



**KARAKTERISASI AMPAS KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) PADA
BERBAGAI TINGKAT PENYANGRAIAN DAN
SUHU PENYEDUHAN**

SKRIPSI

Oleh :
Nena Ayu Sutono
NIM 131710101067

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



**KARAKTERISASI AMPAS KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*)
PADA BERBAGAI TINGKAT PENYANGRAIAN
DAN SUHU PENYEDUHAN**

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 :

**NENA AYU SUTONO
NIM 131710101067**

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

PERSEMBAHAN

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

1. Allah SWT, puji syukur atas rahmat-Nya yang telah memudahkan segala urusan, semoga hamba mendapat rahmat dan ampunan-Nya;
2. Orang tua tercinta, Bapak Supartono dan Ibu Intinah yang selalu mendoakan, memberi semangat, dan memberi dukungan selama ini;
3. Adekku tercinta Bagas Budi Prasetyo dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa dan dukungannya;
4. DPU dan DPA Dr. Ir. Sih Yuwanti M.P. dan Ir. Yhulia Praptiningsih S. M.S. terima kasih atas kesabaran, bimbingan dan ilmunya;
5. Teman-teman seperjuangan keluarga cemara THP-A, terima kasih atas persahabatan yang terjalin selama ini;
6. Almamater Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Allah mencintai orang yang giat dalam bekerja dan selalu memperbaiki prestasinya dalam bekerja”

(H.R. Tabrani)

*With God we are all equally in size and equally same,
but categorized by our own manner*

(Albert Einstein)

*Apabila Anda berbuat kebaikan kepada orang lain, maka
Anda telah berbuat baik terhadap diri sendiri*

(Benyamin Franklin)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nena Ayu Sutono

NIM : 131710101067

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Karakterisasi Ampas Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Pada Berbagai Tingkat Penyangraian dan Suhu Penyeduhan” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Desember 2017
Yang menyatakan,

Nena Ayu Sutono
NIM. 131710101067

SKRIPSI

**KARAKTERISASI AMPAS KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*)
PADA BERBAGAI TINGKAT PENYANGRAIAN
DAN SUHU PENYEDUHAN**

Oleh :

NENA AYU SUTONO
NIM 131710101067

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sih Yuwanti M.P.
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Yhulia Praptiningsih S. M.S.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakterisasi Ampas Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Pada Berbagai Tingkat Penyangraian dan Suhu Penyeduhan” karya Nena Ayu Sutono NIM 131710101067 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari/ tanggal : Selasa, 12 Desember 2017

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

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

Ketua,

Tim Penguji,

Anggota,

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

Ir. Mukhammad Fauzi, M.Si
NIP. 196307011989031004

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Karakterisasi Ampas Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Pada Berbagai Tingkat Penyangraian dan Suhu Penyeduhan; Nena Ayu Sutono, 131710101067; 2017; 73 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Konsumsi kopi di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan jumlah konsumsi kopi menyebabkan peningkatan jumlah ampas kopi yang dihasilkan. Ampas kopi merupakan residu yang diperoleh selama proses penyeduhan bubuk kopi dengan air panas. Satu ton biji kopi menghasilkan 650 kg ampas kopi. Selama ini ampas kopi dianggap sebagai limbah yang kurang dimanfaatkan secara optimal. Ampas kopi mengandung protein, minyak, mineral, serat dan senyawa fungsional seperti polifenol. Ampas kopi yang masih mengandung banyak senyawa tersebut sangat potensial untuk dikembangkan pemanfaatannya pada pengolahan pangan maupun non pangan. Komposisi kimia ampas kopi bervariasi tergantung proses pengolahannya, misalnya tingkat penyangraian dan suhu penyeduhan. Tingkat penyangraian mempengaruhi penguapan senyawa volatil serta kerusakan senyawa-senyawa yang terdapat dalam biji kopi. Perbedaan suhu penyeduhan akan mempengaruhi kelarutan komponen kimia yang terdapat pada bubuk kopi. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan perbedaan tingkat penyangraian dan suhu penyeduhan untuk mengetahui komposisi kimia ampas kopi.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari sembilan perlakuan. Biji kopi sebanyak 100 gram disangrai pada beberapa tingkatan yaitu *light*, *medium* dan *dark* pada suhu 150°C. Biji kopi sangrai dikecilkan ukurannya dan diayak 60 *mesh*. Masing-masing bubuk kopi dengan tingkat penyangraian yang berbeda dilakukan penyeduhan dengan berbagai suhu (80, 90 dan 100°C) dengan konsentrasi bubuk kopi 10% (b/v). Penyeduhan dilakukan dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 detik dan didiamkan selama 10 menit hingga mengendap. Ampas kopi dan

filtrat dipisahkan. Ampas kopi yang dihasilkan dikeringkan pada suhu 50°C selama 24 jam. Perlakuan tersebut dilakukan analisis rendemen, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, total polifenol, aktivitas antioksidan, WHC dan OHC.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat penyangraian dan suhu penyeduhan yang semakin tinggi menyebabkan penurunan nilai rendemen, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, total polifenol, aktivitas antioksidan, nilai OHC dan WHC. Karakteristik ampas kopi meliputi rendemen berkisar antara 70,11 – 78,36%, kadar abu 1,88 – 2,20%, kadar lemak 12,20 – 13,51%, kadar protein 11,34 – 13,43%, total polifenol 3,61 – 6,79 mg GAE/gram, aktivitas antioksidan 70,29 – 82,33%, WHC 210,96 – 223,54% dan OHC 143,48 – 167,13%.

SUMMARY

Characterization of Robusta (*Coffea canephora*) Grounds at Different Roasting Levels and Brewing Temperatures; Nena Ayu Sutono, 131710101067; 2017; 73 pages; Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture Technology, University of Jember.

Coffee consumption has increased every year in Indonesia. It causes an increasing amount of coffee grounds being produced. Coffee grounds are the residue obtained during the process of coffee powder brewing with hot water. One ton of coffee beans produce 650 kg of coffee grounds. Up till now, coffee grounds are considered as wastes that are not optimally utilized. They contain protein, oil, minerals, soluble fiber, insoluble fiber and functional compounds such as polyphenols. Coffee grounds, which still contain those compounds, are potential for development in food and non-food processing. The chemical compositions of coffee grounds vary depending on the treatment process, such as the roasting level and brewing temperature. Roasting level affects the evaporation of volatile compounds as well as the damage to the compounds contained in coffee beans. Brewing temperature difference will affect the solubility of the chemical components contained in the coffee powder. Therefore, this research was conducted using different roasting levels and brewing temperatures to determine the chemical composition of coffee grounds.

This study was conducted using Completely Randomized Design (CRD), consisted of nine treatments. Coffee beans as much as 100 grams were roasted at several levels, which were *light*, *medium* and *dark*, at a temperature of 150°C. The roasted coffee beans reduced in size and sifted 60 *meshes*. Each coffee powder with different roasting levels was brewed at various temperatures (80, 90 and 100°C) with coffee powder concentration of 10% (w/v). The brewing process was performed by stirring using a *magnetic stirrer* for 30 seconds and resting it for 10 minutes until settled. Coffee grounds and the filtrates were separated. The resulting coffee grounds were dried at a temperature of 50°C for 24 hours. In these

treatments, analysis of yield, ash content, fat content, protein content, total polyphenols, antioxidant activity, WHC and OHC were observed.

The results showed that both the higher roasting level and the higher brewing temperature caused a decrease in the yield value, ash content, fat content, protein content, total polyphenols, antioxidant activity, and the value of OHC and WHC. Characteristics of coffee grounds were yield ranged from 70,11 to 78,36%, ash content from 1.88 to 2.20%, fat content from 12.20 to 13.51%, protein content from 11.34 to 13.43%, polyphenols from 3,61 to 6,79 mg GAE/g, antioxidant activity from 70.29 to 82.33%, WHC from 210.96 to 223.54%, and OHC from 143,48 to 167,13%.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi Ampas Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Pada Berbagai Tingkat Penyangraian dan Suhu Penyeduhan”. Skripsi ini dibuat untuk menyelesaikan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi dapat terselesaikan atas dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng. 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. Sih Yuwanti M.P. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Yhulia Praptiningsih S. M.S. 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. Dr. Triana Lindriati S.T., M.P. selaku Penguji Utama dan Ir. Mukhammad Fauzi, M.Si selaku Penguji Anggota yang telah memberikan saran dan evaluasi untuk perbaikan skripsi ini;
5. Kedua orang tua saya, Bapak Supartono dan Ibu Intinah serta adek saya Bagas Budi Prasetyo yang selalu mendoakan dan memberi dukungan selama ini;
6. Segenap dosen, teknisi laboratorium, dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah meluangkan waktu dan membantu penyelesaian skripsi ini;
7. Teman-teman seperjuangan dulur THP A angkatan 2013 yang tetap semangat berjuang bersama-sama selama perjalanan di FTP;
8. Teman – teman terdekat yang selalu menyemangati yaitu KH (Faiq, Erwanda, Bazar, Hanif, Dzikri, Qori cheese, Hatma dan Chanyeol);

9. Sahabat KB29 (Erna, Linda, Dini, Mbak Dian, Mbak Amel, Mbak Galuh, dan Nila) yang selalu menemani, memberi doa, dukungan dan semangat, serta terima kasih atas kebersamaan selama ini;
10. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah banyak memberikan bantuan selama penelitian dan penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga perlu adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun agar skripsi ini dapat lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi masyarakat.

Jember, 12 Desember 2017

Penulis

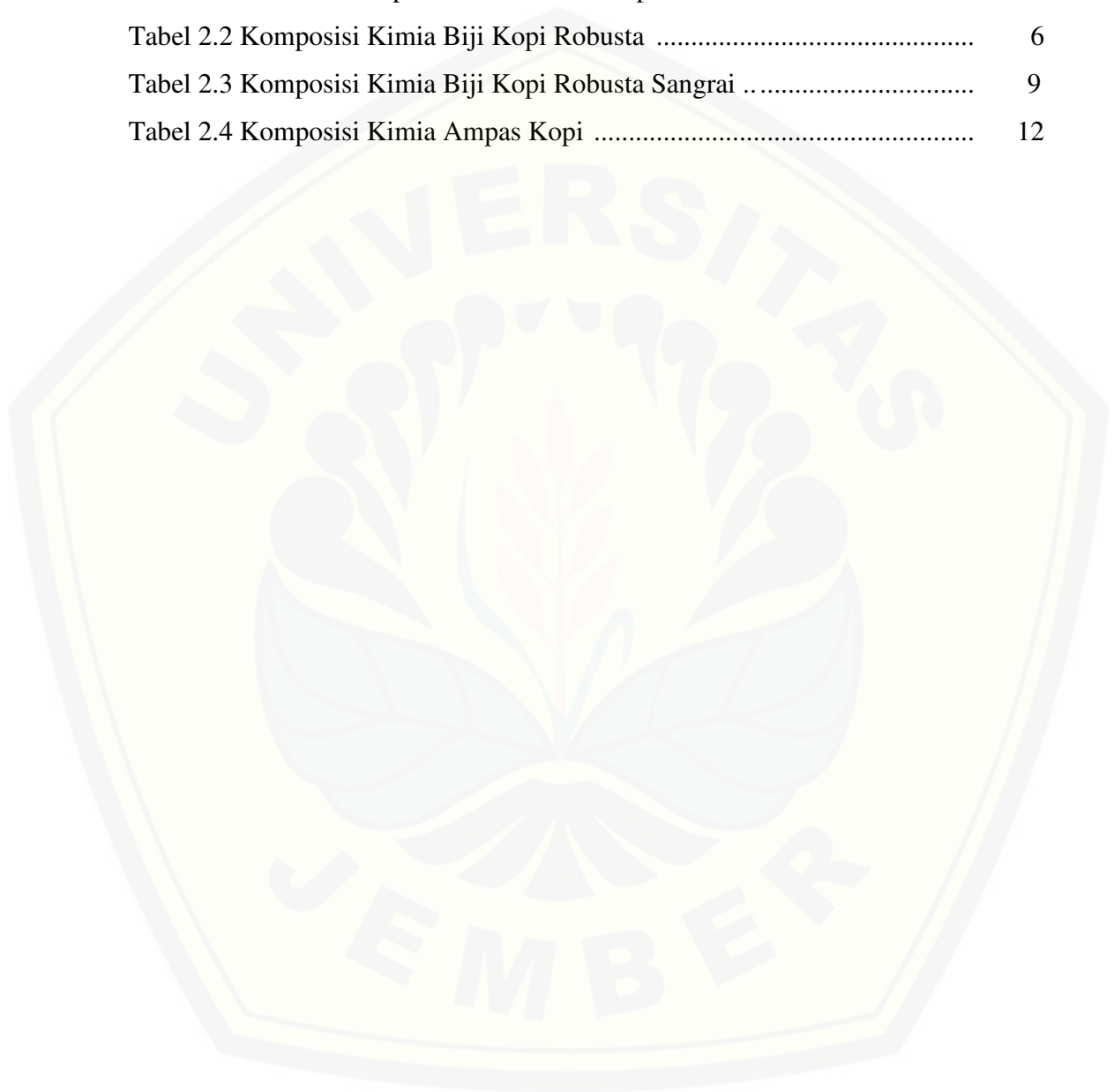
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN BIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
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 Kopi	5
2.2 Penyangraian Kopi	7
2.2.1 Senyawa non-volatil pada biji sangrai	8
2.2.2 Senyawa volatil pada biji sangrai	10
2.3 Penyeduhan Kopi	10
2.4 Ampas Kopi	12
2.5 Alternatif Pemanfaatan Ampas Kopi	13
BAB 3. METODE PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	15
3.1.1 Bahan Penelitian	15

3.1.2 Alat Penelitian	15
3.3 Pelaksanaan dan Pelaksanaan Penelitian	16
3.3.1 Rancangan Penelitian	16
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	16
3.4 Parameter Pengamatan.....	17
3.5 Prosedur Analisis	18
3.6 Analisis data	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Rendemen	23
4.2 Kadar abu	24
4.3 Kadar lemak	25
4.4 Kadar protein	27
4.6 Total polifenol	28
4.6 Aktivitas antioksidan	30
4.7 WHC (<i>Water Holding Capacity</i>)	32
4.8 OHC (<i>Oil Holding Capacity</i>)	33
BAB 5. PENUTUP.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Konsumsi Kopi Dan Kebutuhan Kopi Indonesia	6
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Biji Kopi Robusta	6
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Biji Kopi Robusta Sangrai	9
Tabel 2.4 Komposisi Kimia Ampas Kopi	12



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 4.1 Rendemen Ampas Kopi	23
Gambar 4.2 Kadar Abu Ampas Kopi	25
Gambar 4.3 Kadar Lemak Ampas Kopi	26
Gambar 4.4 Kadar Protein Ampas Kopi	27
Gambar 4.5 Total Polifenol Ampas Kopi	29
Gambar 4.6 Aktivitas Antioksidan Ampas Kopi	31
Gambar 4.7 WHC (<i>Water Holding Capacity</i>)	32
Gambar 4.8 OHC (<i>Oil Holding Capacity</i>).....	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Rendemen	43
Lampiran A.1 Rendemen Ampas Kopi	43
Lampiran A.2 Hasil Sidik Ragam ANOVA	43
Lampiran B. Kadar Abu	46
Lampiran B.1 Kadar Abu Ampas Kopi	46
Lampiran B.2 Hasil Sidik Ragam ANOVA	46
Lampiran C. Kadar Lemak	49
Lampiran C.1 Kadar Lemak Ampas Kopi	49
Lampiran C.2 Hasil Sidik Ragam ANOVA	49
Lampiran D. Kadar Protein	52
Lampiran D.1 Kadar Protein Ampas Kopi	52
Lampiran D.2 Hasil Sidik Ragam ANOVA	52
Lampiran E. Kadar Polifenol	55
Lampiran E.1 Kurva Standar	55
Lampiran E.2 Kadar Polifenol	56
Lampiran E.3 Hasil Sidik Ragam ANOVA	56
Lampiran F. Aktivitas Antioksidan	59
Lampiran F.1 Aktivitas Antioksidan Ampas Kopi	59
Lampiran F.2 Hasil Sidik Ragam ANOVA	59
Lampiran G. WHC (<i>Water Holding Capacity</i>)	62
Lampiran G.1 WHC Ampas Kopi	62
Lampiran G.2 Hasil Sidik Ragam ANOVA	62
Lampiran H. OHC (<i>Oil Holding Capacity</i>)	65
Lampiran H.1 OHC Ampas Kopi	65
Lampiran H.2 Hasil Sidik Ragam ANOVA	65
Lampiran I. Standart Warna Kopi Sangrai	68
Lampiran J. Warna Kopi Sangrai (Sampel)	69
Lampiran K. Kadar Air Ampas Kopi	70

Lampiran L. Dokumentasi Penelitian 71



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu minuman yang banyak dikonsumsi di dunia adalah kopi. Kopi merupakan komoditas perdagangan terbesar kedua setelah minyak bumi. Dari segi hasil produksi, kopi Indonesia menempati peringkat ke empat terbesar di dunia setelah Brazil, Vietnam dan Colombia. Produksi kopi di Indonesia pada tahun 2016 mencapai 639.305 ton dari luas areal 1,1 juta hektar. Kontribusi kopi robusta terhadap produksi kopi nasional mencapai 82,49% setiap tahunnya (Direktorat Jendral Perkebunan, 2016).

Kopi robusta merupakan jenis kopi yang dapat tumbuh optimal di dataran rendah yaitu 400-800 mdpl. Kopi robusta mempunyai beberapa aspek yang menjadi pesaing untuk kopi arabika yaitu biaya produksi yang rendah, produktivitas yang tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit serta tingkat konsumsi yang tinggi (Mendes *et al.*, 2001). Kopi robusta memiliki aroma yang lembut, rasa pahit yang khas dan tingkat keasaman yang rendah dibandingkan dengan kopi arabika. Faktor tersebut menyebabkan kopi robusta memiliki tingkat konsumsi yang tinggi serta penyerapan pasar yang baik (AEKI, 2016).

Kebiasaan minum kopi di kalangan masyarakat Indonesia sudah ada sejak jaman dahulu, sebelum gerai kopi berskala internasional datang ke Indonesia. Kopi yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat adalah jenis kopi tubruk. Kopi tubruk merupakan metode mengekstrak kopi paling dikenal oleh masyarakat karena dilakukan dengan cara yang sederhana. Prinsipnya adalah menuangkan air mendidih ke dalam gelas yang berisi bubuk kopi dan akan meninggalkan ampas di dasar gelas. Setiap tahun konsumsi kopi di Indonesia mengalami peningkatan yaitu sebesar 0,80 kg/kapita/tahun pada tahun 2010 dan mengalami peningkatan pada tahun 2016 sebesar 1,15 kg/kapita/tahun (AEKI, 2016). Peningkatan jumlah konsumsi kopi menyebabkan peningkatan jumlah ampas kopi yang dihasilkan.

Ampas kopi merupakan residu yang diperoleh selama proses penyeduhan bubuk kopi dengan air panas. Satu ton biji kopi menghasilkan 650 kg ampas kopi (Mussatto *et al.*, 2011). Selama ini pemanfaatan ampas kopi belum optimal. Ballesteros *et al* (2014) melaporkan bahwa ampas kopi masih mengandung protein, minyak, mineral, serat dan senyawa fungsional seperti polifenol. Ampas kopi yang masih mengandung banyak senyawa tersebut sangat potensial untuk dikembangkan pemanfaatannya pada pengolahan pangan maupun non pangan.

Pada pengolahan pangan, ampas kopi dapat didistilasi untuk memberikan aroma kopi pada berbagai produk makanan maupun minuman (Sampaio *et al.*, 2013). Miranda *et al.*, (1994) telah mengaplikasikan ampas kopi sebagai penambah serat pada makanan. Senyawa fenolik dalam ampas kopi berperan sebagai antioksidan yang selanjutnya dapat diaplikasikan dalam pembuatan suplemen, produk pangan dan perawatan kesehatan (Zuorro, 2012). Pujol *et al* (2013) menyatakan bahwa total polifenol yang terdapat dalam ampas kopi sebesar 1,23 GAE/gram. Pada pengolahan non pangan, ampas kopi dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk boiler, karbon aktif, produksi biodiesel dan sebagai bahan baku untuk produksi etanol (Silvia *et al*, 1998 ; Rasdiansyah *et al.*, 2014). Komposisi kimia ampas kopi bervariasi tergantung proses pengolahannya, misalnya tingkat penyangraian dan suhu penyeduhan (Mussatto *et al.*, 2011).

Penyangraian merupakan tahapan yang menentukan citarasa kopi. Selama proses penyangraian, terdapat tiga tahapan reaksi fisik dan kimia yaitu penguapan air, pembentukan senyawa volatil, dan proses pirolisis. Perbedaan tingkat sangrai akan menghasilkan citarasa yang berbeda serta berpengaruh terhadap pemecahan dan kerusakan senyawa-senyawa yang terdapat dalam biji kopi sehingga akan berpengaruh terhadap perubahan komposisi kimia ampas kopi yang dihasilkan (Beckett, 1994 ; Hernandez *et al.*, 2008). Kopi sangrai yang dihasilkan dari *dark roasting* memiliki aktivitas antioksidan yang lebih rendah dibandingkan dengan *light* dan *medium roasting*. Hal ini dikarenakan terjadinya degradasi polifenol selama penyangraian (Giampiero *et al*, 2009).

Umumnya masyarakat Indonesia menyeduh kopi menggunakan air mendidih. Namun, sebagian masyarakat menyeduh kopi menggunakan dispenser

maupun termos. Suhu air yang digunakan untuk menyeduh tersebut berbeda – beda. Suhu air dispenser berkisar antara 75-90°C, sedangkan suhu air di dalam termos berkisar antara 80-100 °C karena mengalami penurunan selama penyimpanan pada 5 jam pertama. Perbedaan suhu penyeduhan akan mempengaruhi kelarutan komponen kimia yang terdapat pada kopi sehingga akan mempengaruhi jumlah bahan yang terekstrak dalam seduhan dan bahan yang tertinggal dalam ampas kopi (Petracco, 2005). Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan perbedaan tingkat penyangraian dan suhu penyeduhan untuk mengetahui komposisi kimia ampas kopi.

1.2 Rumusan Masalah

Peningkatan jumlah konsumsi kopi menyebabkan peningkatan jumlah ampas kopi yang dihasilkan. Selama ini pemanfaatan ampas kopi belum maksimal, padahal di dalam ampas kopi mengandung terkandung senyawa-senyawa yang memungkinkan ampas kopi digunakan lebih lanjut dalam pengolahan pangan maupun non pangan. Karakteristik kimia ampas kopi bervariasi tergantung tingkat penyangraian dan suhu penyeduhan

Selama proses penyangraian, terdapat tiga tahapan reaksi fisik dan kimia yaitu penguapan air, pembentukan senyawa volatil, dan proses pirolisis. Perbedaan tingkat sangrai akan menghasilkan citarasa yang berbeda serta berpengaruh terhadap pemecahan dan kerusakan senyawa-senyawa yang terdapat dalam biji kopi sehingga akan berpengaruh terhadap perubahan komposisi kimia ampas kopi yang dihasilkan. Suhu penyeduhan akan mempengaruhi kelarutan komponen kimia sehingga mempengaruhi jumlah bahan yang terekstrak dalam seduhan dan bahan yang tertinggal dalam ampas kopi.

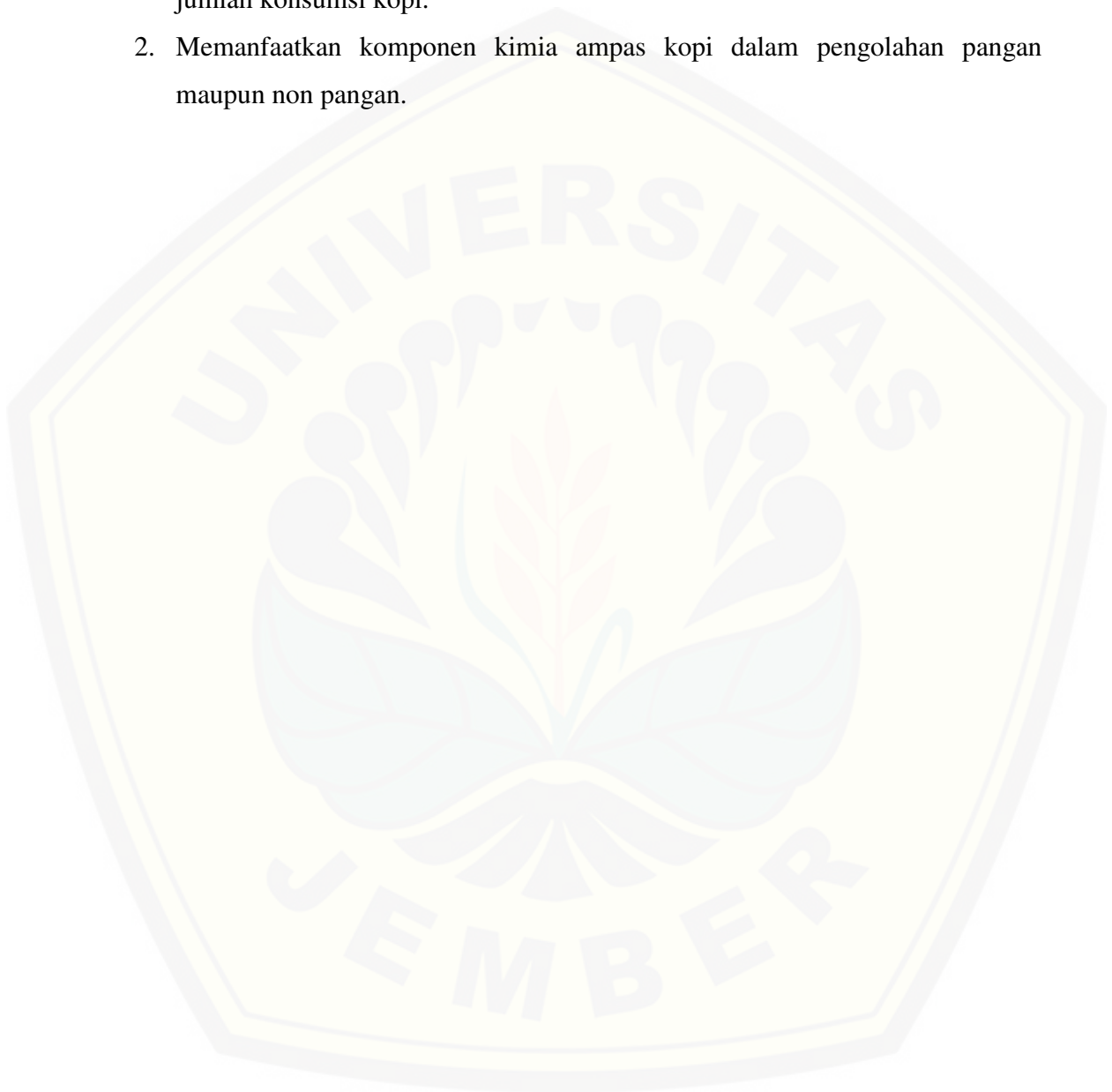
1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik ampas kopi robusta yang dihasilkan pada berbagai tingkat penyangraian dan suhu penyeduhan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengurangi limbah ampas kopi yang dihasilkan seiring dengan peningkatan jumlah konsumsi kopi.
2. Memanfaatkan komponen kimia ampas kopi dalam pengolahan pangan maupun non pangan.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Di seluruh dunia terdapat 80 jenis spesies kopi, namun hanya dua jenis kopi yang berperan penting secara ekonomi yaitu kopi arabika dan kopi robusta (Farah, 2012). Kopi arabika mempunyai cita rasa yang cukup baik dibandingkan dengan kopi robusta, namun kopi arabika sangat peka terhadap penyakit HV (*Hemileia vastatrix*). Kopi robusta mempunyai sifat lebih unggul karena lebih tahan terhadap penyakit, sehingga jenis kopi robusta lebih cepat berkembang (Belitz *et al.*, 2009).

Kopi robusta saat ini mendominasi perkebunan Indonesia karena lebih resisten terhadap penyakit HV. Tanaman kopi berbentuk pohon yang tumbuh pada ketinggian 400-700 mdpl. Menurut Rahardjo (2012) sistematika tanaman kopi robusta adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub kingdom	: <i>Tracheobionita</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub Kelas	: <i>Astridae</i>
Ordo	: <i>Rubiaceae</i>
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea canephora</i>

Produksi biji kopi Indonesia lebih banyak ditujukan untuk pasar ekspor. Seiring dengan peningkatan kesejahteraan dan perubahan gaya hidup masyarakat Indonesia, terjadi peningkatan konsumsi kopi. Perkembangan konsumsi kopi dan kebutuhan kopi Indonesia dari tahun 2010-2016 dapat dilihat pada **Tabel 2.1**. Di tingkat dunia produk olahan kopi utamanya berupa kopi bubuk dan kopi instan

(Cruz *et al.*, 2012), sedangkan di Indonesia sebagian besar produk olahannya berupa kopi bubuk (AEKI, 2016).

Tabel 2.1. Konsumsi Kopi Dan Kebutuhan Kopi Indonesia dari Tahun 2010-2016

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Kopi (Ton)	Konsumsi Kopi (Kg/kapita/tahun)
2010	237.000.000	190	0.80
2011	241.000.000	210	0.87
2012	245.000.000	230	0.94
2013	249.000.000	250	1.00
2014	253.000.000	260	1.03
2015	257.000.000	280	1.09
2016	260.000.000	300	1.15

Sumber : AEKI (2016)

Komponen kimia dan karakteristik kopi berbeda-beda tergantung varietas kopi, lingkungan, tempat tumbuh, tingkat kematangan, kondisi penyimpanan dan proses pengolahan (Clarke dan Macrae, 1985). Salah satu komponen kimia yang diketahui terdapat pada biji kopi adalah kafein (Belitz *et al.*, 2009). Komponen lain yang terdapat dalam biji kopi robusta ditunjukkan pada **Tabel 2.2.**

Tabel 2.2. Komposisi Kimia Biji Kopi Robusta

Komponen	Kandungan (g/100 g)
Karbohidrat	
a Sukrosa	0,9 – 4,0
b Gula reduksi	0,4
c Polisakarida	48 – 55
d Lignin	3,0
e Pektin	3,0
Komponen Nitrogen	
a. Protein	11,0 – 15,0
b. Asam amino bebas	0,8 – 1,0
c. Kafein	1,5 – 2,5
d. Trigonelin	0,6 – 0,7
Lipid	
a Minyak kopi (trigliserida, sterol/tokoferol)	7,0 – 10,0
b Diterpenes ester	0,2 – 0,8
c Mineral	4,4 – 4,5
Asam dan ester	
a Asam klorogenat	6,1 – 11,3
b Asam alifatik	1,0
c Asam quinic	0,4

Sumber : Clarke dan Macrae. (1985)

Senyawa lain yang terdapat dalam kopi adalah polifenol. Polifenol merupakan senyawa yang berperan sebagai antioksidan dengan melawan molekul-molekul radikal bebas penyebab penyakit degeneratif. Hartanto (2012) menyatakan bahwa senyawa fenolik seperti polifenol dinyatakan sebagai senyawa antioksidan karena sifat oksidasinya berperan dalam menetralkan radikal bebas. Antioksidan dari golongan polifenol bersifat mudah larut dalam air dan lemak. Senyawa polifenol ini memiliki fungsi sebagai penangkap dan pengikat radikal bebas dari ion-ion logam yang mengalami kerusakan.

Polifenol yang terdapat dalam kopi meliputi asam kafeat, asam klorogenat, asam kumarat dan asam sinapat (Hecimovic *et al.*, 2011). Asam klorogenat yang terdapat dalam biji kopi sebesar 4,5 – 11,1% dan bertindak sebagai antioksidan. Pada kopi 200 – 550 mg memiliki aktivitas antioksidan sebesar 26%, sedangkan komponen polifenol pada biji kopi bervariasi yaitu kopi arabika antara 6 - 7 %, dan kopi robusta sekitar 10 %. Selain itu, salah satu senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan pada kopi adalah pigmen coklat melanoidin yang terbentuk selama proses penyangraian biji kopi (Farah, 2012).

Berdasarkan komponen kimia yang terdapat pada biji kopi, hanya kafein yang tidak mengalami kerusakan selama proses penyangraian. Beberapa komponen lain seperti protein, gula, asam klorogenat dan lemak kemungkinan akan mengalami kerusakan atau perubahan komposisi kimia menjadi senyawa yang lebih kompleks (Ginz *et al.*, 2000).

2.2 Penyangraian

Penyangraian merupakan salah satu tahapan penting dalam pengolahan kopi. Selama proses penyangraian sifat organoleptik seperti aroma dan warna terbentuk sehingga akan mempengaruhi mutu minuman kopi yang dihasilkan. Suhu dan waktu penyangraian akan mengubah komponen kimia pada biji kopi. Komposisi kimia kopi sangrai bervariasi tergantung tingkat penyangraian. Berdasarkan tingkat perlakuan panas, penyangraian kopi dapat dikategorikan menjadi *light roast*, *medium roast* dan *dark roast* (Franca *et al.*, 2009).

Saat proses penyangraian, biji kopi akan menyerap panas kemudian mulai menguapkan kandungan air yang terdapat dalam biji kopi. Pada tahap ini biji kopi mulai mengembang dan kulit ari yang masih tertinggal pada biji kopi mulai mengelupas. Ketika biji kopi mulai berwarna kecoklatan, terjadi penguapan antara gas karbondioksida dan air sehingga ketika mencapai puncaknya biji akan mulai terbuka dan biji kopi pecah. Tahapan ini disebut dengan *first crack* yang terjadi pada tingkat penyangraian *light*. Pada penyangraian *light* menghasilkan biji kopi berwarna coklat muda yang cenderung tidak seragam dengan flavor yang belum terbentuk sempurna, berasa asam dan *grassy* (Hoffman, 2014).

Penyangraian medium menghasilkan kopi dengan warna semakin kecoklatan dan permukaan biji kering karena minyak yang terdapat dalam biji kopi belum keluar. Rasa yang dihasilkan mulai seimbang dengan aroma asam. Kopi dengan tingkat penyangraian medium memiliki kadar kafein yang rendah dibandingkan dengan tingkat penyangraian *light* (Hoffman, 2014).

Pada penyangraian *dark* biji kopi mulai pecah kembali yang disebut dengan *second crack*. Ketika biji kopi mencapai fase ini, minyak yang terdapat dalam biji kopi akan keluar ke permukaan. Penyangraian *dark* menghasilkan kopi dengan profil sensoris keasaman rendah serta warna biji kopi yang mendekati hitam (Lyman *et al.*, 2003). Hal ini dikarenakan senyawa senyawa hidrokarbon terpirolisis menjadi unsur karbon dan senyawa gula mengalami proses karamelisasi sehingga menghasilkan warna biji kopi yang mendekati hitam (Mulato, 2002). Perubahan komponen kimia yang terjadi selama penyangraian meliputi perubahan senyawa non-volatil dan senyawa volatil pada biji sangrai.

2.2.1 Senyawa non-volatil pada biji sangrai

Komposisi kimia biji sangrai bervariasi sesuai dengan bahan baku, tingkat penyangraian dan variabel penyangraian seperti jenis mesin sangrai, waktu dan suhu penyangraian. Biji kopi sangrai memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan biji kopi sebelum disangrai. Perubahan kadar air ini bervariasi tergantung dengan tingkat penyangraian (Farah, 2012). **Tabel 2.3** menunjukkan komposisi kimia biji kopi robusta sangrai.

Tabel 2.3. Komposisi Kimia Biji Kopi Robusta Sangrai

Komponen	Kandungan (g/100 g)
Karbohidrat	
a. Sukrosa	1,6
b. Gula reduksi	0,3
c. Polisakarida	37
d. Lignin	3.0
e. Pektin	2.0
Komponen Nitrogen	
a Protein	7,5 – 10
b Asam amino bebas	–
c Kafein	2,4 – 2,5
d Trigonelin	0,3 – 0,7
e Asam nikotin	0,014 – 0,025
Lipid	
a Minyak kopi (trigliserida, sterol/tokoferol)	11,0
b Diterpenes ester	0,2
c Mineral	4,7
Asam dan ester	
a Asam klorogenat	3,3 – 3,8
b Asam alifatik	1,6
c Asam quinic	1,0
d Melanoidin	25

Sumber : Clarke dan Macrae. (1985)

Selama penyangraian sebagian protein kopi terdegradasi. Beberapa asam amino bereaksi dengan gula pereduksi membentuk melanoidin. (Bekedam *et al.*, 2008). Polimer Melanoidin bertanggung jawab terhadap warna coklat kopi sangrai yaitu sekitar 25% dari berat keringnya. Studi yang berbeda menunjukkan bahwa melanoidin berperan sebagai antioksidan, antibakteri, dan pengkelatan logam dan senyawa bioaktif (Nicoli *et al.*, 1997).

Proses penyangraian akan mendegradasi trigonelin dan menghasilkan berbagai senyawa seperti asam nikotinat (3%), senyawa volatil seperti pirrol (3%), piridin (46%), pirasin, dan metil nikotinat. Pada manusia, asam nikotinat berpartisipasi sebagai koenzim dalam berbagai proses metabolisme. Proses penyangraian yang cepat akan menghasilkan kopi dengan komponen trigonelin lebih tinggi dibandingkan penyangraian yang lama (Nicoli *et al.*, 1997).

Frakasi lipid seperti trigliserida dan sterol lebih stabil terhadap panas, sedangkan diterpen lebih sensitif terhadap panas sehingga hanya 0,2-0,9 g / 100 g

berat kering yang masih terdapat pada biji sangrai. Komponen tokoferol seperti α -tokoferol, β -tokoferol dan total tokoferol masing-masing mengalami penurunan selama penyangraian yaitu sebesar 79% -100%, 84% -100%, dan 83% -99% (Speer, 2006).

2.2.2 Senyawa volatil pada biji sangrai.

Komponen aroma kopi terbentuk oleh reaksi yang terjadi selama penyangraian seperti pirolisis, reaksi maillard, degradasi gula dan pemecahan asam amino (Madiah *et al.*, 2012). Tingkat penyangraian mempengaruhi komposisi volatil kopi. Aroma yang dihasilkan dari tingkat penyangraian *light* berbeda dengan aroma yang dihasilkan dari tingkat penyangraian *dark*. Pembentukan senyawa volatil tergantung pada stabilitas prekursor. Senyawa yang mungkin akan terpengaruh oleh proses penyangraian yaitu piridin, 2-methylpyrazin, furfural, furfural format, 2-furanomethanol asetat, 5-metil-furancarbaldehyde, 1- (2-furanylmethyl) -1H-pyrrol, 1- (1H-pyrrol-2-yl) -ethanone, 2-methoxyphenol, dan 4-etil-2-metoxyphenol (Farah, 2012).

2.3 Penyeduhan Kopi

Penyeduhan merupakan proses pelarutan bubuk kopi dengan menggunakan air panas, namun suhu yang digunakan tidak melebihi 90 – 100°C. Suhu penyeduhan yang digunakan masyarakat Indonesia bervariasi, misalnya masyarakat yang bekerja di kantor biasanya menggunakan dispenser untuk membuat kopi karena lebih praktis, sedangkan penjual kopi keliling menggunakan termos untuk menjaga air tetap panas. Suhu air dispenser maupun air termos berkisar antara 70 – 80°C. Berbeda dengan masyarakat di rumah maupun di warung kopi yang menggunakan air mendidih dengan suhu 90 – 100°C. Peningkatan suhu penyeduhan akan meningkatkan kelarutan komponen kimia yang terdapat pada kopi (Rao, 2010). Pada proses penyeduhan, kondisi teknis yang digunakan akan mempengaruhi komposisi minuman kopi yang dihasilkan. Kondisi tersebut antara lain rasio seduh, suhu, ukuran partikel, metode penyeduhan dan tekanan air (Parras *et al.*, 2007).

Rasio seduh merupakan perbandingan antara bubuk kopi dengan air panas. Proporsi bubuk kopi terhadap air bervariasi antar negara dan juga menurut kesukaan individu, namun biasanya berkisar antara 8 – 20 g kopi/100 ml air (Farah, 2012). Faktor lain yang berpengaruh terhadap proses penyeduhan yaitu suhu. Suhu penyeduhan yang tinggi akan meningkatkan kelarutan senyawa kimia yang terdapat pada bubuk kopi dan meningkatkan kelarutan senyawa – senyawa tertentu (Rao, 2010 : Petracco, 2005).

Ukuran partikel bubuk kopi akan mempengaruhi kelarutan komponen kimia kopi. Semakin kecil ukuran partikel kopi, maka semakin besar luas permukaannya sehingga lebih mudah terekstrak (Clarke, 1987). Namun, beberapa senyawa tertentu tidak dapat terekstrak karena senyawa tersebut tidak larut air. Salah satunya adalah polisakarida seperti selulosa dan hemiselulosa, serta polimer lain seperti lignin (Fischer *et al.*, 2001). Dalam pembuatan kopi terdapat beberapa cara yang umum di dunia, di antaranya : perkolasi sederhana, penyeduhan sederhana, *boiled coffee*, *electric coffee maker*, *espresso machine*, *Italian coffee maker*, and *French pres* (Farah, 2012).

Pada perkolasi sederhana, kopi bubuk disebar pada saringan dari kertas, kain atau nilon yang ditaruh dalam suatu wadah. Air panas dituang pada kopi dengan gerakan melingkar ke pusat saringan. Prinsip penyeduhan sederhana adalah menuangkan air mendidih ke dalam gelas yang berisi bubuk kopi dan akan meninggalkan ampas di dasar gelas. Masyarakat biasa menyebut dengan kopi tubruk. Pada *boiled coffee* atau dikenal dengan *trukish coffee*, air dituang pada bubuk kopi dalam wadah dan dipanaskan hingga mendidih. Pada *electric coffee maker*, juga dikenal dengan *electric drip brewer*, kopi bubuk diletakkan pada kertas saring seperti pada perkolasi sederhana kemudian diperkolasi menggunakan air panas selama 2 menit melalui bubuk kopi (Farah, 2012).

Untuk membuat kopi ekspreso, kopi bubuk diletakkan pada wadah, air yang digunakan untuk perkolasi sekitar 90°C dan tekanan 9 atm. Untuk menggunakan *Italian coffee maker* atau disebut juga dengan *Italian press*, air ditaruh pada dasar ketel yang mempunyai katup bertekanan. Bila ketel dipanaskan, air yang diperkolasi melalui kopi bubuk medium akan terdorong ke

bagian atas karena adanya tekanan. Pada *French press*, kopi bubuk dan air panas dicampur bersama pada tempat khusus yang berhubungan dengan pengisap. Setelah pencampuran beberapa menit, pengisap ditekan untuk memerangkap kopi bubuk pada dasar alat dan minuman kopi dituang (Farah, 2012). *Mocha coffee maker* mampu mengekstrak antioksidan paling tinggi dibandingkan dengan filter, *plunger* atau *espresso coffee maker* (Martinez *et al.* 2010).

2.4 Ampas Kopi

Ampas kopi merupakan merupakan residu yang diperoleh selama proses penyeduhan bubuk kopi dengan air panas. Dalam 1 ton biji kopi menghasilkan 650 kg ampas kopi (Mussatto *et al.*, 2011). Menurut Narasimharao (2008), dalam ampas kopi terkandung minyak yang terdiri dari asam lemak bebas, monogliserida, digliserida dan trigliserida. Komposisi kimia ampas kopi dapat dilihat pada **tabel 2.4**.

Tabel 2.4. Komposisi Kimia Ampas Kopi

Komponen	Kandungan (g/100 g)
Selulosa	12,40
Hemiselulosa	39,10
a. Arabinosa	3,60
b. Mannosa	19,07
c. Galaktosa	16,43
Lignin	23,90
Lemak	2,29
Abu	1,30
Protein	17,44
Nitrogen	2,79

Sumber : Ballesteros, *et al* (2014)

Ampas kopi masih mengandung senyawa antioksidan. 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%. 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 al*, 2015). Semakin rendah total polifenol maka semakin rendah pula aktivitas antioksidannya, begitu juga sebaliknya (Yunanta *et al*, 2014). Pujol *et al* (2013) menyatakan bahwa total polifenol yang terdapat dalam ampas kopi sebesar 1,23 GAE/gram.

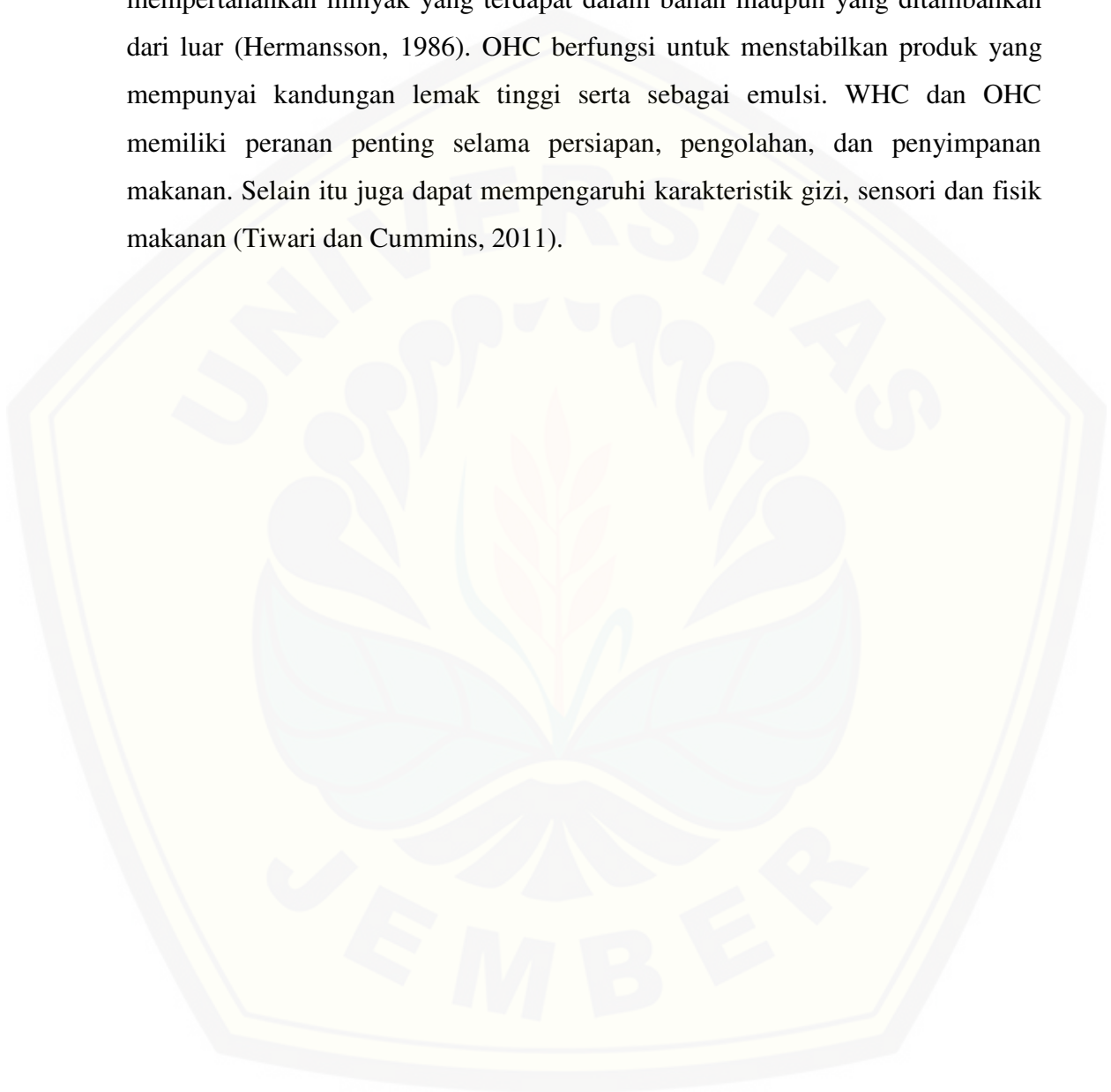
2.5 Alternatif Pemanfaatan Ampas Kopi

Ampas kopi diperoleh dari bubuk kopi yang diekstrak menggunakan air panas. Sebagai residu yang masih mempunyai beberapa komponen kimia, diharapkan ampas kopi dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk aplikasi pada industri yang berbeda, misalnya pada pengolahan pangan maupun non pangan. Ballesteros *et al*. (2014) melaporkan bahwa ampas kopi masih mengandung protein, minyak, mineral, serat larut, serat tidak larut dan senyawa fungsional seperti polifenol. (Ballesteros *et al.*, 2014).

Unsur mineral pada ampas kopi yaitu magnesium dan fosfor. Mineral dianggap sebagai mikronutrien yang penting untuk kesehatan manusia, dimana dapat mengatur beberapa fungsi metabolisme dan fisiologis dari tubuh manusia termasuk hormonal dan aktivitas enzimatis, keseimbangan elektrolit, dan pertumbuhan yang normal (Kuan *et al.*, 2011). Mineral ini juga mendukung proses vital seperti respirasi, pencernaan, dan sirkulasi. Dengan demikian, mikronutrien yang ditemukan pada ampas kopi dapat digunakan untuk nutrisi yang ditambahkan pada produk pangan (Ballesteros *et al.*, 2014).

Ampas kopi mempunyai aktivitas antioksidan dan anti tumor (Ramalakshmi *et al*. 2009). Ampas kopi dapat didistilasi untuk memberi aroma kopi pada makanan maupun minuman (Sampaio *et al*. 2013). Miranda *et al.*, (1994) telah mengaplikasikan ampas kopi sebagai penambah nilai gizi makanan sebagai mineral dan sumber serat. Selain itu, ampas kopi mempunyai karakteristik fisik dalam mempertahankan air (WHC) dan minyak (OHC) sehingga dapat digunakan dalam pengolahan pangan.

Water Holding Capacity (WHC) merupakan kemampuan bahan dalam mempertahankan air yang terdapat dalam bahan maupun yang ditambahkan dari luar. *Oil Holding Capacity* (OHC) merupakan kemampuan bahan dalam mempertahankan minyak yang terdapat dalam bahan maupun yang ditambahkan dari luar (Hermansson, 1986). OHC berfungsi untuk menstabilkan produk yang mempunyai kandungan lemak tinggi serta sebagai emulsi. WHC dan OHC memiliki peranan penting selama persiapan, pengolahan, dan penyimpanan makanan. Selain itu juga dapat mempengaruhi karakteristik gizi, sensori dan fisik makanan (Tiwari dan Cummins, 2011).



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Laboratorium Analisa Terpadu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan Laboratorium Engineering Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dimulai bulan Februari 2017 hingga September 2017.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi biji kopi robusta yang diperoleh dari koperasi petani kopi di Sidomulyo – Jember, air, heksan, H_2SO_4 , NaOH, HCl, selenium, asam borat, metil biru, Aquades, *folin ciocalteu*, Na_2CO_3 , asam galat, DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), etanol dan minyak nabati.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *magnetic stirrer* (Medline MS300HS, Jerman), mesin sangrai kopi (US-4125 A-C Kapasitas 100 gram), blender (Philips), ayakan 60 mesh, oven (Labtech LDO-080N, Korea), *colour reader* (CR-10 Minolta), eksikator, tanur pengabuan, peralatan soxhlet, labu lemak, labu kjeldahl, vortex (IKA Genius 3), *micro pipet* (Biohit 12636255, Jerman), spektrofotometer (Thermo Scientific Genesys 10S UV-VIS, China), sentrifuse (Hermle Z 206 A), *thermometer*, neraca analitik (Ohaus, USA) dan peralatan gelas.

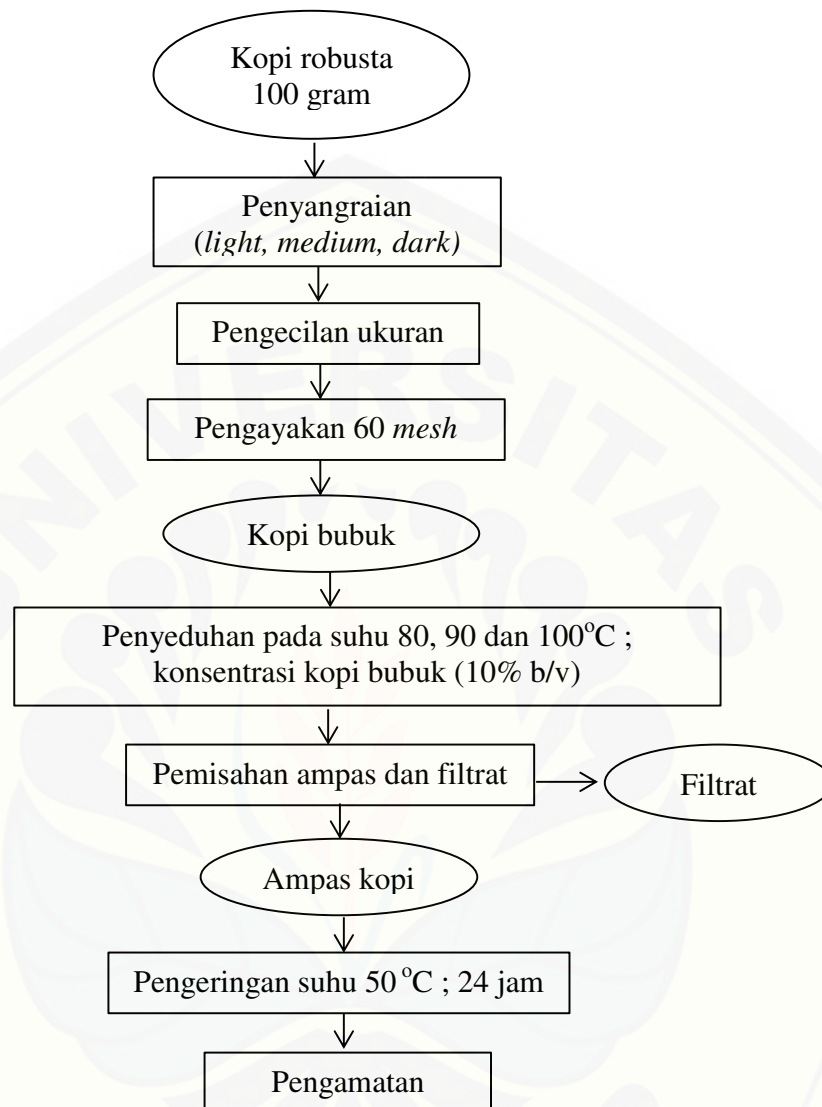
3.3 Rancangan dan Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan dua faktor. Faktor pertama adalah tingkat penyangraian (*light*, *medium*, dan *dark*), faktor kedua adalah suhu penyeduhan (80, 90 dan 100°C). Semua perlakuan diulang sebanyak 2 kali.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Biji kopi sebanyak 100 gram disangrai pada beberapa tingkatan yaitu *light*, *medium* dan *dark* pada suhu 150°C. Sebelum proses penyangraian, mesin dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai suhu yang diinginkan. Biji kopi dimasukkan ke dalam mesin sangrai. Proses penyangraian dilakukan hingga biji kopi masak sangrai yang ditandai dengan suara pecahnya biji kopi yakni *first crack* dan *second crack*. Lama waktu sangrai kopi *light*, *medium* dan *dark* berturut turut yaitu 7, 10 dan 16 menit. Kopi sangrai *light*, *medium* dan *dark* kemudian disesuaikan dengan standart warna dengan parameter L (*Lightness*) yang menunjukkan tingkat kecerahan antara warna putih (100) sampai dengan hitam (0). Standart warna *light*, *medium* dan *dark* yang digunakan berturut – turut 43,5±0,9 ; 38,4±0,7 dan 34,9±0,6. Biji kopi sangrai dikecilkan ukurannya dan diayak 60 *mesh*. Masing-masing bubuk kopi dengan tingkat penyangraian yang berbeda dilakukan penyeduhan dengan berbagai suhu (80, 90 dan 100°C) dengan konsentrasi bubuk kopi 10% (b/v). Penyeduhan dilakukan dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 detik dan didiamkan selama 10 menit hingga mengendap. Ampas kopi dan filtrat dipisahkan. Ampas kopi yang dihasilkan dikeringkan pada suhu 50°C selama 24 jam. Diagram alir penelitian disajikan pada **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang digunakan pada penelitian “Karakterisasi Ampas Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Pada Berbagai Tingkat Penyangraian dan Suhu Penyeduhan” terdiri dari :

1. Rendemen (AOAC, 1995)
2. Kadar Abu, Metode Langsung (AOAC, 2005)
3. Kadar Lemak, Metode Soxhlet (AOAC,2005)

4. Kadar Protein, Metode Kjeldahl (Sudarmadji *et al.*, 1997)
5. Total Polifenol, Metode Folin Ciocalteu (Waterhouse, 2002)
6. Aktivitas Antioksidan, Metode DPPH (Nooman *et al.*, 2008)
7. WHC (*Water Holding Capacity*) (Chau *et al.*, 1997)
8. OHC (*Oil Holding Capacity*) (Chau *et al.*, 1997)

3.5 Prosedur Analisis

1. Rendemen (AOAC,1995)

Kopi bubuk yang akan diseduh ditimbang. Ampas kopi yang diperoleh dan telah dikeringkan ditimbang.

Perhitungan :

$$\text{Rendemen} : \frac{\text{berat ampas kopi kering}}{\text{berat kopi bubuk}} \times 100\%$$

2. Kadar Abu, Metode Langsung (AOAC, 2005)

Cawan porselen dikeringkan dalam oven 105°C selama 30 menit dan didinginkan dalam eksikator kemudian ditimbang (a gram). Ampas kopi sebanyak 2 g dimasukkan dalam cawan porselen (b gram). Selanjutnya dilakukan pengabuan dalam tanur dengan suhu 600 °C selama 4-6 jam hingga berwarna putih. Tanur didinginkan hingga suhu 100 °C, kemudian cawan porselen dimasukkan dalam eksikator dan dilakukan penimbangan hingga berat konstan (c gram).

Perhitungan :

$$\text{Kadar abu (\%)} : \frac{c-a}{b-a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat cawan porselen kosong (gram)

b = berat cawan porselen + sampel sebelum di tanur (gram)

c = berat cawan porselen + sampel setelah di tanur (gram)

3. Kadar Lemak, Metode Soxhlet (AOAC,2005)

Labu lemak dioven pada suhu 100-105 °C selama 30 menit, kemudian didinginkan dalam eksikator untuk menghilangkan uap air dan dilakukan penimbangan (a gram). Ampas kopi ditimbang sebanyak 2 gram (b gram) lalu dibungkus dengan kertas saring dan dimasukkan ke dalam peralatan soxhlet yang telah dihubungkan dengan labu lemak. Hexane dituangkan ke dalam labu lemak. Labu lemak dipanaskan dan ekstraksi dilakukan selama 5 jam. Pelarut lemak yang telah digunakan disuling dan ditampung, kemudian ekstrak lemak yang terdapat dalam labu lemak dikeringkan dalam oven dengan suhu 50 – 60 °C selama 1 jam. Labu lemak didinginkan dalam eksikator dan dilakukan penimbangan hingga berat konstan (c gram).

Perhitungan :

$$\text{Kadar lemak (\%)} : \frac{c-a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat labu lemak (gram)

b = berat sampel (gram)

c = labu lemak + ekstrak lemak (gram)

4. Kadar Protein, Metode Kjeldahl (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Ampas kopi ditimbang sebanyak 0,1 gram dan dimasukkan ke dalam labu kjeldahl, kemudian ditambahkan 2 ml H₂SO₄ dan 0,9 gram selenium. Destruksi hingga warnanya menjadi jernih kehijauan. Larutan kemudian didestilasi dan destilat ditampung dalam penampang erlenmeyer yang berisi 15 ml asam borat 4% dan beberapa tetes indikator metil biru. Larutan dititrasi dengan larutan HCl 0,02 N hingga terjadi perubahan warna dari hijau menjadi abu – abu. Total N atau % protein sampel dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{Kadar nitrogen} = \frac{(\text{ml HCl sampel} - \text{ml HCl blanko}) \times \text{N HCl} \times 14,008}{\text{mg sampel} \times 1000} \times 100\%$$

$$\text{Kadar protein} = \text{kadar nitrogen} \times 6,25$$

5. Total Polifenol, Metode Folin Ciocalteu (Waterhouse, 2002)

Sampel ekstrak sebanyak 0,1 ml dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan akuades hingga volume 5 ml. Kemudian, ditambahkan larutan *Follin Ciocalteu* 0,5 ml lalu divortex dan didiamkan selama 5 menit. Sebanyak 1 ml Na_2CO_3 7% ditambahkan ke dalam larutan lalu divortex dan didiamkan selama 60 menit dalam tempat gelap. Nilai absorbansi larutan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 765 nm. Penentuan total polifenol blanko dapat dilakukan dengan tahapan yang sama namun tanpa penambahan sampel. Kandungan total polifenol dihitung menggunakan kurva standar yang dibuat dari asam galat pada beberapa konsentrasi yaitu 0, 25, 50, 75, 100, dan 125 μM . Hasil kurva standar diperoleh dari hubungan antara konsentrasi asam galat dan nilai absorbansi. Total polifenol dinyatakan sebagai mg GAE/g sampel, GAE = *Gallic Acid Equivalent*.

6. Aktivitas Antioksidan, Metode DPPH (Nooman *et 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 0,00394 gram DPPH dalam etanol pa hingga mencapai 100 ml. Larutan DPPH kemudian disimpan dalam wadah bersih dan gelap. Sebanyak 0,5 gram ampas kopi yang telah dihaluskan dilarutkan dalam 10 ml aquades. Sebanyak 0,1 ml sampel yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml larutan DPPH. Suspensi tersebut selanjutnya 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. Blanko dibuat dengan tahapan yang sama namun tanpa penambahan sampel. Aktivitas antioksidan dihitung menggunakan rumus:

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

7. WHC (*Water Holding Capacity*) (Chau *et al*, 1997)

Tabung sentrifuse kering ditimbang sebagai (a gram). Satu gram ampas kopi (b gram) dimasukkan ke dalam tabung lalu ditambah aquades 10 ml. Vortex selama 2 menit dan didiamkan selama 15 menit. Sentrifugasi dilakukan selama 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Supernatan dipisahkan dengan endapan lalu endapan ditimbang (c gram). WHC dihitung menggunakan rumus :

$$\text{WHC (\%)} = \frac{(c-a)-b}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat tabung sentrifuse kosong

b = berat sampel

c = berat tabung sentrifuse + berat endapan setelah sentrifugasi

8. OHC (*Oil Holding Capacity*) (Chau *et al*, 1997)

Tabung sentrifuse kering ditimbang sebagai (a gram). Satu gram ampas kopi (b gram) dimasukkan ke dalam tabung lalu ditambah minyak nabati 10 ml. Vortex selama 2 menit dan didiamkan selama 15 menit. Sentrifugasi dilakukan selama 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Supernatan dipisahkan dengan endapan lalu endapan ditimbang (c gram). WHC dihitung menggunakan rumus :

$$\text{WHC (\%)} = \frac{(c-a)-b}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat tabung sentrifuse kosong

b = berat sampel

c = berat tabung sentrifuse + berat endapan setelah sentrifugasi

3.6 Analisis data

Data hasil penelitian diolah secara statistik dengan menggunakan uji sidik ragam (ANOVA) pada taraf 5% dan jika terdapat beda nyata akan dilanjutkan dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT). Pengambilan data pada masing – masing perlakuan dilakukan sebanyak dua kali ulangan kemudian dirata-rata. Data diolah menggunakan aplikasi *microsoft excel* 2013 kemudian disajikan dalam bentuk grafik garis yang disertai dengan nilai bias (*error bars*).



BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Tingkat penyangraian dan suhu penyeduhan yang semakin tinggi menyebabkan penurunan nilai rendemen, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, total polifenol, aktivitas antioksidan, nilai OHC dan WHC. Tingkat penyangraian menyebabkan penguapan senyawa volatil serta kerusakan senyawa-senyawa yang terdapat dalam biji kopi sehingga kandungan senyawa kimia ampas kopi semakin menurun. Suhu penyeduhan yang semakin tinggi dapat memaksimalkan proses ekstraksi sehingga senyawa yang terekstrak dalam seduhan lebih banyak dan kandungan senyawa kimia dalam ampas kopi semakin rendah.

Ampas kopi yang dihasilkan pada berbagai tingkat penyangraian dan suhu penyeduhan meliputi rendemen berkisar antara 70,11 – 78,36%, kadar abu 1,88 – 2,20%, kadar lemak 12,20 – 13,51%, kadar protein 11,34 – 13,43%, total polifenol 3,61 – 6,79 mg GAE/gram, aktivitas antioksidan 70,29 – 82,33%, WHC 210,96 – 223,54% dan OHC 143,48 – 167,13%.

5.2 Saran

Ampas kopi merupakan residu yang diperoleh dari minuman kopi dan mengandung banyak senyawa kimia di dalamnya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diharapkan adanya penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan ampas kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- AEKI. 2016. Konsumsi Kopi Indonesia. <http://www.aeki-aice.org> [diakses 20 April 2016].
- Ali, A., Wani, T., and Masoodi, F. A. 2016. Comparative study of the physico-chemical properties of rice and corn starches grown in Indian temperate climate. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 15(1):75-82.
- AOAC. 1995. *Food Composition, Additives, Natural Contaminants*. Association Of Official Agricultural Chemists 16st Ed. AOAC Internasional.
- AOAC. 2005. *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. AOAC : Arlington.
- Ballesteros, L. F., Teixeira, J. A. and Mussatto, S. I. 2014. Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee Silverskin. *Food Bioprocess Technol*. 7 : 3493–3503.
- Barbara, S. 2000. *Introductory Food*. Prentice Hall. USA : New Jersey.
- Beckett, S. T. 1994. *Industrial Cocoa Manufacture and Use*. (Edisi Kedua). New Delhi : Springer Science and Business Media Dordrecht.
- Bekedam, E. K., Loots, M. J., Schols, H. A., Van Boekel, M. A. J. S., and Smit, G. 2008. Roasting effects on formation mechanisms of coffee brew melanoidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56 : 7138–7145.
- Belay, A., and Gholap, A. V. 2009. Characterization and determination of chlorogenic acids (CGA) in coffee beans by UV-Vis Spectroscopy. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*. 3(11) : 234-240
- Belitz, H. D., Grosch, W., and Schieberle, P. 2009. Coffee, tea and cocoa. *Food Chemistry*. 4 : 938-951.
- BPKP. 2014. *Analisis Komoditas Kopi dan Karet Indonesia : Evaluasi Kinerja Produksi, Ekspor Dan Manfaat Keikutsertaan Damal Asosiasi Komoditas Internasional*. Jakarta: Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.

- Buffo, R. A. and Cardelli, F. C. 2004. Coffee flavour: an overview. *flavour and fragrance Journal*. 19: 99–104.
- Chau, C. F., Cheung, P. C. K., and Wong, Y.S. 1997. Functional properties of protein concentrates from three Chinese indigenous legume seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45(7) : 2500–2503.
- Cirilo, M. P. G., Coelho, A. F. S., Araújo C. M., Goncalves F. R. B., Nogueira F. D., Gloria M. B. A. 2003. Profile and levels of bioactive amines in green and roasted coffee. *Food Food Chemistry*. 82 : 397–402.
- Clarke, R. J., and Macrae, R. 1985. Coffee. *Elsevier Applied Science LTF*. Volume1. New York.
- Clifford, M.N. 1985. Chlorogenic Acids, Coffee. *Elsevier Applied Science*. Volume I. London and New York.
- Cruz, R., Cardoso, M. M., Fernandes, L., Oliveira, M., Mendes, E., Baptista, P., Morais, S., and Casal, S. 2012. Espresso Coffee Residues: a Valuable Source of Unextracted Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60 : 7777–7784.
- Dedin, F. R. 2006. penurunan kadar asam amino lisin dalam kecap manis akibat reaksinya dengan senyawa karbonil dalam reaksi maillard. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 3(1) : 22-27.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2016. *Statistik Perkebunan Indonesia: Kopi 2015-2017*. Jakarta : Kementerian Pertanian.
- Falade, K. O., Semon, M., Fadairo, O. S., Oladunjoye, A. O., Orou, K. K. 2014. Functional and physico-chemical properties of flours and starches of African rice cultivars. *Food Hydrocolloids*. 39 : 41-50.
- Farah, A., Paulis, T.D., Trugo, L.C., and Martin, P. R. 2005. Effect of Roasting on the Chlorogenic Acid Lactones in Coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53 : 1505-1513.
- Farah, A., and Donangelo, C. M. 2006. Phenolic compounds in coffee. *Journal Plant Physiol*. 18 : 23-36.
- Farah, A. 2012. *Coffee Constituents*. In Chu (Ed). *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention*, 1st Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Fidrianny, I., Annisa., dan Komar, R. 2016. Antioxidant activities of arabica green coffee from three region using abts and dpsh assays. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. Volume 9(2).

- Figuerola, F., Hurtado, M. I., Estevez, A. M., Chiffelle, I., Asenjo, F. 2004. Fiber concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 91:395-401.
- Fischer, M., Reimann, S., Trovato, V., and Redg, W. J. 2001. Polysaccharides of green arabica and robusta coffee beans. *Carbohydrate Research* 330(1):93-101.
- Franca, A. S., Mendonça, J. C. F., and Oliveira, S. D. 2005. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. *LWT—Food Science and Technology*., 38 : 709–715.
- Ginz, M., Balzer, H. H., Bradbury, A. G. W., and Maier, H. 2000. Formation of aliphatic acids by carbohydrate degradation during roasting of coffee. *European Food Research and Technology*. 211 : 404-410.
- 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.
- Hernandez, J. A., Heyd, B., and Trystram, G. 2008. Online assessment of brightness and surface kinetics during coffee roasting. *Journal of Food Engineering*. 87: 314–322.
- Ibrahim, A.M., Yuniarta, 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.
- Julkunen, T. R. 1985. Phenolic constituents in leaves of northern willows : methods for the analysis of certain phenolic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 33:213-217.
- Kuan, C. Y., Yuen, K. H., Bhat, R., and Liong, M. T. 2011. Physicochemical characterization of alkali treated fractions from corncob and wheat straw and the production of nanofibres. *Food Research International*, 44(9) : 2822–2829.
- Lawal, O. S., 2004. Functionality of African locust bean (*parkia biglobosa*) protein isolate : effect of pH, ionic strength, and various protein concentration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 86 : 345-355.
- Lenny, S. 2006. *Senyawa Flavonoida, Fenilpropanida dan Alkaloida*. Karya Ilmiah Departemen Kimia Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara.

- Lyman, D. J., Benck, R., Dell, S., Merle, S., and Wijelath, M. J. 2003. FTIR-ATR analysis of brewed coffee: effect of roasting conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 3268-3272.
- Maslukhah, Y. L., Widyaningsih, T.D., dan Elok, W. 2016. Influence factor of black cincau (*Mesona palustris BL*) Extraction in Pilot Plant Scale. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4(1) : 245-252.
- Mendes, L. C., Menezes. H. C., Aparecida, M., dan Silva, A. P. 2001. Optimization of the roasting of robusta coffee (*C. Canephora conillon*) using acceptability test and RSM. *Food Quality and Preference*.12 : 153-162.
- Miranda, M. Z., Grossmann, M. V. E., and Nabeshima, E. H. 1994. Utilization of brewers' spent grain for the production of snacks with fiber. 1. Physicochemical characteristics. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 37 : 483-493.
- Moon, J. K., Hyui, S. Y., and Takayuki S. 2009. Role of roasting condition in the level of chlorogenic acid content in coffee beans : correlation with coffee acidity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57(12) : 5365-5369
- Mussatto, S. I., Machado, E. M. S., Martins S. dan Teixeira, J. A. 2011. Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. *Food Bioprocess Technology*. 4 : 661-672.
- Nakiboglu, U. K., and Tarhan. 2007. Antioxidant capacities of endemic sideritis sipylea and origanum sipyleum. *Food Chemistry*. 104 : 630-635.
- Narasimharao., Susanta, K., Mohapatra and Misra, M. 2008. Spent coffee ground as a versatile source of green energy. *Journal Agriculture and Food Chemistry (JAFA)*. 56(24) : 126-132.
- Nardini, M., Cirillo, E., Natella, F., and Scaccini, C. 2002. Absorption of phenolic acids in humans after coffee consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50 : 5735-5741.
- Neldawati, R., dan Gusnedi. 2013. Analisis nilai absorbansi dalam penentuan kadar flavonoid untuk berbagai jenis daun tanaman obat. *Pilar Of Physics*. 2 : 76 – 83.
- Nicoli, M. C., Anese, M., Manzocco, L., Lerici, C. R. 1997. Antioxidant properties of coffee brews in relation to the roasting degree. *Lebensm Wissens Technology*. 30 : 292-297.

- Nooman, A. K., Ashok, K. S., Atif, A. O., Zaha, E. A., dan Husni, F. 2008. Antioxidant activity of some common plants. *Journal Biology*. 32 : 51 – 55.
- Nurdjanah, S., dan Elfira, W. 2009. Profil komposisi dan sifat fungsional serat pangan dari ampas ekstraksi pati beberapa jenis umbi. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 14 (1) : 16-22.
- Oliviera, A. L., Cruz, P. M., Eberlin, M. N., and Cabral, F. A. 1995. Brazilian roasted coffee oil obtained by mechanical expelling compositional analysis by GC-MS. *Technology. Aliment*. 25(4) : 677 – 682.
- Oosterveld, A., Voragen, A. G. J., Schols, H. A. 2003. Effect of roasting on the carbohydrate composition of Coffea arabica beans. *Carbohydrate and Polymer*. 54(2) : 183–192.
- Parras, P., Martinez, T. M., Jimenez, A. M., and Murcia, M. A. 2007. Antioxidant capacity of coffee of several origins brewed following three different procedures. *Food Chemistry*. 102 : 582-592.
- Petracco, M. 2005. Percolation espresso coffee : the science of quality. San Diego, CA: Elsevier Academic Press.
- 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.
- 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.
- Ramalakshmi, K., Rao, J. M., Takano, I. Y., and Goto, M. 2009. Bioactivities of low grade green coffee and spent coffee in different in vitro model systems. *Food Chemistry*. 115 : 79–85.
- Rao, S. 2010. Everything but Espresso : Professional Coffee Brewing Techniques. Canada.
- Rasdiyansyah, D., dan Supardan, M. D. 2014. Optimasi proses pembuatan karbon aktif dari ampas bubuk kopi menggunakan ZnCl₂. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*.
- Ricahana, Nur., Sunarti., dan Candra, T. 2004. Karakterisasi sifat fisikokimia tepung umbi dan tepung pati dari umbi ganyong, suweg, ubi kelapa dan gembili. *Jurnal Pascapanen*. 1(1) : 29-37

- Sampaio, A., Dragone, G., Vilanova, M., Oliveira, J. M., Teixeira, J. A., and Mussatto, S. I. 2013. Production, chemical characterization, and sensory profile of a novel spirit elaborated from spent coffee ground. *LWT–Food Science and Technology*. 54(2) : 557–563.
- Schenker, S., Heinemann, C., Huber, M., Pompizzi, R., Perren, R., and Escher, E. 2002. Impact of roasting conditions on the formation of aroma compounds in coffee beans. *Journal of Food Science*. 67(1) 60-66.
- Speer, K. 2006. The lipid fraction of the coffee bean. *Journal of Plant Physiol.* 18 : 201–216.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. *Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian*. Yogyakarta : Liberty.
- Suzuki, M., Sano, M. R., Yosidha, M., Degawa, T., Mitase., dan Yamamoto, M. M. 2003. Epimerization of tea catechin and O-methylated derivatives of (-)-epigallocatechin-3-Ogallate: Relationship between epimerization and chemical structure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 510-514.
- Tiwari, U., dan Cummins, E. 2011. *Pulse foods: Processing, quality and nutraceutical applications*. 121–156. San Diego : Academic.
- Tensiska, W.C.H., dan Andarwulan, N. 2003. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC*) Pada Beberapa Sistem Pangan dan Kestabilan Aktivitasnya Terhadap Kondisi Suhu dan pH. *Jurnal Teknologi Pertanian*.
- Woodman, J., Giddey, S. A., and Egli, R. H. 1967. The carboxylic acids of brewed coffee. 3rd Int. Coll. On the Chemistry of Coffee. 137-145. Paris : ASIC.
- 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.
- Yuwanti, S., Yusianto., dan Nugraha, T. C., 2016. Karakteristik Minyak Kopi Yang Dihasilkan Dari Berbagai Suhu Penyangraian. *Prosiding Seminar Nasional APTA – 26-27 Oktober 2016*. Jember.
- Zulfikar. 2008. *Kimia Kesehatan Jilid 3*. Departemen Pendidikan Nasional. ISBN.978-602-8320-48-1. Jakarta.

Lampiran A. Rendemen

Lampiran A.1 Rendemen Ampas Kopi

Kode Sampel	Ulangan	Rendemen (%)	Rata – rata	SD
A1B1	1	78,196	78,356	0,23
	2	78,515		
A1B2	1	76,636	76,803	0,24
	2	76,971		
A1B3	1	75,090	74,978	0,16
	2	74,865		
A2B1	1	75,814	75,639	0,25
	2	75,464		
A2B2	1	74,443	74,246	0,28
	2	74,050		
A2B3	1	73,445	73,660	0,30
	2	73,875		
A3B1	1	73,164	73,348	0,26
	2	73,532		
A3B2	1	71,394	71,554	0,23
	2	71,714		
A3B3	1	70,216	70,113	0,15
	2	70,011		

Lampiran A.2 Hasil Sidik Ragam ANOVA Rendemen Ampas Kopi

Uji Sidik Ragam					
Tingkat penyangraian	Suhu Penyeduhan	Ulangan		Jumlah	Kuadrat
		1	2		
A1	B1	78,20	78,52	156,71	24558,43
	B2	76,64	76,97	153,61	23595,11
	B3	75,09	74,87	149,96	22486,68
A2	B1	75,81	75,46	151,28	22885,00
	B2	74,44	74,05	148,49	22050,11
	B3	73,45	73,87	147,32	21703,24
A3	B1	73,16	73,53	146,70	21519,93
	B2	71,39	71,71	143,11	20479,87
	B3	70,22	70,01	140,23	19663,52
Jumlah		668,40	669,00	1337,40	198941,88
xi ²		446757,97	447556,28	1788628,13	JKP
jumlah xi ²		2682942,38		FK	

kuadrat tiap ulangan			
	Ulangan		Jumlah
	1	2	
xi ²	6114,62	6164,64	12279,26
	5873,15	5924,46	11797,61
	5638,56	5604,80	11243,37
	5747,78	5694,78	11442,56
	5541,71	5483,42	11025,13
	5394,23	5457,48	10851,71
	5353,01	5407,02	10760,03
	5097,11	5142,87	10239,99
	4930,31	4901,47	9831,78
	jumlah	49690,48	49780,96
			JKT

Kombinasi A dan B					
	B1	B2	B3	Jumlah	Kuadrat
A1	156,71	153,61	149,96	460,27	211852,02
A2	151,28	148,49	147,32	447,09	199890,25
A3	146,70	143,11	140,23	430,03	184926,91
Jumlah	454,69	445,21	437,50	1337,40	596669,19
Kuadrat	206739,26	198209,88	191408,40	596357,54	JKA
				JKB	

	Kuadrat		Jumlah
24558,43	23595,11	22486,68	70640,21
22885,00	22050,11	21703,24	66638,35
21519,93	20479,87	19663,52	61663,32
68963,35	66125,09	63853,44	198941,88
			JKAB

a (baris)	3
b (kolom)	3
r (ulangan)	2

Rumus	Nama	Nilai
$FK/(a*b*r)$	FK	99368,2296
JKT-FK	JKT	103,2123
(JKP/r) -FK	JKP	102,7096
$((JKA/(r*b))$ -FK	JKA	76,6352
$((JKB/(r*a))$ -FK	JKB	24,6932
$(JKAB/r)$ -FK-JKA-JKB	JK AB	1,3812
JKT-JKA-JKB-JKAB	JKG	0,5027

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	
Perlakuan	8	102,7096	12,8387	229,8580	3,23	
A	2	76,6352	38,3176	686,0201	4,25	BN
B	2	24,6932	12,3466	221,0476	4,25	BN
AB	4	1,3812	0,3453	6,1822	3,63	BN
Galat	9	0,5027	0,0559			
Total	25	205,9218				

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

Tabel 8

db galat	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	3,2	3,34	3,41	3,47	3,5	3,52	3,52	3,52	3,52

Interaksi											
Perlakuan		A3B3	A3B2	A3B1	A2B3	A2B2	A1B3	A2B1	A1B2	A1B1	Notasi
		70,11	71,55	73,35	73,66	74,25	74,98	75,64	76,80	78,36	
A3B3	70,11	0,00									a
A3B2	71,55	1,44	0,00								a
A3B1	73,35	3,24	1,79	0,00							ab
A2B3	73,66	3,55	2,11	0,31	0,00						bc
A2B2	74,25	4,13	2,69	0,90	0,59	0,00					c
A1B3	74,98	4,86	3,42	1,63	1,32	0,73	0,00				cd
A2B1	75,64	5,53	4,08	2,29	1,98	1,39	0,66	0,00			de
A1B2	76,80	6,69	5,25	3,46	3,14	2,56	1,83	1,16	0,00		e
A1B1	78,36	8,24	6,80	5,01	4,70	4,11	3,38	2,72	1,55	0,00	f

Lampiran B. Kadar Abu

Lampiran B.1 Kadar abu Ampas Kopi

Kode Sampel	Ulangan	Kadar abu (%)	Rata – rata	SD
A1B1	1	2,2826	2,2004	0,12
	2	2,1182		
A1B2	1	2,1740	2,0851	0,13
	2	1,9962		
A1B3	1	1,8522	1,9712	0,17
	2	2,0903		
A2B1	1	2,3028	2,1212	0,24
	2	1,9596		
A2B2	1	1,9609	2,0610	0,14
	2	2,1611		
A2B3	1	1,9799	1,8981	0,12
	2	1,8164		
A3B1	1	2,1987	2,0801	0,17
	2	1,9615		
A3B2	1	1,9297	2,0083	0,11
	2	2,0868		
A3B3	1	1,9847	1,8836	0,14
	2	1,7825		

Lampiran B.2 Hasil Sidik Ragam ANOVA Kadar abu Ampas Kopi

Uji sidik ragam					
Tingkat penyangraian	Suhu Penyeduhan	Ulangan		Jumlah	Kuadrat
		1	2		
A1	B1	2,28	2,12	4,40	19,37
	B2	2,17	2,00	4,17	17,39
	B3	1,85	2,09	3,94	15,54
A2	B1	2,30	1,96	4,26	18,17
	B2	1,96	2,16	4,12	16,99
	B3	1,98	1,82	3,80	14,41
A3	B1	2,20	1,96	4,16	17,31
	B2	1,93	2,09	4,02	16,13
	B3	1,98	1,78	3,77	14,19
Jumlah		18,67	17,97	36,64	149,50
xi ²		348,40	323,02	1342,35	JKP
jumlah xi ²		2013,77		FK	

Kuadrat tiap ulangan			
	Ulangan		Jumlah
	1	2	
xi²	5,210	4,487	9,697
	4,726	3,985	8,711
	3,431	4,369	7,800
	5,303	3,840	9,143
	3,845	4,670	8,516
	3,920	3,299	7,219
	4,834	3,848	8,682
	3,724	4,355	8,079
	3,939	3,177	7,116
	Jumlah	38,93	36,03
			JKT

Kombinasi A dan B					
	B1	B2	B3	Jumlah	Kuadrat
A1	4,40	4,17	3,94	12,51	156,59
A2	4,26	4,12	3,80	12,18	148,37
A3	4,16	4,02	3,77	11,94	142,66
Jumlah	12,82	12,31	11,51	36,64	447,62
Kuadrat	164,44	151,51	132,39	448,33	JKA
					JKB

	Kuadrat		Jumlah
	19,37	17,39	15,54
	18,17	16,99	14,41
	17,31	16,13	14,19
	54,84	50,51	44,15
			149,50
	JKAB		

a (baris)	3
b (kolom)	3
r (ulangan)	2

Rumus	Nama	Nilai
$FK/(a*b*r)$	FK	74,5752
JKT-FK	JKT	0,3874
(JKP/r) -FK	JKP	0,1765
$((JKA/(r*b))$ -FK	JKA	0,0273
$((JKB/(r*a))$ -FK	JKB	0,1470
$(JKAB/r)$ -FK-JKA-JKB	JK AB	0,0023
JKT-JKA-JKB-JKAB	JKG	0,2108

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	
Perlakuan	8	0,1765	0,0221	0,9419	3,23	
A	2	0,0273	0,0136	0,5823	4,25	TBN
B	2	0,1470	0,0735	3,1366	4,25	TBN
AB	4	0,0023	0,0006	0,0245	3,63	TBN
Galat	9	0,2108	0,0234			
Total	25	0,5639				

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

Lampiran C. Kadar Lemak

Lampiran A.1 Kadar lemak Ampas Kopi

Kode Sampel	Ulangan	Kadar lemak (%)	Rata – rata	SD
A1B1	1	13,3297	13,5111	0,26
	2	13,6925		
A1B2	1	13,3289	13,3855	0,08
	2	13,4420		
A1B3	1	13,3758	13,2445	0,19
	2	13,1132		
A2B1	1	13,3694	13,1689	0,28
	2	12,9684		
A2B2	1	12,8605	12,7443	0,16
	2	12,6281		
A2B3	1	12,7674	12,6367	0,18
	2	12,5059		
A3B1	1	12,7897	12,5845	0,29
	2	12,3794		
A3B2	1	12,4423	12,2590	0,26
	2	12,0757		
A3B3	1	12,0540	12,2021	0,21
	2	12,3501		

Lampiran A.2 Hasil Sidik Ragam ANOVA Kadar lemak Ampas Kopi

Uji sidik ragam					
Tingkat penyangraian	Suhu Penyeduhan	Ulangan		Jumlah	Kuadrat
		1	2		
A1	B1	13,33	13,69	27,02	730,20
	B2	13,33	13,44	26,77	716,68
	B3	13,38	13,11	26,49	701,67
A2	B1	13,37	12,97	26,34	693,68
	B2	12,86	12,63	25,49	649,67
	B3	12,77	12,51	25,27	638,74
A3	B1	12,79	12,38	25,17	633,48
	B2	12,44	12,08	24,52	601,13
	B3	12,05	12,35	24,40	595,56
Jumlah		116,32	115,16	231,47	5960,81
xi ²		13529,83	13260,72	53579,75	JKP
jumlah xi ²		80370,30		FK	

Kuadrat tiap ulangan			
	Ulangan		Jumlah
	1	2	
xi²	177,68	187,48	365,17
	177,66	180,69	358,35
	178,91	171,96	350,87
	178,74	168,18	346,92
	165,39	159,47	324,86
	163,01	156,40	319,40
	163,58	153,25	316,83
	154,81	145,82	300,63
	145,30	152,53	297,83
	Jumlah	1505,08	1475,77
			JKT

Kombinasi A dan B					
	B1	B2	B3	Jumlah	Kuadrat
A1	27,02	26,77	26,49	80,28	6445,22
A2	26,34	25,49	25,27	77,10	5944,36
A3	25,17	24,52	24,40	74,09	5489,51
Jumlah	78,53	76,78	76,17	231,47	17879,09
Kuadrat	6166,81	5894,79	5801,33	17862,92	JKA
				JKB	

	Kuadrat		Jumlah
	730,20	716,68	701,67
	693,68	649,67	638,74
	633,48	601,13	595,56
	2057,36	1967,48	1935,97
			5960,81
			JKAB

a (baris)	3
b (kolom)	3
r (ulangan)	2

Rumus	Nama	Nilai
$FK/(a*b*r)$	FK	2976,6529
JKT-FK	JKT	4,1966
(JKP/r) -FK	JKP	3,7530
$((JKA/(r*b))$ -FK	JKA	3,1948
$((JKB/(r*a))$ -FK	JKB	0,5013
$(JKAB/r)$ -FK-JKA-JKB	JK AB	0,0569
JKT-JKA-JKB-JKAB	JKG	0,4435

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel
					5%
Perlakuan	8	3,7530	0,4691	9,5193	3,23
A	2	3,1948	1,5974	32,4133	4,25
B	2	0,5013	0,2506	5,0860	4,25
AB	4	0,0569	0,0142	0,2889	3,63
Galat	9	0,4435	0,0493		
Total	25	7,9496			

BN
BN
TBN

Lampiran D. Kadar Protein

Lampiran A.1 Rendemen Kadar protein Kopi

Kode Sampel	Ulangan	Kadar protein (%)	Rata – rata	SD
A1B1	1	13,3318	13,4284	0,14
	2	13,5251		
A1B2	1	13,1217	12,9207	0,3
	2	12,7196		
A1B3	1	12,5128	12,4600	0,1
	2	12,4071		
A2B1	1	12,9091	12,8949	0,02
	2	12,8807		
A2B2	1	12,4872	12,3630	0,18
	2	12,2388		
A2B3	1	12,0335	11,9317	0,1
	2	11,8299		
A3B1	1	12,0687	11,9864	0,1
	2	11,9041		
A3B2	1	11,7586	11,6114	0,2
	2	11,4642		
A3B3	1	11,1261	11,3358	0,3
	2	11,5456		

Lampiran A.2 Hasil Sidik Ragam ANOVA Kadar protein Ampas Kopi

Uji sidik ragam					
Tingkat penyangaian	Suhu Penyeduhan	Ulangan		Jumlah	Kuadrat
		1	2		
A1	B1	13,33	13,53	26,86	721,29
	B2	13,12	12,72	25,84	667,77
	B3	12,51	12,41	24,92	621,00
A2	B1	12,91	12,88	25,79	665,12
	B2	12,49	12,24	24,73	611,37
	B3	12,03	11,83	23,86	569,46
A3	B1	12,07	11,90	23,97	574,69
	B2	11,76	11,46	23,22	539,30
	B3	11,13	11,55	22,67	514,01
Jumlah		111,35	110,52	221,86	5484,02
xi ²		12398,73	12213,59	49223,93	JKP
jumlah xi ²		73836,24		FK	

Kuadrat tiap ulangan			
	Ulangan		Jumlah
	1	2	
xi²	177,74	182,93	360,66
	172,18	161,79	333,97
	156,57	153,94	310,51
	166,65	165,91	332,56
	155,93	149,79	305,72
	144,81	139,95	284,75
	145,65	141,71	287,36
	138,26	131,43	269,69
	123,79	133,30	257,09
	Jumlah	1381,58	1360,74
			JKT

Kombinasi A dan B					
	B1	B2	B3	Jumlah	Kuadrat
A1	26,86	25,84	24,92	77,62	6024,57
A2	25,79	24,73	23,86	74,38	5532,28
A3	23,97	23,22	22,67	69,87	4881,44
Jumlah	76,62	73,79	71,46	221,86	16438,28
Kuadrat	5870,55	5444,98	5105,83	16421,4	JKA
				JKB	

	Kuadrat			Jumlah
	721,29	667,77	621,00	2010,07
	665,12	611,37	569,46	1845,96
	574,69	539,30	514,01	1628,00
	1961,10	1818,45	1704,47	5484,02
				JKAB

a (baris)	3
b (kolom)	3
r (ulangan)	2

Rumus	Nama	Nilai
$FK/(a*b*r)$	FK	2734,6625
JKT-FK	JKT	7,6495
(JKP/r) -FK	JKP	7,3476
$((JKA/(r*b))$ -FK	JKA	5,0513
$((JKB/(r*a))$ -FK	JKB	2,2294
$(JKAB/r)$ -FK-JKA-JKB	JK AB	0,0669
JKT-JKA-JKB-JKAB	JKG	0,3019

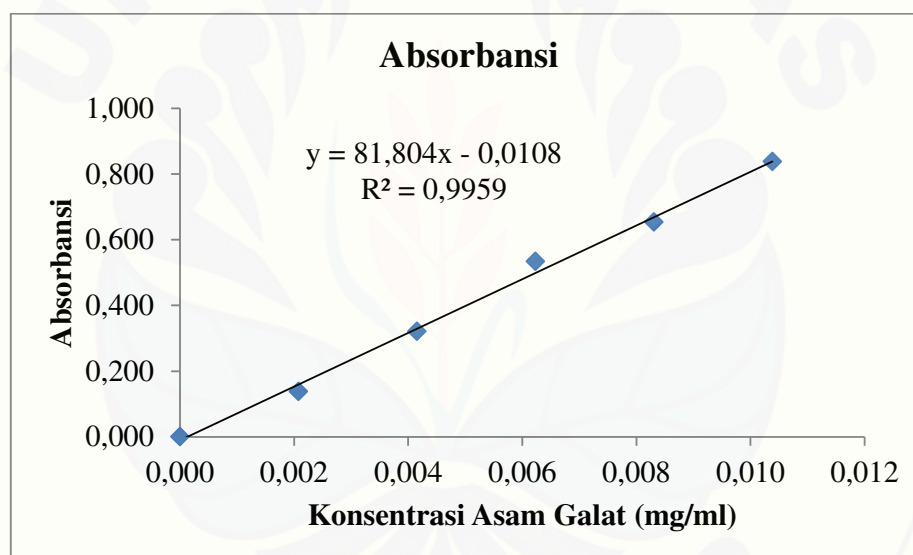
Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	
Perlakuan	8	7,3476	0,9185	27,3782	3,23	
A	2	5,0513	2,5257	75,2872	4,25	BN
B	2	2,2294	1,1147	33,2282	4,25	BN
AB	4	0,0669	0,0167	0,4987	3,63	TBN
Galat	9	0,3019	0,0335			
Total	25	14,9972				

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

Lampiran E. Kadar Polifenol

Lampiran E.1 Kurva Standar

Standar GA (μ l)	mg/ml	mg/ml sampel	Absorbansi 1	Absorbansi 2	Absorbansi rata-rata	Abs - abs blanko
0	0,0000	0,000	0,023	0,022	0,023	0,000
25	0,0135	0,002	0,174	0,147	0,161	0,138
50	0,0270	0,004	0,343	0,344	0,344	0,321
75	0,0405	0,006	0,554	0,558	0,556	0,534
100	0,0540	0,008	0,679	0,673	0,676	0,654
125	0,0675	0,010	0,860	0,860	0,860	0,838



Lampiran E.2 Kadar Polifenol

Kode Sampel	Ulangan	mg GAE/gram	Rata – rata	SD
A1B1	1	6,638	6,785	0,21
	2	6,932		
A1B2	1	6,448	6,572	0,18
	2	6,697		
A1B3	1	6,668	6,520	0,21
	2	6,374		
A2B1	1	5,643	5,44	0,14
	2	5,447		
A2B2	1	5,039	5,122	0,12
	2	5,206		
A2B3	1	4,652	4,744	0,13
	2	4,837		
A3B1	1	4,316	4,268	0,07
	2	4,220		
A3B2	1	4,014	3,922	0,13
	2	3,831		
A3B3	1	3,563	3,609	0,07
	2	3,656		

Lampiran E.3 Hasil Sidik Ragam ANOVA Polifenol Ampas Kopi

Uji sidik ragam					
Tingkat penyangraian	Suhu Penyeduhan	Ulangan		Jumlah	Kuadrat
		1	2		
A1	B1	6,64	6,93	13,57	184,17
	B2	6,45	6,70	13,14	172,78
	B3	6,67	6,37	13,04	170,07
A2	B1	5,64	5,45	11,09	122,97
	B2	5,04	5,21	10,24	104,95
	B3	4,65	4,84	9,49	90,05
A3	B1	4,32	4,22	8,54	72,86
	B2	4,01	3,83	7,84	61,54
	B3	3,56	3,66	7,22	52,13
Jumlah		46,98	47,20	94,18	1031,51
xi ²		2207,11	2227,84	8869,87	JKP
jumlah xi ²		13304,82		FK	

Kuadrat tiap ulangan			
	Ulangan		Jumlah
	1	2	
xi²	44,069	48,059	92,128
	41,574	44,846	86,420
	44,457	40,623	85,080
	31,839	29,665	61,504
	25,389	27,098	52,487
	21,641	23,401	45,042
	18,625	17,811	36,436
	16,110	14,676	30,786
	12,698	13,369	26,067
Jumlah	256,40	259,55	515,95
			JKT

Kombinasi A dan B					
	B1	B2	B3	Jumlah	Kuadrat
A1	13,57	13,14	13,04	39,76	1580,59
A2	11,09	10,24	9,49	30,82	950,05
A3	8,54	7,84	7,22	23,60	556,98
Jumlah	33,20	31,23	29,75	94,18	3087,62
Kuadrat	1101,98	975,53	885,09	2962,60	JKA
					JKB

	Kuadrat			Jumlah
	184,17	172,78	170,07	527,02
	122,97	104,95	90,05	317,96
	72,86	61,54	52,13	186,53
	380,00	339,26	312,25	1031,51
				JKAB

a (baris)	3
b (kolom)	3
r (ulangan)	2

Rumus	Nama	Nilai
$FK/(a*b*r)$	FK	492,7704
JKT-FK	JKT	23,1794
(JKP/r) -FK	JKP	22,9861
$((JKA/(r*b))$ -FK	JKA	21,8334
$((JKB/(r*a))$ -FK	JKB	0,9957
$(JKAB/r)$ -FK-JKA-JKB	JK AB	0,1570
JKT-JKA-JKB-JKAB	JKG	0,1933

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	
Perlakuan	8	22,9861	2,8733	133,772	3,23	
A	2	21,8334	10,9167	508,254	4,25	BN
B	2	0,9957	0,4979	23,1792	4,25	BN
AB	4	0,1570	0,0393	1,8275	3,63	TBN
Galat	9	0,1933	0,0215			
Total	25	46,1655				

Lampiran F. Aktivitas antioksidan

Lampiran A.1 Aktivitas antioksidan Ampas Kopi

Kode Sampel	Ulangan	% Penghambatan	Rata – rata	SD
A1B1	1	81,113	82,3335	1,7
	2	83,554		
A1B2	1	80,178	80,6632	0,7
	2	81,149		
A1B3	1	80,505	79,8695	0,9
	2	79,234		
A2B1	1	79,991	80,6679	1,0
	2	81,345		
A2B2	1	79,944	79,8590	0,1
	2	79,774		
A2B3	1	77,934	78,8293	1,3
	2	79,725		
A3B1	1	74,521	75,3802	1,2
	2	76,240		
A3B2	1	74,614	73,4878	1,6
	2	72,361		
A3B3	1	70,921	70,2911	0,9
	2	69,661		

Lampiran A.2 Hasil Sidik Ragam ANNOVA Aktivitas Antioksidan Ampas Kopi

Uji sidik ragam					
Tingkat penyangraian	Suhu Penyeduhan	Ulangan		Jumlah	Kuadrat
		1	2		
A1	B1	81,11	83,55	164,67	27115,19
	B2	80,18	81,15	161,33	26026,21
	B3	80,50	79,23	159,74	25516,57
A2	B1	79,99	81,35	161,34	26029,23
	B2	79,94	79,77	159,72	25509,86
	B3	77,93	79,73	157,66	24856,27
A3	B1	74,52	76,24	150,76	22728,69
	B2	74,61	72,36	146,98	21601,83
	B3	70,92	69,66	140,58	19763,37
Jumlah		699,72	703,04	1402,76	219147,23
xi ²		489607,37	494270,43	1967744,56	JKP
jumlah xi ²		2951622,36		FK	

Kuadrat tiap ulangan			
	Ulangan		Jumlah
	1	2	
xi²	6579,27	6981,31	13560,58
	6428,46	6585,12	13013,58
	6481,04	6278,05	12759,09
	6398,50	6617,03	13015,53
	6391,03	6363,92	12754,95
	6073,65	6356,09	12429,74
	5553,35	5812,47	11365,82
	5567,29	5236,16	10803,45
	5029,79	4852,69	9882,48
	Jumlah	54502,37	55082,85
			JKT

Kombinasi A dan B					
	B1	B2	B3	Jumlah	Kuadrat
A1	164,67	161,33	159,74	485,73	235935,96
A2	161,34	159,72	157,66	478,71	229165,70
A3	150,76	146,98	140,58	438,32	192122,89
Jumlah	476,76	468,02	457,98	1402,76	657224,55
Kuadrat	227303,01	219042,81	209745,71	656091,53	JKA
				JKB	

	Kuadrat		Jumlah
27115,19	26026,21	25516,57	78657,97
26029,23	25509,86	24856,27	76395,36
22728,69	21601,83	19763,37	64093,89
75873,11	73137,91	70136,21	219147,23
			JKAB

a (baris)	3
b (kolom)	3
r (ulangan)	2

Rumus	Nama	Nilai
$FK/(a*b*r)$	FK	109319,1421
JKT-FK	JKT	266,0756
(JKP/r) -FK	JKP	254,4712
$((JKA/(r*b))$ -FK	JKA	218,2821
$((JKB/(r*a))$ -FK	JKB	29,4469
$(JKAB/r)$ -FK-JKA-JKB	JK AB	6,7422
JKT-JKA-JKB-JKAB	JKG	11,6044

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	
Perlakuan	8	254,4712	31,8089	24,6699	3,23	
A	2	218,2821	109,1411	84,6460	4,25	BN
B	2	29,4469	14,7234	11,4190	4,25	BN
AB	4	6,7422	1,6855	1,3073	3,63	TBN
Galat	9	11,6044	1,2894			
Total	25	520,5468				

Lampiran G. WHC (Water Holding Capacity)

Lampiran A.1 Rendemen Ampas Kopi

Kode Sampel	Ulangan	WHC (%)	Rata – rata	SD
A1B1	1	223,5351	223,5351	0,32
	2	223,3065		
A1B2	1	221,7039	221,3479	0,50
	2	220,9918		
A1B3	1	218,5286	218,8063	0,39
	2	219,0839		
A2B1	1	220,6356	220,4214	0,30
	2	220,2072		
A2B2	1	216,7200	216,5455	0,25
	2	216,3709		
A2B3	1	213,8996	213,6812	0,31
	2	213,4629		
A3B1	1	216,3503	216,6357	0,40
	2	216,9211		
A3B2	1	213,0241	212,6992	0,46
	2	212,3744		
A3B3	1	211,2686	210,9645	0,43
	2	210,6604		

Lampiran A.2 Hasil Sidik Ragam ANNOVA Rendemen Ampas Kopi

Uji sidik ragam					
Tingkat penyangraian	Suhu Penyeduhan	Ulangan		Jumlah	Kuadrat
		1	2		
A1	B1	223,76	223,31	447,07	199871,72
	B2	221,70	220,99	442,70	195979,52
	B3	218,53	219,08	437,61	191504,71
A2	B1	220,64	220,21	440,84	194342,37
	B2	216,72	216,37	433,09	187567,75
	B3	213,90	213,46	427,36	182638,67
A3	B1	216,35	216,92	433,27	187724,12
	B2	213,02	212,37	425,40	180963,85
	B3	211,27	210,66	421,93	178024,11
Jumlah		1955,89	1953,38	3909,27	1698616,82
xi ²		3825522,76	3815690,02	15282419,22	JKP
jumlah xi ²		22923631,99		FK	

Kuadrat tiap ulangan			
	Ulangan		Jumlah
	1	2	
xi²	50070,17	49865,80	99935,97
	49152,63	48837,39	97990,02
	47754,77	47997,74	95752,51
	48680,06	48491,21	97171,28
	46967,57	46816,37	93783,94
	45753,04	45566,39	91319,43
	46807,44	47054,78	93862,22
	45379,25	45102,89	90482,14
	44634,43	44377,81	89012,24
	Jumlah	425199,35	424110,38
			JKT

Kombinasi A dan B					
	B1	B2	B3	Jumlah	Kuadrat
A1	447,07	442,70	437,61	1327,38	1761933,44
A2	440,84	433,09	427,36	1301,30	1693371,72
A3	433,27	425,40	421,93	1280,60	1639933,57
Jumlah	1321,18	1301,19	1286,90	3909,27	5095238,73
Kuadrat	1745528,12	1693082,76	1656121,88	5094732,76	JKA
					JKB

	Kuadrat			Jumlah
199871,72	195979,52	191504,71	587355,95	
194342,37	187567,75	182638,67	564548,78	
187724,12	180963,85	178024,11	546712,08	
581938,21	564511,13	552167,48	1698616,82	
				JKAB

a (baris)	3
b (kolom)	3
r (ulangan)	2

Rumus	Nama	Nilai
$FK/(a*b*r)$	FK	849023,2898
JKT-FK	JKT	286,4378
(JKP/r) -FK	JKP	285,1187
$((JKA/(r*b))$ -FK	JKA	183,1656
$((JKB/(r*a))$ -FK	JKB	98,8369
$(JKAB/r)$ -FK-JKA-JKB	JK AB	3,1162
JKT-JKA-JKB-JKAB	JKG	1,3191

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel
					5%
Perlakuan	8	285,1187	35,6398	243,1566	3,23
A	2	183,1656	91,5828	624,8335	4,25
B	2	98,8369	49,4185	337,1627	4,25
AB	4	3,1162	0,7790	5,3151	3,63
Galat	9	1,3191	0,1466		
Total	25	571,5565			

BN
BN
BN

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

Tabel 8

db galat	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	3,2	3,34	3,41	3,47	3,5	3,52	3,52	3,52	3,52

Interaksi											
Perlakuan		A3B3	A3B2	A2B3	A2B2	A3B1	A1B3	A2B1	A1B2	A1B1	
		210,96	212,70	213,68	216,55	216,64	218,81	220,42	221,35	223,54	
A3B3	210,96	0,00									a
A3B2	212,70	1,73	0,00								a
A2B3	213,68	2,72	0,98	0,00							a
A2B2	216,55	5,58	3,85	2,86	0,00						b
A3B1	216,64	5,67	3,94	2,95	0,09	0,00					bc
A1B3	218,81	7,84	6,11	5,13	2,26	2,17	0,00				c
A2B1	220,42	9,46	7,72	6,74	3,88	3,79	1,62	0,00			d
A1B2	221,35	10,38	8,65	7,67	4,80	4,71	2,54	0,93	0,00		e
A1B1	223,54	12,57	10,84	9,85	6,99	6,90	4,73	3,11	2,19	0,00	f

Lampiran H. OHC (Oil Holding Capacity)

Lampiran A.1 Rendemen Ampas Kopi

Kode Sampel	Ulangan	OHC (%)	Rata – rata	SD
A1B1	1	166,8332	167,1348	0,43
	2	167,4364		
A1B2	1	161,4025	161,7638	0,51
	2	162,1251		
A1B3	1	158,6012	158,3618	0,34
	2	158,1224		
A2B1	1	162,3571	161,8942	0,65
	2	161,4313		
A2B2	1	155,7293	156,0894	0,51
	2	156,4496		
A2B3	1	150,4905	150,5136	0,03
	2	150,5366		
A3B1	1	153,1059	153,2155	0,16
	2	153,3252		
A3B2	1	149,6177	149,4939	0,18
	2	149,3702		
A3B3	1	143,8673	143,4838	0,54
	2	143,1003		

Lampiran A.2 Hasil Sidik Ragam ANNOVA Rendemen Ampas Kopi

Uji sidik ragam					
Tingkat penyangraian	Suhu Penyeduhan	Ulangan		Jumlah	Kuadrat
		1	2		
A1	B1	166,83	167,44	334,27	111736,14
	B2	161,40	162,13	323,53	104670,14
	B3	158,60	158,12	316,72	100313,83
A2	B1	162,36	161,43	323,79	104838,97
	B2	155,73	156,45	312,18	97455,66
	B3	150,49	150,54	301,03	90617,36
A3	B1	153,11	153,33	306,43	93900,01
	B2	149,62	149,37	298,99	89393,76
	B3	143,87	143,10	286,97	82350,41
Jumlah		1402,00	1401,90	2803,90	875276,29
xi ²		1965617,55	1965315,50	7861866,08	JKP
jumlah xi ²		11792799,13		FK	

Kuadrat tiap ulangan			
	Ulangan		Jumlah
	1	2	
xi²	27833,30	28034,95	55868,25
	26050,78	26284,55	52335,33
	25154,33	25002,69	50157,03
	26359,84	26060,07	52419,91
	24251,63	24476,47	48728,09
	22647,41	22661,28	45308,68
	23441,42	23508,61	46950,03
	22385,46	22311,45	44696,91
	20697,81	20477,69	41175,50
	Jumlah	218821,97	218817,77
			JKT

Kombinasi A dan B					
	B1	B2	B3	Jumlah	Kuadrat
A1	334,27	323,53	316,72	974,52	949690,78
A2	323,79	312,18	301,03	936,99	877958,78
A3	306,43	298,99	286,97	892,39	796353,84
Jumlah	964,49	934,69	904,72	2803,90	2624003,40
Kuadrat	930239,26	873653,70	818515,34	2622408,30	JKA
				JKB	

	Kuadrat		Jumlah
111736,14	104670,14	100313,83	316720,11
104838,97	97455,66	90617,36	292912,00
93900,01	89393,76	82350,41	265644,18
310475,12	291519,57	273281,60	875276,29
			JKAB

a (baris)	3
b (kolom)	3
r (ulangan)	2

Rumus	Nama	Nilai
$FK/(a*b*r)$	FK	436770,3380
JKT-FK	JKT	869,4041
(JKP/r) -FK	JKP	867,8086
$((JKA/(r*b))$ -FK	JKA	563,5620
$((JKB/(r*a))$ -FK	JKB	297,7127
$(JKAB/r)$ -FK-JKA-JKB	JK AB	6,5339
JKT-JKA-JKB-JKAB	JKG	1,5955

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel
					5%
Perlakuan	8	867,8086	108,4761	611,9095	3,23
A	2	563,5620	281,7810	1589,5160	4,25
B	2	297,7127	148,8564	839,6932	4,25
AB	4	6,5339	1,6335	9,2144	3,63
Galat	9	1,5955	0,1773		
Total	25	1737,2127			

BN
BN
BN

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

Tabel 8

db galat	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	3,2	3,34	3,41	3,47	3,5	3,52	3,52	3,52	3,52

Interaksi										
Perlakuan		A3B3	A3B2	A2B3	A3B1	A2B2	A1B3	A1B2	A2B1	A1B1
		143,484	149,49	150,51	153,22	156,09	158,36	161,76	161,89	167,13
A3B3	143,484	0,00								
A3B2	149,494	6,01	0,00							
A2B3	150,514	7,03	1,02	0,00						
A3B1	153,216	9,73	3,72	2,70	0,00					
A2B2	156,089	12,61	6,60	5,58	2,87	0,00				
A1B3	158,362	14,88	8,87	7,85	5,15	2,27	0,00			
A1B2	161,764	18,28	12,27	11,25	8,55	5,67	3,40	0,00		
A2B1	161,894	18,41	12,40	11,38	8,68	5,80	3,53	0,13	0,00	
A1B1	167,135	23,65	17,64	16,62	13,92	11,05	8,77	5,37	5,24	0,00

a
b
cd
d
e
f
g
h
i

Lampiran I. Standart Warna Kopi Sangrai

Perlakuan	L	rata - rata	STDEV
Light	42,9	43,5	0,9
	42,2		
	43,9		
	43,7		
	44,6		
Medium	38,8	38,4	0,7
	37,6		
	38,6		
	39,3		
	37,9		
Dark	34,6	34,9	0,6
	34,9		
	35,5		
	34,0		
	35,4		

Lampiran J. Warna Kopi Sangrai (Sampel)

Perlakuan	Ulangan	L	Rata-rata	Rata-rata	STDEV
Light	U1	42,4	43,2	43,0	0,3
		43,1			
		43,8			
		42,2			
		44,5			
	U2	42,4			
		44,0			
		42,8	42,7		
		41,9			
		42,6			
38,1	38,3				
39,6					
U1		37,1			
		38,5			
		38,3	38,0		
		37,2			
		38,6			
U2		37,1		37,7	
		38,4			
		37,0			
	34,2				
	36,5				
Dark	U1	35,6	34,9	34,7	0,2
		34,2			
		33,8			
		33,9			
		35,2			
	U2	35,4	34,5		
		33,6			
		34,6			

Lampiran K. Kadar Air Ampas Kopi

Perlakuan	Berat awal	Berat akhir	KA
A1B1	2,009	1,863	7,22
A1B2	2,006	1,863	7,18
A1B3	2,004	1,860	7,13
A2B1	2,000	1,861	6,95
A2B2	2,005	1,867	6,88
A2B3	2,003	1,868	6,73
A3B1	2,013	1,877	6,71
A3B2	2,010	1,869	6,70
A3B3	2,005	1,872	6,63

Lampiran L. Dokumentasi Penelitian Ampas Kopi



Proses Penyangraian



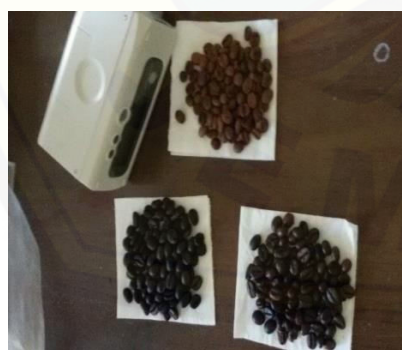
Penyangraian *light*



Penyangraian *medium*



Penyangraian *dark*



Pengujian warna
(*Colour reader*)



Pengayakan *60 mesh*



Penyeduhan pada suhu
80, 90 dan 100°C



Ampas kopi penyangraian *light*



Ampas kopi
penyangraian *medium*



Ampas kopi
penyangraian *dark*



Pengujian kadar abu
ampas kopi



Pengujian kadar lemak
ampas kopi



Pengujian kadar protein ampas kopi



Pengujian total polifenol ampas kopi



Pengujian aktivitas antioksidan ampas kopi



Pengujian OHC dan WHC ampas kopi