



**STABILITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK AMPAS KOPI
TERENKAPSULASI SELAMA PENYIMPANAN**

SKRIPSI

Oleh :

Fitria Nurulkharomah

NIM 121710101019

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

2016



**STABILITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK AMPAS KOPI
TERENKAPSULASI SELAMA PENYIMPANAN**

SKRIPSI

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

Oleh :

FITRIA NURULKHAROMAH

NIM 121710101019

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

2016

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, sebuah Karya Tulis Ilmiah (SKRIPSI) ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya Ibu Harimukti Trilestari dan Bapak Setyawan Armadiyanto serta adikku Rahma Yunita dan Aisyah Nuwafi Ramadhani ;
2. Dosen Pembimbing Utama Ir. Yhulia Praptiningsih, S., M.S dan Dosen Pembimbing Anggota Dr. Ir.Sih Yuwanti, M.P. yang telah dengan tulus memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan, dan pengalaman dengan penuh kesabaran;
3. Guru-guruku sejak TK hingga Perguruan Tinggi;
4. Almamaterku tercinta Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;

MOTTO

*Education is the most powerful weapon which
you can use to change the world.*

(Nelson Mandela)

There is no limit of struggling

(Anonim)

*Setiap orang punya jatah gagal.
Habiskan jatah gagal anda ketika anda masih muda*

(Dahlan Iskan)

*If you can't explain it simply,
You don't understand it well enough*

(Albert Einstein)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fitria Nurulkhromah

NIM : 121710101019

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Stabilitas Antioksidan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi Selama Penyimpanan*” adalah benar-benar hasil karya sendiri kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan kepada institusi manapun, dan bukan merupakan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik apabila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Desember 2016

Yang Menyatakan,

Fitria Nurulkhromah
NIM 121710101019

SKRIPSI

**STABILITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK AMPAS KOPI
TERENKAPSULASI SELAMA PENYIMPANAN**

Oleh

**FITRIA NURULKHAROMAH
NIM 121710101019**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Ir. Yhulia Praptiningsih, S., M.S.
NIP. 195306261980022001

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P.
NIP. 196507081994032002

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Stabilitas Antioksidan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi Selama Penyimpanan*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

hari : Jumat

tanggal : 30 Desember 2016

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji,

Ketua

Anggota I

Ir. Mukhammad Fauzi, M.Si.

NIP. 196307011989031004

Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si

NIP. 197505301999031002

Mengesahkan,

Dekan
Fakultas Teknologi Pertanian

Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P.

NIP 196912121998021001

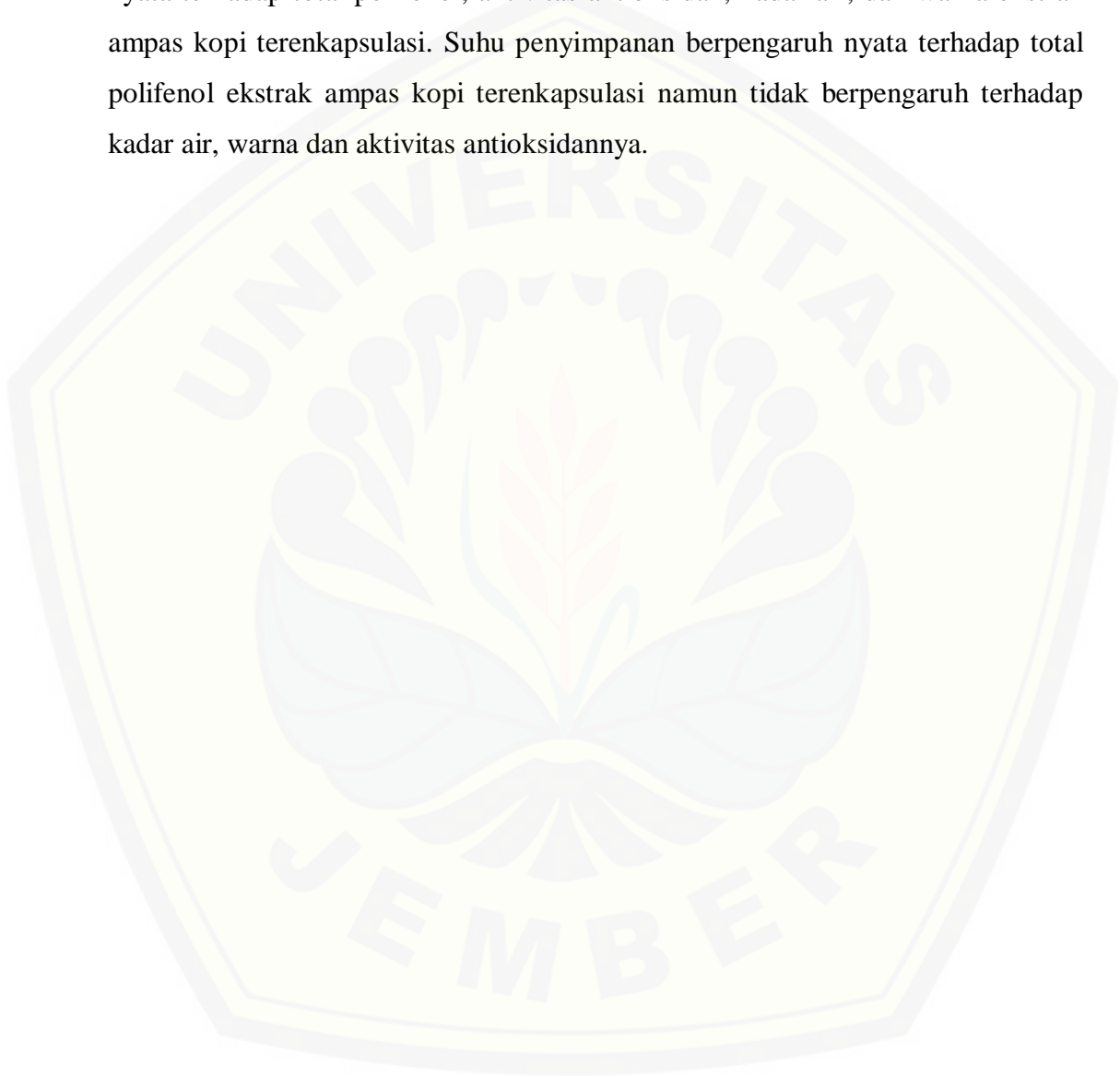
RINGKASAN

Stabilitas Antioksidan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi Selama Penyimpanan; Fitria Nurulkhromah; 121710101019; 2016; 52 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Konsumsi kopi Indonesia meningkat setiap tahun, mengakibatkan semakin meningkatnya ampas kopi. Pada umumnya, ampas kopi dianggap sebagai limbah padat yang kurang dimanfaatkan secara maksimal. Ampas kopi mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antioksidan berupa polifenol. Polifenol dalam ekstrak ampas kopi memiliki aktivitas antioksidan yang cukup tinggi sehingga berpotensi untuk diaplikasikan pada industri khususnya industri makanan. Antioksidan ekstrak ampas kopi dalam bentuk ekstrak tidak stabil sehingga mudah rusak dan memiliki masa simpan yang pendek. Kerusakan senyawa antioksidan tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya suhu dan lama penyimpanan sehingga dilakukan proses enkapsulasi untuk mempertahankan stabilitas antioksidannya selama penyimpanan. Antioksidan pada ekstrak ampas kopi yang telah terenkapsulasi perlu diuji stabilitasnya selama penyimpanan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi selama penyimpanan.

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama yaitu persiapan bahan yang meliputi ekstraksi ampas kopi dan tapioka teroksidasi. Ekstraksi ampas kopi dilakukan dengan menggunakan 2 jenis pelarut yaitu ethanol dan akuades. Tahap kedua adalah enkapsulasi ekstrak ampas kopi dengan menggunakan metode *coacervation*. Tahap ketiga adalah pengujian stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi. Pada pengujian stabilitas antioksidan, ekstrak ampas kopi terenkapsulasi disimpan dalam botol gelas kaca selama 8 minggu. Penyimpanan dilakukan pada suhu ruang dan pada suhu dingin. Selama penyimpanan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi akan dianalisa kadar air, total polifenol, aktivitas antioksidan dan warna setiap 2 minggu sekali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi mengalami penurunan selama penyimpanan. Penurunan stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu dingin tidak signifikan. Lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap total polifenol, aktivitas antioksidan, kadar air, dan warna ekstrak ampas kopi terenkapsulasi. Suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap total polifenol ekstrak ampas kopi terenkapsulasi namun tidak berpengaruh terhadap kadar air, warna dan aktivitas antioksidannya.



SUMMARY

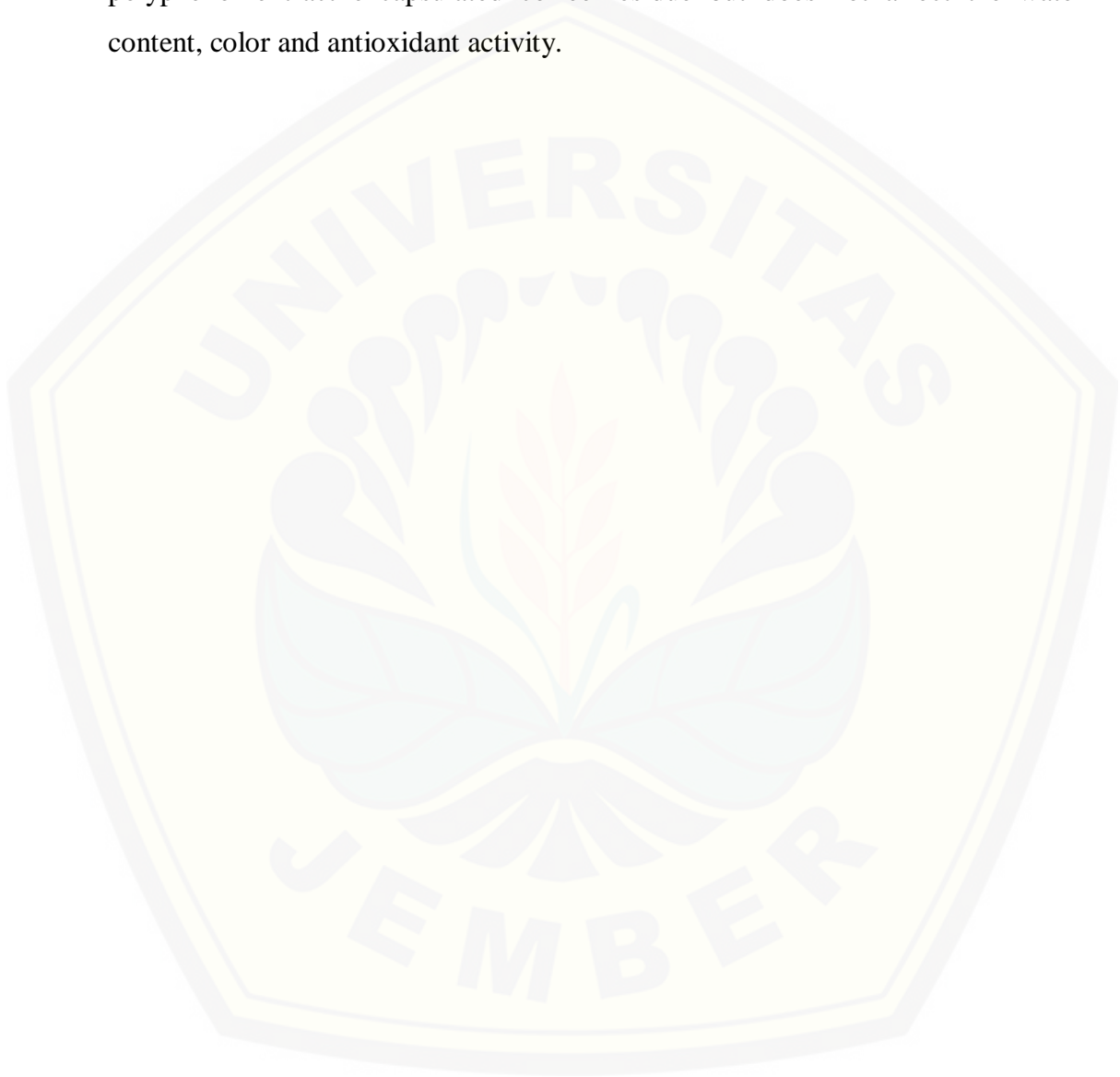
Antioxidant Stability of Encapsulated Extract Coffee Residue During Storage; Fitria Nurulkharomah; 121710101019; 2016; 52 pages; Department of Agricultural Product; Faculty of Agriculture Technology, Jember University.

Indonesian coffee consumption increase every year, therefore increasing coffee residue. In general, the coffee residue are considered as the solid waste that is less utilized. Coffee residue contain bioactive compounds that have the potential as antioxidants such as polyphenols. Polyphenols in the extract coffee residue have high antioxidant activity that has the potential to be applied in the industry, especially in food industry. Antioxidant extracts of coffee residue in extract form is unstable, so it's easy to damaged and have a short shelf life. Damage to the antioxidant compounds can be influenced by several factors, including temperature and storage time so do the encapsulation to maintain antioxidant stability during storage. Antioxidant in the extract coffee residue that have been encapsulated to be tested stability during storage. Therefore, it is necessary to study the stability of the antioxidant extract coffee residue during storage.

The study was conducted in three steps. The first step is the preparation of the material included extraction of coffee residue and tapioca oxidized. Extraction of coffee residue is done by using two types of solvents, there were ethanol and aquades. The second stage is the encapsulation of the extract coffee residue using coacervation method. The third stage is testing the stability of the antioxidant extract encapsulated coffee residue. In testing the stability of antioxidants, extracts of coffee residue encapsulated stored in glass bottles for 8 weeks. Storage is done at room temperature and cold temperatures. During storage encapsulated extract coffee residue will be analyzed water content, total polyphenols, antioxidant activity and color every 2 weeks.

The results showed that the stability of the antioxidant extract coffee residue encapsulated decreased during storage. Decreasing of antioxidant stability

extract encapsulated coffee residue are kept at room temperature or cold temperature is not significant. Storage time significantly affected the total polyphenols, antioxidant activity, moisture content, and the color of coffee residue extract encapsulated. The storage temperature significantly affected the total polyphenol extract encapsulated coffee residue but does not affect the water content, color and antioxidant activity.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Stabilitas Antioksidan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi Selama Penyimpanan*. Skripsi ini disusun guna menyelesaikan pendidikan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Jember. Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Yuli Witono, S.TP. MP selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Bapak Ir. Giyarto, M. Sc. Selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Ibu Ir. Yhulia Praptiningsih, S., M.S selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah sabar membimbing dan memberikan saran mulai dari penyusunan proposal skripsi hingga menjalani ujian, serta motivasinya selama pengerjaan penelitian;
4. Bapak Ir. Mukhammad Fauzi, M.Si selaku Penguji Utama dan Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si selaku Penguji Anggota yang telah memberikan saran dan evaluasi untuk perbaikan skripsi ini;
5. Semua staff dan pekerja Wisata Edukasi Kampung Coklat yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan informasi dan bantuan selama pelaksanaan Kuliah Kerja;
6. Segenap dosen, teknisi laboratorium, dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah meluangkan waktu dan membantu penyelesaian skripsi ini
7. Segenap keluarga khususnya orang tua saya yaitu Bapak Setyawan Armadyanto dan Ibu Harimukti Trilestari serta Adiksaya Rahma Yunita dan Aisyah Nuwafi Ramadhani yang telah memberikan segalanya

termasuk kasih sayang, perhatian, doa dan dukungan materi, moral dan spiritual tiada henti hingga tidak dapat diungkapkan dengan kata-kata;

8. Keluarga besar “The CAZPER, UKM-O SAHARA, dan UK-PSM SYMPHONY CHOIR” dengan segala kebersamaannya yang senantiasa menemani dalam suka maupun duka serta telah memberikan suasana keceriaan dan motivasinya;
9. Rekan-rekan THP 2012 yang tetap semangat berjuang bersama-sama selama perjalanan di FTP.

Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dalam mengembangkan ilmu pengetahuan. Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun, baik dari segi isi maupun bentuk susunannya.

Jember, 30 Desember 2016

Penulis

Fitria Nurulkharomah

121710101019

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
HALAMAN BIMBINGAN	v
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ampas Kopi	5
2.2 Senyawa Polifenol Biji Kopi	6
2.3 Teknik Enkapsulasi	8
2.4 Bahan Pengkapsul	9
2.4.1 Alginat	10
2.4.2 Tapioka Teroksidasi	11
2.5 Stabilitas Antioksidan Terenkapsulasi	13
BAB 3. METODE PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	15
3.1.1 Bahan	15
3.1.2 Alat	15

3.3 Pelaksanaan Penelitian	15
3.3.1 Rancangan Percobaan	15
3.3.2 Rancangan Penelitian	16
3.3.3 Analisa Data	21
3.4 Parameter Pengamatan	21
3.5 Prosedur Analisis	21
3.5.1 Kadar Air	21
3.5.2 Total Polifenol	22
3.5.3 Aktivitas Antioksidan	23
3.5.4 Warna (Nilai Kecerahan)	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Kadar Air	25
4.2 Total Polifenol	26
4.3 Aktivitas Antioksidan	29
4.4 Warna (Nilai Kecerahan)	30
BAB 5. PENUTUP	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ampas kopi	5
Gambar 2.2 Ilustrasi teknik enkapsulasi dengan <i>coacervation</i>	9
Gambar 2.3 Struktur molekul alginat	10
Gambar 2.4 Interaksi alginat dengan ion Ca^{2+}	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Tapioka Teroksidasi.....	18
Gambar 3.2 Diagram Alir Ekstraksi Senyawa Antioksidan Ampas Kopi	19
Gambar 3.3 Diagram Alir Enkapsulasi Ekstrak Ampas Kopi.....	20
Gambar 4.1 Kadar Air Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi.....	25
Gambar 4.2 Total Polifenol Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi	27
Gambar 4.3 Aktivitas Antioksidan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi	30
Gambar 4.4 Nilai Kecerahan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Kadar Air	40
Lampiran A.1 Kadar Air Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi	40
Lampiran A.2 Hasil Sidik Ragam Kadar Air	41
Lampiran B. Total Polifenol	43
Lampiran B.1 Total Polifenol Ekstak Ampas Kopi	43
Lampiran B.2 Hasil Sidik Ragam Total Polifenol	44
Lampiran C. Aktivitas Antioksidan	46
Lampiran C.1 Aktivitas Antioksidan Ekstak Ampas Kopi	46
Lampiran C.2 Hasil Sidik Ragam Aktivitas Antioksidan	47
Lampiran D. Warna (Nilai Kecerahan)	49
Lampiran D.1 Warna (Nilai Kecerahan) Ekstak Ampas Kopi	49
Lampiran D.2 Hasil Sidik Ragam Warna (Nilai Kecerahan)	50
Lampiran E. Dokumentasi Penelitian	52

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan minuman penyegar yang digemari oleh masyarakat (Wahyudian *et al.*, 2004). Konsumsi kopi di Indonesia semakin meningkat setiap tahun. Berdasarkan data dari Asosiasi Eksportir dan Industri Kopi Indonesia (AEKI) (2012), tingkat konsumsi kopi di Indonesia pada tahun 2012 sebesar 0,94 kg/tahun per kapita. Angka tersebut mengalami peningkatan sebesar 10% dibandingkan dengan tahun 2011. Peningkatan konsumsi kopi di Indonesia diprediksi akan semakin bertambah setiap tahunnya terbukti bahwa pada tahun 2016 tingkat konsumsi kopi di Indonesia mencapai 1,18 kg/kapita per tahun atau meningkat sebesar 5 – 6 % dari tahun sebelumnya (Soesilo, 2016). Peningkatan konsumsi kopi antara lain dikarenakan perubahan gaya hidup masyarakat yang juga dipengaruhi dengan banyaknya kedai, warung dan *cafe-cafe* kopi yang mudah dijumpai di seluruh daerah di Indonesia (Kemendag RI, 2014).

Tingginya konsumsi kopi Indonesia mengakibatkan semakin meningkatnya limbah ampas kopi. Produksi limbah ampas kopi di dunia mencapai 700.000 ton per tahun (Acevedo *et al.*, 2013). Pada umumnya ampas kopi dianggap sebagai limbah padat yang kurang dimanfaatkan atau masih belum termanfaatkan secara maksimal. Ampas kopi mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antioksidan. Pujol *et al* (2013) menyatakan bahwa ampas kopi mengandung senyawa bioaktif berupa komponen polifenol. Polifenol termasuk golongan senyawa antioksidan alami yang banyak terdapat pada tanaman seperti kopi dan minuman kopi termasuk ampas kopi (Ballard, 2008). Praptiningsih dan Palupi (2014) menyatakan bahwa ampas kopi masih mengandung komponen antioksidan sebesar 3,88% db dengan aktivitas antioksidan sebesar 16,01%, sedangkan dalam bentuk ekstrak cair ampas kopi mengandung komponen antioksidan sebesar 4,49% db dengan aktivitas antioksidan sebesar 62,81%. Senyawa antioksidan berupa polifenol tergolong senyawa yang sangat sensitif karena mudah sekali rusak akibat kondisi suhu dan lingkungan yang tidak sesuai sehingga perlu adanya

metode atau cara untuk mempertahankan senyawa antioksidan agar tidak mengalami kerusakan sebelum digunakan (Sukatiningih *et al.*, 2011).

Ekstraksi antioksidan umumnya dilakukan dengan menggunakan pelarut polar seperti akuades dan pelarut non polar seperti etanol dan aseton (Yudiono, 2011) kemudian disaring dan dievaporasi sehingga didapat ekstrak kasar antioksidan (Adline *et al.*, 2013). Ekstrak kasar antioksidan biasanya langsung diaplikasikan ke dalam bahan pangan. Namun sediaan antioksidan dalam bentuk ekstrak mudah rusak sehingga memiliki masa simpan yang pendek. Oleh karena itu diperlukan suatu metode yang dapat mempertahankan senyawa antioksidan agar tidak mengalami kerusakan sebelum digunakan.

Teknologi enkapsulasi antioksidan telah banyak diaplikasikan karena cukup efektif untuk melindungi dan mencegah kerusakan antioksidan akibat adanya oksigen, cahaya maupun perubahan-perubahan fisikokimia sehingga dapat memperpanjang umur simpan antioksidan (Wilson dan Shah, 2007). Proses enkapsulasi dapat dilakukan dengan beberapa metode salah satunya yaitu metode *coacervation* (Ozkan dan Seda, 2014). Metode *Coacervation* dianggap sebagai teknik enkapsulasi yang sebenarnya dikarenakan keseluruhan bahan inti dapat terlapis dengan baik oleh bahan pelapis (Siow dan Chee, 2013). Proses enkapsulasi dengan menggunakan metode *coacervation* memiliki beberapa kelebihan diantaranya bahan pengkapsul mudah didapatkan, peralatan yang digunakan tidak mahal, dapat dilakukan pada suhu ruang dan memiliki efisiensi enkapsulasi yang tinggi (Chan *et al.*, 2010). Bahan pengkapsul yang umum digunakan dalam metode *coacervation* adalah alginat yang dikombinasikan dengan menggunakan protein.

Alginat mudah larut dalam air dan mampu membentuk gel yang kuat sehingga banyak digunakan sebagai bahan pengkapsul. Alginat memiliki harga yang relatif mahal sehingga dilakukan upaya substitusi dengan bahan lain. Substitusi alginat antara lain dapat dilakukan dengan menggunakan tapioka teroksidasi. Tapioka teroksidasi memiliki kemampuan membentuk gel yang baik dengan warna yang jernih/bening, viskositas rendah, kadar gugus karboksil yang lebih tinggi dari Na alginat (Praptiningih dan Palupi, 2014) serta dapat

membentuk gel dengan tekstur yang kuat sehingga baik apabila dijadikan sebagai bahan pengkapsul (Herawati, 2012). Praptiningsih dan Palupi (2014) menyatakan bahwa bahan pengkapsul dengan konsentrasi 3 % yang terdiri dari 75 % alginat dan 25 % tapioka teroksidasi menghasilkan antioksidan terenkapsulasi yang paling baik. Bahan pengkapsul yang baik akan memiliki kemampuan untuk melindungi bahan inti dari kondisi penyimpanan yang ekstrim dan memiliki nilai efisiensi yang cukup tinggi (Yanuwar *et al.*, 2007).

Stabilitas senyawa antioksidan terenkapsulasi selama penyimpanan antara lain dipengaruhi oleh suhu penyimpanannya. Ekstrak ampas kopi harus terenkapsulasi dengan baik agar tetap dapat mempertahankan aktivitas antioksidannya selama penyimpanan.

1.2 Rumusan Masalah

Ampas kopi mengandung senyawa-senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antioksidan seperti polifenol. Polifenol dalam ampas kopi memiliki aktivitas antioksidan yang cukup tinggi sehingga berpotensi untuk diaplikasikan pada industri khususnya industri makanan. Senyawa antioksidan berupa polifenol dalam ekstrak ampas kopi mudah mengalami kerusakan sehingga untuk mempertahankannya perlu dilakukan proses enkapsulasi. Antioksidan pada ekstrak ampas kopi yang telah terenkapsulasi perlu diuji stabilitasnya selama penyimpanan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi selama penyimpanan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. untuk mengetahui pengaruh suhu penyimpanan terhadap stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi.
2. untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi.

1.4 Manfaat

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. dapat diketahui stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi selama penyimpanan.
2. dapat diketahui potensi antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi untuk digunakan pada industri khususnya industri makanan.
3. sebagai upaya pemanfaatan limbah ampas kopi.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ampas Kopi

Ampas kopi merupakan produk samping dari bubuk biji kopi yang telah diekstrak menjadi minuman. Ampas kopi biasanya dianggap sebagai limbah padat yang kurang dimanfaatkan atau bahkan masih belum dimanfaatkan secara maksimal (Adline *et al.*, 2013). Tingginya konsumsi kopi mengakibatkan semakin meningkatnya limbah ampas kopi. Produksi limbah ampas kopi didunia mencapai 700.000 ton per tahunnya (Acevedo *et al.*, 2013). Ampas kopi dapat dilihat pada **Gambar 2.1.**



Gambar 2.1 Ampas kopi

Ampas kopi masih memiliki beberapa komponen bioaktif seperti senyawa fenolik dan senyawa flavonoid (Mussato *et al.*, 2011). Pujol *et al* (2013) menyatakan bahwa ampas kopi mengandung senyawa bioaktif berupa komponen polifenol. Komponen-komponen polifenol tersebut khususnya asam klorogenat memiliki potensi sebagai senyawa antioksidan (Yen *et al.*, 2005). Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Adline *et al* (2013), bahwa ekstrak ampas kopi memiliki kandungan senyawa bioaktif berupa senyawa fenolik yaitu asam klorogenat, dan kafein yang tinggi serta antosianin (senyawa flavonoid) dalam jumlah yang rendah dan seluruhnya memiliki aktivitas antioksidan.

2.2. Senyawa Polifenol Biji Kopi

Polifenol merupakan kelompok zat kimia yang banyak ditemukan pada buah-buahan, sayuran serta biji-bijian (Wrasiatiet *al.*, 2012). Zat ini memiliki ciri khas yakni memiliki banyak gugus fenol pada molekulnya, dan berperan sebagai pemberi warna pada tumbuhan seperti warna daun saat musim gugur. Selain itu, polifenol juga merupakan senyawa yang dapat berperan sebagai antioksidan dengan melawan molekul-molekul radikal bebas penyebab penyakit degeneratif. Hartanto (2012) menyatakan bahwa senyawa fenolik seperti polifenol dinyatakan sebagai senyawa antioksidan dikarenakan sifat oksidasinya yang berperan dalam menetralisasi radikal bebas.

Senyawa antioksidan adalah senyawa alami yang dapat melindungi sel tubuh dari kerusakan dan penuaan yang disebabkan oleh molekul reaktif atau disebut dengan nama radikal bebas. Antioksidan dapat melindungi sel tubuh karena antioksidan dapat menghambat reaksi oksidasi dengan cara mengikat molekul bebas serta menjaga struktur genetik dari suatu sel sehingga tetap dalam kondisi normal (Lingga, 2012). Antioksidan dari golongan polifenol merupakan senyawa yang mudah larut dalam air dan lemak. Senyawa polifenol ini memiliki fungsi sebagai penangkap dan pengikat radikal bebas dari ion-ion logam yang mengalami kerusakan.

Efek antioksidan pada bahan pangan banyak disebabkan karena adanya senyawa golongan polifenol seperti flavonoid dan asam fenolat. Senyawa-senyawa polifenol yang memiliki aktivitas antioksidan adalah senyawa polifenol yang mempunyai gugus hidroksi yang tersubstitusi pada posisi ortho dan para terhadap gugus $-OH$ dan $-OR$ (Wrasiatiet, 2012). Polifenol sangat peka terhadap oksidasi enzim dan mungkin hilang pada proses isolasi akibat kerja enzim fenolase yang terdapat dalam tumbuhan. Senyawa polifenol yang telah teroksidasi dapat membentuk quinon yang kemudian berpolimerisasi membentuk melanin yaitu pigmen berwarna coklat yang dapat mengakibatkan perubahan warna pada bahan pangan sehingga warna bahan pangan menjadi lebih gelap (Koswara, 2009). Kerusakan senyawa polifenol akibat adanya aktivitas enzim seperti enzim polifenol oksidase maupun reaksi-reaksi fitokimia dalam bahan dapat

diminimalisir dengan melakukan penyimpanan pada suhu dingin (Tensiska *et al*, 2010).

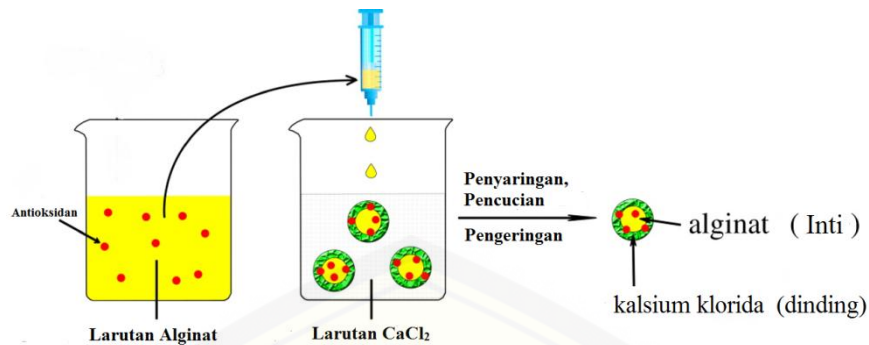
Kopi merupakan salah satu hasil perkebunan yang memiliki kandungan senyawa antioksidan cukup tinggi. Kemampuan antioksidan pada kopi tergolong tinggi, bahkan melebihi kemampuan antioksidan pada buah-buahan dan sayuran (Lingga, 2012). Kopi mengandung tingkat oksidan empat kali lebih besar dibandingkan teh dan sumber kaya antioksidan lainnya. Senyawa polifenol merupakan senyawa kimia yang bekerja sebagai antioksidan kuat di dalam kopi (Almada, 2009). Kadar polifenol pada biji kopi arabika bervariasi antara 6 - 7 %, sedangkan pada biji kopi robusta sekitar 10 % (Putri dan Andi, 2013).

Umumnya, biji kopi akan diolah sehingga menjadi minuman kopi yang dapat dinikmati para pecinta kopi. Adanya pengolahan (termasuk pemanasan dan pengeringan) pada proses pembuatan minuman kopi akan menurunkan aktivitas antioksidan yang terkandung dalam biji kopi tersebut namun terdapat beberapa antioksidan yang tahan terhadap panas sehingga kandungan antioksidannya tidak banyak berkurang. Pada proses pengolahan kopi menjadi minuman kopi dihasilkan hasil samping berupa ampas kopi. Ampas kopi dapat dijadikan sebagai salah satu sumber antioksidan alami. Asam klorogenat dan kafein yang masih terkandung dalam ampas kopi termasuk dalam golongan senyawa fenolik yang bersifat sebagai antioksidan karena memiliki aktivitas antioksidan. Jumlah senyawa fenolik memiliki korelasi yang positif dengan aktivitasnya sebagai antioksidan. Kadar total polifenol mempengaruhi aktivitas antioksidan sebesar 93% (Ibrahim *et all*, 2015). Semakin rendah total polifenol maka semakin rendah pula aktivitas antioksidannya, begitu juga sebaliknya (Yunanta *et al*, 2014). Praptiningsih dan Palupi (2014) menyatakan bahwa ampas kopi masih mengandung komponen antioksidan sebesar 3,88% db dengan aktivitas antioksidan sebesar 16,01%, sedangkan dalam bentuk ekstrak cair ampas kopi mengandung komponen antioksidan sebesar 4,49% db dengan aktivitas antioksidan sebesar 62,81%.

2.3. Teknik Enkapsulasi

Enkapsulasi merupakan proses penyalutan atau penjerapan suatu bahan atau campuran bahan ke dalam bahan atau sistem lain yang biasa disebut kapsul dan kapsul tersebut dapat melepaskan bahan inti pada kondisi spesifik tertentu. Bahan yang disalut atau terjerap biasanya berupa cairan, tetapi dapat pula berupa partikel padat atau gas. Untuk melakukan proses enkapsulasi digunakan bahan pembentuk kapsul. Bahan yang digunakan biasanya disebut sebagai bahan dinding, pembawa selaput, dan kulit atau penyalut (Risch, 1995). Tujuan dari dilakukannya enkapsulasi adalah untuk melindungi dan mencegah kerusakan bahan-bahan yang sensitif akibat adanya oksigen, cahaya maupun perubahan-perubahan fisikokimia sehingga dapat memperpanjang umur simpan bahan tersebut (Wilson dan Shah, 2007). Enkapsulasi dapat dilakukan dengan beberapa teknik, salah satunya yaitu teknik *coacervation* (Ozkan dan Seda, 2014).

Teknik *coacervation* adalah salah satu teknik enkapsulasi yang menggunakan prinsip pemisahan fase cair secara spontan yang terjadi ketika dua polimer yang bermuatan berlawanan dicampur dalam media berair kemudian mengarah ke pemisahan menjadi dua fase (Weibreck *et al.*, 2004). Menurut Thies (1996), metode *coacervation* adalah metode enkapsulasi berdasarkan pemisahan larutan polimer hidrofilik dalam dua fase, yaitu fase kaya polimer dan fase cairan pengencer. Terdapat dua jenis *coacervation* yaitu *simple coacervation* dan *complex coacervation* yang bergantung pada jumlah polimer yang digunakan. Teknik enkapsulasi *coacervation* dapat menghasilkan kapsul dengan lapisan tipis (film) yang dapat dikonsumsi. Teknik ini sangat efisien untuk menghasilkan kapsul dengan ukuran yang lebih bervariasi daripada teknik enkapsulasi yang lain (Kester dan Fennema, 1986). Ilustrasi teknik enkapsulasi dengan *coacervation* dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Ilustrasi teknik enkapsulasi dengan *coacervation* (Wu *et al.*, 2011)

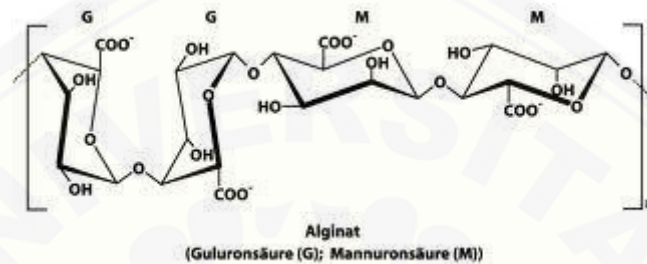
Enkapsulasi menggunakan metode *coacervation* terdiri dari 3 tahapan. Tahap pertama yaitu melakukan pencampuran antara tiga fase yang saling tidak melarutkan (fase kontinyu atau air, bahan aktif yang akan dikapsulkan, dan bahan pengkapsul). Tahap kedua, bahan pengkapsul membentuk lapisan pada bahan inti. Hal ini dicapai dengan merubah pH, suhu atau kekuatan ion yang dapat menyebabkan pemisahan fase dari bahan pengkapsul dan sebaran bahan inti yang terperap. Tahap ketiga yaitu bahan pengkapsul memadat karena adanya panas, *crosslinking* (ikatan silang) dan teknik desolvasi. Kapsul yang dihasilkan dari pemisahan fase cair memiliki dinding yang larut air dan bahan aktif yang bersifat hidrofobik (Jackson dan Lee, 1991).

2.4. Bahan Pengkapsul

Enkapsulasi membutuhkan bahan pengkapsul yang berperan untuk melapisi dan melindungi bahan inti. Bahan yang umum digunakan dalam proses enkapsulasi adalah berbagai jenis polisakarida seperti pati, alginat, gum arab, gelatin, karagenan yang dikombinasikan dengan protein. Penggunaan bahan pengkapsul dianjurkan menggunakan bahan dengan viskositas rendah akan tetapi tidak mudah larut dalam alkohol dan pelarut organik lainnya (Pacifico *et al.*, 2001). Enkapsulasi dengan metode *coacervation* umumnya menggunakan alginat yang dikombinasikan dengan kasein sebagai bahan pengkapsul. Alginat memiliki harga yang relatif mahal sehingga seringkali disubstitusikan dengan bahan lain. Substitusi alginat antara lain dapat dilakukan dengan menggunakan tapioka teroksidasi.

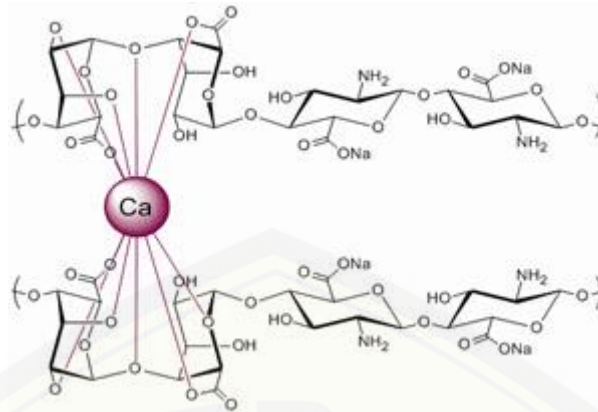
2.4.1 Alginat

Alginat merupakan bahan pengkapsul yang sering digunakan dalam proses enkapsulasi. Alginat adalah polisakarida anionik berasal dari rumput laut coklat yang bersifat biokompatibel dan biodegradabel terdiri dari β -D Manuronat dan α -L Guluronat yang dihubungkan dengan ikatan (1-4) dengan berbagai perbandingan G / M. Struktur molekul alginat dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Struktur molekul alginat

Alginat yang tersedia secara komersial adalah dalam bentuk garamnya yaitu natrium alginat (Wanget *al.*, 2006). Natrium alginat memiliki kelebihan yaitu perubahannya menjadi hidrogel dengan 95% molekul air di dalamnya, yang merupakan syarat penting untuk penggunaan dalam memerangkap senyawa. Penambahan kation divalen (misalnya Ca^{2+}) yang berfungsi sebagai peanut silang antar molekul alginat, akan menyebabkan terjadinya gelatinisasi yang akan membentuk gel matriks kalsium alginat. Ketika natrium alginat bertemu dengan kation divalent seperti Ca^{2+} menghasilkan pembentukan gel dikarenakan adanya muatan negatif dari gugus karboksilat alginat yang berikatan dengan ion Ca^{2+} (Wang *et al.*, 2006). Pada proses pembentukan gel tersebut ion Ca^{2+} akan menggantikan posisi natrium dari alginat dan mengikat molekul alginat yang panjang (Subaryono, 2010). Interaksi alginat dengan ion Ca^{2+} dapat dilihat pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4 Interaksi alginat dengan ion Ca^{2+}

Kapsul kalsium alginate sangat berpori yang memungkinkan air dapat berdifusi keluar masuk matriks (Rokka *et al.*, 2010). Selain itu alginat juga merupakan bahan pengkapsul yang mampu menjaga stabilitas bahan intinya dengan baik selama penyimpanan. Feng *et al* (1994) menyatakan bahwa biomassa aktif *B. Bassiana* yang dienkapsulasi dalam natrium alginat dan amilum jagung memiliki kestabilan yang baik selama penyimpanan pada suhu kamar dan juga tetap memiliki viabilitas yang tinggi setelah penyimpanan beberapa bulan. Namun alginat memiliki harga yang relatif tinggi sehingga beberapa penelitian sering kali mensubstitusi alginat dengan pati untuk meminimalisir penggunaan alginat. Dan umumnya pati yang sering digunakan adalah pati singkong (tapioka).

2.4.2 Tapioka Teroksidasi

Tapioka terdiri atas 17% amilosa dan 83% amilopektin (Rickard *etal.* 1992). Granula tapioka berbentuk semibulat dengan salah satu bagian ujungnya mengerucut dengan ukuran 5 – 35 μm . Suhu gelatinisasinya berkisar antara 52–64°C, kristalinisasi 38%, kekuatan mengembang 42, dan kelarutan 31%. Kekuatan mengembang dan kelarutan tapioka lebih kecil dibanding pati kentang, tetapi lebih besar dari pati jagung (Rickard *et al*, 1992). Menurut Wurzburg (1989), suhu gelatinisasi tapioka berkisar antara 58,5–70,0°C, bergantung pada varietas ubi kayu yang digunakan untuk memproduksi tapioka.

Tapioka sulit untuk dijadikan sebagai bahan pengkapsul karena tapioka membutuhkan waktu pemasakan yang lama, pasta yang terbentuk keras dan tidak bening, viskositasnya yang sangat tinggi, dan tidak tahan terhadap kondisi asam

(Koswara, 2006). Bahan pengkapsul yang baik memiliki kecerahan yang tinggi, viskositas rendah, tahan terhadap perlakuan mekanis dan daya pengentalnya tahan pada kondisi asam dan suhu tinggi. Untuk mendapatkan karakteristik seperti itu, maka perlu adanya modifikasi tapioka salah satunya dengan menggunakan oksidasi.

Tapioka teroksidasi merupakan pati yang berasal dari singkong dan telah mengalami modifikasi dengan menggunakan senyawa oksidator yang umumnya menggunakan H_2O_2 . Tapioka teroksidasi memiliki karakteristik yang hampir sama dengan alginat. Tapioka teroksidasi memiliki viskositas lebih rendah dan mampu menghasilkan gel dengan warna yang lebih transparan dibandingkan dengan tapioka alami, sehingga mudah dibentuk dan memiliki kenampakan yang baik. Kejernihan pati teroksidasi diduga akibat oksidasi dari gugus OH menghasilkan gugus karbonil dan karboksil yang selanjutnya menghalangi ikatan hidrogen mengisi rantai polimer karena gugus karboksil bersifat anionik sehingga lebih mudah mengikat air yang pada akhirnya meningkatkan kelarutan pati dan menghasilkan pasta yang transparan (Wiadyani dan Palupi, 2010). Tapioka teroksidasi memiliki residu H_2O_2 sebesar 0,672% yang lebih rendah dari batas maksimal yang diperbolehkan oleh FDA dan GRASS yaitu sebesar 15% sehingga aman untuk digunakan sebagai bahan pangan. Selain itu, tapioka teroksidasi memiliki gugus karboksil yang lebih tinggi dibandingkan dengan tapioka alami sehingga mampu membentuk ikatan silang yang lebih banyak (Praptiningsih dan Palupi, 2014). Berdasarkan hal tersebut, tapioka teroksidasi berpotensi untuk menjadi substitusi alginat sebagai bahan pengkapsul.

2.5. Stabilitas Antioksidan Terenkapsulasi

Kapsul merupakan bahan semipermeabel, tipis, berbentuk bulat dan kuat dengan diameter bervariasi dari beberapa mikrometer hingga milimeter (Anal dan Singh, 2007). Kapsul biasanya berisi bahan inti yang telah dikapsulkan melalui proses enkapsulasi. Proses enkapsulasi bertujuan untuk melindungi komponen bahan yang sensitif, mengurangi kehilangan nutrisi, menambah komponen bahan pangan bentuk cair ke bentuk padat yang lebih mudah ditangani (Dziezak, 1988).

Selain itu, penggunaan metode enkapsulasi pada bahan yang memiliki sensitifitas tinggi akan meningkatkan stabilitas dan umur simpan bahan tersebut (Pacifico *et al.*, 2001). Hustiany (2007) dalam penelitiannya menyatakan bahwa produk flavor terenkapsulasi yang dikemas dalam botol mampu mempertahankan stabilitasnya selama 4 sampai 5 minggu penyimpanan pada suhu 45°C. Kestabilan kapsul dan bahan inti terenkapsulasi dipengaruhi oleh suhu, pH, penambahan pelarut, dan proses evaporasi. Kondisi lingkungan sekitar seperti pemanasan, hidrolisis, oksidasi dan radiasi sinar juga akan menyebabkan degradasi terhadap stabilitas kapsul antioksidan yang dihasilkan (Markus, 1988).

Kestabilan dan kualitas kapsul juga dipengaruhi oleh waktu penyimpanan dan kadar air. Chen dan Tang (1998) menyatakan bahwa nilai L, a, b dalam serbuk karotenoid mengalami penurunan dengan meningkatnya waktu penyimpanan. Pengkapsulan senyawa antioksidan dinyatakan memiliki kestabilan yang baik selama penyimpanan dapat dilihat dari jumlah kandungan antioksidan serta aktivitas antioksidannya. Semakin sedikit antioksidan yang terlepas dari matriks kapsul maka menunjukkan bahwa kapsul tersebut memiliki kestabilan yang tinggi karena dapat melindungi senyawa aktif didalamnya (Dewandari *et al.*, 2013).

Antioksidan merupakan senyawa yang mudah rusak akibat pengaruh suhu dan kondisi lingkungan sekitarnya. Antioksidan yang di simpan pada suhu kamar akan mengalami penurunan kualitas yang dikarenakan kondisi lingkungan yang tidak dapat dikendalikan seperti adanya panas dan oksigen sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi maupun degradasi antioksidan cukup besar (Sudarmadji *et al.*, 2007). Sedangkan antioksidan yang disimpan pada kondisi suhu dingin lebih dapat mempertahankan kualitas antioksidannya karena suhu rendah dapat menghambat terjadinya reaksi-reaksi kimia yang dapat menurunkan kualitas antioksidan. Antioksidan yang disimpan pada suhu ruang mengalami penurunan kualitas antioksidan yang lebih signifikan dari pada antioksidan yang disimpan pada suhu dingin. Hal tersebut dikarenakan kecepatan reaksi senyawa antioksidan yang di simpan pada suhu ruang lebih tinggi daripada antioksidan yang disimpan pada suhu dingin (Rachmawati *et al.*, 2009). Pada umumnya setiap kenaikan suhu

sebanyak 10°C akan menyebabkan kecepatan reaksi dari suatu bahan meningkat menjadi dua kali lipat (Keenan *et al.*, 1980). Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil penelitian Rachmawati *et al* (2009) yang menyatakan bahwa kandungan vitamin C pada cabai rawit yang disimpan pada suhu dingin lebih tinggi dari pada cabai rawit yang disimpan pada suhu ruang yang diakibatkan proses respirasi dan oksidasi vitamin C berjalan lebih cepat sehingga kandungan vitamin C menjadi lebih rendah.

Sinar matahari dapat menurunkan kualitas antioksidan. Komponen utama dari sinar matahari adalah Sinar Ultraviolet (UV) yang bersifat oksidatif. Sinar UV dapat menghasilkan senyawa radikal bebas yang disebut dengan *reactive oxygen species* (ROS) sehingga dapat menurunkan kualitas dari antioksidan (Hassan *et al.*, 2013). Proses enkapsulasi sangat efektif untuk mempertahankan kualitas aktivitas antioksidan dan untuk mengurangi kerusakan sebelum senyawa antioksidan dapat dimanfaatkan. Dengan adanya proses enkapsulasi, senyawa antioksidan sebagai bahan inti dapat terlindungi dari reaksi yang dapat merusak dan kondisi lingkungan yang merugikan (Hogan, 2001).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan Hasil Pertanian, dan Laboratorium Management Agroindustri, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember pada bulan Maret hingga September 2016.

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ampas kopi robusta yang didapatkan dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, tapioka dengan merek “99” produksi kota Malang yang diperoleh di Pasar Tanjung, akuades, NaOH, H₂O₂, alginat, sodium kaseinat, CaCL₂, ethanol, reagen DPPH, *follin ciocalteau*, Na₂CO₃, dan asam galat.

3.2.2 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah *glassware* (peralatan gelas), *magnetic stirrer* (Medline MS30OHS, Jerman), *pH* meter, blender (Philips), pengayak 80 mesh, oven (Labtech LDO-080N, Korea), *rotary evaporator* (Butchi, Jerman), *colour reader* (CR-10 Minolta), desikator, lemari pendingin, penangas (Medline MS30OHS, Jerman), vortex (Medline VM-3000-MD, Jerman), *micro pipet* (Biohit 12636255, Jerman), spektrofotometer (Thermo Scientific Genesys 10S UV-VIS, China), botol kaca terang, *thermometer* dan neraca analitik (Ohaus, USA).

3.3. Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor yaitu suhu penyimpanan dan lama penyimpanan sebagai berikut:

Faktor Pertama (A) : Suhu Penyimpanan

A_1 = Penyimpanan Suhu Ruang (27°C - 30°C)

A_2 = Penyimpanan Suhu Dingin (8°C - 10°C)

Faktor Kedua (B) : Lama Penyimpanan

B_1 = Penyimpanan 0 minggu

B_2 = Penyimpanan 2 minggu

B_3 = Penyimpanan 4 minggu

B_4 = Penyimpanan 6 minggu

B_5 = Penyimpanan 8 minggu

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Variabel yang dipengaruhi pada penelitian ini adalah stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi sedangkan variabel yang mempengaruhi adalah suhu penyimpanan dan lama penyimpanan. Indikator pada penelitian ini meliputi Kadar Air, Total Polifenol, Aktivitas Antioksidan dan Warna.

3.3.2 Rancangan Penelitian

Kegiatan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu :

a. Persiapan Bahan

Ampas kopi diperas hingga kandungan air di dalamnya berkurang, kemudian diletakkan di atas loyang untuk dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari. Apabila sudah tidak ada tetesan air maka ampas kopi dipindahkan ke dalam oven untuk dikeringkan pada suhu 50°C selama 24 - 48 jam. Ampas kopi yang telah kering kemudian dihaluskan dan dikemas dalam kantong plastik hingga proses ekstraksi.

Pembuatan tapioka teroksidasi, 42 g tapioka dilarutkan dalam 100 ml aquades dan distirer selama 15 menit. pH larutan diatur hingga netral (pH 7) dengan menggunakan NaOH 2N. Sebanyak 1,5 % H_2O_2 (v/v) ditambahkan ke dalam larutan dan dihomogenkan dengan menggunakan stirer selama 60 menit. Larutan yang telah dihomogenkan, kemudian dilakukan pemisahan untuk mendapatkan endapan dan supernatan. Endapan yang dihasilkan kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 18 jam pada suhu 50°C kemudian dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ayakan 80

mesh agar didapatkan partikel tapioka yang seragam. Diagram Alir pembuatan tapioka teroksidasi ditunjukkan oleh **Gambar 3.1**.

b. Ekstraksi Ampas Kopi

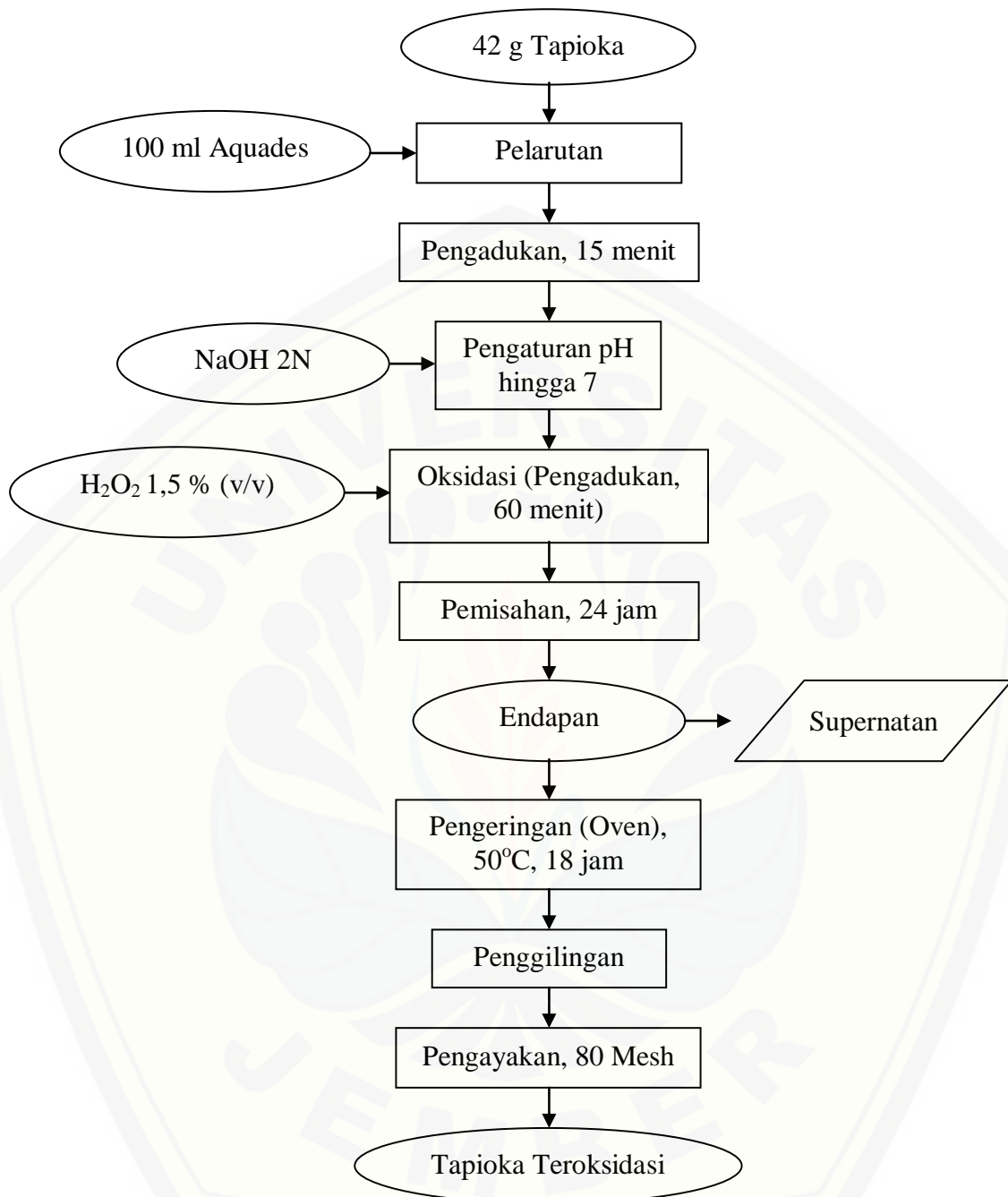
Ekstraksi ampas kopi dilakukan sebanyak 2 kali. Pelarut yang digunakan pada ekstraksi pertama yaitu etanol dan diekstrak selama 4 jam. Sedangkan pelarut yang digunakan pada ekstraksi kedua yaitu aquades dan diekstrak selama 17 jam. Ekstrak ampas kopi dari kedua pelarut kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk mendapatkan filtrat. Filtrat yang dihasilkan kemudian dipekatkan dengan menggunakan *rotary evaporator* hingga menjadi 1/3 bagian. Diagram alir ekstraksi senyawa antioksidan ampas kopi ditunjukkan oleh **Gambar 3.2**.

c. Enkapsulasi Ekstrak Ampas kopi

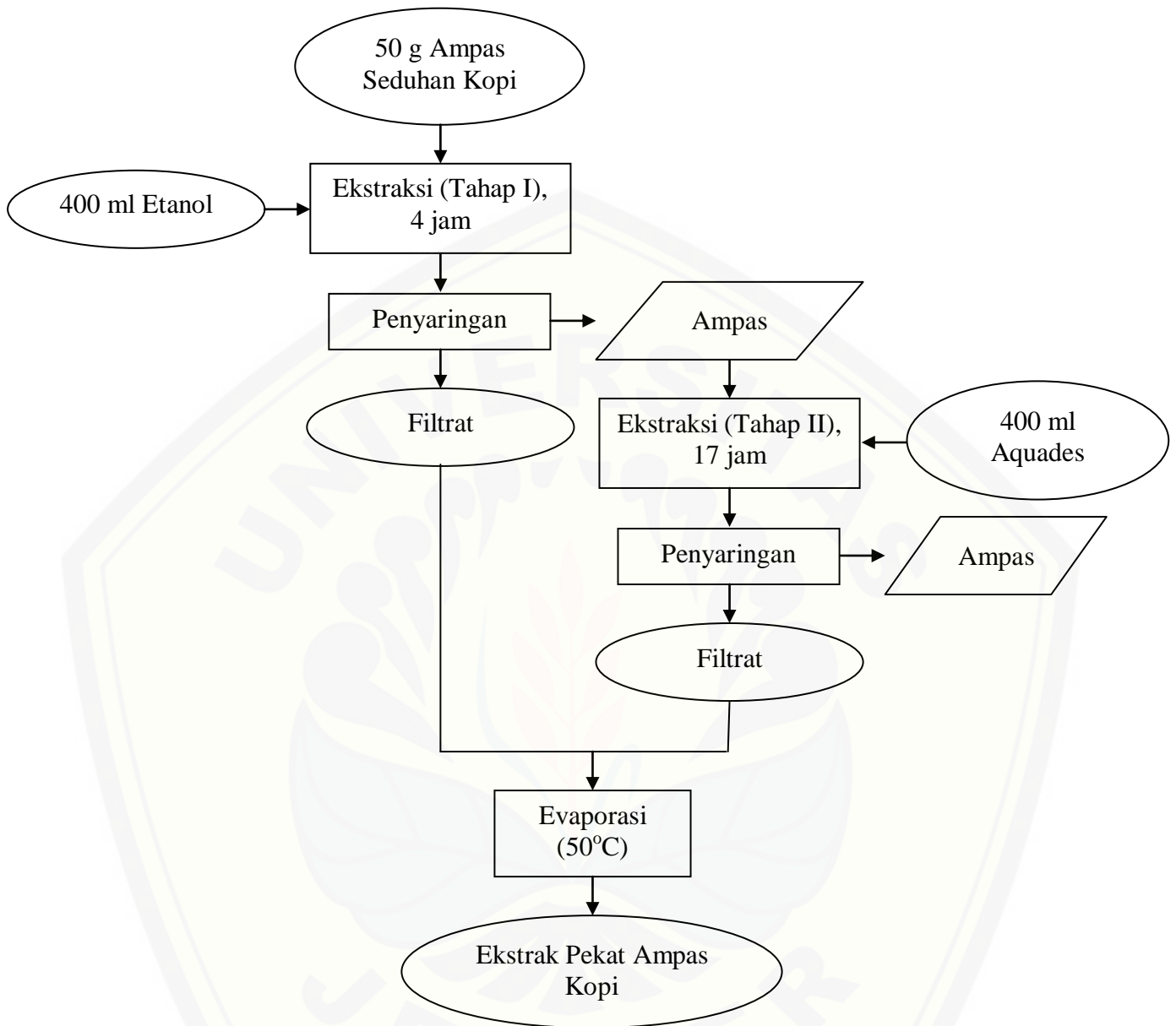
Pada pembuatan enkapsulasi ekstrak ampas kopi dilakukan pembuatan suspensi dari campuran 3% (b/v) tapioka teroksidasi dan alginat dengan rasio tapioka teroksidasi dan alginat 1:3 yang ditambahkan dengan 2% (b/v) sodium kaseinat dan dilarutkan dalam 100 ml ekstrak pekat Ampas kopi. Konsentrasi suspensi yang dihasilkan sebesar 5%. Suspensi yang telah siap dipanaskan hingga suhu 60°C selama 30 menit dan selanjutnya dilakukan penetasan suspensi dalam larutan CaCl₂ 0,1 M sambil diaduk menggunakan stirer sehingga terbentuk *beads*. *Beads* yang telah terbentuk disaring untuk memisahkan *beads* dari larutan CaCl₂ 0,1 M, kemudian dikeringkan di dalam pengering kabinet dengan suhu 35°C selama 20 jam. Diagram alir enkapsulasi ekstrak ampas kopi dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.

d. Pengujian Stabilitas Antioksidan Ekstrak Ampas kopi Terenkapsulasi

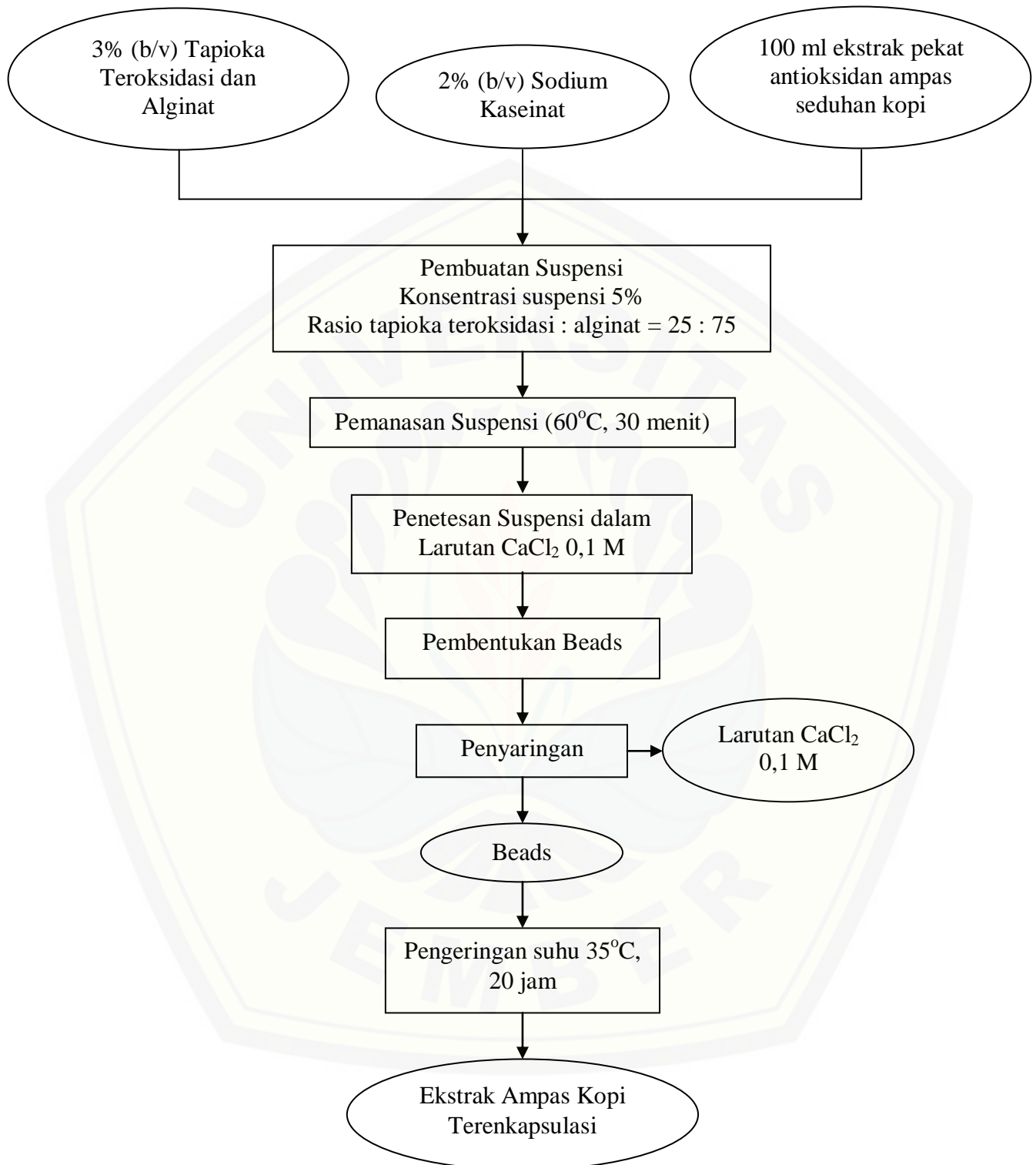
Pada pengujian stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi, sampel yang telah disiapkan diletakkan dalam botol kaca kemudian ditutup rapat dan masing-masing disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin selama 2 bulan dan diamati setiap 2 minggu sekali.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Tapioka Teroksidasi (Praptiningsih dan Palupi, 2014).



Gambar 3.2 Diagram Alir Ekstraksi Senyawa Antioksidan Ampas kopi (Praptiningsih dan Palupi, 2014).



Gambar3.3 Diagram Alir Enkapsulasi Ekstrak Ampas Kopi (Praptiningsih dan Palupi, 2014).

3.3.3 Analisis Data

Jenis data yang digunakan yaitu data primer yang pengambilan datanya dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap parameter dan data sekunder yang didapat dari beberapa sumber referensi dan penelitian sebelumnya. Data hasil penelitian diolah secara statistik dengan menggunakan Analisis Sidik Ragam pada taraf 5 % untuk mengetahui adanya pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi dan dilanjutkan dengan uji DNMRD apabila hasilnya berbeda nyata. Data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

3.4. Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang digunakan pada penelitian stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi selama penyimpanan terdiri dari :

1. Kadar Air (Metode Thermogravimetri, AOAC, 2006)
2. Total Polifenol (Metode Follin Ciocalteau, Singleton dan Rossi, 1965)
3. Aktivitas Antioksidan (Metode Peredaman DPPH, Nooman *et al*, 2008)
4. Warna (*Coloureader*, Hutching, 1999)

3.5. Prosedur Analisis

3.5.1. Kadar Air (Metode thermogravimetri, AOAC, 2006)

Prinsip pengukuran kadar air dengan metode Thermogravimetri adalah menguapkan molekul air (H₂O) bebas yang ada dalam sampel. Botol timbang yang akan digunakan dikeringkan dalam oven terlebih dahulu selama 24 jam pada suhu 105°C lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang sebagai (a) gram. Sebanyak 1-2 gram sampel di masukkan pada botol timbang dan ditimbang sebagai (b) gram. Botol yang telah terisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang sebagai (c) gram. Pada tahap ini penimbangan dilakukan berturut-turut hingga konstan (selisih penimbangan kurang dari 0,0002 g). Kadar air dalam berat kering dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{b-a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = berat botol timbang kosong (gram)

b = berat botol timbang dan bahan sebelum dikeringkan (gram)

c = berat botol timbang dan bahan setelah dikeringkan (gram)

3.5.2. Total Polifenol (Metode Follin Ciocalteu, Singleton dan Rossi, 1965)

Untuk menentukan total polifenol, pertama dilakukan pembuatan larutan kurva asam galat standar pada konsentrasi 0, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 μM . Sebanyak 0,04 ml larutan asam galat diambil dan dimasukkan dalam 8 tabung reaksi yang berbeda. Masing-masing tabung ditambahkan dengan 0,8 ml reagen *Follin-Ciocalteu* 10%. Campuran larutan kemudian dihomogenkan menggunakan vortex dan didiamkan selama 5 menit. Selanjutnya sebanyak 0,8 ml larutan Na_2CO_3 7% dan akuades ditambahkan hingga volume total menjadi 2 ml dan dihomogenkan kembali menggunakan vortex. Tabung reaksi yang berisi larutan kurva standart tersebut dibungkus/ditutup dengan aluminium foil dan didiamkan di tempat gelap selama 60 menit. Larutan kurva standar yang telah diinkubasi selama 60 menit diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 765 nm. Hasil kurva standar diperoleh dari hubungan antara konsentrasi asam galat dan nilai absorbansi.

Penentuan total polifenol ekstrak antioksidan ampas kopi terenkapsulai dapat dilakukan cara yang sama seperti pada pengukuran kurva standar menggunakan sampel sebanyak 0,05 g kapsul dihancurkan hingga halus kemudian diencerkan hingga 10 ml dengan akuades. Untuk menentukan total polifenol pada sampel, digunakan suspensi sebanyak 0,04 ml yang kemudian diberi perlakuan seperti pada penentuan kurva standar. Total polifenol ditentukan berdasarkan rumus berikut:

Persamaan kurva standar : $Y = ax + b$

Y = Absorbansi

x = Konsentrasi (mg/ml)

Nilai x yang diperoleh kemudian dikalikan dengan faktor pengenceran dan dikonversikan berat molekul asam galat.

3.5.3. Aktivitas Antioksidan (Metode Peredaman DPPH, Noomanet *al*, 2008)

Penentuan aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode peredaman DPPH. DPPH merupakan suatu molekul radikal bebas dengan warna ungu dapat berubah menjadi senyawa yang stabil dengan warna kuning apabila bereaksi dengan antioksidan. Antioksidan akan memberikan satu elektron hidrogennya pada DPPH sehingga elektron tak berpasangan pada DPPH menjadi berpasangan yang menyebabkan DPPH menjadi lebih stabil. Elektron tak berpasangan pada DPPH memberikan suatu absorpsi yang kuat, maksimum pada $\lambda = 517$ nm dan berwarna ungu.

Reagen DPPH (*1,1 diphenyl-2-picrylhydrazyl*) dibuat dengan cara melarutkan 0,0394 gram DPPH dalam etanol pa hingga mencapai 250 ml. Larutan DPPH kemudian disimpan dalam wadah bersih dan gelap. Untuk menentukan aktivitas antioksidan sampel, digunakan 0,05 gram ekstrak ampas kopi terenkapsulasi yang telah dihaluskan. Kemudian sampel tersebut dilarutkan dalam 10 ml akuades. Sebanyak 0,1 ml sampel yang telah diencerkan di masukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml larutan DPPH kemudian suspensi tersebut ditambahkan ethanol pa hingga volume 3 ml. Larutan dihomogenkan menggunakan vortex. Campuran tersebut kemudian ditempatkan pada ruang gelap selama 30 menit dan diamati absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm menggunakan spektrofotometer. Sedangkan blanko dibuat dengan tahapan yang sama namun tanpa penambahan sampel. Aktivitas antioksidan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Efektifitas penghambatan (\%)} = \frac{\text{Abs}(\text{blanko} - \text{Sampel})}{\text{Absblanko}} \times 100\%$$

3.5.4. Warna (*Coloureader*, Hutching 1999)

Sebelum dilakukan pengukuran, *coloureader* dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan porselen khusus yang diketahui nilai standar pada porselen yaitu $L = 94,35$; $a = -5,75$; dan $b = 6,51$. Pengukuran dilakukan dengan menekan tombol “power” kemudian ujung lensa *coloureader* ditempelkan pada sampel secara tegak lurus dan menekan tombol “target” hingga muncul nilai L, a, b pada layar. Selanjutnya tekan tombol “target” sekali lagi ditempat yang sama untuk

memperoleh nilai dE, dL, da, dan db pada layar. Pengukuran tersebut dilakukan di 5 titik yang berbeda dengan 3 kali ulangan. Pada pengukuran warna yang diamati adalah nilai kecerahan warna (L), dimana semakin tinggi nilai L maka semakin cerah bahan tersebut. Menghitung nilai L dapat dilakukan dengan rumus :

$$L = \frac{\text{nilai rata-rata } L \text{ di 5 titik} \times 94,35}{\text{nilai } L \text{ porselen standar}}$$



BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

- a. Suhu Penyimpanan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi berpengaruh terhadap total polifenol ekstrak ampas kopi terenkapsulasi, namun tidak berpengaruh terhadap kadar air, warna, dan aktivitas antioksidan.
- b. Lama Penyimpanan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi berpengaruh terhadap total polifenol, kadar air, warna, dan aktivitas antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi.
- c. Stabilitas antioksidan ekstrak ampas kopi terenkapsulasi mengalami penurunan selama penyimpanan.

5.2. Saran

Perlu adanya uji lanjut mengenai jenis kemasan yang digunakan dan volume *headspace* pada kemasan terhadap stabilitas antioksidan ekstrak ampas seduhan kopi terenkapsulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo, F., Rubilar, M., Scheuermann, E., Cancino, B., Uquiche, E., Garces, M., Inostroza, K., Shene, C. 2013. *Bioactive Compound of Spent Coffee Grounds, a Coffee Industrial Residue*. Brazil : IISIGERA.
- Adline, A. A. 2013. "Antimicrobial and Antioxidant Activities of Microwave-Assisted Extracts From Coffee Ground Residue in Chiang Rai Province, Thailand." Tidak Diterbitkan. Skripsi. Bogor : IPB.
- Almada, P. D. 2009. "Pengaruh Perubahan Proses Dekafeinasi Kopi Dalam Reaktor Kolom Tunggal Terhadap Mutu Kopi." Tidak Diterbitkan. Tesis. Bogor : IPB.
- Anal, A. K. and Singh, H. 2007. Recent Advances in Microencapsulation of Probiotics For industrial Applications and Targeted Delivery. *J. Food Science & Technology*. Vol. 18: 240–251.
- AOAC. 2006. *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist*. Washington DC : Association of official analytical chemist.
- Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia. 2012. *Konsumsi Kopi Indonesia*. Jakarta : Asosiasi Eksportir dan Industri Kopi Indonesia (AEKI).
- Ballard, T. S. 2008. "Optimizing The Extraction of Phenolic Antioxidant Compounds from Peanut Skins." Tidak Diterbitkan. Disertasi. Blacksburg : Virginia Polytechnic Institute.
- Chan E. S., Yim, Z. H., Phan, S. H., Mansa, R. F., dan Ravindra, P. 2010. Encapsulation of Herbal Aqueous Extract through Absorption with calcium Alginate Hydrogel Beads. *J. Food and Bioproducts Processing*. Vol. 88 (2-3): 195-201.
- Chen, B. H. dan Tang, Y.C. 1998. Processing and Stability of Carotenoid Powder from Carrot Pulp Waste. *J. Agric. Food Chem*. Vol. 1 (46) : 2312-2318.
- Dewardari, K. T., Sri, Y., dan Sedarmawati, Y. 2013. Ekstraksi dan Karakteristik Nanopartikel Ekstrak Sirih Merah (*Piper crocatum*). *J. Pascapanen*. Vol. 10 (2) : 65-71.

- Dziezak, J. D. 1988. Microencapsulation and Encapsulated Ingredients. *J. Food Technology*. Vol. 4:136-159.
- Feng, M. G., Poprawski, T. J., dan Khachatourians, G. G. 1994. Production, Formulation and Application of The Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* for Insect Control: Curent Status. *J. Biocontrol Science and Technology*. Vol. 4 : 3 - 34.
- Fennema, O.R. 1996. *Food Chemistry Third Edition*. New York : Marcel Dekker Inc.
- Hartanto, H. 2012. "Identifikasi Potensi Antioksidan Minuman Coklat dari Kakao Lindak dengan Berbagai Cara Preparasi : Metode Radikal Bebas DPPH." Tidak Diterbitkan. Skripsi. Surabaya: Univ Katolik Widya Mandala.
- Hassan, I., Konchok, D., Abdul, S., Parvaiz, A. 2013. Sunscreens and Antioxidants as Photo-Protective Measure. *Journal Dhermatol Online*. Vol. 4(3) : 369-374.
- Herawati, H. 2012. Teknologi Proses Produksi Food Ingredient dari Tapioka Termodifikasi. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol. 31 (2) : 68 - 76.
- Hogan, S.A., McNamee, B.F., O’Riordan, E.D., O’Sullivan, M. 2001. Emulsification and Microencapsulation Properties of Sodium Caseinate/Carbohydrate Blends. *Int. Dairy J*. Vol. 11 : 137–144.
- Hustiany, R. 2007. Perilaku Stabilitas Retensi Komponen Flavor dari Golongan Terpenoid pada Sistem Enkapsulasi. *J. Agritech*. Vol. 27 (3) : 118 - 123.
- Hutching, J. B. 1999. *Food Color and Appearance*. Second Edition. Maryland : Aspen Publishers, Inc.
- Ibrahim, A.M., Yunianta, Sriherfyna, F.H. 2015. Pengaruh Suhu dan Lama Waktu Ekstraksi Terhadap Sifat Kimia dan Fisik Pada Pembuatan Minuman Sari Jahe Merah dengan Kombinasi Penambahan Madu Sebagai Pemanis. *Jurnal Pangan dan Agroindustrial*. Vol. 3 (2) : 530 – 541.
- Jackson, L.S. dan Lee, K. 1991. Microencapsulation and The Food Industry. *J. Lebensm. Technol*. Vol. 24 : 289-297.
- Keenan, C.W., Kleinfelter, D.C., and Wood, J.H. 1980. *General College Chemistry*. London : Harper and Row Publisher Inc.

- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. "The 3rd Indonesian Coffee Festival : Indonesia Bertekad Jadi Pusat Kopi Dunia". *Siaran Pers*. 14 Agustus 2014. Halaman 1-2.
- Kester, J.J. dan Fennema, O. R. 1986. Edible films and Coatings: a Review. *Journal of Food Technology*. Vol. 40 : 47-59.
- Koswara, S. 2006. Teknologi Modifikasi Pati. [http://Ebook Pangan.com](http://EbookPangan.com). [diakses 28 Februari 2015].
- Koswara, S. 2009. Pengolahan Pangan dengan Suhu Rendah. <http://EbookPangan.com>. [diakses 28 Oktober 2016].
- Lingga, L. 2012. *The Healing Power of Anti-oxidant*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- Markus, A. 1988. Advance in The Technology for Controlled Release Pesticide Formulation. Microencapsulation: Methods and Industrial Application. Second Edition. *Journal of Food Technology*. Vol. 158 : 55 – 77.
- Mussato, S., Ercilia, M. S., Machado, Silvia, M., Jose, A. T. 2011. Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. *Journal Food Bioprocess Technol*. Vol 4: 661-672.
- Nooman, A. K., Ashok, K. S., Atif, A. O., Zaha, E. A., dan Husni, F. 2008. Antioxidant Activity of Some Common Plants. *Journal Biology*. Vol. 32 : 51 – 55.
- Nurhayati, Siadi, K., dan Hardjono. 2012. Pengaruh Konsentrasi Natrium Benzoat dan Lama Penyimpanan pada Kadar Fenolat Total Pasta Tomat. *Indo. J. Chem. Sci*. Vol. 1 (2) : 158 – 163.
- Özkan, G dan Seda, E. B. 2014. Microencapsulation of Natural Food Colourants. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. Vol 3 (3) : 145 – 156.
- Pacifico, C. J., Wu, W dan Fraley, M. 2001. Sensitive Substance Encapsulation. *US Patent*. 6 251 478.
- Praptiningsih, Y dan Palupi, N. W. 2014. "Aplikasi Tapioka Teroksidasi pada Enkapsulasi Antioksidan dari Ampas Seduhan Kopi dengan Teknik Coacervation." Tidak Diterbitkan. Laporan Penelitian. Jember : Universitas Jember.

- Praptiningsih, Y dan Palupi, N. W. 2014. Charaterization of Functional Properties of Oxidized Tapioca and Sodium Alginate. *ISOTECH*. Vol. 01 : 99 – 102.
- Priyanto, G., Sari, G., danHamzah, B. 2008. ProfildanLajuPerubahanMutuTepungKecambahKacangHijauSelamaPenyimpanan. *JurnalAgribisnisdanIndustriPertanian*. Vol. 7(3) : 347 – 359.
- Pujol, D., Liu, C., Gominho, J., Olivella, M. A., Fiol, N., Villaescusa, I., Pereira, H. 2013. The Chemical Composition of Exhausted Coffee Waste. *Industrial Corps and Product Journal*. Vol. 50 : 423-429.
- Rachmawati, R., Made R. D., Ni, L. S. 2009. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Kandungan Vitamin C pada Cabai Rawit Putih (*Capsium frutescens*). *Jurnal Biologi*. Vol. 13 (2) : 36 – 40.
- Rickard, J.E., Blanshard, J. M. V., dan Asaoka, M.1992. Effects of Cultivar and Growth Season on The Gelatinization Properties of Cassava (*Manihot esculenta*) Starch. *J. Sci. Food Agric*. Vol. 59: 53–58.
- Risch, S. J. 1995. Review of Patents for Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients. Washington, DC : American Chemical Society Publishing.
- Rokka, S. dan Rantamaki, P. 2010. Protecting Probiotic Bacteria by Microenkapsulation: Challenges for Industrial Aplications. *Eur. J. Food Res. Technol*. Vol. 231: 1-12.
- Sembiring, B.S. dan Tatang H. 2012. Perubahan Mutu Lada Hijau Kering Selama Penyimpanan pada Tiga Macam Kemasan dan Tingkatan Suhu. *Jurnal Littri*. Vol. 18 (3) : 115 – 124.
- Siow, L. F dan Chee, S. O. 2013. Effect of pH on Garlic Oil Encapsulation by Complex Coacervation. *J Food Process Technol*. Vol 4 (1) : 1 - 5.
- Soesilo Mulyono. “Konsumsi Kopi Naik, Indonesia Masih Impor Kopi”. *Siaran Pers*. 16 Oktober 2016. Halaman 1-2.
- Subaryono. 2010. Modifikasi Alginat dan Pemanfaatan Produknya. *Squalen*. Vol. 5: 1.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 2010. *Prosedure Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty.

- Sudarmaji, S., B. Haryono dan Suhardi. 2007. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty.
- Sukatiningsih. 2011. "Enkapsulasi Ekstrak Antioksidan Kulit Buah Kopi dengan Menggunakan Kombinasi Gum Arab dan Tapioka Teroksidasi sebagai Bahan Pengkapsul." Tidak Diterbitkan. Laporan Penelitian. Jember : Universitas Jember.
- Tensiska, Debby M, Sumanti, dan Pratamawati, A. 2010. Stabilitas Pigmen Antosianin Kubis Merah (*Brassica oleraceae var capitata* L.f. rubra (L.) Thell) Terenkapsulasi Pada Minuman Ringan yang Dipasteurisasi. *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. Vol. 12 (1) : 41 – 49.
- Thies, C. 1996. *A Survey of Microencapsulation Processes: Microencapsulation Methods and Industrial Applications*. New York : Marcel Dekker, Inc.
- Wahyudian, Ujang S., dan Hartoyo. 2003. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Kopi dan Analisis Pemetaan Beberapa Merek Kopi dan Implikasinya pada Pemasaran Kopi. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*. Vol. 1 (1) : 55 - 68.
- Wang, B., Audebert, F., Dirks, V., Liu, J. and Zhang, P. 2006. Subsalt Velocity Analysis by Combining Wave Equation Based Redatuming and Kirchhoff Based Migration Velocity Analysis. *Journal 76th Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts*. Vol. 20 : 2442-2445.
- Weinbreck, F., Minor, M., De Kruif, C. G. 2004. Microencapsulation of Oils Using Whey Protein/Gum Arabic Coacervates. *Journal of Microencapsulation*. Vol. 21: 667-679.
- Wijaya, C.H., Kusnandar, F., Purwati, A., dan Damardjati, D.S. 1994. Pengaruh Jenis Pengemas dan Penambahan *Anticaking* Terhadap Mutu Bubuk Bawang Putih Selama Penyimpanan. *Bul. Tek. Dan Industri Pangan*. Vol. 5 (3) : 20 – 25.
- Wilson, N dan Shah, N.P. 2007. Microencapsulation of Vitamins. *ASEAN Food Journal*. Vol. 14 (1) : 1 – 14.
- Winarno, F.G., Fardiaz, S dan Fardiaz, D. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta : PT. Gramedia.

- Wrasiati, L. P., Amna, H., dan Dewa, A. A. Y. 2012. Kandungan Senyawa Bioaktif dan Karakteristik Sensoris Ekstrak Simplisia Bunga Kamboja. *Jurnal Biologi*. Vol. 15 (2) : 39-43.
- Yanuwar, W., Simon, B. W., Tri, W. 2007. Karakteristik dan Stabilitas Antioksidan Mikrokapsul Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus lam*) dengan Bahan Penyalut Berbasis Protein. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 8 (2) : 127-135.
- Yen, W. J., Wang, B. S., Chang, L. W., Duh, P. D. 2005. Antioxidant Properties of Roasted Coffee Residues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 53 : 2658–2663.
- Yudiono, K. 2011. Ekstraksi Antosianin dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* cv. AYAMURASAKI) Dengan Teknik Ekstraksi *Subcritical Water*. *Jurnal Teknologi Pangan*. Vol. 2 : 1-30.
- Yunanta, L., Praptiningsih, Y., dan Tamtarini. 2014. Enkapsulasi Ekstrak Daun Sirsak (*Annona Muricata*) Dengan Variasi Campuran Dekstrin dan Kasein. *Berkala Ilmiah Pertanian*. Vol. 1 (1) : 1 – 4.

Lampiran A. Kadar Air

Lampiran A.1 Kadar Air Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi

Kode Sampel	Ulangan	Kadar Air (%) (wb)	Rata - Rata	STDEV
A1B1	1	11.735	12.910	1.017
	2	13.476		
	3	13.518		
A2B1	1	11.735	12.910	1.017
	2	13.476		
	3	13.518		
A1B2	1	13.924	13.385	0.653
	2	12.659		
	3	13.573		
A2B2	1	13.806	13.110	0.663
	2	12.486		
	3	13.039		
A1B3	1	14.390	13.471	0.796
	2	13.009		
	3	13.014		
A2B3	1	13.710	14.020	1.005
	2	15.143		
	3	13.207		
A1B4	1	12.444	13.803	1.193
	2	14.293		
	3	14.673		
A2B4	1	14.637	14.435	0.927
	2	15.245		
	3	13.423		
A1B5	1	13.977	14.772	1.133
	2	16.070		
	3	14.269		
A2B5	1	14.927	14.835	0.975
	2	13.818		
	3	15.761		

Lampiran A.2 Hasil Sidik Ragam Kadar Air Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi

Sumber Keragaman	derajat bebas	jumlah kuadrat	kuadrat tengah	F Hitung	F Tabel
Perlakuan	9	14.3938	1.5993	1.7588	2.39
A	1	0.2820	0.2820	0.3101	4.35
B	4	13.2230	3.3058	3.6353	2.87
AB	4	0.8888	0.2222	0.2444	2.87
Galat	20	18.1868	0.9093		
Total	29	32.5806			

Apabila nilai F hitung lebih besar daripada nilai F tabel maka *Berbeda Nyata* dan dilanjutkan dengan uji DNMRT.

	2	3	4	5	6	7	8	9
Sy	0.550556901	0.550556901	0.5505569	0.550556901	0.550556901	0.550556901	0.550556901	0.550556901
ssr	2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.390
lsr	1.624142859	1.705074724	1.75627652	1.792062714	1.818489445	1.838309494	1.854275644	1.866387896

		12.910	12.910	13.110	13.385	13.471	13.803	14.020	14.435	14.772	14.835	Notasi
A1B1	12.910	0										A
A2B1	12.910	0	0									A
A2B2	13.110	0.201	0.201	0								AB
A1B2	13.385	0.476	0.476	0.275	0							AB
A1B3	13.471	0.561	0.561	0.361	0.086	0						AB
A1B4	13.803	0.894	0.894	0.693	0.418	0.333	0					AB
A2B3	14.020	1.111	1.111	0.910	0.635	0.549	0.217	0				AB
A2B4	14.435	1.526	1.526	1.325	1.050	0.964	0.632	0.415	0			AB
A1B5	14.772	1.862	1.862	1.662	1.387	1.301	0.969	0.752	0.337	0		B
A2B5	14.835	1.926	1.926	1.725	1.450	1.364	1.032	0.815	0.400	0.063	0	B

Lampiran B. Total Polifenol**Lampiran B.1 Total Polifenol Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi**

Kode Sampel	Ulangan	Total Polifenol Akhir mg GAE/ml	Rata-Rata	STDEV
A1B1	1	25.9754	24.3624	2.086563
	2	25.1059		
	3	22.0060		
A2B1	1	25.9754	24.3624	2.086563
	2	25.1059		
	3	22.0060		
A1B2	1	16.4298	15.2957	1.134133
	2	15.2957		
	3	14.1615		
A2B2	1	16.7701	17.3749	0.556894
	2	17.8664		
	3	17.4883		
A1B3	1	13.3298	11.9941	1.164342
	2	11.4585		
	3	11.1939		
A2B3	1	14.7097	14.1426	0.50402
	2	13.7457		
	3	13.9725		
A1B4	1	9.8518	9.1210	0.634094
	2	8.7177		
	3	8.7933		
A2B4	1	12.7061	11.7169	1.022177
	2	10.6646		
	3	11.7799		
A1B5	1	8.2073	6.9850	1.183517
	2	5.8446		
	3	6.9031		
A2B5	1	11.8177	10.1606	1.945583
	2	8.0183		
	3	10.6457		

Lampiran B.2 Hasil Sidik Ragam Total Polifenol Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi

Sumber Keragaman	derajat bebas	jumlah kuadrat	kuadrat tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	9	965.4014	107.2668	57.8366	2.3928
A	1	29.9957	29.9957	16.1732	4.3512
B	4	926.7576	231.6894	124.9233	2.8661
AB	4	8.6481	2.1620	1.1657	2.8661
Galat	20	37.0931	1.8547		
Total	29	1002.4944			

Apabila nilai F hitung lebih besar daripada nilai F tabel maka *Berbeda Nyata* dan dilanjutkan dengan uji DNMRT.

	2	3	4	5	6	7	8	9
Sy	0.7862683	0.78626832	0.786268	0.786268	0.7862683	0.786268	0.786268	0.786268
ssr	2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.390
lsr	2.3194916	2.435073	2.508196	2.559303	2.5970443	2.62535	2.648152	2.66545

		6.985	9.121	10.161	11.717	11.994	14.143	15.296	17.375	24.362	24.362	Notasi
A1B5	6.985	0										a
A1B4	9.121	2.136	0									ab
A2B5	10.161	3.176	1.040	0								bc
A2B4	11.717	4.732	2.596	1.556	0							bcd
A1B3	11.994	5.009	2.873	1.834	0.277	0						cd
A2B3	14.143	7.158	5.022	3.982	2.426	2.149	0					de
A1B2	15.296	8.311	6.175	5.135	3.579	3.302	1.153	0				ef
A2B2	17.375	10.390	8.254	7.214	5.658	5.381	3.232	2.079	0			f
A1B1	24.362	17.377	15.241	14.202	12.646	12.368	10.220	9.067	6.988	0		g
A2B1	24.362	17.377	15.241	14.202	12.646	12.368	10.220	9.067	6.988	0	0	g

Lampiran C. Aktivitas Antioksidan

Lampiran C.1 Aktivitas Antioksidan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi

Kode Sampel	Ulangan	Aktivitas Antioksidan (%)	Rata-Rata	STDEV
A1B1	1	55.179	55.040	1.792809
	2	56.760		
	3	53.182		
A2B1	1	55.179	55.040	1.792809
	2	56.760		
	3	53.182		
A1B2	1	44.921	42.011	2.797134
	2	39.342		
	3	41.770		
A2B2	1	49.754	44.718	4.39444
	2	42.736		
	3	41.663		
A1B3	1	43.939	41.359	5.144683
	2	44.703		
	3	35.434		
A2B3	1	46.053	43.017	6.093438
	2	46.996		
	3	36.002		
A1B4	1	38.212	36.082	1.844625
	2	34.993		
	3	35.042		
A2B4	1	37.011	37.006	0.909988
	2	36.093		
	3	37.913		
A1B5	1	35.845	33.733	3.977434
	2	29.146		
	3	36.209		
A2B5	1	35.458	35.433	1.100045
	2	34.321		
	3	36.521		

Lampiran C.2 Hasil Sidik Ragam Aktivitas Antioksidan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi

Sumber Keragaman	derajat bebas	jumlah kuadrat	kuadrat tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	9	1557.5147	173.0572	14.6136	2.39
A	1	14.6569	14.6569	1.2377	4.35
B	4	1536.7787	384.1947	32.4429	2.87
AB	4	6.0791	1.5198	0.1283	2.87
Galat	20	236.8439	11.8422		
Total	29	1794.3586			

Apabila nilai F hitung lebih besar daripada nilai F tabel maka *Berbeda Nyata* dan dilanjutkan dengan uji DNMRT.

	2	3	4	5	6	7	8	9
Sy	1.9868061	1.9868061	1.9868061	1.9868061	1.986806	1.98680607	1.98680607	1.98680607
ssr	2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.390
lsr	5.8610779	6.1531384	6.3379114	6.4670537	6.56242	6.63394545	6.69156283	6.73527256

Digital Repository Universitas Jember

		33.733	35.433	36.082	37.006	41.359	42.011	43.017	44.718	55.040	55.040	Notasi
A1B5	33.733	0										a
A2B5	35.433	1.700	0									ab
A1B4	36.082	2.349	0.649	0								abc
A2B4	37.006	3.272	1.572	0.924	0							abcd
A1B3	41.359	7.625	5.925	5.276	4.353	0						bcde
A1B2	42.011	8.277	6.577	5.929	5.005	0.652	0					cde
A2B3	43.017	9.284	7.584	6.935	6.011	1.659	1.007	0				de
A2B2	44.718	10.985	9.285	8.636	7.712	3.359	2.707	1.701	0			e
A1B1	55.040	21.307	19.607	18.958	18.035	13.682	13.030	12.023	10.322	0		f
A2B1	55.040	21.307	19.607	18.958	18.035	13.682	13.030	12.023	10.322	0	0	f

Lampiran D. Warna (Nilai Kecerahan)

Lampiran D.1 Nilai Kecerahan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi

Kode Sampel	Ulangan	Nilai L Standart	Nilai L Keramik	Nilai L	Rata - Rata	STDEV
A1B1	1	91.8	94.35	22.76	22.33	0.938454
	2		94.35	21.25		
	3		94.35	22.98		
A2B1	1	91.8	94.35	22.76	22.33	0.938454
	2		94.35	21.25		
	3		94.35	22.98		
A1B2	1	91.9	94.35	21.83	21.47	0.46567
	2		94.35	20.94		
	3		94.35	21.64		
A2B2	1	91.9	94.35	21.42	21.66	0.346234
	2		94.35	22.05		
	3		94.35	21.50		
A1B3	1	91.5	94.35	21.41	21.16	0.258405
	2		94.35	21.18		
	3		94.35	20.89		
A2B3	1	91.5	94.35	21.34	21.48	0.144851
	2		94.35	21.63		
	3		94.35	21.47		
A1B4	1	91.8	94.35	20.66	20.33	0.363665
	2		94.35	20.39		
	3		94.35	19.94		
A2B4	1	91.8	94.35	20.70	21.08	0.736948
	2		94.35	20.62		
	3		94.35	21.93		
A1B5	1	92.1	94.35	20.28	20.02	0.256176
	2		94.35	20.02		
	3		94.35	19.77		
A2B5	1	92.1	94.35	20.69	20.43	0.467362
	2		94.35	20.71		
	3		94.35	19.89		

Lampiran D.2 Hasil Sidik Ragam Warna (Nilai Kecerahan) Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi

Sumber Keragaman	derajat bebas	jumlah kuadrat	kuadrat tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	9	16.9467	1.8830	5.9866	2.39
A	1	0.8380	0.8380	2.6644	4.35
B	4	15.6349	3.9087	12.4273	2.87
AB	4	0.4737	0.1184	0.3766	2.87
Galat	20	6.2905	0.3145		
Total	29	23.2372			

Apabila nilai F hitung lebih besar daripada nilai F tabel maka *Berbeda Nyata* dan dilanjutkan dengan uji DNMRT.

	2	3	4	5	6	7	8	9
Sy	0.323794	0.3237937	0.3237937	0.3237937	0.3237937	0.3237937	0.32379369	0.32379369
ssr	2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.390
lsr	0.955191	1.0027891	1.0329019	1.0539485	1.0694906	1.0811471	1.09053714	1.09766061

		20.0	20.3	20.4	21.1	21.2	21.5	21.5	21.7	22.3	22.3	Notasi
A1B5	20.0	0										a
A1B4	20.3	0.233	0									a
A2B5	20.4	0.400	0.167	0								ab
A2B4	21.1	0.967	0.733	0.567	0							abc
A1B3	21.2	0.973	0.740	0.573	0.007	0						abc
A2B3	21.5	1.287	1.053	0.887	0.320	0.313	0					bcd
A1B2	21.5	1.367	1.133	0.967	0.400	0.393	0.080	0				bcd
A2B2	21.7	1.547	1.313	1.147	0.580	0.573	0.260	21.656	0			cd
A1B1	22.3	2.180	1.947	1.780	1.213	1.207	0.893	22.330	22.330	0		d
A2B1	22.3	2.180	1.947	1.780	1.213	1.207	0.893	22.330	22.330	0.0	0	d

Lampiran E. Dokumentasi Penelitian Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi



Ekstraksi Ampas Kopi



Pemekatan Ekstrak Ampas Kopi



Enkapsulasi Ekstrak Ampas Kopi



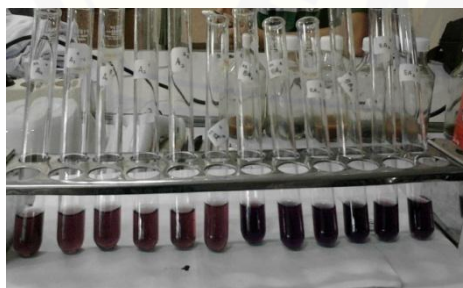
Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi



Penyimpanan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi



Pengujian Total Polifenol Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi



Pengujian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi



Pengukuran Nilai Kecerahan Ekstrak Ampas Kopi Terenkapsulasi

