	5,16E+11	4,39E+11	4,53E+11	4,40E+11	9,93E+10	3,98E+11	11,600	1,49E+11	26,66%
	0,625	5,30E+11	5,41E+11	5,11E+11	4,99E+11	5,08E+11	1,08E+11	4,50E+11	11,653	1,68E+11	17,14%
	0,3125	5,24E+11	5,54E+11	5,67E+11	5,80E+11	5,88E+11	1,12E+11	4,87E+11	11,688	1,85E+11	10,14%
	0	6,33E+11	6,14E+11	6,22E+11	6,48E+11	6,11E+11	1,27E+11	5,43E+11	11,734	2,04E+11	0,00%
E5	20	1,95E+11	2,48E+11	1,83E+11	2,10E+11	2,20E+11	4,24E+10	1,83E+11	11,263	7,24E+10	64,76%
	10	2,51E+11	2,81E+11	2,72E+11	2,87E+11	2,79E+11	5,88E+10	2,38E+11	11,377	8,86E+10	54,18%
	5	3,79E+11	3,49E+11	3,84E+11	3,64E+11	3,88E+11	6,78E+10	3,22E+11	11,508	1,25E+11	37,99%
	2,5	4,29E+11	4,73E+11	4,56E+11	3,97E+11	4,61E+11	8,27E+10	3,83E+11	11,583	1,50E+11	26,23%
	1,25	4,31E+11	4,87E+11	4,70E+11	4,72E+11	4,77E+11	8,67E+10	4,04E+11	11,606	1,57E+11	22,22%
	0,625	5,31E+11	5,18E+11	5,53E+11	5,26E+11	5,24E+11	1,02E+11	4,59E+11	11,662	1,75E+11	11,65%
	0,3125	5,20E+11	5,44E+11	5,58E+11	5,78E+11	5,25E+11	1,07E+11	4,72E+11	11,674	1,80E+11	9,09%
	0	5,94E+11	6,17E+11	5,86E+11	6,14E+11	5,88E+11	1,17E+11	5,19E+11	11,716	1,97E+11	0,00%

E10	20	6,68E+11	7,03E+11	6,57E+11	6,28E+11	5,95E+11	1,39E+11	5,65E+11	11,752	2,12E+11	54,88%
	10	8,31E+11	7,99E+11	8,49E+11	8,10E+11	8,55E+11	1,75E+11	7,20E+11	11,857	2,68E+11	42,54%
	5	9,58E+11	9,61E+11	9,20E+11	9,90E+11	9,71E+11	1,93E+11	8,32E+11	11,920	3,14E+11	33,53%
	2,5	1,11E+12	1,08E+12	1,18E+12	1,07E+12	1,10E+12	2,23E+11	9,60E+11	11,982	3,63E+11	23,33%
	1,25	1,17E+12	1,19E+12	1,20E+12	1,17E+12	1,20E+12	2,43E+11	1,03E+12	12,012	3,85E+11	17,87%
	0,625	1,38E+12	1,28E+12	1,23E+12	1,23E+12	1,39E+12	2,52E+11	1,12E+12	12,051	4,33E+11	10,16%
	0,3125	1,40E+12	1,35E+12	1,29E+12	1,29E+12	1,42E+12	2,66E+11	1,17E+12	12,068	4,46E+11	6,66%
	0	1,42E+12	1,44E+12	1,46E+12	1,40E+12	1,51E+12	2,80E+11	1,25E+12	12,098	4,78E+11	0,00%
E15	20	7,26E+11	7,40E+11	7,24E+11	7,26E+11	6,84E+11	1,50E+11	6,25E+11	11,796	2,33E+11	50,04%
	10	7,92E+11	9,57E+11	8,70E+11	7,71E+11	8,45E+11	1,83E+11	7,36E+11	11,867	2,79E+11	41,16%
	5	1,01E+12	9,68E+11	9,78E+11	9,68E+11	9,61E+11	2,07E+11	8,49E+11	11,929	3,15E+11	32,19%
	2,5	1,18E+12	1,19E+12	1,08E+12	1,21E+12	1,06E+12	2,33E+11	9,92E+11	11,997	3,77E+11	20,69%
	1,25	1,20E+12	1,21E+12	1,18E+12	1,23E+12	1,23E+12	2,43E+11	1,05E+12	12,020	3,95E+11	16,29%
	0,625	1,37E+12	1,29E+12	1,32E+12	1,29E+12	1,32E+12	2,72E+11	1,14E+12	12,058	4,28E+11	8,59%
	0,3125	1,45E+12	1,41E+12	1,35E+12	1,35E+12	1,41E+12	2,86E+11	1,21E+12	12,083	4,54E+11	3,34%
	0	1,46E+12	1,44E+12	1,42E+12	1,46E+12	1,44E+12	2,87E+11	1,25E+12	12,097	4,73E+11	0,00%

Perhitungan IC50

Ekstrak	$y = -0.0016x^2 + 0.0685x + 0.1047$	$Y = -0.0016x^2 + 0.0685x + 0.1047$
	$50\% = -0.0016x^2 + 0.0685x + 0.1047$	$50\% = -0.0016x^2 + 0.0685x + 0.1047$
	$0,5 = -0.0016x^2 + 0.0685x + 0.1047$	$0 = -0.0016x^2 + 0.0685x - 0,3953$
		$x^2 - 42,8 x + 247$
		$(x - 6,87) (x - 36,13)$
a	-0,0016	$x_1 = 6,87 \text{ mg/ml}$
b	0,0685	$x_2 = 36,13 \text{ mg/ml}$
c	0,1047	
x	6,8700	IC₅₀ = 6,87 mg/ml
function	0,4998	

E5	$y = -0,0022x^2 + 0,0716x + 0,071$ 50% = $-0,0022x^2 + 0,0716x + 0,071$ 0,5 = $-0,0022x^2 + 0,0716x + 0,071$	$Y = -0,0022x^2 + 0,0716x + 0,071$ 50% = $-0,0022x^2 + 0,0716x + 0,071$ 0 = $-0,0022x^2 + 0,0716x - 0,429$ $x^2 - 33x + 159$ $(x - 7,91)(x - 25,09)$ $x_1 = 7,91 \text{ mg/ml}$ $x_2 = 25,09 \text{ mg/ml}$
	a -0,0022 b 0,0716 c 0,0710 x 7,9100 function 0,4997	IC 50 = 7,91 mg/ml
E10	$y = -0,0018x^2 + 0,0618x + 0,0665$ 50% = $-0,0018x^2 + 0,0618x + 0,0665$ 0,5 = $-0,0018x^2 + 0,0618x + 0,0665$	$Y = -0,0018x^2 + 0,0618x + 0,0665$ 50% = $-0,0018x^2 + 0,0618x + 0,0665$ 0 = $-0,0018x^2 + 0,0618x - 0,4335$ $x^2 - 34x - 240,8$ $(x - 9,82)(x - 36,13)$ $x_1 = 9,82 \text{ mg/ml}$ $x_2 = 36,13 \text{ mg/ml}$
	a -0,0018 b 0,0618 c 0,0665 x 9,8200 function 0,4998	IC 50 = 9,82 mg/ml
E15	$y = -0,002x^2 + 0,0634x + 0,0468$ 50% = $-0,002x^2 + 0,0634x + 0,0468$ 0,5 = $-0,002x^2 + 0,0634x + 0,0468$	$Y = -0,002x^2 + 0,0634x + 0,0468$ 50% = $-0,002x^2 + 0,0634x + 0,0468$ 0 = $-0,002x^2 + 0,0634x - 0,4532$ $x^2 - 31,7x + 226,6$ $(x - 10,88)(x - 36,13)$ $x_1 = 10,88 \text{ mg/ml}$ $x_2 = 36,13 \text{ mg/ml}$
	a -0,0020 b 0,0634 c 0,0468 x 10,8800 function 0,4998	IC 50 = 10,88 mg/ml

Bakteri *Escherichia coli*

Persamaan kurva standar : $y = 0,0622x + 0,0013$

Sampel	Konsentrasi	Absorbansi (Ulangan 1)			Absorbansi (Ulangan 2)			Variabel x	Konstanta	Nilai x			Nilai x			Rata-rata	Standar deviasi
		1	2	3	1	2	3			1	2	3	1	2	3		
Ekstrak	20	1,352	1,394	1,31	1,414	1,341	1,386	0,0622	0,0013	21,757	22,432	21,082	22,754	21,580	22,304	21,985	0,620
	10	1,373	1,425	1,335	1,437	1,367	1,413	0,0622	0,0013	22,095	22,931	21,484	23,124	21,998	22,738	22,395	0,635
	5	1,451	1,459	1,389	1,483	1,464	1,465	0,0622	0,0013	23,349	23,477	22,352	23,863	23,558	23,574	23,362	0,523
	2,5	1,504	1,46	1,43	1,504	1,477	1,473	0,0622	0,0013	24,201	23,494	23,011	24,201	23,767	23,703	23,729	0,451
	1,25	1,519	1,482	1,432	1,516	1,489	1,483	0,0622	0,0013	24,442	23,847	23,043	24,394	23,960	23,863	23,925	0,505
	0,625	1,543	1,507	1,437	1,528	1,496	1,491	0,0622	0,0013	24,828	24,249	23,124	24,587	24,072	23,992	24,142	0,591
	0,3125	1,566	1,527	1,450	1,546	1,505	1,523	0,0622	0,0013	25,198	24,571	23,333	24,876	24,217	24,506	24,450	0,642
	0	1,596	1,55	1,502	1,589	1,573	1,567	0,0622	0,0013	25,680	24,941	24,169	25,568	25,310	25,214	25,147	0,546
E5	20	1,398	1,414	1,404	1,412	1,417	1,424	0,0622	0,0013	22,497	22,754	22,593	22,722	22,802	22,915	22,813	0,097
	10	1,410	1,415	1,408	1,433	1,432	1,453	0,0622	0,0013	22,690	22,770	22,658	23,059	23,043	23,381	23,161	0,190
	5	1,453	1,458	1,450	1,457	1,469	1,474	0,0622	0,0013	23,381	23,461	23,333	23,445	23,638	23,719	23,601	0,140
	2,5	1,460	1,483	1,471	1,483	1,482	1,475	0,0622	0,0013	23,494	23,863	23,670	23,863	23,847	23,735	23,815	0,070
	1,25	1,488	1,486	1,473	1,487	1,485	1,476	0,0622	0,0013	23,944	23,912	23,703	23,928	23,895	23,751	23,858	0,094
	0,625	1,511	1,490	1,494	1,493	1,492	1,509	0,0622	0,0013	24,314	23,976	24,040	24,024	24,008	24,281	24,105	0,153
	0,3125	1,524	1,512	1,525	1,511	1,508	1,512	0,0622	0,0013	24,523	24,330	24,539	24,314	24,265	24,330	24,303	0,033
	0	1,554	1,548	1,549	1,557	1,559	1,559	0,0622	0,0013	25,005	24,908	24,924	25,053	25,085	25,085	25,074	0,019
E10	20	1,408	1,393	1,391	1,415	1,409	1,405	0,0622	0,0013	22,658	22,416	22,384	22,770	22,674	22,609	22,684	0,081
	10	1,414	1,406	1,381	1,437	1,422	1,424	0,0622	0,0013	22,754	22,625	22,223	23,124	22,883	22,915	22,974	0,131
	5	1,428	1,439	1,402	1,460	1,459	1,445	0,0622	0,0013	22,979	23,156	22,561	23,494	23,477	23,252	23,408	0,135
	2,5	1,435	1,441	1,476	1,468	1,469	1,447	0,0622	0,0013	23,092	23,188	23,751	23,622	23,638	23,285	23,515	0,200
	1,25	1,449	1,445	1,475	1,478	1,476	1,448	0,0622	0,0013	23,317	23,252	23,735	23,783	23,751	23,301	23,611	0,270
	0,625	1,457	1,450	1,487	1,489	1,481	1,484	0,0622	0,0013	23,445	23,333	23,928	23,960	23,831	23,879	23,890	0,065
	0,3125	1,487	1,487	1,498	1,495	1,485	1,481	0,0622	0,0013	23,928	23,928	24,105	24,056	23,895	23,831	23,928	0,116
	0	1,532	1,530	1,518	1,508	1,524	1,503	0,0622	0,0013	24,651	24,619	24,426	24,265	24,523	24,185	24,324	0,176

E15	20	1,393	1,396	1,442	1,442	1,448	1,499	0,0622	0,0013	22,416	22,465	23,204	23,204	23,301	24,121	23,542	0,504
	10	1,404	1,406	1,461	1,448	1,450	1,504	0,0622	0,0013	22,593	22,625	23,510	23,301	23,333	24,201	23,611	0,511
	5	1,435	1,452	1,474	1,452	1,465	1,509	0,0622	0,0013	23,092	23,365	23,719	23,365	23,574	24,281	23,740	0,480
	2,5	1,456	1,467	1,482	1,458	1,476	1,517	0,0622	0,0013	23,429	23,606	23,847	23,461	23,751	24,410	23,874	0,486
	1,25	1,454	1,472	1,498	1,460	1,489	1,529	0,0622	0,0013	23,397	23,686	24,105	23,494	23,960	24,603	24,019	0,557
	0,625	1,472	1,487	1,507	1,473	1,490	1,532	0,0622	0,0013	23,686	23,928	24,249	23,703	23,976	24,651	24,110	0,488
	0,3125	1,495	1,481	1,509	1,492	1,497	1,542	0,0622	0,0013	24,056	23,831	24,281	24,008	24,088	24,812	24,303	0,443
	0	1,536	1,516	1,552	1,514	1,523	1,553	0,0622	0,0013	24,715	24,394	24,973	24,362	24,506	24,989	24,619	0,328

Data dalam CFU/ml

Sampel	Konsentrasi (mg/ml)	Jumlah koloni (CFU/ml)						Rata-rata (CFU/ml)	Log Jumlah Koloni	Standar Deviasi	% Penghambatan
		Ulangan 1			Ulangan 2						
		1	2	3	1	2	3				
Ekstrak	20	9,79E+11	1,01E+12	9,49E+11	1,02E+12	9,71E+11	2,01E+11	8,56E+11	11,932	3,22E+11	12,73%
	10	9,94E+11	1,03E+12	9,67E+11	1,04E+12	9,90E+11	2,05E+11	8,71E+11	11,940	3,28E+11	11,12%
	5	1,05E+12	1,06E+12	1,01E+12	1,07E+12	1,06E+12	2,12E+11	9,10E+11	11,959	3,43E+11	7,19%
	2,5	1,09E+12	1,06E+12	1,04E+12	1,09E+12	1,07E+12	2,13E+11	9,26E+11	11,966	3,50E+11	5,58%
	1,25	1,10E+12	1,07E+12	1,04E+12	1,10E+12	1,08E+12	2,15E+11	9,33E+11	11,970	3,53E+11	4,78%
	0,625	1,12E+12	1,09E+12	1,04E+12	1,11E+12	1,08E+12	2,16E+11	9,42E+11	11,974	3,57E+11	3,86%
	0,3125	1,13E+12	1,11E+12	1,05E+12	1,12E+12	1,09E+12	2,21E+11	9,53E+11	11,979	3,60E+11	2,77%
	0	1,16E+12	1,12E+12	1,09E+12	1,15E+12	1,14E+12	2,27E+11	9,80E+11	11,991	3,70E+11	0,00%
E5	20	1,01E+12	1,02E+12	1,02E+12	1,02E+12	1,03E+12	2,06E+11	8,85E+11	11,947	3,32E+11	9,26%
	10	1,02E+12	1,02E+12	1,02E+12	1,04E+12	1,04E+12	2,10E+11	8,92E+11	11,950	3,34E+11	8,54%
	5	1,05E+12	1,06E+12	1,05E+12	1,06E+12	1,06E+12	2,13E+11	9,15E+11	11,961	3,44E+11	6,15%
	2,5	1,06E+12	1,07E+12	1,07E+12	1,07E+12	1,07E+12	2,14E+11	9,26E+11	11,967	3,49E+11	5,01%
	1,25	1,08E+12	1,08E+12	1,07E+12	1,08E+12	1,08E+12	2,14E+11	9,31E+11	11,969	3,51E+11	4,51%
	0,625	1,09E+12	1,08E+12	1,08E+12	1,08E+12	1,08E+12	2,19E+11	9,39E+11	11,973	3,53E+11	3,67%
	0,3125	1,10E+12	1,09E+12	1,10E+12	1,09E+12	1,09E+12	2,19E+11	9,51E+11	11,978	3,59E+11	2,43%
	0	1,13E+12	1,12E+12	1,12E+12	1,13E+12	1,13E+12	2,26E+11	9,75E+11	11,989	3,67E+11	0,00%

E10	20	1,02E+12	1,01E+12	1,01E+12	1,02E+12	1,02E+12	2,03E+11	8,81E+11	11,945	3,32E+11	7,77%
	10	1,02E+12	1,02E+12	1,00E+12	1,04E+12	1,03E+12	2,06E+11	8,86E+11	11,948	3,34E+11	7,17%
	5	1,03E+12	1,04E+12	1,02E+12	1,06E+12	1,06E+12	2,09E+11	9,02E+11	11,955	3,40E+11	5,50%
	2,5	1,04E+12	1,04E+12	1,07E+12	1,06E+12	1,06E+12	2,10E+11	9,15E+11	11,961	3,46E+11	4,22%
	1,25	1,05E+12	1,05E+12	1,07E+12	1,07E+12	1,07E+12	2,10E+11	9,19E+11	11,963	3,48E+11	3,79%
	0,625	1,06E+12	1,05E+12	1,08E+12	1,08E+12	1,07E+12	2,15E+11	9,25E+11	11,966	3,48E+11	3,18%
	0,3125	1,08E+12	1,08E+12	1,08E+12	1,08E+12	1,08E+12	2,14E+11	9,35E+11	11,971	3,53E+11	2,08%
	0	1,11E+12	1,11E+12	1,10E+12	1,09E+12	1,10E+12	2,18E+11	9,55E+11	11,980	3,61E+11	0,00%
E15	20	1,01E+12	1,01E+12	1,04E+12	1,04E+12	1,05E+12	2,17E+11	8,96E+11	11,952	3,33E+11	6,67%
	10	1,02E+12	1,02E+12	1,06E+12	1,05E+12	1,05E+12	2,18E+11	9,02E+11	11,955	3,35E+11	6,05%
	5	1,04E+12	1,05E+12	1,07E+12	1,05E+12	1,06E+12	2,19E+11	9,15E+11	11,961	3,41E+11	4,67%
	2,5	1,05E+12	1,06E+12	1,07E+12	1,06E+12	1,07E+12	2,20E+11	9,22E+11	11,965	3,44E+11	3,89%
	1,25	1,05E+12	1,07E+12	1,08E+12	1,06E+12	1,08E+12	2,21E+11	9,27E+11	11,967	3,46E+11	3,43%
	0,625	1,07E+12	1,08E+12	1,09E+12	1,07E+12	1,08E+12	2,22E+11	9,34E+11	11,970	3,49E+11	2,72%
	0,3125	1,08E+12	1,07E+12	1,09E+12	1,08E+12	1,08E+12	2,23E+11	9,39E+11	11,973	3,51E+11	2,13%
	0	1,11E+12	1,10E+12	1,12E+12	1,10E+12	1,10E+12	2,25E+11	9,60E+11	11,982	3,60E+11	0,00%

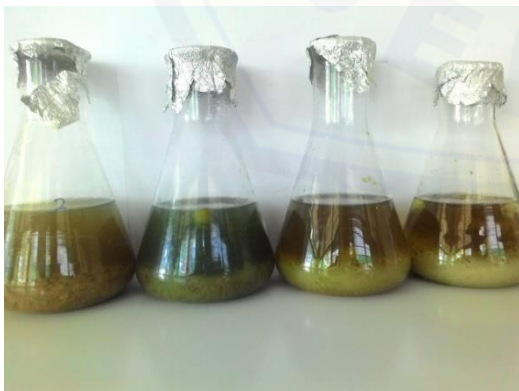
Lampiran H. Dokumentasi kegiatan penelitian



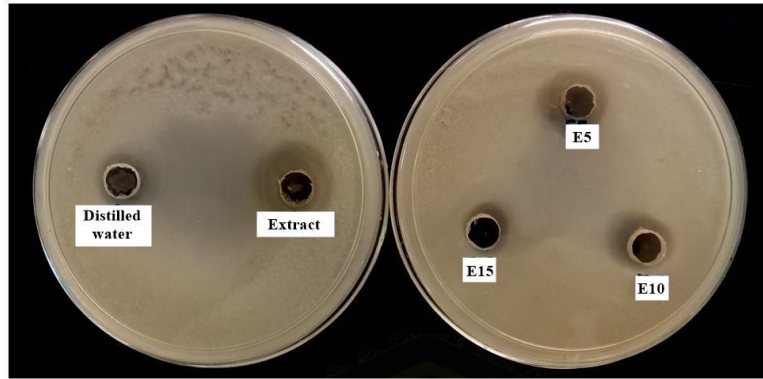
Buah takokak segar

Buah takokak setelah *Steam blanching* 5 menit

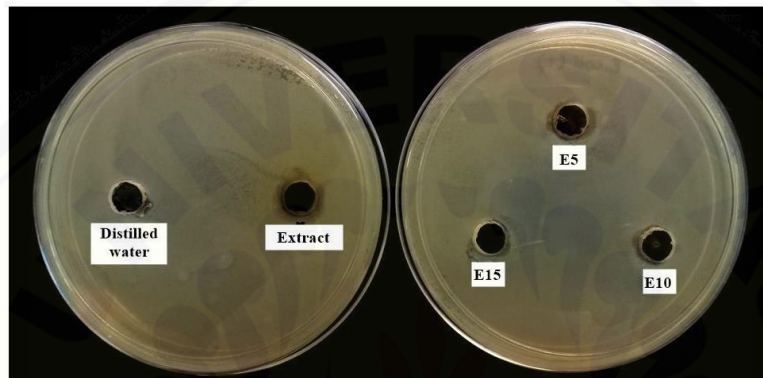
Penghancuran menggunakan blender

Buah takokak dalam pelarut sebelum dimasukkan *shaker waterbath*Buah takokak dalam pelarut setelah ekstraksi dalam *shaker waterbath*

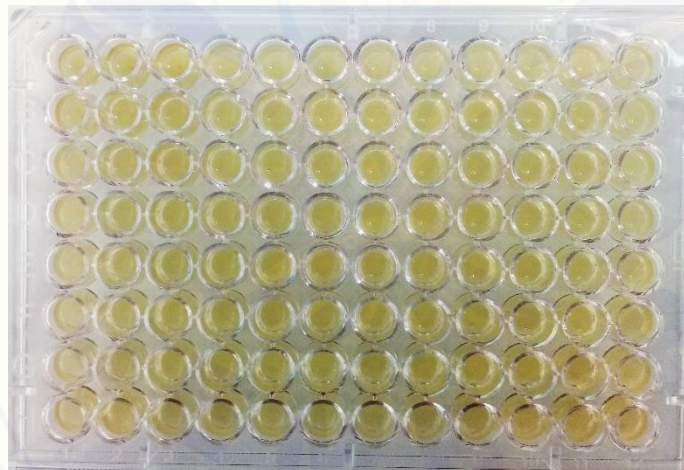
Ekstrak cair buah takokak



Zona hambat bakteri *Bacillus subtilis*



Zona hambat bakteri *Escherichia coli*



Uji Mikrodilusi cair