

**STUDI KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA BIJI KOPI HIJAU ARABIKA,
ROBUSTA DAN EKSELSA NATURAL PADA TINGKAT MUTU YANG
BERBEDA**

**STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF NATURAL
GREEN COFFEE BEANS (ARABICA, ROBUSTA AND EXCELSA)
AT DIFFERENT LEVELS QUALITY.**

Heddalina Sitorus

NIM. 155100101111039

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pertanian



Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Brawijaya

Jl. Veteran Malang, 65145



**STUDI KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA BIJI KOPI HIJAU ARABICA, ROBUSTA
DAN EKSELSA NATURAL PADA TINGKAT MUTU YANG BERBEDA**

**STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF NATURAL
GREEN COFFEE BEANS (ARABICA, ROBUSTA AND EXCELSA)
AT DIFFERENT LEVELS QUALITY.**

Heddalina Sitorus
NIM. 155100101111039

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian



Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Brawijaya

Jl. Veteran Malang, 65145



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Studi Karakteristik Fisikokimia Biji Kopi Hijau Arabika, Robusta dan Ekselsa Natural Pada Tingkat Mutu Yang Berbeda

Nama Mahasiswa : Heddalina Sitorus

NIM : 155100101111039

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing I,



Wenny Bektu Sunarharum, STP., M.Food.St., Ph.D

NIP. 19820405 2008012015

Tanggal Persetujuan : 06 Mei 2019



LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Studi Karakteristik Fisikokimia Biji Kopi Hijau Arabika, Robusta dan Ekselsa Natural Pada Tingkat Mutu Yang Berbeda

Nama Mahasiswa : Heddalina Sitorus

NIM : 155100101111039

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji I,



Kiki Fibrianto, STP., M.Phil., Ph.D

NIP. 198202062005011001

Dosen Penguji II,



Indria Purwantiningrum, STP., M.Si

NIP. 197910172005012001

Dosen Pembimbing,



Wenny Bekti Sunarharum, STP., M.Food.St., Ph.D

NIP. 19820405 2008012015

Ketua Jurusan,



Prof. Dr. Teti Estiasih, STP., MP.

NIP. 19701226 200212 2 001

Tanggal Lulus:



“Hal terbaik untuk menghormati hidup adalah menghargai dan menikmati waktu”



Puji Tuhan, Waktu-Nya selalu yang terbaik...

Sebuah karya kecil ini aku persembahkan untuk kedua orangtuaku, adik dan kakak tersayang...



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Heddalina Sitorus

NIM : 155100101111039

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul Tugas Akhir : Studi Karakteristik Fisikokimia Biji Kopi Hijau Arabika,
Robusta dan Ekselsa Natural Pada Tingkat Mutu Yang
Berbeda

Menyatakan bahwa,

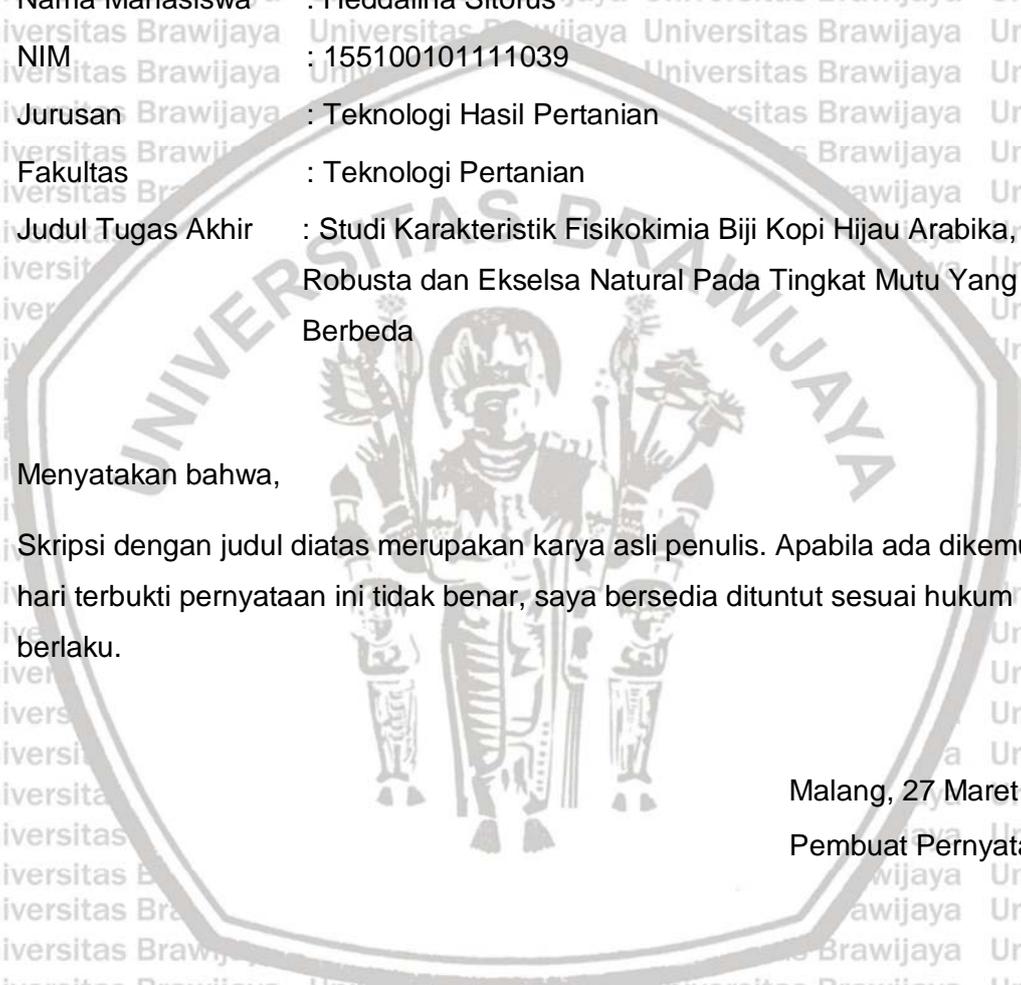
Skripsi dengan judul diatas merupakan karya asli penulis. Apabila ada dikemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 27 Maret 2019

Pembuat Pernyataan,

Heddalina Sitorus

NIM 155100101111039



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan YME atas segala berkat dan rahmatNYA sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir sarjana Teknologi Pangan dengan judul "**Studi Karakteristik Fisikokimia Biji Kopi Hijau Arabika, Robusta dan Ekselsa Natural Pada Tingkat Mutu Yang Berbeda**". Penulis berharap tugas akhir ini dapat memperkaya wawasan serta dapat memberikan kontribusi dalam ilmu pengetahuan khususnya di bidang Pangan. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah turut membantu hingga penulisan tugas akhir ini selesai, tanpa bantuan dan semangat yang diberikan tidaklah mungkin bagi penulis dapat menyelesaikan penelitian ini tepat pada waktunya. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Ayahanda T. Sitorus dan Ibunda Besti Limbong yang telah mencurahkan segala doa, semangat dan kasih sayangnya pada penulis selama ini.
2. Kakak Rita Maria Rosana Sitorus dan Adik Risdayani Sitorus yang selalu setia memberikan dukungan dan doa dari jarak jauh.
3. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Prof. Dr. Teti Estiasih, STP, MP yang telah membimbing penulis menuntut ilmu di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Ibu Wenny Bekti Sunarharum, STP., M.Food.St.,Ph.D selaku dosen pembimbing telah sabar membimbing, memotivasi, dan memberikan ilmu kepada penulis.
5. Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Dr. Ir. Imam Santoso, MP beserta staf pengajar Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
6. Teman Penelitian, Rara yang telah berjuang bersama menyelesaikan penelitian ini.
7. Sahabat-sahabat Lintang, Nisa, Delilla, Meshha, Tita dan Zhafa yang selalu memberikan semangat pada penulis untuk segera menyelesaikan penelitian ini.
8. Teman seperantauan dari Bogor, yang telah sabar dan setia memberi motivasi dan semangat untuk menyelesaikan penelitian ini.
9. Teman-teman KMK FTP UB angkatan 2015 yang selalu menemani dan memberi semangat.
10. Teman-teman THP angkatan 2015 yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

11. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir dan telah mendoakan suksesnya tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan tugas akhir ini.

Malang, 20 April 2019

Penulis

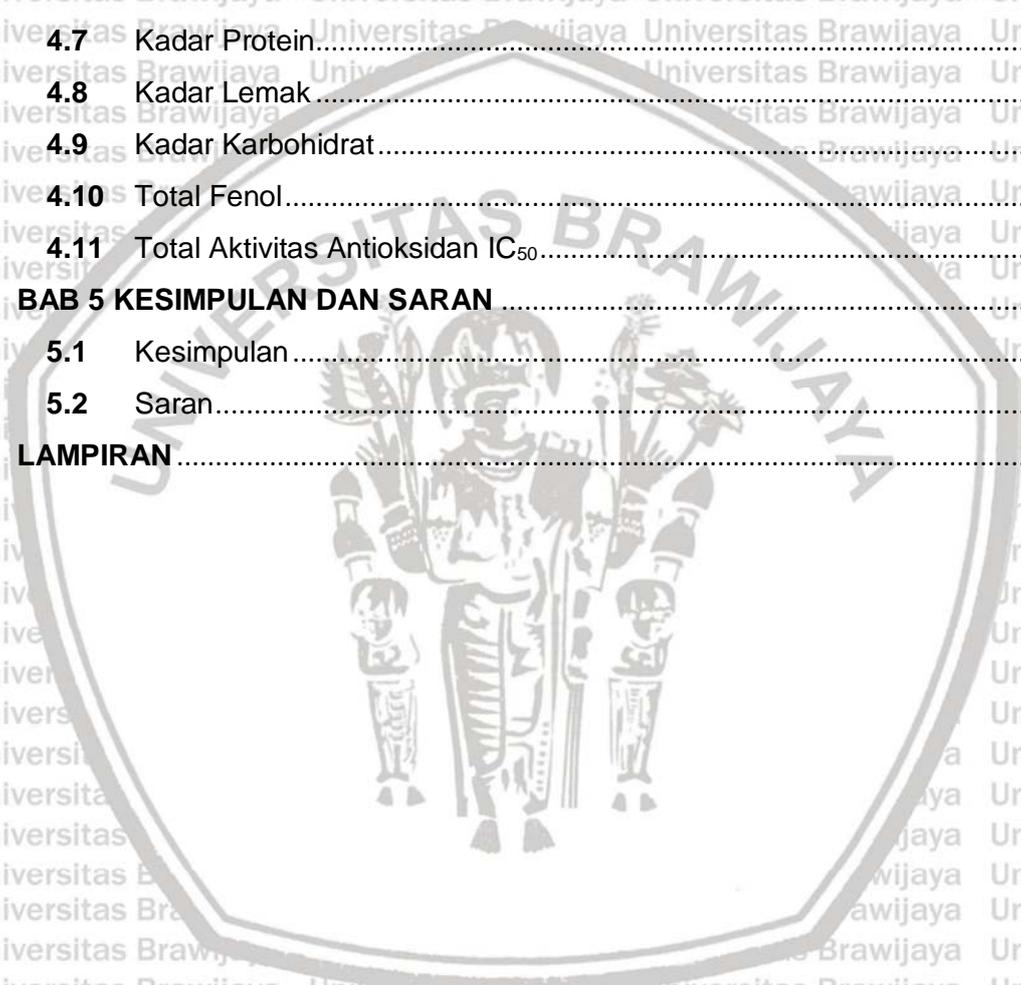


DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP	1
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
KATA PENGANTAR	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Rumusan Masalah	17
1.3 Tujuan Penelitian	18
1.4 Manfaat	18
1.5 Hipotesis	18
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	19
2.1 Kopi	19
2.2 Kopi Hijau	21
2.3 Jenis Tanaman Kopi	23
2.4 Proses Pengolahan Buah Kopi	25
2.5 Mutu Kopi	30
2.6 Antioksidan	31
2.7 Penentuan Senyawa Antioksidan Metode DPPH IC ₅₀	34
2.8 Pengukuran Total Fenol Metode Folin-Ciocalteu	35
2.9 Spektrofotometer UV-Vis	36
BAB 3 METODE PENELITIAN	37
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.2 Alat dan Bahan	37
3.3 Metode Penelitian	37
3.4 Pelaksanaan Penelitian	38
3.5 Analisis Data	40
3.6 Diagram Alir Penelitian	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	42



4.1	Ukuran.....	42
4.2	Densitas.....	43
4.3	Derajat Keasaman (pH).....	46
4.4	Warna.....	48
4.5	Kadar Air.....	54
4.6	Kadar Abu.....	57
4.7	Kadar Protein.....	60
4.8	Kadar Lemak.....	62
4.9	Kadar Karbohidrat.....	65
4.10	Total Fenol.....	68
4.11	Total Aktivitas Antioksidan IC ₅₀	70
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran.....	75
LAMPIRAN		84



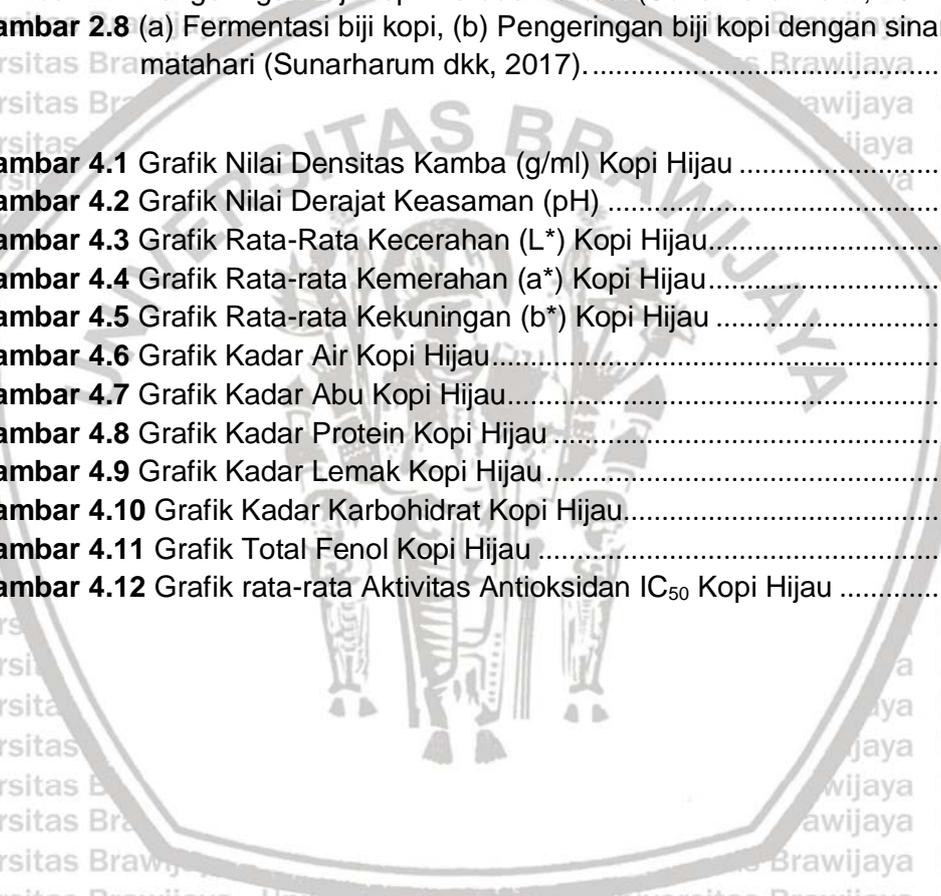
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Biji Kopi Arabika dan Robusta	22
Tabel 2.2 Spesifikasi Persyaratan Mutu Biji Kopi	31
Tabel 2.3 Tingkat Aktivitas Antioksidan Penggolongan Nilai IC ₅₀	35
Tabel 3.1 Kombinasi 2 Faktor (Jenis dan Kualitas Kopi).....	38
Tabel 4.1 Perbedaan Ukuran Biji Kopi.....	42
Tabel 4.2 Rerata Densitas Biji Kopi Hijau Akibat Interaksi Kedua Faktor.....	45
Tabel 4.3 Perbedaan Derajat Keasaman (pH) Akibat Perbedaan Jenis kopi	47
Tabel 4.4 Perbedaan Derajat Keasaman (pH) Akibat Perbedaan Kualitas Kopi	47
Tabel 4.5 Rerata Nilai Kecerahan (L*) Akibat Perbedaan Jenis kopi.....	49
Tabel 4.6 Rerata Nilai Kecerahan (L*) Akibat Perbedaan Kualitas Kopi	50
Tabel 4.7 Rerata Nilai Kekuningan (b*) Biji Kopi Hijau Akibat Interaksi Kedua Faktor	53
Tabel 4.8 Rerata Kadar Air Biji Kopi Hijau Akibat Interaksi Kedua Faktor.....	56
Tabel 4.9 Rerata Kadar Abu Akibat Perbedaan Jenis Kopi	58
Tabel 4.10 Rerata Kadar Abu Akibat Perbedaan Kualitas	59
Tabel 4.11 Rerata Kadar Protein Akibat Perbedaan Jenis Kopi.....	61
Tabel 4.12 Rerata Kadar Protein Akibat Perbedaan Kualitas	62
Tabel 4.13 Rerata Kadar Lemak Akibat Perbedaan Jenis Kopi	63
Tabel 4.14 Rerata Kadar Lemak Akibat Perbedaan Kualitas	64
Tabel 4.15 Rerata Kadar Karbohidrat Akibat Perbedaan Jenis Kopi	66
Tabel 4.16 Rerata Kadar Karbohidrat (by difference) Akibat Perbedaan Kualitas.....	67
Tabel 4.17 Rerata Nilai Total Fenol Akibat Perbedaan Jenis kopi	69
Tabel 4.18 Rerata Nilai Total Fenol Akibat Perbedaan Kualitas Kopi	70
Tabel 4.19 Rerata Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ Akibat Perbedaan Jenis kopi	72
Tabel 4.20 Rerata Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ Akibat Perbedaan Kualitas Kopi.....	73



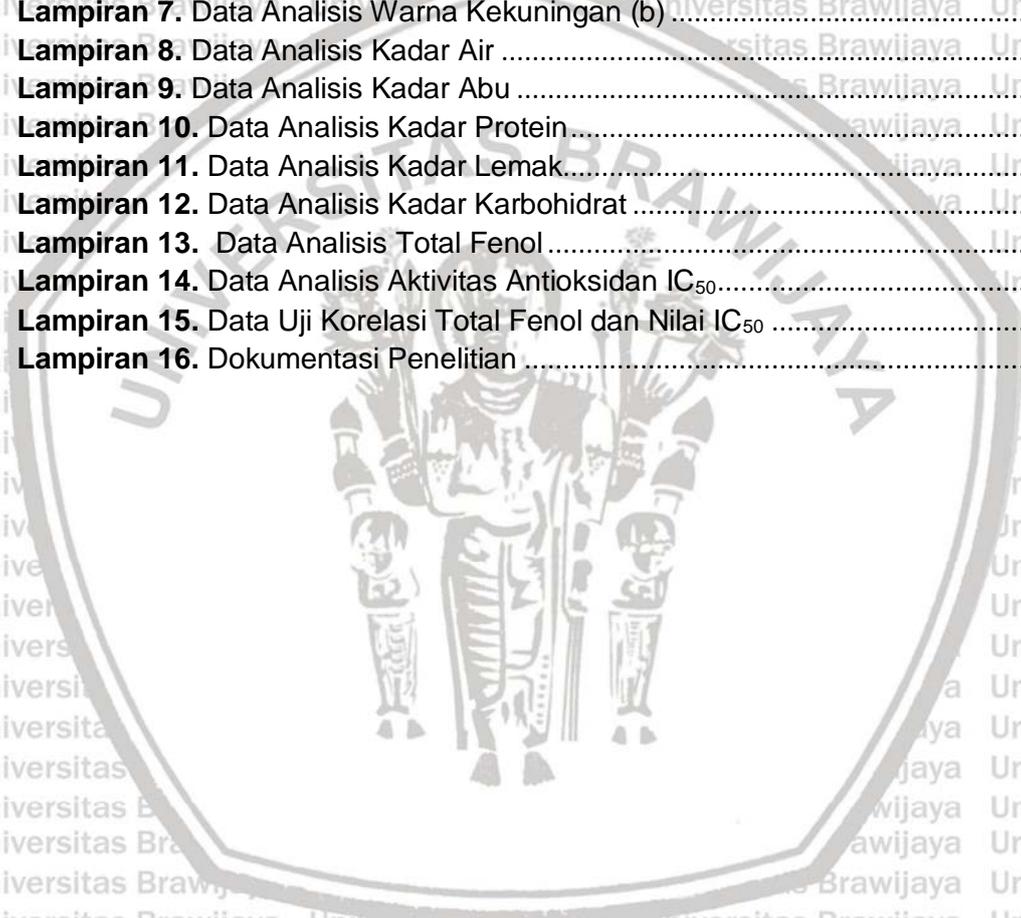
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Buah Kopi (Sunarharum dkk, 2017)	21
Gambar 2.2 Biji Kopi Hijau.....	21
Gambar 2.3 Kopi Arabika (Prastowo dkk, 2010).	23
Gambar 2.4 Kopi Robusta (Prastowo dkk, 2010).	24
Gambar 2.5 Kopi Liberika (Gusfarina, 2014).	24
Gambar 2.6 Buah Kopi Ekselsa (Udarno & Setiyono, 2015).....	25
Gambar 2.7 Pengeringan Biji Kopi Metode Natural (Sunarharum dkk, 2017).	27
Gambar 2.8 (a) Fermentasi biji kopi, (b) Pengeringan biji kopi dengan sinar matahari (Sunarharum dkk, 2017).....	28
Gambar 4.1 Grafik Nilai Densitas Kamba (g/ml) Kopi Hijau	44
Gambar 4.2 Grafik Nilai Derajat Keasaman (pH)	46
Gambar 4.3 Grafik Rata-Rata Kecerahan (L*) Kopi Hijau.....	49
Gambar 4.4 Grafik Rata-rata Kemerahan (a*) Kopi Hijau.....	51
Gambar 4.5 Grafik Rata-rata Kekuningan (b*) Kopi Hijau	52
Gambar 4.6 Grafik Kadar Air Kopi Hijau.....	55
Gambar 4.7 Grafik Kadar Abu Kopi Hijau.....	57
Gambar 4.8 Grafik Kadar Protein Kopi Hijau	60
Gambar 4.9 Grafik Kadar Lemak Kopi Hijau.....	63
Gambar 4.10 Grafik Kadar Karbohidrat Kopi Hijau.....	65
Gambar 4.11 Grafik Total Fenol Kopi Hijau	68
Gambar 4.12 Grafik rata-rata Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ Kopi Hijau	71



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Analisis	84
Lampiran 2. Data Analisis Ukuran Biji Kopi	89
Lampiran 3. Data Analisis Densitas Kamba	90
Lampiran 4. Data Analisis Derajat Keasaman (pH)	91
Lampiran 5. Data Analisis Warna Kecerahan (L)	92
Lampiran 6. Data Analisis Warna Kehijauan (a)	93
Lampiran 7. Data Analisis Warna Kekuningan (b)	94
Lampiran 8. Data Analisis Kadar Air	95
Lampiran 9. Data Analisis Kadar Abu	96
Lampiran 10. Data Analisis Kadar Protein	97
Lampiran 11. Data Analisis Kadar Lemak	98
Lampiran 12. Data Analisis Kadar Karbohidrat	99
Lampiran 13. Data Analisis Total Fenol	101
Lampiran 14. Data Analisis Aktivitas Antioksidan IC ₅₀	103
Lampiran 15. Data Uji Korelasi Total Fenol dan Nilai IC ₅₀	108
Lampiran 16. Dokumentasi Penelitian	109



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas penting yang diperdagangkan secara luas di Indonesia bahkan dunia. Menurut *International Coffee Organization* (2018), jumlah konsumsi kopi di dunia meningkat setiap tahunnya sebesar 2,21%.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi terbesar ketiga di dunia setelah Brazil dan Vietnam dengan menyumbang sekitar 6% dari produksi total kopi dunia. Selain itu, Indonesia juga merupakan pengekspor kopi terbesar keempat dunia dengan pangsa pasar sekitar 11% di dunia (Raharjo, 2013).

Secara garis besar, terdapat empat jenis kopi yaitu Robusta, Arabika, Liberika, dan Ekselsa. Namun, yang paling banyak dibudidayakan adalah kopi jenis Arabika dan Robusta. Kopi Arabika terkenal memiliki kualitas mutu dan rasa terbaik dengan keasaman yang lebih tinggi dibandingkan kopi Robusta yang secara umum memiliki nilai pasar yang lebih rendah. Adapula jenis kopi Ekselsa yang secara taksonomi tergolong dalam kelompok Liberika namun berbeda dengan kopi Arabika dan Robusta (Dinas Perkebunan Provinsi Jambi dan Puslitkoka, 2013). Kopi Ekselsa memiliki citarasa yang lebih pahit dibandingkan kopi liberika. Keberadaannya masih jarang di Indonesia namun memiliki potensi berkembang karena rasa yang unik dan disukai masyarakat.

Salah satu permasalahan kopi di Indonesia adalah karakterisasi kualitas atau mutu kopi (Sunarharum *et al*, 2014). Mutu kopi dipengaruhi oleh beberapa proses dari penanaman hingga pengolahannya. Proses pengolahan pasca panen kopi yaitu Natural, Honey, Semi Basah dan Basah. Dari beberapa proses tersebut, metode natural merupakan metode yang paling sederhana, dimana buah kopi dibiarkan kering secara alami menggunakan sinar matahari lalu digiling serta dipisahkan dari kulit dan daging buah yang sudah kering. Proses ini banyak dipilih oleh petani selain karena prosesnya yang sederhana, namun juga akan menghasilkan karakteristik spesifik yang kompleks termasuk citarasa buah-buahan dan wine pada kopi yang dihasilkan (Sunahrarum dkk, 2017). Akan tetapi, proses ini menghasilkan biji kopi cacat yang lebih banyak sehingga diperlukan kontrol.

Kopi mengandung banyak komponen bioaktif yang berperan sebagai antioksidan seperti kafein, polifenol dan sterol. Senyawa polifenol merupakan antioksidan yang memiliki aktivitas antioksidan 10 kali lebih tinggi dibandingkan

vitamin C dan 100 kali lebih tinggi dibandingkan vitamin E dan karotenoid (Pallegrini, N., *et al.*, 2003; Carelsen, M.H., *et al.*, 2010). Setiap jenis kopi juga memiliki jumlah komposisi kimia yang berbeda. Hal ini dipengaruhi juga oleh kondisi lingkungan untuk tumbuh, tempat penyimpanan, status kecacatan biji, dan sebagainya. Oleh karena itu, biji kopi hasil pengolahan pasca-panen kemudian disortasi untuk memisahkan kualitas biji cacat dan tidak cacat (normal) yang dapat mempengaruhi kualitas akhir produk. Proses penyangraian merupakan proses pengolahan sebelum kopi dapat dikonsumsi. Namun, proses yang melibatkan panas tersebut dapat menyebabkan penurunan senyawa aktif fenol pada biji kopi. Kualitas mutu kopi dipengaruhi jenis pengolahan pasca-panen seperti pengolahan metode basah (*washed*) yang melibatkan proses fermentasi sehingga membentuk kualitas yang berbeda dengan kopi hasil pengolahan kering (*Natural*). Kopi jenis Arabika, Robusta dan Ekselsa dengan pengolahan metode kering (*Natural*), dipilih menjadi obyek penelitian karena memiliki potensi pertumbuhan yang baik di Indonesia dengan metode pengolahan yang sederhana.

Kopi hijau dianggap sebagai sumber perdagangan internasional dan kualitasnya ditentukan dari berbagai kriteria, termasuk ukuran biji, warna, bentuk, metode pengolahan, waktu panen serta kualitas rasa serta aroma. Secara visual, ciri-ciri kualitas biji kopi rusak dapat dengan mudah dideteksi misalnya dari kenampakan biji yang hitam, tidak matang, berlubang atau pecah (Franca *et al.*, 2008). Biji kopi cacat ini juga diduga memiliki karakteristik fisikokimia yang berbeda dengan biji kopi normal (tidak cacat). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan jenis kopi Arabika, Robusta dan Ekselsa Indonesia dengan mengeksplorasi perbedaan karakteristik fisikokimia biji kopi hijau dengan mutu yang berbeda yaitu cacat dan normal (tidak cacat).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yang akan diteliti yaitu :

1. Apakah perbedaan karakteristik fisikokimia biji kopi hijau jenis Arabika, Robusta dan Ekselsa ?
2. Apakah perbedaan karakteristik fisikomia pada biji kopi hijau kualitas cacat dan normal ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbedaan karakteristik fisikokimia. jenis biji kopi hijau Arabika, Robusta dan Ekselsa.
2. Mengetahui perbedaan karakteristik fisikokimia biji kopi hijau cacat dan normal.

1.4 Manfaat

Pada penelitian ini, diharapkan dapat memberikan informasi pada peneliti, pembaca dan masyarakat mengenai karakteristik fisik dan kimia kopi hijau jenis Arabika, Robusta dan Ekselsa, sehingga masyarakat dapat mengetahui perbedaan karakteristik jenis kopi dan dapat membedakan biji kopi cacat dan tidak cacat. Hasil penelitian ini bersama dengan penelitian selanjutnya dapat digunakan sebagai masukan penanda mutu/parameter dalam grading mutukopi dan untuk kontrol mutu kopi.

1.5 Hipotesis

Jenis kopi dengan kategori mutu yang berbeda memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisikokimia pada kopi Arabika, Robusta dan Ekselsa.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi

Sejarah menunjukkan bahwa kopi bukan berasal dari Indonesia melainkan dari benua Afrika. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi kualitas terbaik selain negara Brazil dan Vietnam. Bibit kopi arabika pertama kali ditanam pada zaman kolonial Belanda, sekitar tahun 1600-an. Pada tahun 1711, melalui perusahaan dagang belanda yaitu VOC (*Vereenigde Oostindische Compagnie*), kopi dari pulau Jawa pertama kali di ekspor ke Benua Eropa. Perdagangan kopi Indonesia sempat dimonopoli oleh VOC pada tahun 1725 hingga 1780. Penanaman kopi di Indonesia mulai dilakukan oleh perusahaan-perusahaan kecil pada tahun 1920 dan areal perkebunan kopi berkembang yakni mencakup area luar Jawa, seperti Aceh, Lampung, Sumatera Selatan, Sumatera Barat, Sumatera Utara dan daerah lainnya (Anggara & Marini, 2011).

Kopi berdasarkan budidayanya terdapat dua jenis kopi yang banyak dibudidayakan di dunia yaitu kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) dan kopi Robusta (*Coffea canephora var robusta*). Namun adapula kopi ekselsa (*Coffea excelsa*) yang tergolong sub-seksi *Pachycoffea*, satu kelompok dengan kopi Liberika (*Coffea liberica*) yang hingga saat ini masih di budidayakan di dataran Indonesia. Kelompok kopi yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan hingga saat ini mampu memasok sebagian besar pedanggangan dunia yaitu kopi Arabika dan kopi Robusta. Sedangkan kopi Liberika dan Ekselsa diproduksi dengan skala terbatas yaitu 2% di dunia terutama di Afrika Barat dan Asia (Raharjo, 2013).

Sistematika tanaman kopi menurut *Integrated Taxonomic Information System* (2011) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Tracheophyta
 Subdivisi : Spermatophyta
 Infradivisi : Angiospermae
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Gentianals
 Famili : Rubiaceace
 Genus : Coffea

Spesies :

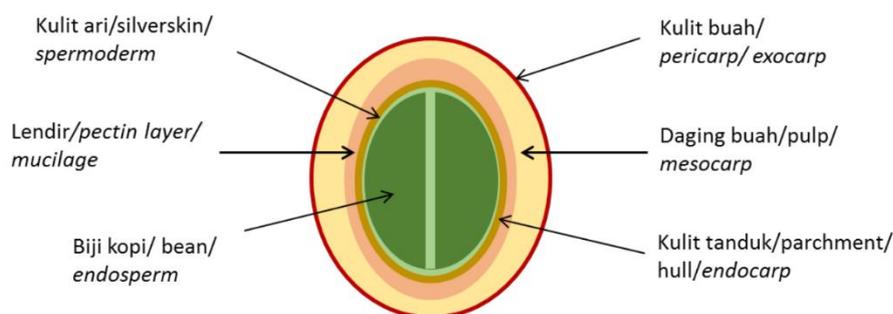
- Kopi Robusta : *Coffea canephora* Peirre ex Froehner
- Kopi Arabika : *Coffea arabica* L.
- Kopi Liberika : *Coffea liberica* Bull ex Hiern
- Kopi Ekselsa : *Dewevrei coffea*

Kopi robusta dengan kandungan kafein yang tinggi, aroma yang kuat dan lebih netral banyak dipilih untuk diproduksi menjadi kopi instan. Pengolahan biji kopi Robusta menjadi bentuk bubuk juga mempengaruhi komposisi kimia kopi bubuk Robusta.

Kopi memiliki banyak kandungan kimiawi pada bijinya seperti karbohidrat, senyawa nitrogen (protein, asam amino bebas, kafein, trigonelin), lemak (minyak kopi) mineral, asam dan ester (asam klorogenat, asam kuintat). Adapun senyawa-senyawa seperti asam klorogenat, kafein, trigonelin memiliki peranan penting untuk membentuk aroma kopi (Farah, 2012). Beberapa manfaat kopi bagi kesehatan seperti mengurangi sakit kepala karena aroma kopinya, kafein dapat mencegah gigi berlubang, kaya akan antioksidan, mencegah penyakit parkinson dan diabetes serta merangsang kerja otak.

Dapat dilihat pada **Gambar 2.1** buah kopi terdiri dari dua bagian utama yaitu *pericarp* dan biji. *Pericarp* terdiri dari beberapa bagian yaitu kulit ceri/*exocarp* yang merupakan bagian terluar dari buah ceri kopi yang berwarna hijau karena adanya kloroplas dan akan menjelma menjadi merah saat buah sudah siap panen (De Castro and Maraccini, 2006). Kemudian terdapat daging buah/pulp/*mesocarp* yang memiliki rasa manis dan dapat dihilangkan dengancara pulping (Borem, 2008). Selanjutnya terdapat bagian kulit tanduk/*endocarp* yang tersusun atas selulosa dan hemiselulosa serta dapat mengeras selama pematangan buah kopi, hal tersebut membatasi ukuran akhir dari biji kopi. Kemudian terdapat lapisan lendir/layer/mucilage adalah lapisan yang lengket dan melekat pada kulit ceri bagian dalam dan sebagai penyubur buah ceri yang sedang berkembang sebelum matang (Borem, 2008). Terdapat bagian dari biji yang merupakan lapisan perak/*silver skin* merupakan lapisan tipis paling dekat dengan biji kopi hijau dan dapat hancur saat proses penyangraian karena tidam tahan pada suhu tinggi.

Terakhir adalah biji kopi/*bean/endosperm* yang dapat diambil manfaatnya untuk diolah menjadi bubuk kopi dengan berat kering 49,42% dari buah gelondong (Yusianto, 2005; Sunarharum dkk, 2017).



Gambar 2.1 Struktur Buah Kopi (Sunarharum dkk, 2017)

2.2 Kopi Hijau

Kopi Hijau (*Green Coffee*) merupakan kopi yang sudah melewati proses pengupasan namun tidak melewati proses *roasting* atau peyangraian (Rahardjo, 2012). Setiap jenis kopi memiliki perbedaan diantaranya iklim ideal untuk tumbuh, nutrisi saat pertumbuhan dan proses pengolahannya yang dapat mempengaruhi aspek fisik dan komposisi kimia. Kopi hijau memiliki manfaat kesehatan yang lebih baik dibandingkan kopi hitam atau kopi sangrai (Farhaty, 2017). Senyawa yang berperan aktif pada kopi hijau adalah kafein, senyawa fenolik, dengan asam klorogenat (Clifford MN, 1999). Senyawa aktif asam klorogenat pada kopi hijau merupakan salah satu antioksidan terkuat yang memiliki pengaruh positif terhadap kesehatan misalnya, meningkatkan detoksifikasi enzim yang dapat menghambat aktifitas enzim yang menghasilkan karsinogen (Glei *et al.*, 2006), serta dapat melindungi protein dari kerusakan oksidatif, antibakteri dan penghambat partikel virus.



Gambar 2.2 Biji Kopi Hijau

Sejak tahun enam puluhan, jumlah produksi kopi hijau di dunia semakin meningkat dengan total produksi bervariasi antara 4,2 dan 7-juta ton, antara 1960 dan beberapa dekade terakhir. Selain itu, jumlah konsumsi kopi hijau di dunia

semakin meningkat sejak tahun 1990an, stabil pada 7 juta ton per tahunnya (ICO, 2019). Kopi mengandung ribuan komponen kimia dengan karakteristik yang berbeda-beda. Setiap jenis biji kopi memiliki komponen kimia yang berbeda dan dipengaruhi oleh faktor luar seperti lingkungan tempat tumbuh, tingkat kematangan dan kondisi penyimpanan. Proses penyangraian kopi dapat merubah komponen yang labil menjadi bentuk komponen yang kompleks (Clarke dan Macrae, 1987). Komposisi kimia yang terkandung dalam biji kopi Arabika dan Robusta sebelum dan setelah disangrai dalam %bobot kering dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Biji Kopi Arabika dan Robusta

Komponen	Arabika Green	Arabika Roasted	Robusta Green	Robusta Roasted
Mineral	3,0-4,2	3,5-4,5	4,0-4,5	4,6-5,0
Kafeine	0,9-1,2	1,0	1,6-2,4	2,0
Trigonelline	1,0-1,2	0,5-1,0	0,6-0,75	0,3-0,6
Lipid	12,0-18,0	14,5-20,0	9,0-13,0	11,0-16,0
Total asam klorogenat	5,5-8,0	1,2-2,3	7,0-10,0	3,9-6,0
Asam alifatik	1,5-2,0	1,0-1,50	1,5	1,0-1,5
Asam amino	2,0	0	-	-
Protein	11,0-13,0	13,0-15,0	-	16,0-17,0
Asam humin	16,0-17,0	16,0-17,0	-	16,0-17,0

Sumber: Clarke dan Macrae (1987).

Di samping kelebihanannya, kopi hijau juga memiliki rasa dan aroma yang rendah dibandingkan kopi sangrai, hal ini terbukti karena proses penyangraian mengakibatkan senyawa volatile pada biji kopi menguap sehingga menghasilkan aroma kopi khas yang disukai masyarakat. Selain itu, kekurangan kopi hijau, mengingat kopi hijau tidak melalui proses penyangraian sehingga kadar air pada biji masih tinggi sehingga dapat dengan mudah mengalami perubahan warna, berat jenis dan dinding sel, serta dapat mengakibatkan kerusakan akibat mikroorganisme seperti kapang (*Aspergillus flavus*, *Aspegillus achaceus*, *Aspegillus Niger*, dll) yang dapat menghasilkan racun/micotoxin berupa *ochratoxin* yang bersifat karsinogenik dan dapat menyerang enzim sehingga merusak sistem metabolisme manusia.

2.3 Jenis Tanaman Kopi

2.3.1 Tanaman Kopi Arabika

Tanaman kopi Arabika dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian 700-1.700 meter dari permukaan laut dengan suhu 16-20° dan beriklim kering tiga bulan secara berturut-turut. Kopi arabika menguasai 70% pasar kopi dunia dan telah dibudidayakan di berbagai negara, terutama di negara beriklim tropis atau subtropis. Tinggi tanaman kopi arabika yaitu 7-12 meter. Adapula kelemahan tanaman kopi arabika yaitu rentan terhadap penyakit karat daun *Hemelia vastatrix* (Anggara & Marini, 2011). Perbungaan dari tanaman kopi arabika dilakukan setelah hujan pertama dan pematangan buah memerlukan periode kering hingga 5 bulan serta rentang pH optimumnya pada 5,4 – 6,0 (Kuit *et al.*, 2004).



Gambar 2.3 Kopi Arabika (Prastowo dkk, 2010).

2.3.2 Tanaman Kopi Robusta

Tanaman kopi Robusta mulai masuk ke Indonesia pada tahun 1900. Jumlah produksinya lebih rendah dibandingkan kopi arabika. Kopi Robusta masuk ke Indonesia dengan tujuan untuk mengatasi serangan jamur *Hemelia Vastatrix* karena hanya kopi robusta yang memiliki keunggulan yaitu resisten terhadap hama dan penyakit (khususnya penyakit *Hemelia Vastatrix*) dan mampu tumbuh dengan baik pada ketinggian 400-7—meter dari permukaan laut (Anggara & Martini, 2011). Kopi robusta sering digunakan pada industri kopi instan karena bentuk yang besar, memiliki aroma yang harum dan mengandung kafein yang tinggi sebesar 2,4-4.8% (Illy, 2002; Sunarharum, 2016).



Gambar 2.4 Kopi Robusta (Prastowo dkk, 2010).

2.3.3 Tanaman Kopi Liberika

Kopi Liberika adalah jenis kopi yang berasal dari Liberia, Afrika barat. Kopi ini dapat tumbuh setinggi 9 meter dari tanah. Di abad-19, jenis kopi ini didatangkan ke Indonesia untuk menggantikan kopi arabika yang terserang oleh hama penyakit. Kopi liberika termasuk tanaman hutan dan banyak terdapat di pedalaman Kalimantan dan sudah berabad lamanya menjadi minuman tradisional suku Dayak di sana. Pohon kopi liberika ini bisa mencapai ketinggian 30 m dan biji kopi liberika merupakan biji kopi dengan ukuran terbesar di dunia. Daun, pohon, buah lebih besar, panjang dan tinggi dibanding arabika. Tanaman ini optimal tumbuh di daerah beriklim panas dan biji yang sudah matang tidak jatuh dari pohon. Secara morfologi kopi ekselsa mempunyai kemiripan sifat dengan kopi Liberika (Anggara & Marini, 2011). Kopi Liberika (*Coffea liberica Bull ex Hiern*) berbeda dengan kelompok kopi Arabika dan Robusta. Kopi Liberika tergolong sama dengan kopi Robusta sebagai tanaman menyerbuk silang oleh karena itu benih yang terbentuk merupakan persarian dengan tanaman lain (Gusfarina, 2014).



Gambar 2.5 Kopi Liberika (Gusfarina, 2014).

2.3.4 Tanaman Kopi Ekselsa

Dewevrei coffea atau Kopi Ekselsa (*Excelsa*), merupakan salah satu jenis kopi yang dibudidayakan di Indonesia, namun tidak begitu banyak. Pertama kali dikenal sejak tahun 1904, dan daerah yang membudidayakan jenis kopi ini adalah kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi. Menurut Yahmadi, 1972; Udarno dan Setiyono, 2015, menyatakan bahwa kopi ekselsa merupakan tanaman introduksi untuk ditanam di dataran rendah, produksi kopi excelsa rendah dan cita rasanya asam sehingga kurang disukai. Kopi ekselsa (*Coffea liberica var. dewevrei*) secara taksonomi tergolong dalam sub-seksi *Pachycoffea*, satu kelompok dengan kopi Liberika (*Coffea liberica Bull ex Hiern*) dan masuk dalam kelompok *Liberoid*, namun berbeda kelompok dengan kopi Arabika (*Arabikoid*) maupun kelompok kopi Robusta (*Robustoid*) (Dinas Perkebunan Provinsi Jambi dan Puslitkoka, 2013).



Gambar 2.6 Buah Kopi Ekselsa (Udarno & Setiyono, 2015).

2.4 Proses Pengolahan Buah Kopi

Menurut Peraturan Kementerian Pertanian (2012), keberhasilan penanganan pascapanen sangat tergantung dari mutu bahan baku dari kegiatan proses produksi/budidaya, karena itu penanganan proses produksi di kebun juga harus memperhatikan dan menerapkan prinsip-prinsip cara budidaya yang baik dan benar (Good Agricultural Practices/GAP) sebagai jaminan bagi konsumen, bahwa produk yang dipasarkan diperoleh dari hasil serangkaian proses yang efisien, produktif dan ramah lingkungan. Buah kopi hasil panen perlu segera diproses menjadi bentuk akhir yang lebih stabil agar aman untuk disimpan dalam jangka waktu tertentu.

Kopi hijau (*green coffee*), menurut Clarke dan Macrae (1985) adalah biji kopi yang berwarna hijau sudah terlepas dari daging buah, kulit tanduk, dan kulit arinya serta telah mengalami pengeringan sehingga mengandung kadar air di bawah

12%. Biji kopi merupakan bahan baku minuman sehingga aspek mutu (fisik, kimiawi, kontaminasi dan kebersihan) harus diawasi sangat ketat karena menyangkut citarasa, kesehatan konsumen, daya hasil (rendemen) dan efisiensi produksi. Berikut merupakan proses penanganan pasca panen disebutkan dalam lampiran Peraturan Menteri Pertanian (2012):

2.4.1 Panen

Proses pemanenan buah kopi biasanya dilakukan secara manual dengan cara memetik buah yang telah masak. Adapun kontrol yang digunakan oleh petani dalam memilih buah yang telah masak, diantaranya:

- Memilih buah yang telah masak, dengan ciri kulit buah berwarna hijau tua ketika masih muda, berwarna kuning ketika setengah masak dan berwarna merah saat masak penuh dan menjadi kehitam-hitaman setelah terlampaui masak penuh (over ripe).
- Kekerasan daging buah kopi menjadi kontrol tingkat kemasakan buah. Buah kopi yang memiliki daging lunak dan berlendir memiliki senyawa gula yang relatif tinggi sehingga memiliki rasa yang manis. Sebaliknya, daging buah muda sedikit keras, tidak berlendir dan rasanya tidak manis karena senyawa gula masih belum terbentuk maksimal. Sedangkan kandungan lendir pada buah yang terlalu masak cenderung berkurang karena sebagian senyawa gula dan pektin sudah terurai secara alami akibat proses respirasi.

2.4.2 Sortasi

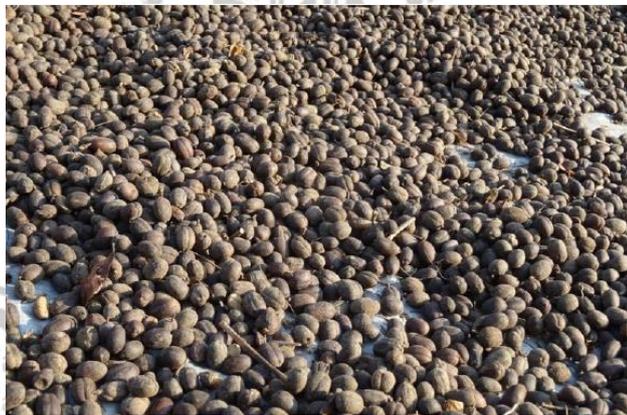
Proses sortasi buah dilakukan untuk memisahkan buah yang superior (masak, bernas, seragam) dari buah inferior (cacat, hitam, pecah, berlubang dan terserang hama/penyakit). Selain itu, sortasi buah kopi juga dilakukan untuk memisahkan buah dari daun, ranting, tanah dan kerikil yang dapat merusak mesin pengupas. Hal yang harus dihindari yaitu menyimpan buah kopi di dalam karung plastik atau sak selama lebih dari 12 jam, karena akan menyebabkan pra-fermentasi sehingga aroma dan citarasa biji kopi menjadi kurang baik dan berbau tengik (stink). Setelah dilakukan proses sortasi, kemudian buah kopi diolah untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Jenis pengolahan kopi dibagi menjadi 2 bagian yaitu pengolahan kering dan pengolahan basah. Menurut Clifford *et al*, 1985; Novita, 2010 menyatakan bahwa, metode pengolahan yang dipilih akan mempengaruhi mutu. Jenis pengolahan kopi dibagi menjadi 2, antara lain:



a. Pengolahan Metode Natural

Proses ini dikenal dengan *dry process* dan termasuk teknik paling tua dalam sejarah proses pengolahan kopi. Metode ini banyak dilakukan oleh petani dimana kapasitas olah kecil dan menggunakan alat yang sederhana. Ceri kopi yang baru dipanen akan ditebarkan diatas permukaan alas plastik atau di meja khusus yang diberikan *air flow* dan dijemur dibawah sinar matahari hingga mencapai kadar air 10-12%. Proses ini dilakukan dalam kondisi buah kopi yang masih terbentuk buah/ceri sehingga masih lengkap dengan semua lapisannya. Oleh karena itu, akan terjadi fermentasi secara natural dan kulit luar ceri akan terkupas dengan sendirinya dan akan menghasilkan cita rasa kopi alami yang *fruity* dengan *mouthfeel* yang berat (Hick, 2010).

Proses ini memiliki kelebihan karena melalui tahapan proses yang sederhana dengan biaya yang relatif murah. Namun adapula kelemahan dari proses ini adalah pengeringan yang dilakukan selama 2 hingga 3 minggu, masih rawan terkena kontaminasi dari lingkungan sekitar sehingga mempengaruhi kualitas biji kopi dan apabila proses ini dilakukan melebihi durasi tersebut akan mempengaruhi karakteristik cita rasa akibat fermentasi berlebihan (Afriliana, 2018).



Gambar 2.7 Pengeringan Biji Kopi Metode Natural (Sunarharum dkk, 2017).

b. Pengolahan Metode Basah

Dikenal juga dengan *wet process* dan sudah digunakan dalam industri kopi karena alsanya tuntutan produk yang konsisten dalam kualitas dan aman dikonsumsi. Dalam pelaksanaannya, industri menerapkan konsep Good Management Practicess (GMP) dan menerapkan konsep Hazard Analisis Critical Control Point (HACCP) diharapkan dapat memperbaiki kualitas kopi. Berbeda

dengan metode natural, pengolahan kopi cara basah adalah proses pengolahan buah kopi yang menggunakan air sebagai media (perendaman dan pencucian) (Asni, 2015). Pengolahan basah dapat dilakukan untuk skala kecil (tingkat petani), menengah (semi mekanis dan mekanis), maupun skala besar.



(a)

(b)

Gambar 2.8 (a) Fermentasi biji kopi, (b) Pengeringan biji kopi dengan sinar matahari (Sunarharum dkk, 2017).

Jadi, terdapat perbedaan diantara kedua metode pengolahan tersebut yaitu pengolahan basah menggunakan air untuk pengupasan kulit buah, lalu dilakukan proses fermentasi terkontrol serta dilakukan pencucian untuk menghilangkan sisa lendir hasil fermentasi. Kemudian, dikeringkan dengan cara dijemur dengan bantuan sinar matahari atau dengan menggunakan alat untuk meminimalkan waktu pengeringan. Sedangkan pengolahan kering setelah buah kopi dipanen langsung dikeringkan tanpa adanya proses pengupasan (pengupasan daging buah, kulit tanduk dan kulit ari dilakukan setelah kering) (Najiyati *et al.*, 2004).

2.4.3 Pengupasan kulit kering (Hulling)

Menurut Afrizon, dkk (2015), hulling pada pengolahan kering agak berbeda dengan hulling pada pengolahan basah. Hulling pada pengolahan kering bertujuan untuk memisahkan biji kopi dari kulit buah, kulit tanduk, dan kulit ari. Hulling menggunakan mesin pengupas (*huller*). Bila kopi sudah benar-benar kering, kulit tanduk dan ari dikupas dengan *huller* setelah itu lakukan dengan sortasi biji. Pengupasan kulit dengan cara menumbuk tidak dianjurkan karena mengakibatkan banyak biji yang pecah.

Sebelum dikupas, biji kopi sebaiknya dipisahkan berdasarkan ukuran biji agar menghasilkan pengupasan yang baik jika dilakukan dengan mesin pengupas.

Mesin pengupas kopi saat ini sudah tersedia dan mudah diperoleh dipasaran.

2.4.4 Sortasi biji kopi

Biji kopi yang telah didapatkan dari hasil pengupasan, kemudian dilakukan sortasi untuk membersihkan kopi beras dari kotoran sehingga memenuhi syarat mutu. Selain itu, sortasi juga dilakukan dengan maksud untuk mengklasifikasikan kopi tersebut menurut standar mutu yang ditetapkan SNI 01-2907-2008, dengan cara:

a. Sortasi penggolongan asal, jenis kopi, dan cara pengolahan

Kopi yang berasal dari pengolahan basah tidak boleh campur dengan kopi yang diolah secara kering karena kelas mutunya berbeda. Kopi yang berasal dari gelondong merah dan bernas tidak boleh dicampur dengan kopi yang berasal dari gelondong hijau, kopi rambang. Kopi yang berasal dari jenis robusta, arabika, dan liberika masing-masing tidak boleh dicampur kopi robusta biasanya berwarna hijau muda kekuning-kuningan, kopi arabika berwarna kebiru-biruan, kopi liberika dan hibrida biasanya berwarna kuning kecokelatan.

a) Sortasi untuk membersihkan kotoran

Sortasi ini bertujuan untuk membersihkan kopi dari kopi gelondong; kopi berkulit tanduk; dan kotoran seperti pecahan ranting, kulit biji berjamur dan berbau busuk. Petani biasanya hanya melakukan sortasi sampai tahap ini.

b) Sortasi hingga diperoleh syarat mutu

Sortasi ini umumnya dilakukan oleh koperasi yang cukup besar, *reprocessor*, atau eksportir. Sortasi ini bertujuan untuk mendapatkan kopi yang sudah memenuhi syarat mutu.

2.4.5 Pengepakan dan penyimpanan biji kopi

Pengepakan dan penggudangan bertujuan untuk memperpanjang daya simpan hasil. Pengepakan biji kopi dilakukan dengan karung yang bersih dan jauh dari bebauan. Untuk penyimpanan yang lama, tumpuk karung-karung tersebut diatas sebuah palet kayu setebal 10 cm. Berikan jarak antara tumpukan karung dengan dinding gudang. Menurut Prastowo dkk (2010), kelembaban (RH) ruangan gudang sebaiknya dikontrol pada nilai yang aman untuk penyimpanan biji kopi kering, yaitu sekitar 70 %. Pada kondisi ini, kadar air keseimbangan biji kopi adalah 12 % jika kelembaban relatif udara meningkat di atas nilai tersebut, maka biji kopi akan mudah menyerap uap air dari udara lembab sekelilingnya sehingga kadar air meningkat. Penggudangan bertujuan untuk menyimpan biji kopi sebelum didistribusikan kepada pembeli. Biji kopi disimpan harus terhindar dari serangan hama dan penyakit. Jamur merupakan salah satu pemicu utama menurunnya kualitas kopi terlebih untuk daerah tropis.

2.5 Mutu Kopi

Biji Kopi yang telah diolah dengan metode kering atau basah, selanjutnya akan melalui proses penanganan yang diawali dengan sortasi biji dengan tujuan untuk memisahkan biji kopi dari kotoran-kotoran seperti serpihan daun, kayu atau kulit kopi serta memisahkan kopi berdasarkan ukuran dan cacat biji. Pengemasan dilakukan setelah biji disortasi dengan tujuan untuk mempertahankan mutu fisik dan citarasa, mengamankan dari serangan hama dan penyakit, memperindah penampakan, mempermudah pengemasan, pengangkutan, penghitungan jumlah dan identifikasi (Muzaifa dkk, 2016).

Mutu adalah seperangkat sifat yang dimiliki oleh suatu produk yang membedakan produk tersebut dengan produk lainnya yang sesuai dengan harapan konsumen (Suardi, 2001; Muzaifa dkk, 2016). Secara garis besar, mutu kopi dibagi menjadi 2 yaitu mutu sensori atau mutu cita rasa dan mutu fisik.

2.5.1 Mutu Sensori (Cita rasa)

Penilaian ini merupakan penilaian yang penting dengan identifikasi ilmiah, analisis dan interpretasi atribut produk dilakukan melalui indera manusia pencicipan dan penciuman (Setyaningsih dkk, 2010). Menurut Muzaifa (2016), uji

citarasa kopi dapat diketahui dengan beberapa cara yaitu citarasa seperti fermented, earthy, mouldy dan oily, serta aroma, flavor, mouldy, acidity, aftertaste dan karakteristik lainnya.

2.5.2 Mutu Fisik

Mutu fisik diperoleh melalui uji fisik yaitu suatu sistem yang digunakan untuk menilai kualitas dari biji kopi berdasarkan fisiknya, baik menggunakan alat bantu atau menggunakan indra manusia sesuai dengan standar yang berlaku. Terdapat 2 standar yang menjadi pedoman mutu fisik yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Standar Specialty Coffee Association of America (SCAA).

Kualitas biji kopi bisa ditentukan berdasarkan kadar air, nilai cacat, warna, ukuran biji, bau dan beberapa senyawa kimia yang terkandung didalamnya. Ada juga penelitian yang menggunakan gambar pengolahan untuk menentukan kualitas biji kopi (Soedibyo *et al.*, 2010). Indonesia telah menetapkan standar mutu kopi berdasarkan sistem nilai cacatnya yang mengacu pada SNI 01-2907-2008. Standar mutu kopi sangat penting sebagai petunjuk dalam pengawasan mutu kopi. Dapat dilihat pada **Tabel 2.1** spesifikasi persyaratan mutu biji secara umum berdasarkan SNI 01-2907-2008.

Tabel 2 2 Spesifikasi Persyaratan Mutu Biji Kopi

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
Serangga Hidup	-	Tidak ada
Biji berbau busuk dan ada	-	Tidak ada
Kadar Air	%	Maksimal 12,5
Kadar kotoran	%	Maksimal 0,5

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2008).

2.6 Antioksidan

Mutu kopi baik dari kualitas fisik maupun sensori memiliki pengaruh yang erat terhadap komposisi kimia dari kopi itu sendiri. Secara garis besar senyawa kimia dalam biji kopi terdiri atas dua kelompok yaitu komponen volatil dan non volatil (Flament dan Bessiere-Thomas, 2001). Senyawa non volatil penting yang terdapat dalam biji kopi antara lain asam klorogenat, kafein dan trigonellin (Clifford dan Kazi, 1987; Muzaiifa dkk, 2016). Adapun senyawa volatil yang ditemukan termasuk

kedalam kelompok senyawa-senyawa hidrokarbon, alkohol, aldehid dan ester.

Selain itu, terdapat senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan pada kopi.

Secara medis, antioksidan merupakan senyawa-senyawa yang dianggap mampu melindungi organ-organ tubuh dari pengaruh radikal bebas yang berbahaya.

Radikal bebas merupakan suatu molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan dalam orbital terluarnya sehingga sangat reaktif. Radikal bebas bersifat tidak stabil dan sangat reaktif yakni cenderung bereaksi dengan molekul lainnya untuk mencapai kestabilan. Radikal dengan kereaktifan yang tinggi ini dapat memulai sebuah reaksi berantai dalam sekali pembentukannya sehingga menimbulkan senyawa yang tidak normal dan memulai reaksi berantai yang dapat merusak sel-sel penting dalam tubuh. (Badarinath *et al.*, 2010). Radikal bebas dapat diatasi dengan penggunaan antioksidan (Mandal *et al.*, 2009).

Menurut Kumalaningsih (2006), mekanisme kerja antioksidan secara umum adalah menghambat oksidasi lemak yang terdiri dari tiga tahap utama yaitu inisiasi, propagasi, dan terminasi. Berdasarkan fungsinya antioksidan dibedakan menjadi 5 (lima) yaitu antioksidan primer, antioksidan sekunder, antioksidan tersier, *oxygen scavenger*, dan *chelators*. Berdasarkan sumbernya, antioksidan dapat dibagi menjadi 2 yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetik. Antioksidan alami merupakan senyawa antioksidan yang terdapat secara alami dalam tubuh sebagai mekanisme pertahanan tubuh normal maupun berasal dari asupan luar tubuh. Sedangkan antioksidan sintetik merupakan senyawa yang disintesis secara kimia. Salah satu sumber senyawa antioksidan adalah tanaman dengan kandungan senyawa polifenol yang tinggi.

2.6.1 Senyawa Polifenol

Polifenol merupakan salah satu dari komponen bioaktif non gizi memberikan efek fungsional sehat pada tubuh. Senyawa polifenol banyak terkandung pada teh, kopi, rempah-rempah, kakao, biji-bijian, sereal, bunga, sayuran, dan lain-lain. Banyak senyawa polifenol yang menunjukkan aktifitasnya sebagai antioksidan.

Polifenol merupakan senyawa kimia yang bekerja sebagai antioksidan kuat di dalam kopi. Aktivitas senyawa fenol berasal dari jumlah gugus hidroksil pada cincin benzena. Senyawa ini mudah larut dalam air karena sering kali berikatan dengan gula sebagai glikosida dan biasanya terdapat dalam vakuola sel.

Senyawa fenolik terbukti pelindung melawan efek bahaya radikal bebas dan diketahui mampu menurunkan resiko kanker, penyakit jantung koroner, stroke, inflamasi, dan penyakit neurodegeneratif lain dihubungkan dengan stres oksidatif (Shahidi dan Naczk, 1995; Suryanto dkk, 2011). Selain itu, senyawa fenolik diketahui juga mempunyai sifat-sifat multifungsional seperti berperan sebagai reduktan (penangkal radikal), pengelat logam dan penstabil oksigen singlet (Pratt,1992; Suryanto dkk, 2011).

2.6.2 Asam Klorogenat

Asam klorogenat adalah suatu senyawa yang termasuk ke dalam komponen fenolik, mempunyai sifat yang larut dalam air dan terbentuk dari esterifikasi asam quinic dan asam transcinnamic tertentu seperti asam kafein, asam ferulic, dan asam p-coumaric. Subgrup utama dari isomer asam klorogenat pada kopi adalah asam caffeoylquinic (CQA), asam feruloylquinic (FQA), asam dicaffeoylquinic (diCQA) dan asam p-couma-roylquinic (p-CQA) pada jumlah yang lebih kecil (Farah *et al.* 2006). Adapun fungsi asam klorogenat yaitu melindungi tumbuhan kopi dari mikroorganisme, serangga dan radiasi UV. Selain itu, manfaat lain asam klorogenat bagi kesehatan manusia yaitu sebagai antioksidan, antivirus, hepatoprotektif, dan berperan dalam kegiatan antispasmodik. Hal ini terbukti pada penelitian Farhaty (2017), ditemukan adanya efek farmakologi asam klorogenat dari kopi untuk kesehatan adalah sebagai antivirus hepatitis B, antioksidan, antihipertensi, antidiabetes, dan hepatoprotektor.

Kandungan asam klorogenat pada kopi Robusta sekitar 7,0–10,0 % (Clifford & Jarvis, 1988), lebih tinggi dibandingkan asam klorogenat dalam kopi arabika sebesar 6.7-9.2%. Penyangraian akan menurunkan kadar asam klorogenat dalam biji kopi. Asam klorogenat memiliki peran penting dalam menentukan kualitas citarasa seduhan kopi. Semakin gelap warna biji kopi sangrai, kadar asam klorogenat akan semakin berkurang (Belay *et al.* 2009) dan semakin tinggi suhu penyangraian, aktivitas antioksidannya akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena, selama penyangraian sebagian besar asam klorogenat menjadi asam kafeat dan asam kuinat.

2.7 Penentuan Senyawa Antioksidan Metode DPPH IC₅₀

Radikal bebas yang biasa digunakan sebagai model dalam mengukur daya penangkapan radikal bebas adalah *1,1-difenil-2-pikrihidazil* (DPPH). DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang stabil sehingga apabila digunakan sebagai pereaksi dalam uji penangkapan radikal bebas cukup dilarutkan dan bila disimpan dalam keadaan kering dengan kondisi penyimpanan yang baik dan stabil selama bertahun-tahun. Metode peredaman radikal bebas DPPH didasarkan pada reduksi dari larutan methanol radikal bebas DPPH yang berwarna oleh penghambatan radikal bebas. Ketika larutan DPPH yang berwarna ungu bertemu dengan bahan pendonor elektron maka DPPH akan tereduksi, menyebabkan warna ungu akan memudar dan digantikan warna kuning yang berasal dari gugus pikril (Prayoga, 2013).

Metode DPPH untuk menentukan aktivitas antioksidan sering digunakan karena bersifat sederhana, mudah, cepat, dan peka serta hanya memerlukan beberapa sampel. Senyawa antioksidan akan bereaksi dengan radikal DPPH melalui mekanisme donasi atom hidrogen dan menyebabkan terjadinya peluruhan warna DPPH dari ungu ke kuning (Hanani *et al.*, 2005). *Inhibition Concentration 50* (IC₅₀) didefinisikan sebagai konsentrasi efektif zat dalam sampel yang dapat menghambat 50% absorbansi DPPH. Aktivitas antioksidan dinyatakan dengan persentase penghambatan (inhibisi) yang diperoleh dari nilai absorbansi blanko dikurangi absorbansi sampel (singh *et al.* 2002). Sehingga IC₅₀ berbanding terbalik dengan kemampuan zat/senyawa yang bersifat sebagai antioksidan. Semakin kecil nilai IC₅₀ berarti semakin kuat daya antioksidannya.

Setelah didiamkan pada temperatur kamar selama 30 menit, sisa DPPH ditentukan secara spektrofotometri pada panjang gelombang 517 nm. Pengujian ini juga dilakukan pengukuran terhadap blanko (larutan DPPH yang tidak mengandung bahan uji) serta kontrol positif kuersetin. Aktivitas penangkap radikal DPPH (%) dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Aktivitas} = \left(\frac{A_{\text{blanko}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{blanko}}} \right) \times 100 \%$$

Data persentase penghambatan digunakan untuk mencari nilai Inhibition Concentration 50 (IC₅₀) dalam ppm, Nilai IC₅₀ ditentukan dengan analisis probit menggunakan microsoft software excel 2007. IC₅₀ adalah konsentrasi yang

mampu menghambat 50% DPPH. Semakin rendah nilai IC₅₀, maka akan semakin baik aktivitas antioksidan dari sampel hasil pengujiannya. Menurut Molyneux (2004), tingkat aktivitas antioksidan menurut nilai IC₅₀ ditunjukkan pada **Tabel 2.4**

Tabel 2.3 Tingkat Aktivitas Antioksidan Penggolongan Nilai IC₅₀

Intensitas	Nilai IC ₅₀
Sangat Aktif	<50
Aktif	50 – 100
Sedang	101 – 250
Lemah	250 – 500
Tidak Aktif	>500

Sumber: Molyneux (2004)

2.8 Pengukuran Total Fenol Metode Folin-Ciocalteu

Uji kandungan total fenol bertujuan untuk mengetahui jumlah fenol yang terdapat pada sampel. Uji kandungan total fenol dilakukan dengan metode Folin-Ciocalteu. Prinsip metode Folin-Ciocalteu adalah reaksi oksidasi dan reduksi kolorimetrik untuk mengukur semua senyawa fenolik dalam sampel uji. Pereaksi Folin-Ciocalteu merupakan larutan kompleks ion polimerik yang dibentuk dari asam fosfomolibdat dan asam heteropolifosfotungstat. Pereaksi ini terbuat dari air, natrium tungstat, natrium molibdat, asam fosfat, asam klorida, litium sulfat, dan bromin. Kadar total fenol ditetapkan dengan metode spektrofotometri sinar tampak. Metode ini didasarkan pada pembentukan senyawa kompleks yang berwarna biru dari fosfomolibdat-fosfotungstat yang direduksi senyawa fenolik dalam suasana basa. Kadar total fenol pada masing-masing ekstrak dinyatakan sebagai ekuivalen asam galat atau Gallic Acid Equivalent (GAE) (Amanah, 2016).

Kadar total fenol dihitung dalam rumus:

$$C = \frac{c \times Fp \times V \times Fk}{m}$$

Keterangan:

C : Kadar total fenol (mg/g ekstrak)

C : Kadar total fenol dalam bentuk ekuivalen asam galat ($\mu\text{g/ml}$)

Fp : Faktor Pengenceran (ml)

V : volume ekstrak untuk pengujian (ml)

Fk : Faktor konversi (1/100 konversi dari μg ke mg)

m : massa/bobot bahan (g)

2.9 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat analisa kuantitatif dan semikuantitatif yang sering digunakan. Bekerja dengan transtansi molekul elektron dari cahaya yang diserap pada ultraviolet dan pada sinar tampak pada spectrum elektromagnetik. Panjang gelombang yang diukur menggunakan spektrofotometer diukur dalam satuan nanometer (nm). Pengukuran absorbansi oleh spektrofotometer berdasarkan hukum *Lambert-Beer* dimana absorbansi tergantung oleh cahaya yang melewati substansi, produk koefisien dari substansi dan juga jarak cahaya melalui material (Amanah, 2016).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2018 - Februari 2019 yang dilakukan di beberapa tempat yaitu :

1. Laboratorium Biokimia dan Analisis Pangan, Jurusan Teknologi Hasil Peranian FTP-UB
2. Laboratorium Pengolahan Pangan dan Rekayasa Pangan, Jurusan Teknologi Hasil Peranian FTP-UB
3. Laboratorium Bioteknologi, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian FTP-UB

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk analisis adalah Spectrofotometer beserta kuvet *UV-Vis*, Timbangan Analitik, vortex, oven listrik, desikator, lemari asam, Soxhlet, tanur, kompor listrik, p-H meter, *shaker*, corong pemisah, spatula, bulb, rak rabung reaksi, aluminium foil, wadah aluminium foil, *glassware* (tabung reaksi, pipet ukur 1 ml dan 5 ml, pipet tetes, gelas beaker 100ml, labu ukur 100ml dan 10ml, erlenmeyer, pengaduk kaca, gelas ukur).

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kering kopi hijau varietas arabika, robusta dan ekselsa *natural* (cacat dan normal) yang diperoleh dari Lereng Gunung Arjuna, Malang, aquades, methanol *pro-analysis*, aluminium foil, kertas label, 1,1-*diphenyl-2-picrylhydrazil* (DPPH), Na_2CO_3 , reagen *Folin-Ciocalteu*, Asam galat, HCl 0,1 N, H_2SO_4 , CuSO_4 , K_2SO_4 .

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan dua faktor. Faktor I adalah varietas kopi atau jenis kopi (J) yang terdiri dari 3 jenis (Arabika, Robusta dan Ekselsa) dan faktor II adalah kualitas kopi (K) yang terdiri dari 2 jenis (cacat dan normal), sehingga

diperoleh 6 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan dan diperoleh 18 satuan percobaan.

Tabel 3.1 Kombinasi 2 Faktor (Jenis dan Kualitas Kopi)

Jenis Biji Kopi	Kualitas Biji Kopi	
	K1 (Normal)	K2 (Cacat)
J1 (Arabika <i>Natural</i>)	J1K1	J1K2
J2 (Robusta <i>Natural</i>)	J2K1	J2K2
J3 (Ekselsa <i>Natural</i>)	J3K1	J3K2

Sehingga diperoleh Rancangan Penelitian Sebagai Berikut:

J1K1 : Jenis Biji Kopi Arabika *Natural* Kualitas Normal

J1K2 : Jenis Biji Kopi Arabika *Natural* Kualitas Cacat

J2K1 : Jenis Biji Kopi Robusta *Natural* Kualitas Normal

J2K2 : Jenis Biji Kopi Robusta *Natural* Kualitas Cacat

J3K1 : Jenis Biji Kopi Ekselsa *Natural* Kualitas Normal

J3K2 : Jenis Biji Kopi Ekselsa *Natural* Kualitas Cacat

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan dan Sortasi biji Kopi Hijau Arabika, Robusta dan Ekselsa

Bahan sampel biji kopi hijau Arabika, Robusta dan Ekselsa diperoleh dari Lereng Gunung Arjuna, Malang. Kopi tersebut sudah melalui proses pengolahan pasca panen secara natural. Masing-masing jenis kopi disortasi dengan memisahkan biji kopi yang cacat dan tidak cacat/normal untuk kemudian di uji kemampuan aktivitas antioksidan, fenol dan kandungan senyawa makromolekul didalamnya.

Sortasi dilakukan dengan cara memisahkan biji yang normal dan cacat secara manual berdasarkan kenampakan fisiknya sesuai dengan ketentuan SNI 01-2907-2008. Berikut merupakan kriteria biji kopi hijau cacat dan normal yang dijadikan acuan dalam proses penyortiran sesuai dengan syarat SNI, antara lain:

1. Biji Kopi Cacat

Biji kopi cacat diperoleh dari biji kopi yang mengalami kerusakan seperti :

- Biji berukuran terlalu kecil
 - Kulit tanduk yang terlepas dari biji kopi yang berukuran kurang dari $\frac{1}{2}$ bagian kulit tanduk utuh
- Biji Muda
 - biji kopi yang kecil dan keriput pada seluruh bagian luarnya
- Biji pecah
 - biji kopi yang tidak utuh yang besarnya sama atau kurang dari $\frac{3}{4}$ bagian biji yang utuh
- Biji berwarna hitam sebagian
 - biji kopi yang kurang dari setengah bagian luarnya berwarna hitam, atau satu bintik hitam kebiru-biruan tetapi tidak berlubang atau ditemukan lubang dengan warna hitam yang lebih besar dari lubang tersebut
- Biji hitam pecah
 - biji kopi yang berwarna hitam tidak utuh, berukuran sama dengan atau kurang dari $\frac{3}{4}$ bagian biji utuh, atau biji hitam sebagian yang pecah
- Biji berlubang satu bahkan lebih dari satu
 - biji kopi yang berlubang lebih dari satu akibat serangan serangga

2. Biji Kopi Normal

Biji kopi normal diperoleh dari hasil penyortiran biji kopi hijau dengan ciri-ciri:

- Bentuk biji utuh/tidak pecah
- Berwarna hijau
- Tidak berlubang

3.4.2 Penggilingan biji Kopi Hijau

Biji kopi yang telah dipisahkan (cacat dan normal) ditimbang dan dilakukan penggilingan dengan mesin grinder dari petani kopi di Jombang, Jawa Timur.

Penyimpanan bubuk kopi Arabika, Robusta dan Ekselsa disimpan pada *plastic clip* dan kemudian masukkan kedalam *pouch* yang berwarna gelap agar sampel tidak

rusak. Semua sampel bubuk kopi tersebut disimpan pada lemari es dengan suhu -20°C , tepat di laboratorium Bioteknologi, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian FTP-UB.



3.4.3 Ekstraksi Bubuk Kopi Hijau

Dilakukan dengan metode ekstraksi *maserasi* yang dianggap paling sederhana dan mudah. Bubuk kopi dilarutkan dengan pelarut metanol sebagai pelarut polar yang akan membuat ikatan hidrogen bisa bercampur dan larut dengan H₂O sampai dengan kelarutan tak terhingga.

3.4.4 Metode Analisis

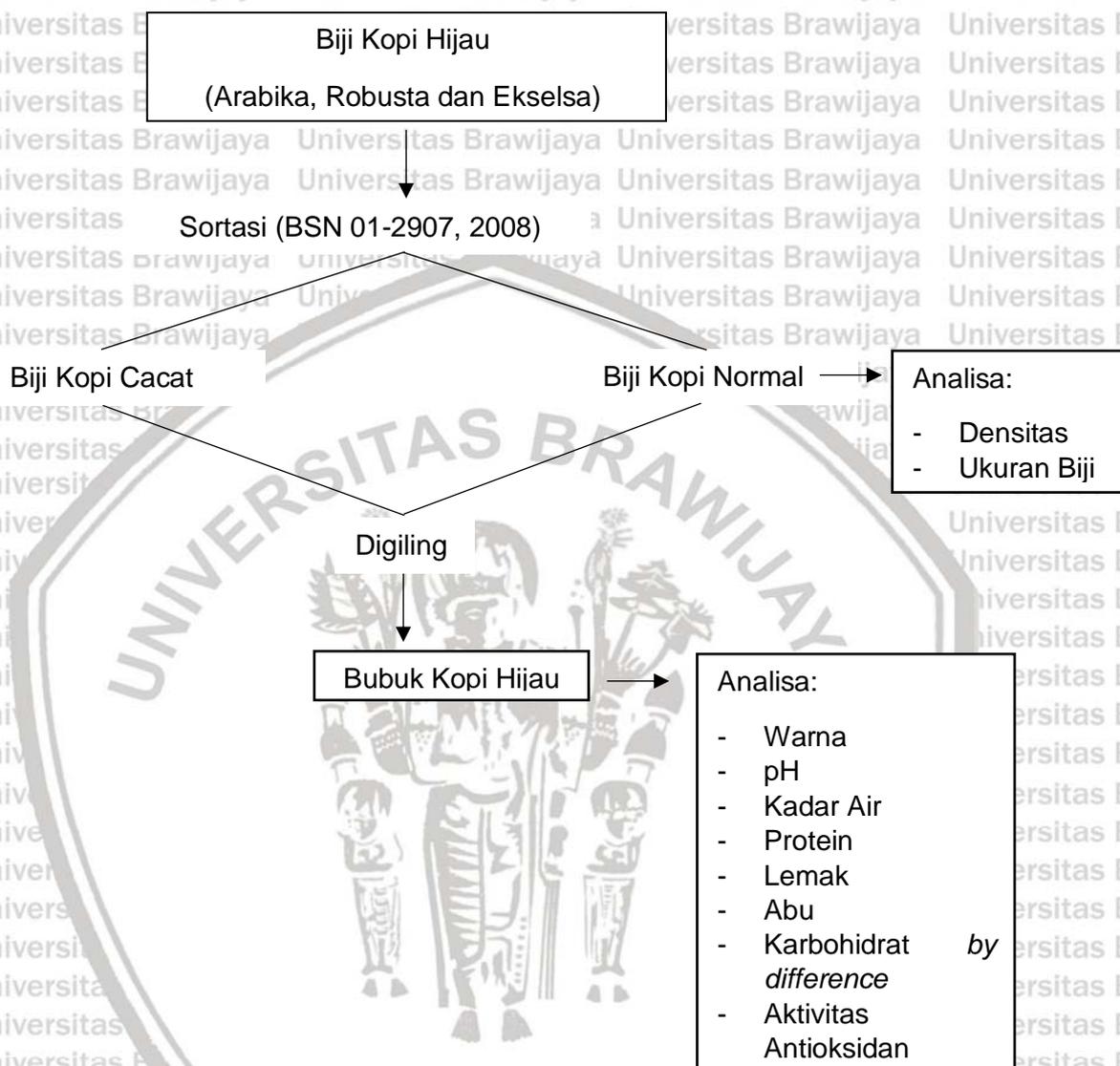
3.4.4.1 Analisis

- Uji Densitas Biji (ISO 6669:1995)
- Analisis pH (AOAC, 1980)
- Analisis Kadar Air (AOAC, 1996)
- Analisis Kadar Abu (AOAC, 2000)
- Analisis Kadar Lemak Metode Soxhlet (AOAC, 2005)
- Analisis Kadar Protein (AOAC, 2000)
- Analisis Kadar Karbohidrat *by difference* (AOAC, 2005)
- Analisis Warna (Yuwono & Susanto, 1998)
- Analisis Kadar Air Total Fenol (Modifikasi Sharma, 2011)
- Analisis Antioksidan IC₅₀ (Modifikasi Molyneux, 2004: Pinela *et al.*, 2012)

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dikumpulkan dan ditabulasikan menggunakan Microsoft Excel 2013. Untuk mengetahui adanya pengaruh dari jenis dan kualitas biji kopi yang berbeda, data yang dihasilkan di analisis ANOVA (*Analysis of Variance*) menggunakan *software* Minitab 17, dan apabila hasilnya signifikan pada taraf uji 95% maka dilakukan uji lanjut *Bonferroni* untuk mengetahui adanya perbedaan sebagai hasil dari perlakuan. Analisis korelasi *Pearson* dilakukan pada data fenol untuk mengetahui apakah ada keterkaitan terhadap aktivitas antioksidan.

3.6 Diagram Alir Penelitian



BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ukuran

Bagi kalangan eksportir maupun importir, kualitas kopi selalu dikaitkan dengan karakter ukuran biji (Leroy *et al.*, 2006). Biji kopi berukuran lebih besar cenderung mendapatkan harga yang relatif lebih tinggi (Priyono & Sumirat, 2012; Karanja *et al.*, 2013). Biji kopi yang berukuran besar dan seragam akan menghasilkan keseragaman kualitas pada hasil pemanggangan (roasting) dan tidak cepat gosong (Nathsubedi, 2011). Setiap jenis biji kopi memiliki ukuran yang berbeda, sehingga dilakukan uji ukuran pada biji kopi arabika, robusta dan ekselsa kualitas normal. Mutu fisik yang diuji adalah ukuran biji dengan mengacu kepada SNI 01-2907-2008.

Tabel 4.1 Perbedaan Ukuran Biji Kopi

Jenis Kopi	Panjang (cm)	Lebar (cm)
Arabika	1,04 ^b ± 0,12	0,72 ^a ± 0,06
Robusta	1,17 ^a ± 0,01	0,83 ^b ± 0,64
Ekselsa	0,98 ^b ± 0,08	0,79 ^a ± 0,04

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa hasil uji ragam (ANOVA) menunjukkan adanya perbedaan nyata antara jenis kopi terhadap ukuran biji kopi. Biji kopi Arabika, Robusta dan Ekselsa memiliki perbedaan panjang yang signifikan. Sedangkan lebar biji Robusta memiliki lebar yang berbeda secara signifikan terhadap biji kopi Arabika dan Ekselsa. Namun, biji kopi Arabika, memiliki lebar yang tidak berbeda secara signifikan terhadap biji kopi Ekselsa. Secara keseluruhan, biji kopi robusta memiliki ukuran biji paling besar dibandingkan kopi Arabika dan Ekselsa yaitu 1,17 cm x 0,83 cm.

Faktor yang mempengaruhi ukuran pada tiap jenis kopi adalah lingkungan tempat tumbuhnya kopi. Ketinggian tempat dan iklim mempunyai peran penting melalui suhu, ketersediaan cahaya dan air selama periode pematangan (Carr, 2001; Decazy *et al.*, 2003). Ketinggian tempat berpengaruh terhadap pertumbuhan, produksi, mutu dan citarasa kopi. Menurut Van Der Vossen (2005) daerah khatulistiwa dengan ketinggian tempat di atas 1000 m dpl dapat

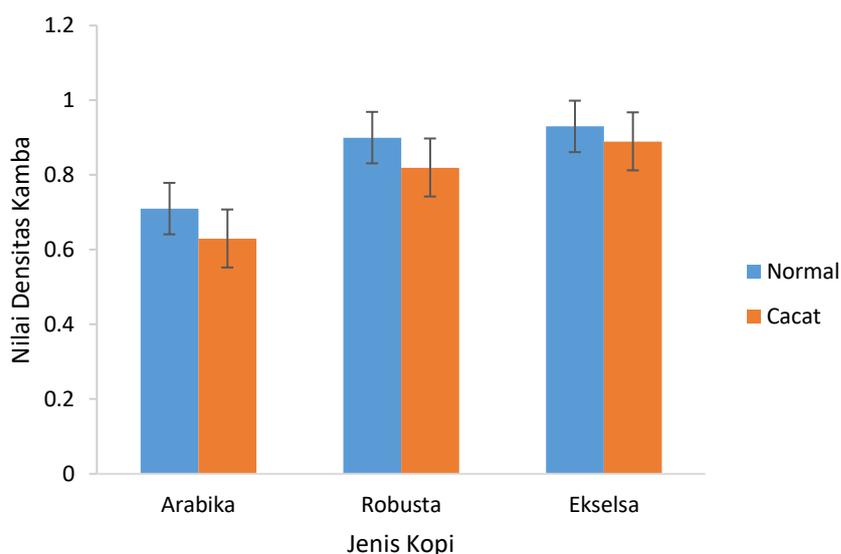
menghasilkan produksi dan kualitas kopi Arabika yang baik. Suhu udara yang lebih rendah dengan fluktuasi yang kecil pada dataran tinggi, mendorong pertumbuhan yang lebih lambat dan lebih seragam dalam pematangan buah, sehingga menghasilkan biji yang lebih besar dan padat. Tinggi tempat penanaman juga berpengaruh terhadap ukuran biji kopi Robusta. Menurut Yahmadi (2007) semakin tinggi tempat maka ukuran biji menjadi lebih besar.

Selain itu, curah hujan pada suatu lokasi mempengaruhi kualitas biji kopi yang berpengaruh langsung terhadap ukuran buah. Hasil penelitian Nunes (1976) dan Yahmadi (1973); Supriadi dkk (2007), menunjukkan bahwa tanaman kopi Robusta tergolong lebih peka terhadap penyerapan air dibandingkan kopi Arabika, Ekselsa dan Liberika. Kurangnya periode kering juga dapat membatasi budidaya kopi di daerah tropis dataran rendah. Daerah dengan curah hujan lebih dari 2.500 mm memiliki kecenderungan untuk menghasilkan kopi dengan ukuran berkualitas rendah karena pematangan cherry teratur dan biji kopi kurang pengeringan setelah panen. Di sisi lain kekeringan yang berkepanjangan akan menyebabkan pematangan buah prematur sehingga menghasilkan biji yang belum matang dan astringent (Van Der Vossen, 2005).

4.2 Densitas

Densitas kamba merupakan ukuran jumlah massa (g) bahan per volume (ml) yang ditempati termasuk ruang kosong diantara bahan. Pengukuran volume pada densitas kamba dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengukur volume, misalnya wadah literan. Nilai densitas kamba bervariasi, tergantung kadar air bahan (Sativa dkk, 2014). Densitas kamba merupakan salah satu penciri kualitas yang mudah dalam pengukurannya.

Berikut grafik rerata nilai densitas kopi hijau dengan perlakuan Jenis dan Kualitas kopi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Nilai Densitas Kamba (g/ml) Kopi Hijau

Gambar 4.1 menjelaskan bahwa adanya perbedaan nilai densitas pada setiap jenis biji kopi dengan kualitas yang berbeda yaitu normal dan cacat. Digambarkan, nilai densitas tertinggi ada pada jenis kopi Ekselsa kualitas normal sebesar 0,93 g/ml sedangkan terendah ada pada kopi Arabika kualitas cacat sebesar 0,63 g/ml.

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa jenis kopi dan kualitas memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata nilai densitas.

Uji interaksi kedua faktor juga dilakukan dan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai densitas biji kopi. Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 3**, menunjukkan nilai *p-value* interaksi kedua faktor kurang dari 0,05. Berikut merupakan perbedaan rata-rata nilai densitas dari masing-masing jenis dan kualitas yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.2**

Tabel 4.2 Rerata Densitas Biji Kopi Hijau Akibat Interaksi Kedua Faktor

Jenis Kopi Hijau	Perlakuan	Densitas Kamba
	Kualitas Kopi	(g/ml)
Arabika	Normal	0,71 ^d ± 0,02
	Cacat	0,63 ^e ± 0,01
Robusta	Normal	0,90 ^b ± 0,01
	Cacat	0,82 ^c ± 0,02
Ekselsa	Normal	0,93 ^a ± 0,00
	Cacat	0,89 ^b ± 0,02

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha=0,05$)

Tabel 4.2 di atas menunjukkan bahwa nilai densitas tertinggi diketahui ada pada biji kopi ekselsa dengan kualitas normal sebesar 0,93, sedangkan rerata terendah ada pada biji kopi arabika dengan kualitas cacat sebesar 0,63. Densitas kamba menunjukkan keringkasan suatu bahan dalam menempati volume suatu wadah. Semakin tinggi densitas kamba, maka menunjukkan kepadatan produk yang semakin tinggi.

Dapat diketahui bahwa, setiap jenis kopi memiliki waktu panen yang berbeda, tergantung dengan karakteristik buah dan lingkungan tempat pertumbuhannya.

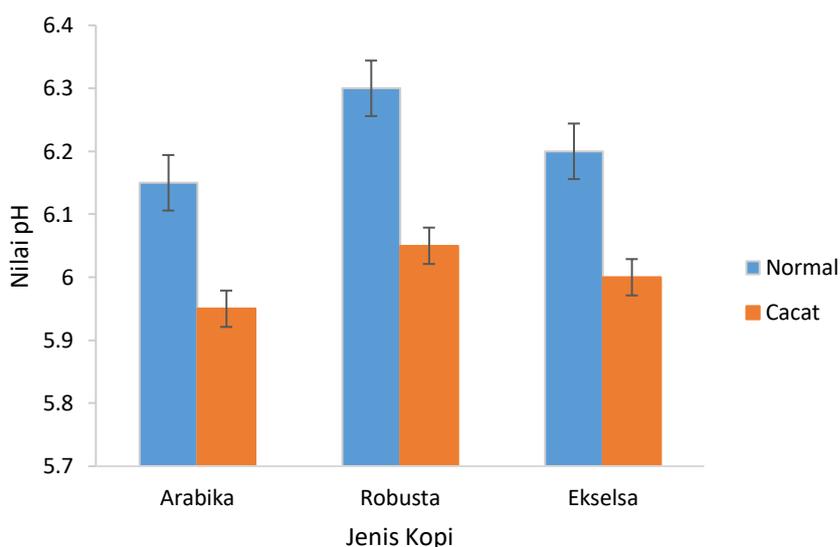
Dapat diketahui bahwa kopi hijau buah segar memiliki kerapatan massa yang tinggi. Hal ini dikarenakan kerapatan didefinisikan sebagai massa atau berat per satuan volume, sedangkan berat jenis adalah perbandingan kerapatan bahan dengan kerapatan air (1 g/cm) (Haygreen *et al.* 2004), jadi jika semakin matang buah maka angka berat jenisnya semakin mendekati angka satu.

Jika dibandingkan, kopi hijau kualitas normal memiliki nilai densitas kamba yang lebih tinggi dibandingkan kopi hijau kualitas cacat. Hal ini dikarenakan, biji kopi dengan kualitas cacat terdiri dari biji kopi yang sudah mengalami kerusakan fisik seperti pecah, berlubang, dll. Apabila dilakukan proses menggunakan panas, kondisi fisik seperti demikian, akan mempercepat perpindahan panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan. Panas dapat menyebabkan perubahan komponen kimia suatu daun, kayu atau biji-bijian tertentu, khususnya pada hemiselulose yang akan menyebabkan adanya penurunan berat biji kopi (Rodrigues, 2018).

4.3 Derajat Keasaman (pH)

Kadar pH merupakan ukuran kadar keasaman atau basa (alkali) suatu larutan. Nilai pH yang terdapat pada kopi terbentuk dari kandungan asam yang ada dalam kopi. Asam-asam karboksilat pada biji kopi antara lain asam format, asam asetat, asam oksalat, asam sitrat, asam laktat, asam malat, dan asam quinat. Pada proses penyangraian asam-asam tersebut berubah menjadi asam asetat, asam malat, asam sitrat, dan asam fosforat, yang berperan dalam pembentukan citarasa asam pada kopi (Widyotomo dkk., 2009). Nilai pH biji kopi juga dipengaruhi oleh lokasi atau tempat tumbuh tanaman, besar kecilnya suhu pemanggangan, jenis pemanggang, dan metode pemasakan.

Gambar 4.2 menunjukkan nilai rerata pH berada pada kisaran 5,95 hingga 6,30. Rerata pH yang paling rendah diperoleh dari kopi hijau Arabika kualitas cacat dan nilai rerata pH tertinggi terdapat pada kopi hijau Robusta kualitas normal.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Derajat Keasaman (pH)

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa faktor jenis kopi dan kualitas kopi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata nilai pH. Namun, uji interaksi kedua faktor tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai pH biji kopi. Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 4**, menunjukkan nilai *p-value* interaksi kedua faktor lebih dari 0,05. Rerata derajat keasaman (pH) akibat faktor perbedaan jenis dan kualitas kopi setelah dilakukan uji lanjut Bonfferoni dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4**

Tabel 4.3 Perbedaan Derajat Keasaman (pH) Akibat Perbedaan Jenis kopi

Jenis Kopi	Densitas	Bonfferoni
Arabika	6,01 ^b ± 0,11	0,018
Robusta	6,16 ^a ± 0,16	
Ekselsa	6,06 ^{ab} ± 0,13	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Pada **Tabel 4.3** menunjukkan bahwa adanya perbedaan jenis kopi memberikan nilai pH yang berbeda pula. Kopi hijau Arabika menghasilkan nilai pH yang berbeda secara signifikan terhadap kopi Robusta. Sementara kopi hijau Robusta tidak menghasilkan nilai pH yang berbeda secara signifikan terhadap kopi hijau jenis Ekselsa. Berdasarkan tabel, setiap jenis kopi memiliki nilai rerata yang berbeda. Hal ini diduga karena komposisi kimia setiap jenis kopi berbeda bergantung pada lokasi penanaman serta iklim selama proses pematangan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lin (2010), bahwa senyawa prekursor seperti asam organik terbentuk pada saat pertumbuhan kopi/proses pematangan kopi.

Tabel 4.4 Perbedaan Derajat Keasaman (pH) Akibat Perbedaan Kualitas Kopi

Kualitas Kopi	Densitas	Bonfferoni
Normal	6,18 ^a ± 0,12	0,000
Cacat	5,97 ^b ± 0,06	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Pada **Tabel 4.4** menunjukkan bahwa kopi hijau kualitas normal memiliki nilai pH yang berbeda secara signifikan terhadap kopi kualitas cacat. Nilai pH terendah ada pada kopi hijau kualitas cacat sebesar 5,97. Hal ini diduga karena kopi hijau kualitas cacat terdiri dari biji kopi yang sudah mengalami kerusakan secara fisik seperti biji berwarna hitam, biji berlubang lebih dari satu dan biji yang pecah. Kerusakan seperti demikian dapat disebabkan karena hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus Hampei*) yang juga memicu pembentukan asam selama proses fermentasi secara natural. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sulistyowati & Sumartono (2002), bahwa semakin lama proses fermentasi, maka keasaman

kopi akan semakin meningkat. Selain itu, karakteristik buah kopi yang kurang baik akan menghasilkan asam yang lebih tinggi akibat pembentukan asam organik lain oleh mikroorganisme.

Derajat keasaman (pH) sangat berpengaruh terhadap rasa dan aroma kopi. Saat proses fermentasi terjadi peristiwa kimiawi yang sangat berguna dalam pembentukan karakter citarasa kopi, yaitu pembentukan senyawa prekursor citarasa seperti asam organik, asam amino, dan gula reduksi (Jackels & Jackels, 2005; Redgwell & Fischer, 2006; Lin, 2010). Clarke & Macrae (1987) menyatakan bahwa produk akhir dari proses fermentasi yang berlangsung lama dapat mendegradasi substrat dinding sel biji kopi di antaranya berupa asam asetat dan asam butirat. Nilai keasaman yang tinggi akan memberikan kualitas aroma kopi yang lebih baik (Clarke & Macrae, 1985; Yusianto, 1999). Kopi hasil fermentasi masih layak dikonsumsi jika pH kopi diatas 4 (Ridwansyah, 2003).

4.4 Warna

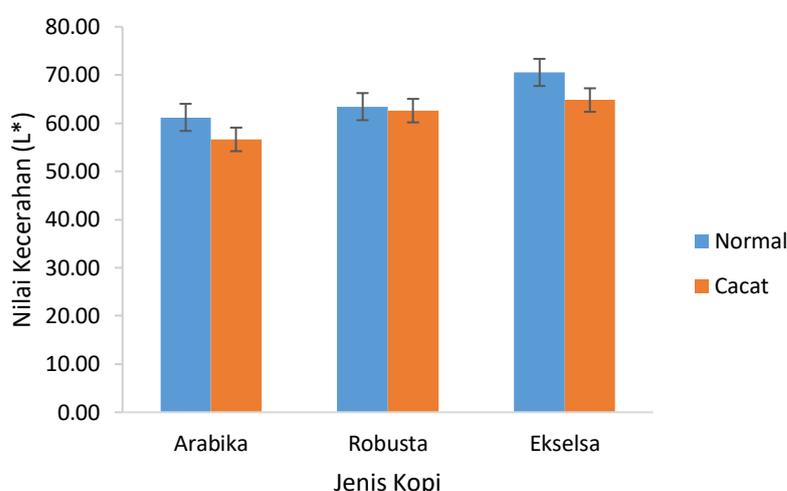
Pengujian kenampakan bahan menjadi hal yang umum untuk mengukur kualitas setiap material. Bersama dengan bau, rasa dan tekstur, warna memegang peranan yang penting dalam mutu produk dan selera konsumen (Deman, 1997). Oleh karena itu, diperlukan analisis warna agar mengetahui kualitas bahan yang digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menilai suatu pengolahan berjalan baik atau tidak. Selain untuk menentukan mutu, faktor warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan (Winarno, 2004) dan sebagai indikator kerusakan biologis dan/atau fisiko-kimia dan penggunaan warna untuk memprediksi karakteristik parameter lainnya.

Pada penelitian ini pengukuran warna menggunakan sistem notasi warna Hunter. Notasi warna Hunter memiliki 3 parameter yaitu L^* (mendeskripsikan kecerahan warna), a^* (menunjukkan jenis warna hijau-merah) dan b^* (mendeskripsikan kecerahan warna menunjukkan warna biru-kuning) dimana analisis warna ini merupakan keseragaman distribusi warna serta persepsi warna yang paling mendekati pengelihatan manusia.

4.4.1 Kecerahan (L^*)

Nilai kecerahan atau *lightness* (L^*) dinyatakan dengan skala 0-100 dimana nilai 0 menunjukkan warna hitam (paling gelap) dan nilai 100 menunjukkan warna

putih (paling cerah). Rerata nilai kecerahan (L^*) kopi hijau dengan perbedaan jenis kopi dan kualitas dapat dilihat pada **Gambar 4.3**



Gambar 4.3 Grafik Rata-Rata Kecerahan (L^*) Kopi Hijau

Pada **Gambar 4.3** menunjukkan bahwa nilai kecerahan (L^*) rerata tertinggi diperoleh dari kopi hijau jenis Ekselsa dengan kualitas normal dan nilai kecerahan (L^*) terendah ada pada kopi hijau jenis arabika dengan kualitas cacat.

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa faktor jenis kopi dan kualitas kopi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata nilai kecerahan (L). Namun, uji interaksi kedua faktor tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kecerahan (L). Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 5**, menunjukkan nilai *p-value* interaksi kedua faktor lebih dari 0,05. Rerata kecerahan (L) akibat faktor perbedaan jenis dan kualitas kopi setelah dilakukan uji lanjut Bonfferoni dapat dilihat pada **Tabel 4.5** dan **Tabel 4.6**

Tabel 4.5 Rerata Nilai Kecerahan (L^*) Akibat Perbedaan Jenis kopi

Jenis Kopi	Nilai Kecerahan (L^*)	Bonfferoni
Arabika	58,92 ^b ± 3,68	0,012
Robusta	63,60 ^{ab} ± 3,24	
Ekselsa	66,62 ^a ± 5,47	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha= 0,05$)

Berdasarkan **Tabel 4.5**, perbedaan jenis kopi hijau menghasilkan nilai kecerahan (L^*) yang cukup beragam. Tingkat kecerahan yang dimiliki kopi Ekselsa sangat berbeda nyata dengan kopi Arabika. Sementara kopi hijau jenis Arabika dan Robusta tidak memiliki perbedaan nilai kecerahan yang cukup signifikan. Adanya perbedaan nilai kecerahan pada setiap jenis kopi diduga karena kemampuan terfermentasi yang berbeda. Hal ini dikuatkan dengan pernyataan Janzen (2010), bahwa proses fermentasi menyebabkan terjadinya perubahan warna pada biji kopi yang disebabkan karena adanya reaksi kimiawi antara senyawa-senyawa yang terkandung pada biji kopi hijau. Penyebab perbedaan tersebut juga bisa dikarenakan reaksi dari asam klorogenat dengan protein yang terjadi saat proses fermentasi.

Tabel 4.6 Rerata Nilai Kecerahan (L^*) Akibat Perbedaan Kualitas Kopi

Kualitas	Nilai Kecerahan (L^*)	Bonfferoni
Normal	65,44 ^a ± 4,50	0,017
Cacat	60,64 ^b ± 5,27	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

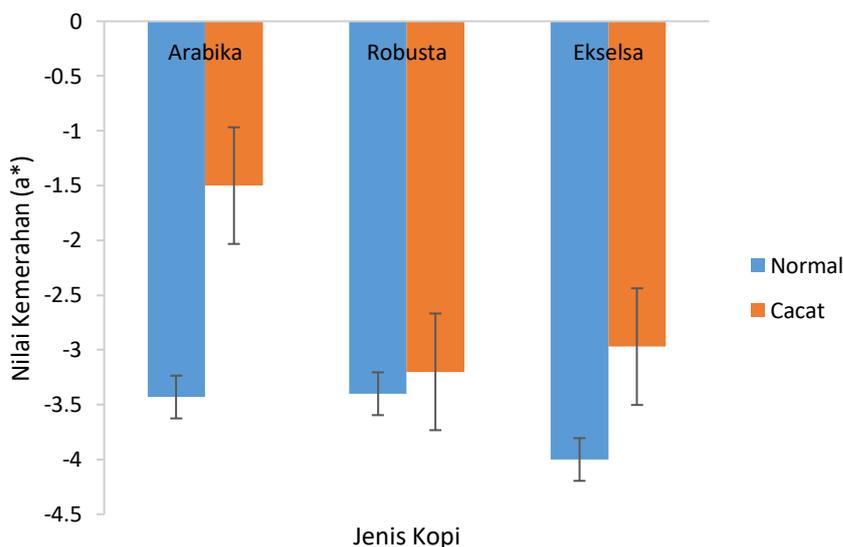
2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha= 0,05$)

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai kecerahan berpengaruh nyata terhadap perbedaan kualitas kopi. Tingkat kecerahan tertinggi ada pada kopi dengan kualitas normal sebesar 65,44 dan terendah ada pada kopi dengan kualitas cacat sebesar 60,64. Perbedaan ini diduga karena kopi kualitas cacat terdiri dari biji kopi yang sudah mengalami kerusakan secara fisik berupa biji hitam yang masih utuh maupun sudah pecah. Kerusakan ini dikarenakan fermentasi yang berlebihan sehingga warna biji kopi menjadi lebih gelap. Penurunan kualitas warna dalam suatu bahan menurut (Terra, 2008) bisa dikaitkan dengan proses absorpsi dari pigmen atau faktor intrinsik suatu bahan. Maka dari itu, dilakukan usaha untuk menstabilkan warna dalam suatu produk melalui proses kimawi yang bisa mengabsorpsi pigmen dalam suatu bahan atau dalam suatu proses produk tertentu.

4.4.2 Nilai Kemerahan (a^*)

Nilai a^* menunjukkan warna hijau dan merah, dimana a^+ atau nilai mendekati +60 maka warna yang dihasilkan semakin memerah. Sebaliknya,

apabila didapatkan hasil a^* atau nilai yang mendekati -60 , maka warna yang dihasilkan akan cenderung menjadi hijau. Rerata nilai kemerahan (a^*) kopi hijau dengan perbedaan kualitas dan jenis kopi dapat dilihat pada **Gambar 4.4**



Gambar 4.4 Grafik Rata-rata Kemerahan (a^*) Kopi Hijau

Gambar 4.4 diatas menunjukkan bahwa adanya perbedaan setiap jenis kopi pada kualitas yang berbeda. Secara keseluruhan, biji kopi kualitas cacat memiliki nilai warna hijau yang lebih rendah dibandingkan biji kopi kualitas normal.

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa faktor jenis kopi tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata Nilai Kemerahan (a^*). Namun, kualitas kopi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata Nilai Kemerahan (a^*). Selain itu, uji interaksi kedua faktor tidak memberikan pengaruh nyata terhadap Nilai Kemerahan (a^*). Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 6**, menunjukkan nilai p -value interaksi kedua faktor lebih dari $0,05$. Rerata Nilai Kemerahan (a^*) akibat faktor perbedaan kualitas kopi setelah dilakukan uji lanjut Bonfferoni dapat dilihat pada **Tabel 4.7**

Tabel 4.7 Rerata Nilai Kemerahan (a^*) Akibat Perbedaan Kualitas Kopi

Kualitas	Nilai Kemerahan (a^*)	Bonfferoni
Normal	-3,61 ^b ± 0,77	0,009
Cacat	-2,55 ^a ± 0,90	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

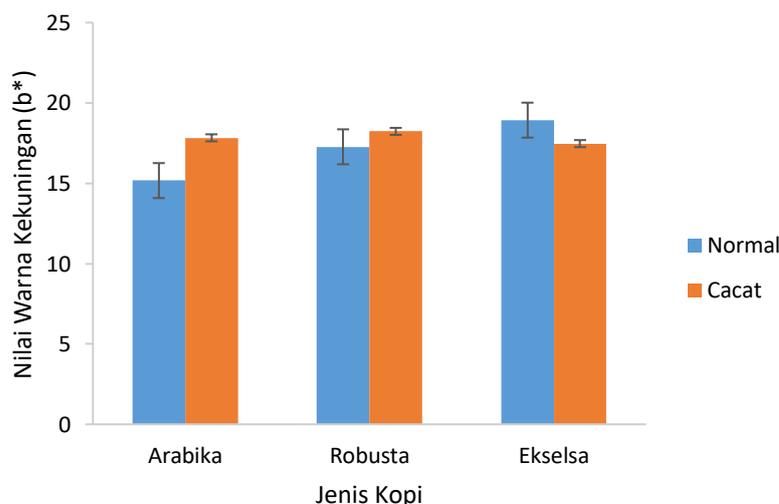
2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha= 0,05$)

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa perbedaan kualitas kopi memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kemerahan (a) yang dihasilkan. Kualitas kopi menghasilkan nilai kemerahan dibawah nilai 0 (negatif) yang berarti kualitas cacat dan normal menghasilkan bubuk kopi berwarna hijau. Meskipun begitu, kecenderungan nilai kemerahan (a*) antar kualitas berbeda. Kopi Hijau dengan kualitas cacat memiliki nilai kemerahan (a*) yang mendekati nilai positif yang berarti memiliki kecenderungan berwarna lebih hijau dibandingkan kopi hijau dengan kualitas normal. Perbedaan ini diduga karena adanya perbedaan kematangan buah kopi dan proses pengolahan yang menggunakan panas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Efimovna (20116), bahwa kondisi klorofil yang tidak stabil dan bergantung pada kondisi bahan serta perlakuan pemanenan. Menurut hasil penelitain yang ditulis Efimovna (2016), adanya perlakuan pemanasan akan menghasilkan warna hijau yang lebih pudar.

4.4.3 Nilai Kekuningan (b*)

Nilai b* menunjukkan warna biru dan kuning dari suatu bahan, dimana b+ atau nilai mendekati +60 maka warna yang dihasilkan yaitu warna kuning. Sebaliknya, apabila didapatkan hasil b- atau nilai yang mendek ati -60, maka warna yang dihasilkan akan cenderung berwarna biru. Rerata nilai kekuningan (b*) kopi hijau dengan perbedaan kualitas dan jenis kopi dapat dilihat pada **Gambar**

4.5



Gambar 4.5 Grafik Rata-rata Kekuningan (b*) Kopi Hijau

Gambar diatas menunjukkan bahwa setiap jenis kopi dengan kualitas yang berbeda memiliki nilai kekuningan (b) yang berbeda. Kopi hijau jenis Ekselsa kualitas normal memiliki tingkat kekuningan yang paling tinggi, dan nilai kekuningan paling rendah ada pada kopi jenis Arabika kualitas normal.

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahawa jenis kopi dan kualitas memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata nilai kekuningan (b). Uji interaksi kedua faktor juga dilakukan dan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kekuningan (b) biji kopi. Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 7**, menunjukkan nilai *p-value* interaksi kedua faktor kurang dari 0,05.

Perbedaan rata-rata nilai kekuningan (b) dari masing-masing jenis dan kualitas yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.7**

Tabel 4.7 Rerata Nilai Kekuningan (b*) Biji Kopi Hijau Akibat Interaksi Kedua Faktor

Perlakuan			
Jenis Biji Kopi Hijau	Kualitas	Rerata Nilai Kekuningan (b*)	
Arabika	Normal	14,00 ^c ± 0,60	
	Cacat	17,83 ^b ± 0,65	
Robusta	Normal	17,57 ^b ± 0,06	
	Cacat	18,50 ^{ab} ± 0,35	
Ekselsa	Normal	18,00 ^{ab} ± 0,82	
	Cacat	19,17 ^a ± 0,38	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha= 0,05$)

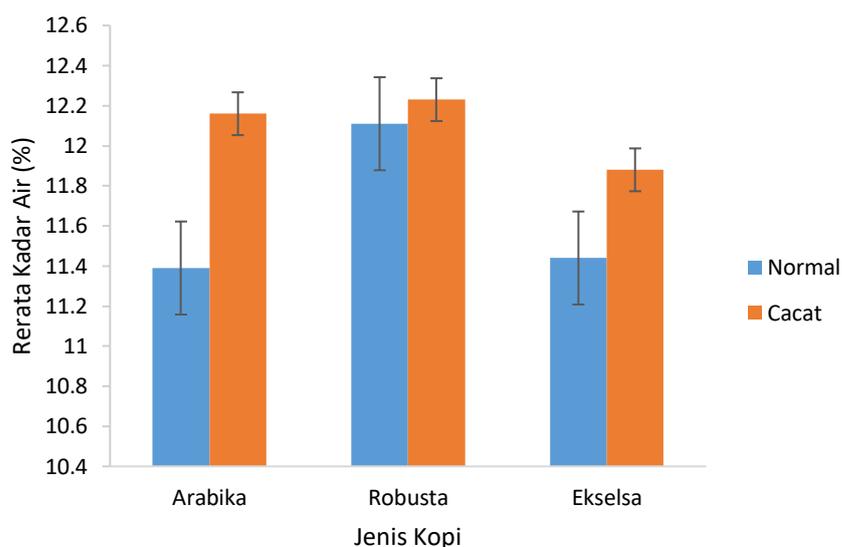
Berdasarkan tabel, didapatkan bahwa warna kekuningan pada kopi hijau ada pada range 14,00-19,17 yang artinya nilai tersebut mendekati +60 maka menghasilkan warna yang cenderung menuju kuning. Diketahui bahwa masing-masing kopi hijau kualitas cacat dan normal mengalami kenaikan nilai kekuningan (b) seiring penurunan kualitas. Sehingga diketahui pada kopi Arabika, Robusta dan Ekelsa nilai kekuningan tertinggi terdapat pada kopi Ekselsa kualitas cacat, sedangkan nilai kekuningan terendah ada pada kopi arabika kualitas normal.

Perbedaan nilai kekuningan ini diduga karena adanya perbedaan kematangan kopi. Hal ini dikuatkan oleh pernyataan Poltonieri and Rossi (2016),

kematangan biji dan proses penanganan pasca panen berpengaruh terhadap kekuningan biji. Kematangan kopi mempengaruhi kualitas kopi. Buah kopi yang masih muda, apabila mengalami proses pengeringan akan mudah berwarna kuning, sedangkan kopi yang terlalu matang akan berwarna coklat gelap. Proses pengolahan *natural* pada ketiga jenis kopi Arabika, Robusta dan Ekselsa langsung dijemur sehingga kematangan kopi pada proses *natural* beragam dan berpengaruh terhadap warna.

4.5 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu sifat fisik yang akan mempengaruhi mutu kopi, berkaitan dengan daya simpan untuk mencegah perubahan warna, tumbuhnya jamur dan mikroorganisme lainnya. Semakin rendah kadar air suatu produk dapat menjaga ketahanan suatu produk dari kerusakan mikroorganisme selama penyimpanan. Salah satu proses untuk menurunkan kadar air pada biji kopi adalah pengeringan. Menurut Widyatomo (2005) pengeringan merupakan salah satu langkah penting dalam pengolahan kopi yang mempengaruhi final kualitas kopi, suhu udara pengeringan adalah faktor yang menentukan pada waktu pengeringan. Lama proses pengeringan tergantung pada bahan yang di keringkan dan metode pengeringan yang digunakan seperti *full wash*, *semiwash* dan *natural/dry process* (Rahmawan, 2001). Proses pengeringan dapat menentukan kualitas biji kopi, dimana pengeringan tidak efektif mengakibatkan biji terlalu lembab, sehingga menjadi titik kritis yang mempengaruhi umur simpan. Hal ini dikarenakan biji yang tidak kering dapat menyebabkan kerusakan akibat mikroorganisme selama penyimpanan. Sebaliknya, pengeringan yang berlebihan akan menyebabkan biji terlalu kering sehingga akan biji mudah pecah/patah (Hick, 2010).



Gambar 4.6 Grafik Kadar Air Kopi Hijau

Berdasarkan grafik pada **Gambar 4.6**, kadar air terendah diperoleh dari jenis kopi hijau arabika normal sebesar 11,39%, sedangkan kadar air tertinggi diperoleh dari jenis kopi hijau robusta cacat sebesar 12,23%. Sehingga hasil penelitian menunjukkan kadar air kopi hijau rata-rata lebih rendah dari maksimum SNI yaitu 12,5%. Kadar air suatu bahan diketahui oleh banyaknya air yang diuapkan dan lamanya proses pengeringan (Taib dkk., 1988; Shabrina dan Susanto, 2017). Suhu udara, kelembaban relatif udara, aliran udara, kadar air awal bahan merupakan faktor yang mempengaruhi kadar air akhir bahan.

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa jenis kopi dan kualitas memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata nilai kadar air. Uji interaksi kedua faktor juga dilakukan dan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kadar air biji kopi. Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 8**, menunjukkan nilai *p-value* interaksi kedua faktor kurang dari 0,05. Perbedaan rata-rata nilai kadar air dari masing-masing jenis dan kualitas yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.8**

Tabel 4.8 Rerata Kadar Air Biji Kopi Hijau Akibat Interaksi Kedua Faktor

Perlakuan		
Jenis Biji Kopi Hijau	Kualitas	Kadar Air (%)
Arabika	Normal	11,39 ^b ± 0,30
	Cacat	12,16 ^a ± 0,42
Robusta	Normal	12,11 ^a ± 0,41
	Cacat	12,23 ^a ± 0,21
Ekselsa	Normal	11,44 ^{ab} ± 0,62
	Cacat	11,88 ^{ab} ± 0,15

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha=0,05$)

Berdasarkan **Tabel 4.8** diatas, menunjukkan bahwa rerata kadar air kopi hijau Arabika normal memiliki nilai yang berbeda secara signifikan terhadap kopi Arabika cacat, Robusta normal dan Robusta cacat. Secara keseluruhan, kopi hijau kualitas cacat memiliki nilai kadar air yang lebih tinggi dibandingkan kopi hijau kualitas normal. Hal ini diduga karena kopi hijau kualitas cacat terdiri dari kopi hijau yang sudah mengalami kerusakan fisik seperti pecah yang tidak lolos sortasi dan disebabkan karena kondisi yang terlalu kering akibat proses pengeringan. Saat dilakukan proses *grinding*, bubuk kopi dapat menyerap air lebih banyak dari lingkungan karena sifat higroskopisnya yang tinggi.

Pengolahan yang baik akan menghasilkan kadar air biji kopi hijau yang stabil untuk menghindari berkembangnya mikro organisme yang dapat menurunkan kualitas mutu. Setelah melalui proses pengeringan, biji kopi akan melewati proses selanjutnya salah satunya adalah penyimpanan. Proses ini memiliki pengaruh yang besar terhadap total kadar air biji kopi. Hal ini karena, kopi memiliki sifat yang higroskopis, jadi saat wadah penyimpanan tidak tertutup rapat atau terpapar ruangan terbuka (suhu ruang) akan dengan mudah menyerap udara sekitar sehingga dapat mempengaruhi jumlah kadar air.

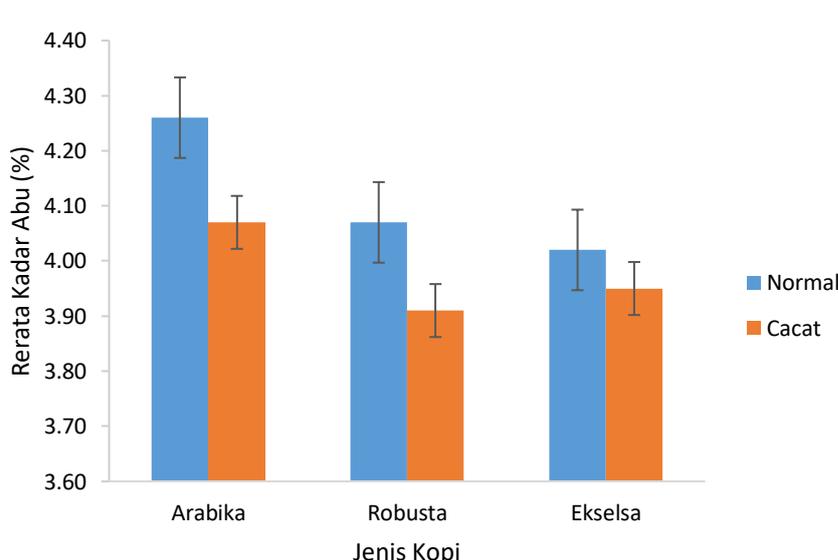
Namun, data diatas menunjukkan bahwa biji kopi normal memiliki nilai kadar air lebih rendah dibandingkan biji kopi cacat. Kemungkinan lainnya adalah adanya perbedaan kematangan buah yang juga mempengaruhi perbedaan kualitas biji kopi. Buah kopi yang dipanen dalam kondisi matang sempurna (berwarna merah) menghasilkan biji kopi dengan kadar air lebih tinggi dan nilai

cacat yang lebih kecil dibandingkan buah yang masih berwarna kuning kemerahan (Tarigan, 2017). Hal ini dapat disebabkan karena biji cacat telah terserang hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus Hampei*) sehingga memiliki sifat fisik yang berlubang dan tidak dalam kondisi penyimpanan yang sesuai, oleh karena itu, kondisi biji yang kering menyebabkan penyerapan uap udara lebih cepat.

Secara keseluruhan, data hasil penelitian menunjukkan bahwa biji kopi dengan kualitas normal dan cacat memiliki kadar air <12,5% atau dalam range 11,50-11,96 yang artinya, masih dalam kondisi standar menurut SNI 01-2907-2008. Kadar air masing-masing perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kualitas bubuk kopi. Kadar air sangat dipengaruhi oleh relative humidity (RH) ruang pengeringan dan penyimpanan. Semakin tinggi nilai RH ruangan maka semakin tinggi kadar air yang dihasilkan (Pastiniasih 2012).

4.6 Kadar Abu

Kadar abu merupakan representasi kandungan mineral pada kopi atau seluruh bahan anorganik dalam produk yang tersisa setelah dilakukan pengabuan (Tarigan, 2017). Analisa kadar abu digunakan untuk menentukan sisa-sisa pembakaran garam mineral (Sudarmadji, 2003). Menurut SNI 01-3542-2004, kadar abu maksimal pada kopi adalah sebesar 5%.



Gambar 4.7 Grafik Kadar Abu Kopi Hijau

Menurut Martin et al. (1999), kandungan mineral dalam kopi dipengaruhi oleh jumlah unsur hara di lingkungan tempat tumbuhnya dan penggunaan pupuk selama pemeliharaan. Berdasarkan grafik pada **Gambar 4.7**, kadar abu tertinggi ada pada kopi hijau arabika normal sebesar 4,4%, sedangkan kadar abu terendah ada pada kopi hijau ekselsa cacat sebesar 4,04%. Data hasil penelitian menunjukkan kadar abu yang sesuai dengan jumlah maksimal menurut SNI 01-3542-2004, sebesar 5%. Kadar abu yang tinggi menunjukkan kandungan mineral yang tinggi pula dalam bahan makanan tersebut. Berdasarkan data hasil penelitian, kadar abu yang didapatkan sesuai dengan pernyataan menurut Clifford (1975), bahwa kadar mineral pada kopi arabika sebesar 3-4,2% sedangkan kadar mineral pada kopi robusta sebesar 4,0-4,5% dan menurut Standar Nasional Indonesia kadar abu untuk bubuk kopi secara umum yaitu maksimal sebesar 5% (SNI Bubuk Kopi, 2004).

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahawa jenis kopi dan kualitas memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata nilai kadar air. Namun, Uji interaksi kedua faktor juga dilakukan dan memberikan hasil tidak pengaruh nyata terhadap nilai kadar air biji kopi. Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 9**, menunjukkan nilai *p-value* interaksi kedua faktor lebih dari 0,05. Perbedaan rata-rata nilai kadar air dari masing-masing jenis dan kualitas yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.9** dan **Tabel 4.10**

Tabel 4.9 Rerata Kadar Abu Akibat Perbedaan Jenis Kopi

Jenis Kopi	Kadar Abu (%b/b)	Bonfferoni
Arabika	4,16 ^a ± 0,20	0,011
Robusta	3,99 ^b ± 0,24	
Ekselsa	3,98 ^b ± 0,11	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha= 0,05$)

Berdasarkan **Tabel 4.9** diatas, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah kadar abu setiap jenis kopi. Kopi hijau jenis Arabika memiliki kadar abu yang berbeda secara signifikan terhadap kopi hijau jenis Robusta dan Ekselsa. Hal ini diduga karena setiap jenis kopi memiliki karakteristik tempat pertumbuhan yang

berbeda-beda seperti lokasi penanaman kopi, iklim, jenis tanah dan lingkungan sekitar sehingga mempengaruhi perbedaan kadar abu.

Perbedaan daerah asal bahan baku dan faktor lingkungan merupakan faktor luar mempengaruhi kadar abu dalam biji kopi (Wahyuni *et al.*, 2008).

Perbedaan kandungan mineral dalam kopi sangat dipengaruhi oleh perbedaan asal bahan baku. Lokasi penanaman/budidaya merupakan faktor non genetik sebagai salah satu faktor penting penentu tinggi rendahnya kandungan mineral kopi yang dihasilkan. Kandungan mineral yang tinggi menyatakan baiknya kualitas biji kopi hijau. Selain itu, nilai kadar abu dapat disebabkan pada saat proses pengupasan kulit tanduk dan kulit ari biji kopi yang terikut, ataupun adanya kandungan abu yang tidak larut dalam asam karena adanya pasir atau kotoran yang lain pada biji kopo sehingga menyebabkan kadar abu tinggi. Kadar abu biji kopi hijau memiliki kandungan mineral yang bersifat alkali, antara lain magnesium, natrium dan kalium (Rejo, 2011).

Tabel 4.10 Rerata Kadar Abu Akibat Perbedaan Kualitas

Kualitas	Kadar Abu (%b/b)	Bonfferoni
Normal	4,11 ^a ± 0,18	0,009
Cacat	3,97 ^b ± 0,20	

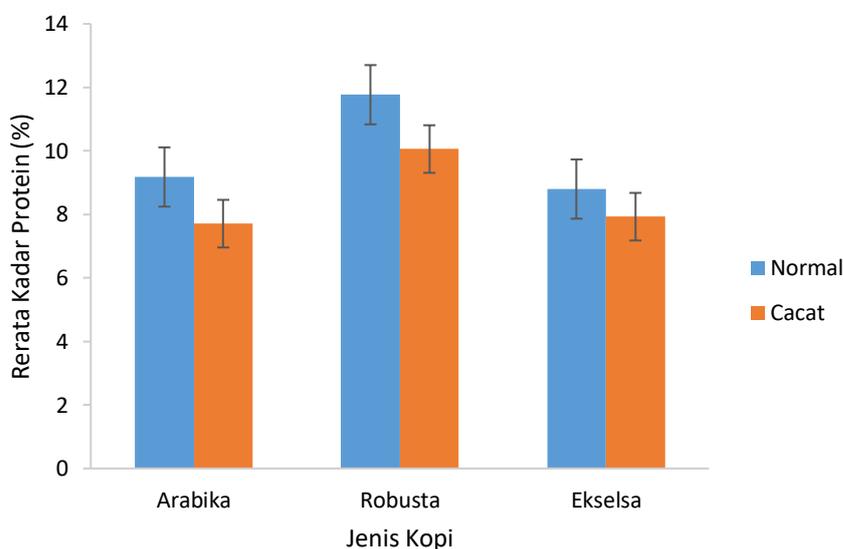
Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa perbedaan mutu kopi memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar abu. Biji kopi kualitas cacat terdiri dari biji yang sudah mengalami kerusakan secara fisik berupa berlubang, berbintil, berwarna hitam dan biji yang pecah. Kerusakan tersebut diduga dapat mempengaruhi nilai kadar abu biji kopi. Hal ini sesuai dengan penelitian menurut Rini (2017), kadar abu pada biji kopi dapat hilang akibat kerusakan fisik biji kopi hijau seperti berlubang, pecah serta berwarna hitam. Biji pecah adalah salah satu kecacatan biji yang disebabkan karena buah kopi yang dipetik dalam keadaan muda (Mulanto, 2002) atau akibat metode pengolahan dengan fasilitas yang terbatas sehingga kualitas mutu tidak dapat terjaga dengan baik.

4.7 Kadar Protein

Kadar air pada bahan pangan berperan dalam menjaga ketahanan dan mutu (Bradley, 2010), sedangkan protein memiliki peran dengan pembentukan rasa pahit pada kopi. Protein termasuk senyawa penyusun pada kopi hijau. Peran protein dalam menentukan kualitas kopi sangat besar karena menurut Marcone (2004), semakin rendah kandungan protein, maka rasa pahit kopi menjadi semakin berkurang. Berikut merupakan gambaran total protein biji kopi hijau jenis Arabika, Robusta dan Ekselsa dengan kualitas yang berbeda yaitu Normal dan Cacat. Diketahui jumlah protein tertinggi ada pada kopi jenis Robusta kualitas Normal sedangkan terendah ada pada kopi hijau jenis Arabika kualitas cacat.



Gambar 4.8 Grafik Kadar Protein Kopi Hijau

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa jenis dan kualitas kopi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata nilai kadar protein. Namun, uji interaksi kedua faktor juga dilakukan dan memberikan hasil tidak pengaruh nyata terhadap nilai kadar protein biji kopi. Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 10**, menunjukkan nilai *p-value* interaksi kedua faktor lebih dari 0,05. Perbedaan rata-rata nilai kadar protein dari masing-masing jenis dan kualitas yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.11** dan **Tabel 4.12**



Tabel 4.11 Rerata Kadar Protein Akibat Perbedaan Jenis Kopi

Jenis Kopi	Kadar Protein (%b/b)	Bonfferoni
Arabika	8,58 ^b ± 0,95	0,000
Robusta	11,32 ^a ± 0,99	
Ekselsa	8,52 ^b ± 0,62	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Tabel 4.11 menunjukkan kadar protein tiap biji kopi hijau yang berbeda pada jenis Arabika, Robusta dan Ekselsa. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa jenis kopi berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap kadar protein, sehingga dilakukan uji lanjut BNJ (Beda Nyata Jujur) terhadap faktor tersebut. Didapatkan kadar total protein kopi Robusta (11,32%) berbeda secara signifikan terhadap biji kopi Arabika (8,58%) dan Ekselsa (8,52%). Jumlah protein yang dihasilkan sesuai dengan rentang kadar protein menurut Belitz *et al.* (2009), kadar protein robusta 8.5-12% sedangkan kadar protein kopi hijau arabika menurut Clarke dan Mecrae (1987) sebesar 11-13% serta kadar protein ekselsa sebesar 7-10%.

Perbedaan kadar protein ini diduga karena adanya perbedaan tingkat kematangan buah kopi sehingga menghasilkan komposisi kimia yang berbeda. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mazzafera (1999), menyebutkan bahwa komposisi protein dalam biji kopi hijau kering secara umum berkisar 8-12%, dan sebagian protein dari biji kopi merupakan turunan dari asam amino bebas yang terjadi selama memasak buah kopi. Buah kopi yang dipanen sebelum waktu optimalnya, akan menghasilkan kadar protein yang rendah karena pertumbuhan belum maksimal. Semakin rendah kadar protein pada kopi, maka rasa pahit yang dihasilkan akan semakin berkurang (Marcone, 2004).

Tabel 4.12 Rerata Kadar Protein Akibat Perbedaan Kualitas

Kualitas	Kadar Protein (%b/b)	Bonfferoni
Normal	10,07 ^a ± 1,42	0,000
Cacat	8,87 ^b ± 1,55	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha=0,05$)

Pada **Tabel 4.12** menunjukkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) bahwa kualitas kopi berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap kadar protein. Kopi hijau kualitas normal memiliki nilai protein yang lebih tinggi yaitu 10,07% dan berbeda secara signifikan terhadap kopi hijau kualitas cacat dengan jumlah 8,87%.

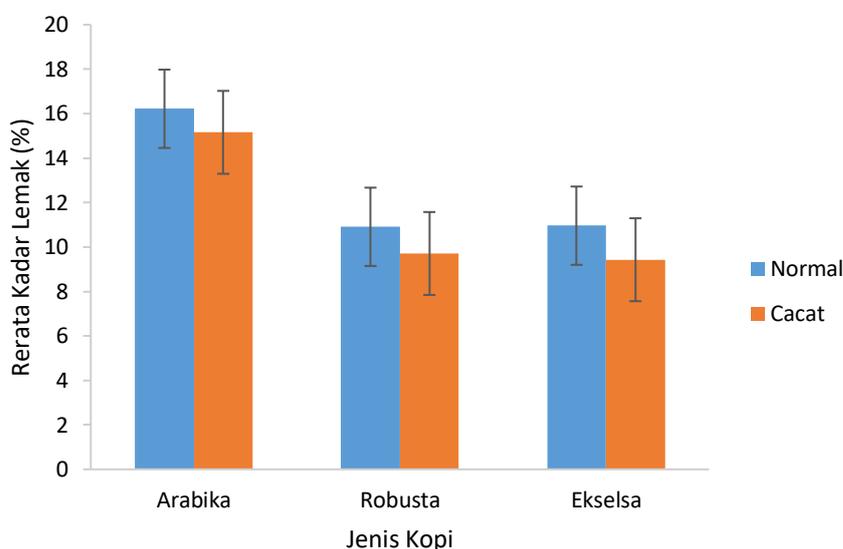
Kualitas kopi yang rendah menghasilkan kadar protein yang rendah pula. hal ini diduga karena biji kopi cacat berasal dari buah kopi yang dipanen sebelum waktunya sehingga menghasilkan nilai nutrisi yang rendah. Selain itu, proses pengeringan dilakukan secara natural yaitu menggunakan panas matahari dengan waktu yang cukup lama sehingga dapat mendegradasi protein.

Kualitas biji kopi cacat diduga mengalami fermentasi secara natural yang berlebihan sehingga didapatkan warna biji kopi yang lebih gelap dan tidak lolos sortasi. Proses fermentasi juga erat hubungannya dengan kadar protein. Menurut Fardiaz (1992) bahwa saat fermentasi berlangsung, mikroorganisme dapat menggunakan karbohidrat, protein, dan lemak sebagai sumber energi. Hal ini didukung oleh pendapat Setyatwan (2007) yang menyatakan bahwa lama inkubasi berkaitan erat dengan waktu yang dapat digunakan oleh mikroba untuk tumbuh dan berkembang biak. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak kandungan zat yang digunakan bakteri untuk hidupnya sehingga jumlah zat makanan yang tersisa semakin sedikit termasuk senyawa protein.

4.8 Kadar Lemak

Lipid atau lemak merupakan komponen penting dari biji kopi hijau, dengan kadar lemak mulai dari 9-13% pada kopi robusta dan hingga 12-18% pada kopi Arabika (Clifford, 1975; Ohiokepehai, 1982). Mayoritas *coffee lipid* diwakili oleh triasilgliserol (75%), ester diterpen (hingga 20%), sterol (23%), asam lemak bebas (1%) dan tokoferol (0,05%) (Farah, 2012; Caporaso *et al*, (2018).

Berikut merupakan gambaran total lemak biji kopi hijau jenis Arabika, Robusta dan Ekselsa dengan kualitas yang berbeda yaitu Normal dan Cacat. Diketahui jumlah lemak tertinggi ada pada kopi jenis ekselsa kualitas cacat sedangkan terendah ada pada kopi hijau jenis Arabika Normal.



Gambar 4.9 Grafik Kadar Lemak Kopi Hijau

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa jenis dan kualitas kopi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata nilai kadar protein. Namun, uji interaksi kedua faktor juga dilakukan dan memberikan hasil tidak pengaruh nyata terhadap nilai kadar protein biji kopi. Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 11**, menunjukkan nilai *p-value* interaksi kedua faktor lebih dari 0,05. Perbedaan rata-rata nilai kadar protein dari masing-masing jenis dan kualitas yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.13** dan **Tabel 4.14**.

Tabel 4.13 Rerata Kadar Lemak Akibat Perbedaan Jenis Kopi

Jenis Kopi	Kadar Lemak (%b/b)	Bonfferoni
Arabika	15,48 ^a ± 0,64	0,000
Robusta	10,33 ^b ± 0,94	
Ekselsa	9,87 ^b ± 0,90	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha= 0,05$)

Pada **Tabel 4.13** menunjukkan bahwa adanya perbedaan kadar lemak pada tiap jenis kopi. Kopi Arabika memiliki kadar lemak yang berbeda secara signifikan terhadap kadar lemak kopi Robusta dan Ekselsa. Hasil kadar lemak tertinggi hingga terendah pada kopi Arabika, Robusta dan Ekselsa secara berurutan sebesar 15,48% b/b, 10,33% b/b, dan 9,87% b/b. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh Speer (2006), dimana kadar lemak kopi Arabika lebih tinggi dengan rata-rata 15% sementara kopi Robusta memiliki kadar lemak sekitar 10%. Selain itu, penelitian ini dikaitkan oleh penelitian terdahulu oleh Mazzafera *et al* (1998), yang telah melakukan pengujian kadar lemak pada kopi yang diekstraksi selama 16-18jam dan ditemukan jumlah kadar lemak ekstrak biji kopi robusta (*C. Canephora*) sebesar 8,5-10%. Menurut Wagemaker (2010) kadar lemak kopi Arabika (*C. Arabica*) adalah sebesar 11.5–15.0% dan kopi ekselsa (*C. liberica var. dewevrei 'Excelsa'*) mengandung lemak sebanyak 10.8–11.9%.

Tabel 4.14 Rerata Kadar Lemak Akibat Perbedaan Kualitas

Kualitas	Kadar Lemak (%b/b)	Bonfferoni
Normal	12,58 ^a ± 2,61	0,000
Cacat	11,21 ^b ± 2,86	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

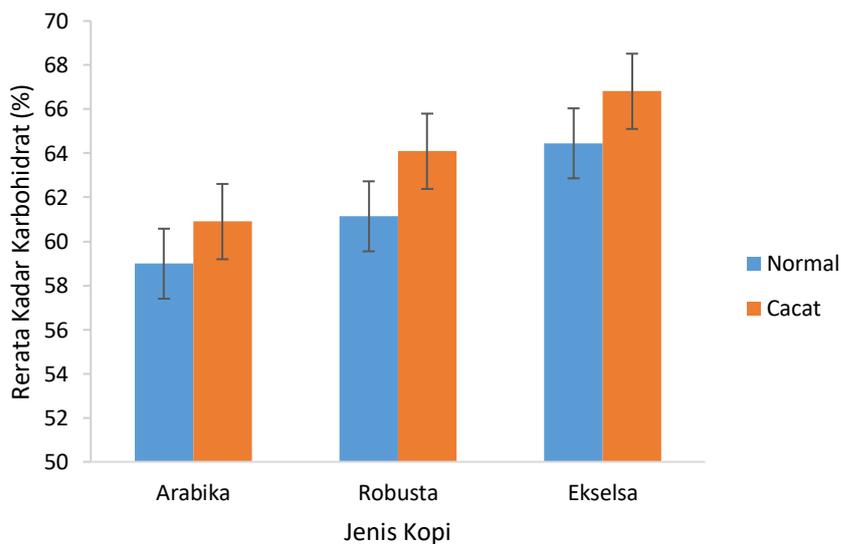
2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa perbedaan kualitas kopi mempengaruhi kadar lemak yang dihasilkan biji kopi hijau. Biji kopi hijau cacat terdiri dari biji kopi yang telah pecah dan diduga karena kondisi yang sangat kering menghasilkan kondisi fisik yang menurun akibat proses pengeringan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu oleh Franca *et al* (2005), yang menyatakan bahwa biji kopi hijau yang sehat mengandung senyawa lemak yang lebih tinggi dibandingkan biji kopi hijau yang rusak. Penggunaan panas pada biji kopi hijau mengakibatkan adanya sedikit penurunan kadar lemak. Menurut literatur, kadar lemak biji kopi hijau cacat secara umum adalah 8,17% (Ramalakshmi *et al.*, 2008), dimana kadar lemak biji kopi hijau secara umum adalah 9–16% (Speer & Kolling-speer, 2001).

4.9 Kadar Karbohidrat

Komponen karbohidrat yang terdapat dalam biji kopi merupakan komponen penting yang bertanggung jawab terhadap pembentukan komponen aroma terutama melalui karamelisasi gulagula dengan berat molekul rendah dan melalui reaksi Maillard dengan asam amino. Total jumlah karbohidrat mencapai 50% berat kering biji kopi. Jenis karbohidrat yang terdapat dalam biji kopi cukup kompleks meliputi poli, oligo dan monosakarida. Polisakarida sejauh ini merupakan kelompok karbohidrat terbesar yang terdapat pada biji kopi (Flament dan Bessiere-Thomas, 2001). Fischer *et al.*, 2000 telah menganalisis struktur dan kandungan total polisakarida biji kopi arabika yang terdiri atas manan dan galaktomanan, arabinogalaktan dan selulosa. Secara umum polisakarida akan berkurang hingga 30% pada saat penyangraian melalui berbagai mekanisme yang belum sepenuhnya dipahami, kondensasi dan dehidrasi (Trugo, 1985).

Clinton (1986) menganalisis karbohidrat yang terdapat dalam minuman kopi yang terdiri atas sukrosa, inositol, glukosa, arabinosa, sorbitol, manosa, manitol dan fruktosa. Adapun Guyot *et al.*, (1988) menyatakan bahwa kandungan mono dan disakarida dalam kopi merupakan fungsi tingkat kematangan kopi biji robusta. Kandungan sukrosa meningkat sementara kandungan arabinosa semakin menurun, melalui rasio keduanya dapat dikarakterisasi tingkat kematangannya.



Gambar 4.10 Grafik Kadar Karbohidrat Kopi Hijau



Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa jenis dan kualitas kopi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata nilai kadar Karbohidrat. Namun, uji interaksi kedua faktor juga dilakukan dan memberikan hasil tidak pengaruh nyata terhadap nilai kadar karbohidrat biji kopi. Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 11**, menunjukkan nilai *p-value* interaksi kedua faktor lebih dari 0,05. Perbedaan rata-rata nilai kadar karbohidrat dari masing-masing jenis dan kualitas yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.15** dan **Tabel 4.16**

Tabel 4.15 Rerat Kadar Karbohidrat Akibat Perbedaan Jenis Kopi

Jenis Kopi	Kadar Karbohidrat (%b/b)	Bonfferoni
Arabika	60,17 ^c ± 0,96	0,000
Robusta	62,37 ^b ± 1,68	
Ekselsa	65,70 ^a ± 1,37	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha= 0,05$)

Tabel 4.15 menunjukkan kadar karbohidrat yang berbeda pada setiap jenis kopi. Didapatkan total kadar karbohidrat yang berbeda nyata antar ketiga jenis kopi, dimana kadar tertinggi ada pada jenis kopi Ekselsa (65,70%), diikuti oleh kopi Robusta (62,37%) dan karbihidrat terendah dimiliki oleh kopi Arabika (60,17%). Setiap jenis kopi memiliki kemampuan metabolisme yang berbeda, sehingga kandungan nutrisi yang dihasilkan juga berbeda. Beberapa penelitian menegaskan bahwa terjadi degradasi karbohidrat yang secara langsung akan berkaitan dengan pembentukan beberapa zat yang mempengaruhi rasa dan aroma kopi. Salah satu komponen dari karbohidrat adalah sukrosa yang merupakan gula bebas pada kopi hijau dengan jumlah beragam sesuai dengan spesies, kematangan, asal kopi dan kondisi pertumbuhan kopi. Kandungan sukrosa akan meningkat seiring dengan kematangan kopi dan akan menurun ketika terjadi fermentasi (Vasconceols et al., 2007).

Tabel 4.16 Rerata Kadar Karbohidrat (by difference) Akibat Perbedaan Kualitas

Kualitas	Kadar Karbohidrat (%b/b)	Bonfferoni
Normal	61,59 ^a ± 2,37	0,000
Cacat	63,91 ^b ± 2,55	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

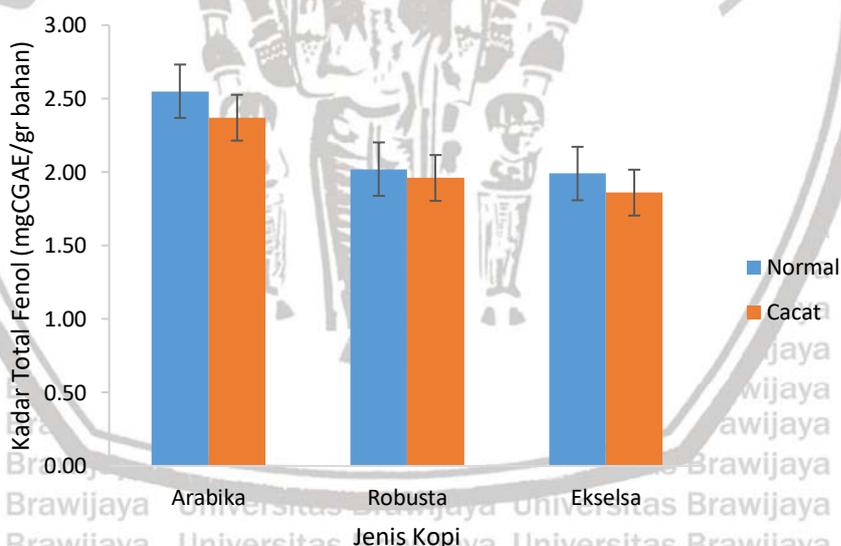
Tabel 4.16 menunjukkan bahwa kopi kualitas cacat menghasilkan jumlah karbohidrat yang lebih tinggi yaitu sebesar 63,91% dan berbeda secara signifikan dengan kopi kualitas normal sebesar 61,59%. Kadar karbohidrat dianalisa dengan menggunakan metode *by difference* sehingga komponen-komponen kimia lain dapat sangat berpengaruh. Sehingga peningkatan kadar air, abu, lemak dan protein akibat proses pengolahan dapat mempengaruhi proporsi jumlah karbohidrat. Kopi cacat memiliki jumlah karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan kopi kualitas normal dimungkinkan karena, jumlah komponen nutrisi lain pada kopi kualitas cacat lebih kecil dibandingkan kopi kualitas normal.

Menurut Goldoni (1979), sekitar 50 hingga 60% kopi hijau terdiri dari karbohidrat yang terbagi menjadi fraksi larut dalam air dan tidak larut dalam air. salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas kopi adalah tingkat kematangan kopi. Tingkat aktivitas enzim invertase dalam buah yang masih muda cenderung tinggi karena diperlukan untuk mempertahankan tekanan osmotik sel dengan cara menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Ketika buah matang, tingkat total gula akan cenderung meningkat seiring dengan menurunnya aktivitas enzim invertase (Villanueva, 2004). Menurut Ali (2004), senyawa asam-asam organik dalam buah yang sudah diubah menjadi gula sederhana seiring dengan semakin matangnya buah, akan terus meningkat dan terakumulasi selama buah tersebut masih mengalami respirasi.

4.10 Total Fenol

Senyawa fenol seperti asam fenolat memberikan efek bioaktif pada senyawa antioksidan (Handayani *et al.*, 2016). Polifenol merupakan senyawa kimia yang bekerja sebagai antioksidan kuat dalam kopi (Almada, 2009). Senyawa fenolik lainnya, seperti tanin dan lignin juga ada pada biji meskipun dalam jumlah yang kecil. Pada kopi hijau, komponen fenolik utama adalah asam klorogenat yang berperan dalam penentuan kualitas kopi dan pembentuk rasa kopi (Farah, 2006). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil analisa sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa jenis kopi memiliki pengaruh nyata ($\alpha= 0,05$) terhadap total fenol kopi.

Berdasarkan hasil penelitian, adanya perbedaan Total fenol pada setiap jenis dan kualitas yang berbeda. Total Fenol terendah ada pada kopi Ekselsa kualitas Cacat dan nilai tertinggi ada pada kopi Arabika kualitas Normal. Rerata total fenol dapat dilihat pada **Gambar 4.11**



Gambar 4.11 Grafik Total Fenol Kopi Hijau

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahawa jenis dan kualitas kopi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata nilai total fenol. Namun, uji interaksi kedua faktor juga dilakukan dan memberikan hasil tidak berpengaruh nyata terhadap nilai total fenol biji kopi. Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 12**, menunjukkan nilai *p-value* interaksi kedua faktor lebih dari 0,05.

Perbedaan rata-rata nilai total fenol dari masing-masing jenis dan kualitas yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.17** dan **Tabel 4.18**

Tabel 4.17 Rerata Nilai Total Fenol Akibat Perbedaan Jenis kopi

Jenis Kopi	Total Fenol (mgCGAE/gr bahan)	Bonfferoni
Arabika	2,46 ^a ± 0,12	0,000
Robusta	1,98 ^b ± 0,04	
Ekselsa	1,92 ^b ± 0,12	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Berdasarkan **Tabel 4.17**, diketahui bahwa jenis kopi memberikan nilai total fenol yang beragam. Total fenol tertinggi ada pada jenis kopi Arabika sebesar 2,46 mgCGAE/gr bahan yang berarti bahwa setiap gram total fenol, setara dengan 2,46 mg equivalen asam klorogenat dan berbeda secara signifikan dengan jenis kopi Robusta dan Ekselsa.

Jenis kopi yang berbeda akan menghasilkan komposisi kimia yang berbeda, hal ini bergantung pada lokasi pertumbuhan kopi itu sendiri. Kopi Robusta mampu beradaptasi dengan lingkungan lebih baik dibanding kopi Arabika (Steenis, 2008). Lokasi pertumbuhan kopi dengan kondisi lingkungannya dapat mempengaruhi metabolisme dalam tanaman kopi. Curah hujan yang optimal dapat mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman (Jumin, 2002). Air diperlukan tanaman dalam berbagai proses seperti pembentukan dan pengisian sel organ, pengatur turgiditas sel untuk menjalankan gerak organ (membuka dan menutup stomata), pelarut bahan padat dan sebagai pengatur suhu seluruh organ tanaman (Nasir, 2001). Peranan penting tersebut menimbulkan konsekuensi bahwa secara langsung atau tidak langsung, kekurangan air pada tanaman akibat lokasi pertumbuhan akan mengakibatkan terganggunya proses pertumbuhan dan berpengaruh terhadap manfaat yang ada pada buah seperti jumlah senyawa aktif pada bahan (Pugnaire dan Pardos, 1999).

Tabel 4.18 Rerata Nilai Total Fenol Akibat Perbedaan Kualitas Kopi

Kualitas	Total Fenol (mgCGAE/gr bahan)	Bonfferoni
Normal	2,18 ^a ± 0,28	0,000
Cacat	2,06 ^b ± 0,24	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Tabel 4.18 menunjukkan bahwa kualitas kopi mempengaruhi nilai total fenol. Rerata total fenol tertinggi terdapat pada kopi dengan kualitas Normal yaitu sebesar 2,18 mgCGAE/gr bahan atau pada kopi kualitas normal mengandung total fenol setara dengan 2,18 mg equivalen asam klorogenat. Hal ini diduga karena biji kopi kualitas cacat tersusun dari biji kopi yang tidak hanya mengalami kerusakan secara fisik, namun juga sudah mengalami penurunan mutu secara kimia. Hal ini sesuai dengan pernyataan Handayani *et al.*, (2016) bahwa, fenol merupakan senyawa aktif antioksidan yang bersifat menguap pada suhu ruang. Hal ini diketahui bahwa biji kopi hijau cacat mengalami kerusakan secara fisik yang dapat memicu terjadinya degradasi antioksidan dan didapatkan total fenol yang rendah.

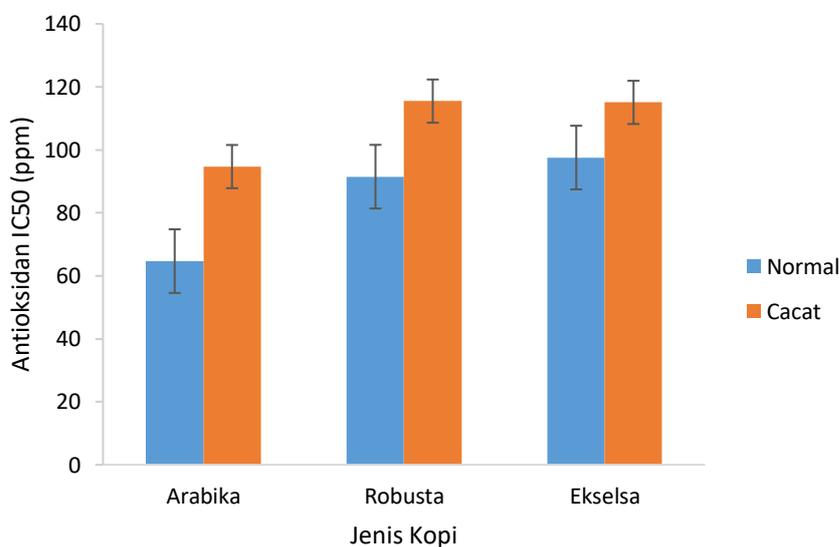
4.11 Total Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Radikal bebas dapat terjadi secara terus menerus melalui proses metabolisme sel normal, kekurangan gizi dan akibat respon terhadap pengaruh dari luar tubuh seperti asap rokok, asap pabrik dan radiasi ultraviolet (UV). Pembentukan radikal bebas yang berlebih dapat memicu timbulnya penyakit seperti autoimun, penyakit degeneratif seperti kanker dan osteoporosis. Senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan dapat mencegah terjadinya reaksi oksidasi radikal bebas.

Antioksidan berfungsi untuk menstabilkan dengan melengkapi kekurangan elektron dari radikal bebas sehingga menghambat terjadinya reaksi berantai. Beberapa penelitian menyebutkan tanaman yang memiliki aktivitas antioksidan adalah tanaman kopi dengan kandungan senyawa polifenol tinggi (Putri, 2017). Kopi kaya akan sumber antioksidan dari golongan asam hidroksiknamik (*caffeic*, *chlorogenic*, *coumaric*, *ferulic* dan *sinapic*) dan senyawa biologis lainnya yang memiliki potensi sebagai antioksidan yang signifikan seperti kafein, asam nikotinat,

trigonelin, cafestol dan kahweol (minamisawa et al., 2004). Aktivitas antioksidan digambarkan dengan nilai IC₅₀ yang berarti kemampuan untuk meredam 50% radikal bebas pada konsentrasi tertentu. Menurut Molyneux (2004), semakin kecil nilai IC₅₀ suatu bahan pangan, maka semakin besar kemampuannya dalam menangkap radikal bebas atau artinya bahan tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian, adanya perbedaan aktivitas antioksidan IC₅₀ pada setiap jenis dan kualitas yang berbeda. Nilai IC₅₀ terendah ada pada kopi Arabika kualitas normal dan nilai tertinggi ada pada kopi Robusta kualitas cacat. Rerata aktivitas antioksidan IC₅₀ dapat dilihat pada **Gambar 4.12**



Gambar 4.12 Grafik rata-rata Aktivitas Antioksidan IC₅₀ Kopi Hijau

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahawa jenis dan kualitas kopi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata nilai IC₅₀. Namun, uji interaksi kedua faktor juga dilakukan dan memberikan hasil tidak pengaruh nyata terhadap nilai IC₅₀ biji kopi. Hal ini dapat dilihat pada **Lampiran 13**, menunjukkan nilai *p-value* interaksi kedua faktor lebih dari 0,05. Perbedaan rata-rata nilai IC₅₀ dari masing-masing jenis dan kualitas yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.19** dan **Tabel 4.20**

Tabel 4.19 Rerata Aktivitas Antioksidan IC₅₀ Akibat Perbedaan Jenis kopi

Jenis Kopi	Rerata Antioksidan IC ₅₀ (ppm)	Bonfferoni
Arabika	79,68 ^b ± 17,86	0,000
Robusta	103,50 ^a ± 13,49	
Ekselsa	106,32 ^a ± 10,23	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Data pada **Tabel 4.19** menunjukkan ketiga jenis kopi hijau yang memiliki aktivitas antioksidan yang berbeda. Kopi Arabika memiliki nilai IC₅₀ yang rendah dan berbeda secara signifikan dengan kopi Robusta dan Ekselsa. Secara berurutan rerata nilai IC₅₀ terendah hingga tertinggi yaitu Arabika sebesar 79,68 ppm, Robusta sebesar 103,50 ppm dan Ekselsa sebesar 106,32 ppm.

Tingkat kekuatan antioksidan dengan metode DPPH dikatakan aktif apabila nilai IC₅₀ mencapai 50-100 ppm sedangkan intensitas antioksidan yang sedang apabila nilai IC₅₀ dalam range 101-150 ppm (Zuhra, dkk, 2008). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kopi Arabika memiliki tingkat kekuatan antioksidan yang aktif dibandingkan kopi Robusta dan Ekselsa. Komposisi kimia dari biji kopi bergantung pada spesies dan varietas dari kopi tersebut serta faktor-faktor lain yang berpengaruh antara lain lingkungan tempat tumbuh, tingkat kematangan dan kondisi penyimpanan. Lingkungan pertumbuhan yang optimal setiap jenis kopi berbeda-beda. Hal ini mempengaruhi aktifitas antioksidan dari masing-masing ekstrak kopi karena zat aktif metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan dipengaruhi oleh beberapa hal termasuk iklim dan ketinggian tempat tanaman (Coomes & Allen, 2007 dan Irwanto, 2006).

Tabel 4.20 Rerata Aktivitas Antioksidan IC₅₀ Akibat Perbedaan Kualitas Kopi

Kualitas	Rerata Antioksidan IC ₅₀ (ppm)	Bonfferoni
Normal	84,58 ^b ± 16,18	0,000
Cacat	108,42 ^a ± 10,88	

Keterangan: 1) Setiap data hasil analisis merupakan rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$)

Pada **Tabel 4.20** diketahui bahwa kopi hijau kualitas normal dan cacat menghasilkan nilai IC₅₀ yang berbeda secara signifikan. Kopi hijau kualitas normal memiliki intensitas kuat terhadap penangkapan radikal bebas dengan metode DPPH yaitu 84,58 ppm sedangkan kopi hijau kualitas cacat memiliki tingkat intensitas yang lebih rendah (sedang), sebesar 108,42 ppm. Perbedaan nilai IC₅₀ diduga karena kualitas mutu secara kimia dan fisik setiap jenis kopi pada umumnya berbeda dan dipengaruhi oleh penanganan panen dan pasca panen yang diterapkan petani yang masih sederhana.

Pada penelitian ini, digunakan biji kopi kualitas cacat secara fisik secara ukuran, warna, penampakan yang berlubang, dll. Biji kopi yang dijadikan sebagai bahan penelitian merupakan biji yang dihasilkan dari proses kering (*dry process*), seperti yang telah diketahui, proses kering dilakukan dengan waktu yang berbeda tergantung pada cuaca, ukuran buah kopi, tingkat kematangan kopi dan kadar air dalam buah kopi, dan biasanya setiap jenis kopi dengan karakteristiknya masing-masing memiliki waktu pengeringan yang berbeda. Semakin lama proses pengeringan atau kontak dengan panas, maka semakin rendah aktivitas antioksidan pada kopi karena senyawa antioksidan tidak tahan panas dan mudah terdegradasi (Christalina, 2013). Menurut Kadafi (2015), antioksidan alami mempunyai struktur kimia dan stabilitas ketahanan yang berbeda-beda terhadap panas. Senyawa antioksidan yang tidak tahan lama terhadap panas akan terdegradasi lebih cepat. Antioksidan dalam kopi sebagian besar berkurang disebabkan oleh proses oksidasi dalam proses penyangraian. Sehingga semakin lama waktu sangrai maka akan semakin menurun kadar antioksidannya.

Tingkat kekuatan antioksidan dengan metode DPPH dikatakan aktif apabila nilai IC₅₀ mencapai 50-100 ppm sedangkan IC₅₀ intensitas antioksidan yang sedang apabila nilai IC₅₀ dalam range 101-150 ppm (Zuhra, dkk, 2008). Oleh

karena itu, dapat disimpulkan bahwa kopi Arabika memiliki tingkat kekuatan antioksidan yang aktif dibandingkan kopi Robusta dan Ekselsa. Komposisi kimia dari biji kopi bergantung pada spesies dan varietas dari kopi tersebut serta faktor-faktor lain yang berpengaruh antara lain lingkungan tempat tumbuh, tingkat kematangan dan kondisi penyimpanan. Lingkungan pertumbuhan yang optimal setiap jenis kopi berbeda-beda. Hal ini mempengaruhi aktifitas antioksidan dari masing-masing ekstrak kopi karena zat aktif metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan dipengaruhi oleh beberapa hal termasuk iklim dan ketinggian tempat tanaman (Coomes & Allen, 2007 dan Irwanto, 2006). Menurut *International Coffee Organization* (ICO), kualitas biji kopi yang rendah tidak digunakan dalam minuman kopi, melainkan dimanfaatkan untuk produk lain.

4.12 Hubungan Nilai Total Fenol dengan Kapasitas Antioksidan

Untuk mengetahui sejauh mana kecenderungan nilai total fenol dalam mempengaruhi kapasitas antioksidan, selanjutnya dilakukan analisis statistik korelasi (*pearson Corelation*) kadar fenol terhadap aktivitas antioksidan kopi hijau Arabika, Robusta dan Ekselsa kualitas Normal dan Cacat. Diperoleh hasil yang signifikan ($p < 0,05$) yang berarti bahwa terdapat korelasi kadar fenol terhadap aktivitas antioksidan kopi hijau. Hasil analisis korelasi (*pearson Corelation*) menunjukkan adanya korelasi negatif antara total fenol dengan nilai IC_{50} ($r = -0,851$). Hal ini menunjukkan bahwa fenol dengan nilai IC_{50} berhubungan terbalik. Menurut Mursu *et al* (2005), semakin tinggi nilai fenol maka semakin rendah nilai IC_{50} (semakin tinggi aktivitas antioksidannya). Hasil analisis regresi menunjukkan nilai R^2 sebesar 81% artinya pada penelitian ini memiliki aktivitas antioksidan 81% dipengaruhi oleh senyawa fenolik asam klorogenat, sementara 15% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain sehingga dapat dikatakan bahwa senyawa fenolik lainnya memiliki peran penting dalam aktivitas antioksidan. Hal tersebut disebabkan karena senyawa polifenol merupakan komponen antioksidan yang berasal dari tanaman (Djapiala *et al.*, 2013). Senyawa fenol seperti asam fenolat memberikan efek bioaktif pada senyawa antioksidan (Handayani *et al.*, 2016).

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis kopi (Arabika, Robusta dan Ekselsa) dan kualitas yang berbeda (Normal dan Cacat) memiliki interaksi yang berpengaruh terhadap nilai warna kekuningan (b), nilai densitas dan kadar air. Sedangkan kedua faktor tidak memiliki interaksi yang berpengaruh terhadap nilai warna kecerahan (L) dan kemerahan (a), derajat keasaman (pH), abu, lemak, protein, karbohidrat, total fenol dan nilai IC_{50} . Secara keseluruhan, kopi kualitas normal memiliki nilai densitas kamba, nilai warna kecerahan (L), derajat keasaman (pH), kadar abu, protein, lemak dan total fenol yang lebih tinggi dibandingkan kopi kualitas cacat. Sebaliknya, kopi kualitas cacat mengandung nilai warna kemerahan (a) dan kekuningan (b), kadar air, karbohidrat dan nilai IC_{50} yang lebih tinggi dibandingkan kopi kualitas normal.

Nilai IC_{50} tertinggi ada pada jenis kopi Robusta kualitas cacat dan terendah ada pada kopi Arabika kualitas Normal yang artinya semakin rendah nilai IC_{50} , maka semakin tinggi aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Oleh karena itu, aktivitas antioksidan tertinggi ada pada jenis kopi Arabika kualitas normal. Sedangkan pada hasil total fenol, kopi Arabika kualitas normal memiliki nilai tertinggi dan kopi ekselsa kualitas cacat memiliki nilai terendah. Semakin tinggi nilai total fenol, maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengukuran ukuran biji dengan menggunakan metode Ferret Diameter
2. Perlu dilakukan uji aroma menggunakan *Gas Chromatography*

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Wayan., Nocianitri, Komang A., Yusasrini, Ni Luh Ari. 2015. **Kajian Kandungan Kafein Kopi Bubuk, Nilai pH dan Karakteristik Aroma Dan Rasa Seduhan Kopi Jantan (Pea Berry Coffee) dan Betina (Flat Beans Coffee) Jenis Arabika Dan Robusta**. Bali: Jurusan Ilmu Dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana
- Afriliana, A. 2018. **Teknologi Pengolahan Kopi Terkini**. Budi Utama. Yogyakarta
- Afrizon., Rosmanah, S., dan Dinata, K. 2015. **Teknik Panen dan Pengolahan Kopi**. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Bengkulu.
- Ali, Z.M., Chin, L.H. and Lazan, H. 2004. **A Comparative Study On Wall Degradingenzymes, Pectin Modifications and Softening During Ripening Of Selected Tropicalfruits**. Plant Science. 167 (2), 317–327
- Almada, P. D. 2009. **Pengaruh Perubahan Proses Dekafeinasi Kopi dalam Reaktor Kolom Tunggal Terhadap Mutu Kopi**. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Amanah, Isnani., Aznan, Nurfina. 2016. **Penentuan Kadar Total Fenol Dan Uji Aktivitas Antioksidan Kombinasi Ekstrak Sarang Semut (Myrmecodia Pendens Merr. & L.M. Perry) Dan Ekstrak Kencur (Kaempferia Galanga Linn.) Dengan Metode B-Carotene Bleaching**. Jurnal Jurusan Pendidikan Kimia MIPA Universitas Negeri Yogyakarta
- Anggara, A dan Marini, S. 2011. **Kopi Si Hitam Menguntungkan, Budi Daya Dan Pemasaran**. Yogyakarta: Cahaya Atma Pustaka
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI). 2004. **Kopi Bubuk**. SNI 3542-2004. Pdf. Diakses pada tanggal 13 Desember 2018
- Badan Standarisasi National Indonesia (SNI). 2008. **Biji Kopi**. SNI 01-2907-2008
- Badarinath A, Rao K, Chetty CS, Ramkanth S, Rajan T, & Gnanaprakash K. A **Review on In-vitro Antioxidant Methods : Comparisons, Correlations, and Considerations**. International Journal of PharmTech Research, 2010: 1276-1285
- Belay, Abebe and A. V Gholap. 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

Borém, F. M., Ribeiro, F. C., Figueiredo, L. P., Giomo, G. S., Fortunato, V. A., & Isquierdo, E. P. 2013. **Evaluation Of The Sensory And Color Quality Of Coffee Beans Stored In Hermetic Packaging.** Journal of Stored Products Research, 52, 1–6

Borem, F.M., Coradi, P.C., Saath, R., and Oliveira, J.A. 2008. **Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas.** Ciências Agrotecnologia, Lavras, v.32, n.5, p.1606-1615

Camargo, M. B. P. De. 2010. **The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil.** Bragantia, 69, 239-247
<<https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000100030>>

Christalina, I. dkk. 2013. **Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Alami Ekstrak Fenolik Biji Pepaya: Artikel Ilmiah ISSN 1412-7350.** Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala

Clarke, R. J. dan Macrae, R. 1987. **Coffee Technology Volume 2.** Elsevier. Applied Science, London and New York.

Clarke, R.J. dan R. Macrae. 1985. **Coffee Volume I : Chemistry.** Elsevier Applied Science. London dan New York.

Clifford, M.N. 1985. **Chlorogenic Acid.** In coffee, Chemistry R.J. Clarke Eds Elsevier Applied Science, 153-202

Clifford, M.N., 1999. **Chlorogenic acids and other cinnamates - nature, occurrence and dietary burden.** Journal of the Science of Food and Agriculture, 79: 362–372.

DeMan, John M., 1997. Kimia Makanan. Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung

Efimovina, C. 2016. Chlorophyll And Green Color Stabilization Of Vegetable Homogenates. Jurnal. Universidade De Lisboa

Farah. A. 2012. **Coffee Constituens Coffee: Emerging Health Effects and Disease Revention.** First Edition. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd.

Farhaty, N., Muchtaridi. 2017. **Tinjauan Kimia Dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat Pada Biji Kopi : Review.** Bandung: Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran

Flament, I., Bessiere-Thomas, Y., 2002. **Coffee Flavour Chemistry.** Wiley, New York.

Franca, Andriaana S., Oliveira, Leaandro Soares. 2008. **Chemistry of Defective Coffee Beans**. Brazil: Federal University of Minas Gerais.

Glei, M., H, Nina., Krimse, A., Persin, C. 2006. **Bread Enriched With Green Coffee Extract Has Chemoprotective and Antigenotoxic Activities in Human Cells**. Nutrition and Cancer 56 (2):182-92

Gusfarina, D.S. 2014. **Mengenal Kopi Liberika Tungkal Komposit (Libtukom)**.

Jambo: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi.

Hanani, E., Mun'im, A., dan Sekarini, R. 2005. **Identifikasi Senyawa Antioksidan dalam Spons Callyspongia SP dari Kepulauan Seribu**. Majalah Ilmu Kemolfarmasian, P:2,3,130

Handayani, H., Sriherfyna, F. H., Yunianta. 2016. **Ekstraksi Antioksidan Daun Sirsak Metode Ultrasonic Bath (Kajian Rasio Bahan : Pelarut Dan Lama Ekstraksi)**. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 4 (1), 262-272

Haygreen, J.G., Bowyer, J.L., and Shmulsky R. 2004. **Forest Products And Wood Science: An Introduction**. Iowa A: Iowa State Press/AMES

Hick, A. 2010. **Post-harvest processing and quality assurance for speciality/organic coffee products**. FAO Regional Office for Asia Pasific Bangkok Thailand

International Coffee Organization (ICO). 2019. **World coffee consumption** <<http://www.ico.org/prices/new-consumption-table.pdf> >

ITIS (Integrated Taxonomic Information System). 2011. **Coffea L.** Dilihat 23 November 2018 < <http://www.itis.gov> >

Janzen, S.O. 2010. **Chemistry of coffee**. In L. Mender, & H.W. Liu (Eds.). Comprehensive Natural Products II, Chemistry and Biology (pp. 1085–1113). Kidlington, UK: Elsevier Ltd.

Joët, T., Laffargue, A., Descroix, F., Doubeau, S., Bertrand, B., Kochko, A. de, & Dussert, S. (2010). **Influence Of Environmental Factors, Wet Processing and Their Interactions On The Biochemical Composition Of Green Arabica Coffee Beans**. Food Chemistry, 118(3), 693–701 <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.048>>



Jumin, H.B. 2002. **Agroekologi: Suatu Pendekatan Fisiologis**. Jakarta: Rajawali press

Karanja, R.H.N., Njoroge, G.N., Kihoro, J.M., Gikungu, M.W. & Newton, L.E. 2013.

The Role of Bee Pollinators in Improving Berry Weight and Coffee Cup Quality. Asian Journal of Agricultural Sciences, 5(3), 52-55

Kuit, M., Thiet, N. V., & Jansen, D. 2004. **Manual for Arabica Cultivation**. Vietnam: Tan Lam Agricultural Product Joint Stock Company

Kumalaningsih, S., 2006, Antioksidan Alami Penangkal Radikal Bebas, Trubus Agrisarana, Surabaya, 17-21, 34- 35, 40.

Kuncoro, S., Sutiarto, L., Nugroho, J., Masithoh, R.E. 2018. **Kinetika Reaksi Penurunan Kafein dan Asam Klorogenat Biji Kopi Robusta melalui Pengukusan Sistem Tertutup**. Agritech, 38 (1): 105-111

Leroy, T., Ribeyre, F., Bertrand, B., Charmetant, P., Dufour, M., Montagnon, C., Pot, D. 2006. **Genetics Of Coffee Quality**. Braz. J. Plant Physiol., 18(1), 229-242.

Lin, C.C. 2010. **Approach of improving coffee industry in Taiwan promote quality of coffee bean by fermentation**. The Journal of International Management Studies, 5, 154–159

Mandal S, Yadav S, Nema R. 2009. **Antioxidants: A Review**. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research: 102-104.

Marcone, M. F. 2004. **Composition and properties of Indonesian palm civet coffee (kopi luwak) and Ethiopian civet coffee**. Food Research International, 37(9), 901–912

Molyneux, P. 2004. **The use of stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity**. J. Sci. Technol. 26(2): 211-219

Mulato, S. 2001. **Pelarutan Kafein Biji Robusta Dengan Kolom Tetap Menggunakan Pelarut Air**. Pelita Perkebunan. Jakarta.

Muzaifa, M., Patria, A., Abubakar, A., Rahmi, F., Hasni, D., dan Sulaiman, I. 2016. **Kopi Luwak: Produksi, Mutu dan Permasalahannya**. Syiah Kuala University Press

Najiyati, S. dan Danarti. 2004. **Kopi, Budidaya dan Penanganan Pascapanen (Edisi Revisi)**. Jakarta: Penebar Swadaya

Nasir, M. 2001. **Pengantar Pemuliaan Tanaman**. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional

Nathsubedi, R. 2011. **Comparative Analysis Of Dry And Wet Processing Of Coffee With Respect To Quality and Cost In Kavre District, Nepal: A Case Of Panchkhal Village**. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 2(5), 181-193

Novita, E., Syarif, R., Noor, E., dan Mulato, S. 2010. **Peningkatan Mutu Biji Kopi Rakyat Dengan Pengolahan Semi Basah Berbasis Produksi Bersih**. Agrotek. Vol. 4, No. 1, p:76-90

Pinela, J., Lillia, B., ANA, MC., Isabel, CFR. 2012. **Nutritional Composition And Antioxidant Activity Of Four Tomato (*Lycopersicon Esculentum L.*) Farmer' Varietas In Northeastern Portugal Homegardens**. Food and Chemical Toxicology. 50: 829-834

Poltionieri, P and Rossi, F. 2016. **Challenges In Speciality Coffee Processing and Quality Assurance**. Challenges journal 7 (19):33-90

Prastowo, B., Karmawari, E., Rubijo., Siswanto., Indrawanto, C., Munarso, J.S. 2010. **Budidaya Dan Pasca Panen Kopi**. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Perkebunan. Budidaya Pasca Panen Kopi.

Prayoga G. 2013. **Fraksinasi, Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Ekstrak Teraktif Daun Sambang Darah (*Excoecaria cochinchinensis Lour*)**. Fakultas Farmasi Program Studi Sarjana Ekstensi Universitas Indonesia

Pugnaire, F.I., Serrano, L. Dan Pardos, J. 1999. **Constraints By Water Stress On Plant Growth**. Handbook Of Plant And Crop Stress. 2nd Edition Revised And Expanded, By Passarakli, M. New York, Basel: Marcel Dekker Inc.

Putri, Renova Rizka. 2017. **Penetapan Kadar Polifenol Dan Uji Aktivitas Antioksidan Pada Aneka Sajian Minuman Kopi Robusta (*Coffea Canephora*) Menggunakan Metode DPPH**. Fakultas Farmasi Universitas Jember

Rahardjo, P. 2012. **Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta**. Penebar Swadaya, Jakarta

Raharjo, Bismo Try. 2013. **Jurnal Ilmiah; Analisis Penentu Ekspor Kopi Indonesia**. Malang: Universitas Brawijaya

Ridwansyah. 2003. **Pengolahan Kopi**. Medan: Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

Rodrigues, P.L.M., Severo, E.T.D., Calonego, F.W., Pelozzi, M.M.A., and Latorraca, J.V. 2018. **Physical Properties of Wood From Steamed**

Eucalyptus grandis logs. Floresta e Ambiente, 25(1):e201500195

Sativa, O., Yuwana., dan Bonodikun. 2014. **Karakteristik Fisik Buah Kopi, Kopi**

Beras Dan Hasil Olahan Kopi Rakyat Di Desa Sindang Jati, Kabupaten Rejang Lebong. Jurnal Agroindustri, Vol. 4 No. 2: 65-77

Shabrina¹, Z.U., Susanto, W.H. 2017. **Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Dengan Metode Cabinet Dryer Terhadap Karakteristik Manisan Kering Apel Varietas Anna (Malus domestica BORKH)**. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol.5 No.3:60-71

Sharma, GN. 2011. **Phytochemical Screening And Estimation Of Total Phenolic Contentin Aegle Marmelos Seeds**. International Journal Of Pharmaceutical And Clinical Research. 2(3): 27-29

Singh, R. P., Murthy, C. K. N., and Jayaprakasha, G. K. 2002. **Studies On The Antioxidant Activity Of Pomegranate (Punica Granatum) Peel And Seede Extracts Using In Vitro Models**. J. Agric. Food Chem, 50, 81-86

Soedibyo, D. W., U. Ahmad, K. B. Seminal and I. D. M. Subrata. 2010. **The development of automatic coffee sorting system based on image processing and artificial neural network**. Proceedings of AFITA 2010 International Conference - The Quality Information for Competitive Agricultural Based Production System and Commerce, Bogor Agricultural University, West Java Indonesia, p: 272-275. Dilihat pada 17 Desember 2018. <<http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/41672>>

Speer, Karl., K. Speer, I. 2006. **The Lipid Fraction Of Coffee Bean**. Brazilian Journal of Plant Physicology 18 (1)

Steenis, Van. 2008. **Flora: cetakan ke-12**. Jakarta: PT. Pradnya Paramita

Sudarmadji, dkk. 2003. **Prosedur Analisa Bahan Makanan Dan Pertanian**. Liberti. Yogyakarta

Sulisowati, & Sumartono, B. 2002. **Metode Uji Cita Rasa Kopi**. Materi Pelatihan Uji Citarasa Kopi. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.



Sunaarharum, W.B. 2016. **The Compositional Bassis Of Coffee Flavor**. Queensland Alliance For Agriculture And Food Inovation (QAAFI): Australia.

Sunarharum, B., Yuwono, S.S, Fibrianti, K., Waziroh, E., Murtini, S.E., Siadi, Wulandari, E., Wahibah, Y., Nadhiroh, H., Pangestu, W. 2017. **Teknologi Pengolahan Pangan**. Malang: Media Nusa Creative

Sunarharum, W., Williams, D.J., and Smyth, H. 2014. **Complexity of Coffee Clavor: A composition and sensory perspective**. Food Research International 62:315–325

Sunarharum, W., Williams, D.J., and Smyth, H. 2014. **Complexity of Coffee Clavor: A composition and sensory perspective**. Food Research International 62:315–325

Supriadi, Handi., Rusli dan Heryana, N. 2007. **Kesulitan Lahan Untuk Tanaman Kopi**. Bunga Rampal Inovasi Teknologi Tanamna Kopi untuk Perkebunan Rakyat.

Suryanto, E., Momuat, L.I., Taroreh, M., Wehantouw, F. 2011. **Potensi Senyawa Polifenol Antioksidan Dari Pisang Goroho (Musa Sapien Sp.)**. Jurnal Agritech, Vol. 31, No. 4

Tarigan, Elsera dan Tohawa, Juniaty. 2017. **Pengaruh Tingkat Kematangan Buah, Serta Lama Fermentasi Dan Penyangraian Biji Terhadap Karakter Fisikokimia Kopi Robusta**. Sukabumi: Balai Penelitian Tanaman Industri Dan Penyegar

Terra, S. 2008. Colour Stability Of A Nanofill Composite: Effect Of Different Immersion Media. Jurnal Of Applied Oral Science

Thomas, S. C. (2011). **Genetic Vs. Phenotypic Responses Of Trees To Altitude**. Tree Physiology, 31(11), 1161–1166.
<<https://doi.org/10.1093/treephys/tp105> >

Udarno, M.L dan Setiyono, R.T. 2015. **Penampilan kopi excelsa hasil eksplorasi di Kabupaten Kepulauan Meranti, Riau**. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia. Volume 1, Nomor 3, Hal: 543-547.

Van Der Vossen, H. A. M. 2005. **A Critical Analysis Of The Agronomic And Economic Sustainability Of Organic Coffee Production**. Expl Agric. 41: 449–473

Wahyuni, S. Rejo, A. dan Hasbi. 2008. **Lama Penyangraian Terhadap Perubahan Karakteristik Biji Kopi dari Berbagai Daerah di Sumatera Selatan**. Program Studi Teknik Pertanian UNSRI. Indralaya.

Widyotomo, Sukrisno, S. Mulato, H. K. Purwadaria dan A. M. Syarif. 2009. **Karakteristik Proses Dekafeinasi Kopi Robusta dan Reaktor Kolom Tunggal Dengan Pelarut Etil Asetat**. Diakses pada tanggal 6 Februari 2019. <<http://www.isjd.pdii.lipi.go.id>>

Widyotomo. 2005. **Penentuan Karakteristik Pengeringan Kopi Robusta Lapis Tebal**. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember

Wikipedia. 2011. **Kopi Hijau**. Dilihat 17 Desember 2018. <https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:75_degrees_green_coffee.png>

Winarno, F. G. 2004. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Yahmadi LD. 1972. **Budidaya dan Pengolahan Kopi**. Balai Penelitian Perkebunan, Jember.

Yusianto. (2016). **Panen Dan Pengolahan Produk Hulu Kopi Dalam: Kopi "Sejarah, Botani, Proses Produksi, Pengolahan, Produk Hilir dan Sistem Kemitraan**. Yogyakarta: UGM Press.

Zuhra, C.F., J. B. Tarigan, dan H. Sihotang. 2008. **Aktivitas Antioksidan Senyawa Flavonoid Dari Daun Katuk (Sauropus Androgynus (L.) Merr.)**. Jurnal Biologi Sumatra, 3(1), 7-10.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisis

1.1 Analisa Total Fenol (Modifikasi Sharma, 2011)

a. Pembuatan Kurva Standar asam galat

1. Pembuatan larutan asam galat stok 200 ppm dengan cara menimbang asam galat sebanyak 0,005 gram dan kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml (konsentrasi 200 ppm).
2. Ditambahkan aquades hingga tanda batas kemudian dihomogenkan
3. Pembuatan larutan standar asam galat dengan konsentrasi 0, 20, 40, 60, 80, 100 ppm (0 ppm digunakan sebagai blanko)
4. Diambil 0,5 ml larutan dari masing-masing konsentrasi dan kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi
5. Ditambahkan reagen Folin Ciocalteu dalam aquades (1:10) pada masing-masing larutan sebanyak 2,5 ml dan dilakukan inkubasi selama 5 menit pada suhu ruang
6. Ditambahkan natrium karbonat 7,5% sebanyak 2 ml kemudian di vortex
7. Dilakukan inkubasi selama 30 menit pada kondisi ruang gelap
8. Pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 754 nm
9. Dibuat kurva standar asam galat dengan konsentrasi x = konsentrasi larutan asam galat dan y = absorbansi, kemudian dihitung persamaan regresi dan R^2
10. Persamaan kurva standart asam galat diperoleh

b. Analisa Total Fenol Pada Sampel

1. Larutan stock diencerkan hingga 1000 ppm
2. Diambil 0,5 ml sampel, dimasukkan ke dalam tabung reaksi
3. Ditambahkan 2,5 ml reagen Folin-Ciocalteu (diencerkan 1:10) kemudian diinkubasi 5 menit
4. Ditambahkan 2 ml larutan Na_2CO_3 7,5% dan di vortex
5. Diinkubasi selama 30 menit suhu ruang dalam kondisi gelap
6. Diukur absorbansi pada panjang gelombang 754 nm
7. Dikalibrasikan dengan kurva standart asam galat untuk didapatkan total fenol dalam mg GAE/ml

8. Dihitung total fenol dalam mg GAE/g dengan persamaan

$$C = \frac{c \times F_p \times V \times F_k}{m}$$

Keterangan:

C : Kadar total fenol (mg/g ekstrak)

C : Kadar total fenol dalam bentuk ekuivalen asam klorogenat (µg/ml)

F_p : Faktor Pengenceran (ml)

V : volume ekstrak untuk pengujian (ml)

F_k : Faktor konversi (1/100 konversi dari µg ke mg)

m : massa/bobot bahan (g)

1.2 Analisa Antioksidan Metode DPPH (Modifikasi Molyneux, 2004; Pinela et al., 2012).

a. Pengujian absorbansi larutan blanko

1. Diambil 1 ml larutan DPPH 0,2 dalam metanol kemudian ditambahkan dengan 2 ml metanol
2. Divortex hingga homogen
3. Didiamkan selama 30 menit pada ruangan gelap
4. Diukur absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm.

b. Analisa Aktivitas antioksidan metode DPPH IC50 pad sampel (Kopi Hijau)

1. Larutan stock hasil maserasi yaitu 50.000 ppm
2. Diencerkan mencapai konsentrasi 20, 40, 60, 80 dan 100 ppm
3. Diambil 4 ml sampel pada tiap konsentrasi kemudian diencerkan dengan 1 ml DPPH 0,2 nm dalam metanol
4. Divortex hingga homogen
5. Didiamkan selama 30 menit pada suhu ruangan gelap
6. Diukur absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Aktivitas antioksidan masing-masing sampel pada tiap pengenceran dihitung dengan presentase penghambatan radikal bebas yang dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

%Antioksidan : Kemampuan antioksidan meredam radikal bebas (%)

Absorbansi blanko : Nilai absorbansi larutan blanko

Absorbansi sampel : Nilai absorbansi larutan sampel

Kemudian dibuat kurva hubungan antara konsentrasi sampel (x) dan %aktivitas antioksidan (y). Lalu dihitung persamaan regresi dan R^2 .

Kemudian, diperoleh persamaan $y = ax + b$, dimana

Y : 50 (ketetapan)

X : IC_{50} (mg/ml)

Dari persamaan tersebut dapat dicari nilai IC_{50} (X) yang menunjukkan kemampuan ekstrak untuk menagkal 50% radikal bebas.

1.3 Analisa Kadar Air Metode Gravimetri (AOAC, 1996)

1. Ditimbang sampel sebanyak 2 gram dalam wadah yang telah dioven selama 24 jam dan telah diketahui beratnya
 2. Dikeringkan dalam oven listrik pada suhu 105°C selama 4 jam
 3. Didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang
 4. Dikeringkan lagi dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam
 5. Didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang
- Perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan (Selisih penimbangan berturut-turut $<0,2$ mg)
6. Kadar air dihitung sebagai persentase kehilangan berat sampel selisih pengeringan dan dihitung berdasarkan berat kering dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\% bk)} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat akhir}} \times 100\%$$

1.4 Analisa Kadar Abu (AOAC, 2000)

1. Dimasukkan cawan porselen (crucible) ke dalam tanur dan dipanaskan 600°C selama 1 jam dengan memanaskan dan dipanaskan ke dalam oven suhu 105°C selama 24 jam

2. Didinginkan cawan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang
3. Ditimbang sampel sebanyak 2 gram
4. Dimasukkan sampel ke dalam cawan porselen dan dibakar (diarangkan) di atas nyala pembakar hingga berwarna hitam dan tidak mengeluarkan asap
5. Dimasukkan ke dalam tanur 600°C selama 5 jam atau hingga abu berwarna keputih-putihan
6. Didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga berat konstan
7. Diitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{W_2 - W_1}{W_s} \times 100\%$$

Keterangan :

W₂ = berat konstan sampel

W₁ = berat cawan porselen kosong setelah ditanur dan di oven

W_s = berat sampel awal

1.5 Analisa Kadar Lemak (AOAC, 2000)

1. Labu Lemak dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 selama 2 jam
2. Didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang
3. Sebanyak 5 gram sampel diletakkan pada selongsong kertas. Kemudian dioven selama 1 jam untuk mengurangi kadar air bahan
4. Diisi labu lemak dan selongsong kertas dengan eter sebanyak 50 ml
5. Dilakukan ekstraksi selama 5 jam
6. Labu lemak yang berisi hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105 selama 1 jam
7. Labu lemak ditimbang untuk mendapatkan hasil kadar lemak

1.6 Analisa Kadar Protein

1. Ditimbang 1 gram sampel ke dalam labu kjedahl
2. Dimasukkan beberapa batu didih dan katalis (10 gram K₂SO₄ dan 02 CUSO₄) kedalam labu kjedahl yang berisi sampel kemudian ditambahkan H₂SO₄
3. Dipanaskan labu kjedahl sampai tidak terbentuk uap, diteruskan pemanasan sampai cairan dalam labu kjedahl

4. Setelah cairan dalam labu jernih dan tidak berwarna dilanjutkan pemanasan selama 90 menit dan dinginkan
5. Ditambahkan aquades 25 ml campur dan diamkan hingga dingin
6. Di erlenmeyer terpisah, dimasukkan 50 ml asam borat 4%, 4 tetes indikator kjedahl dan dicampur hingga homogen
7. Ditempatkan erlenmeyer dibawah pendingin (leibig) sehingga ujung pipa mengenai asam borat
8. Melalui dinding pendingin dimasukan 80 ml NaOH 30% ke dalam labu kjedahl sehingga NaOH tidak tercampur dengan isi dari labu
9. Dipasang labu kjedahl pada alat destilasi
10. Dipanaskan ;abu kjedahl sampai dua lapisan tercampur
11. Diatur panasnya sampai terjadi destilasi (waktu pemanasan 3 menit)
12. Didinginkan hasil destilat dan jaga agar larutan asam borat tidak ikut panas
13. Dititrasi destilat dengan HCl 0,1 N
14. Dilakukan sesuai prosedur yang sama terhadap 1 ml aquades sebagai blanko atau kontrol

1.7 Analisa Kadar Karbohidrat *by difference* (Sudarmadji dkk, 1997)

Metode karbohidrat *by difference* merupakan analisa karbohidrat tanpa perlu melakukan analisa. Metode ini diukur dengan cara mengurangi 100% kadar gizi menyeluruh suatu produk dengan kadar air, protein, lemak dan abu yang telah dianalisa dan diketahui kadarnya.

1. Sampel diukur kadar air, kadar abu, kadar lemak dan kadar proteinnya
2. Hitung karbohidrat dengan rumus:

$$\text{Karbohidrat (100\%)} = 100\% - (\% \text{Kadar air} + \% \text{kadar lemak} + \% \text{kadar protein} + \% \text{kadar abu})$$

Lampiran 2. Data Analisis Ukuran Biji Kopi

General Linear Model: Panjang (P) versus Jenis Kopi

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	0,3507	0,17533	17,48	0,000
Error	58	0,5817	0,01003		
Total	60	0,9324			

Comparisons for Panjang (P)

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Panjang (P), Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J2	20	1,1710	A
J1	21	1,0440	B
J3	20	0,9885	B

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: Lebar (L) versus Jenis Kopi

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	0,1386	0,069283	19,81	0,000
Error	58	0,2029	0,003498		
Total	60	0,3415			

Comparisons for Lebar (L)

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Lebar (L), Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J2	20	0,8380	A
J3	20	0,7595	B
J1	21	0,7240	B

Means that do not share a letter are significantly different.



Lampiran 3. Data Analisis Densitas Kamba

Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	0,70	0,73	0,70	0,71	0,02	2,44
J1K2	0,62	0,64	0,62	0,63	0,01	1,90
J2K1	0,91	0,90	0,89	0,90	0,01	1,11
J2K2	0,82	0,84	0,81	0,82	0,02	1,86
J3K1	0,93	0,93	0,93	0,93	0,00	0,00
J3K2	0,90	0,90	0,87	0,89	0,02	1,95

General Linear Model: Densitas versus Jenis Kopi; Kualitas Kopi; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	0,196233	0,098117	1051,25	0,000
Kualitas Kopi	1	0,020000	0,020000	214,29	0,000
Ulangan	2	0,001200	0,000600	6,43	0,016
Jenis Kopi*Kualitas Kopi	2	0,001633	0,000817	8,75	0,006
Error	10	0,000933	0,000093		
Total	17	0,220000			

Comparisons for Densitas

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Densitas, Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J3	6	0,910000	A
J2	6	0,861667	B
J1	6	0,668333	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Densitas, Term = Kualitas Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Kualitas Kopi	N	Mean	Grouping
K1	9	0,846667	A
K2	9	0,780000	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Densitas, Term = Jenis Kopi*Kualitas Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J3 K1	3	0,930000	A
J2 K1	3	0,900000	A B
J3 K2	3	0,890000	B
J2 K2	3	0,823333	C
J1 K1	3	0,710000	D
J1 K2	3	0,626667	E

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 4. Data Analisis Derajat Keasaman (pH)

Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	6,10	6,20	6,00	6,10	0,10	1,64
J1K2	5,90	6,00	5,90	5,93	0,06	0,97
J2K1	6,40	6,20	6,30	6,30	0,10	1,59
J2K2	6,10	6,00	6,00	6,03	0,06	0,96
J3K1	6,30	6,10	6,10	6,17	0,12	1,87
J3K2	6,00	6,00	5,90	5,97	0,06	0,97

General Linear Model: pH versus Jenis Kopi; Kualitas; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	0,070000	0,035000	6,18	0,018
Kualitas	1	0,200556	0,200556	35,39	0,000
Ulangan	2	0,030000	0,015000	2,65	0,120
Jenis Kopi*Kualitas	2	0,007778	0,003889	0,69	0,526
Error	10	0,056667	0,005667		
Total	17	0,365000			

Comparisons for pH

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = pH, Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J2	6	6,16667	A
J3	6	6,06667	A B
J1	6	6,01667	B

Means that do not share a letter are significantly different.



Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = pH, Term = Kualitas

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Kualitas	N	Mean	Grouping
K1	9	6,18889	A
K2	9	5,97778	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 5. Data Analisis Warna Kecerahan (L)

Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	60,40	58,40	64,80	61,20	3,27	5,35
J1K2	68,40	58,00	53,50	56,63	2,72	4,80
J2K1	65,00	67,80	57,50	63,43	5,33	8,40
J2K2	60,30	66,50	61,00	62,60	3,40	5,42
J3K1	70,10	71,40	70,10	70,53	0,75	1,06
J3K2	63,80	62,50	68,10	64,80	2,93	4,52

General Linear Model: Kecerahan (L) versus Jenis Kopi; Kualitas; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	180,65	90,324	7,16	0,012
Kualitas	1	103,68	103,680	8,22	0,017
Ulangan	2	13,88	6,941	0,55	0,593
Jenis Kopi*Kualitas	2	25,64	12,822	1,02	0,396
Error	10	126,15	12,615		
Total	17	450,00			

Comparisons for Kecerahan (L)

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kecerahan (L), Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J3	6	66,6167	A
J2	6	63,6000	A B
J1	6	58,9167	B

Means that do not share a letter are significantly different.



Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kecerahan (L), Term = Kualitas

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Kualitas	N	Mean	Grouping
K1	9	65,4444	A
K2	9	60,6444	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 6. Data Analisis Warna Kehijauan (a)

Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	-4,10	-3,30	-2,90	-3,43	0,61	-17,80
J1K2	-2,00	-2,00	-0,50	-1,50	0,87	-57,74
J2K1	-2,00	-4,20	-4,00	-3,40	1,22	-35,78
J2K2	-3,20	-3,20	-3,20	-3,20	0,00	0,00
J3K1	-3,70	-4,50	-3,80	-4,00	0,44	-10,90
J3K2	-2,90	-3,00	-3,00	-2,97	0,06	-1,95

General Linear Model: Kemerahan versus Jenis Kopi; Kualitas; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	3,5233	1,7617	3,63	0,065
Kualitas	1	5,0139	5,0139	10,34	0,009
Ulangan	2	0,7433	0,3717	0,77	0,490
Jenis Kopi*Kualitas	2	2,2544	1,1272	2,32	0,148
Error	10	4,8500	0,4850		
Total	17	16,3850			

Comparisons for Kemerahan

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kemerahan, Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J1	6	-2,46667	A
J2	6	-3,30000	A
J3	6	-3,48333	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kemerahan, Term = Kualitas

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Kualitas	N	Mean	Grouping
K2	9	-2,55556	A
K1	9	-3,61111	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 7. Data Analisis Warna Kekuningan (b)

Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	14,00	13,40	14,60	14,00	0,60	4,29
J1K2	17,80	17,20	18,50	17,83	0,65	3,65
J2K1	17,50	17,60	17,60	17,57	0,06	0,33
J2K2	18,30	18,90	18,30	18,50	0,35	1,87
J3K1	17,30	17,80	18,90	18,00	0,82	4,55
J3K2	19,00	18,90	19,60	19,17	0,38	1,97

General Linear Model: Warna Kekuningan (b) versus Jenis Kopi; Kualitas; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	23,788	11,8939	60,72	0,000
Kualitas	1	17,602	17,6022	89,86	0,000
Ulangan	2	1,481	0,7406	3,78	0,060
Jenis Kopi*Kualitas	2	7,788	3,8939	19,88	0,000
Error	10	1,959	0,1959		
Total	17	52,618			

Comparisons for Warna Kekuningan (b)

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Warna Kekuningan (b), Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J3	6	18,5833	A
J2	6	18,0333	A
J1	6	15,9167	B

Means that do not share a letter are significantly different.



**Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Warna Kekuningan (b),
Term = Kualitas**

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Kualitas	N	Mean	Grouping
K2	9	18,5000	A
K1	9	16,5222	B

Means that do not share a letter are significantly different.

**Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Warna Kekuningan (b),
Term = Jenis Kopi*Kualitas**

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi*Kualitas	N	Mean	Grouping
J3 K2	3	19,1667	A
J2 K2	3	18,5000	A B
J3 K1	3	18,0000	A B
J1 K2	3	17,8333	A B
J2 K1	3	17,5667	B
J1 K1	3	14,0000	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 8. Data Analisis Kadar Air

Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	11,25	11,12	11,69	11,35	0,30	2,63
J1K2	11,72	12,22	12,55	12,16	0,42	3,44
J2K1	12,02	11,76	12,56	12,11	0,41	3,37
J2K2	12,21	12,03	12,44	12,23	0,21	1,68
J3K1	11,65	11,22	12,45	11,77	0,62	5,30
J3K2	11,92	11,71	12,01	11,88	0,15	1,30

General Linear Model: Kadar Air versus Jenis Kopi; Kualitas; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	0,5840	0,29202	5,50	0,024
Kualitas	1	0,5305	0,53045	9,99	0,010
Ulangan	2	1,2410	0,62052	11,69	0,002
Jenis Kopi*Kualitas	2	0,4900	0,24502	4,62	0,038
Error	10	0,5309	0,05309		
Total	17	3,3764			



Comparisons for Kadar Air

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kadar Air, Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J2	6	12,1700	A
J3	6	11,8267	A B
J1	6	11,7583	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kadar Air, Term = Kualitas

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Kualitas	N	Mean	Grouping
K2	9	12,0900	A
K1	9	11,7467	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kadar Air, Term = Jenis Kopi*Kualitas

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi*Kualitas	N	Mean	Grouping
J2 K2	3	12,2267	A
J1 K2	3	12,1633	A
J2 K1	3	12,1133	A
J3 K2	3	11,8800	A B
J3 K1	3	11,7733	A B
J1 K1	3	11,3533	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 9. Data Analisis Kadar Abu

Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	4,40	4,39	3,99	4,26	0,23	0,05
J1K2	4,12	4,19	3,89	4,07	0,16	0,04
J2K1	4,21	4,13	3,87	4,07	0,18	0,04
J2K2	4,12	4,06	3,56	3,91	0,31	0,08
J3K1	4,01	4,09	3,95	4,02	0,07	0,02
J3K2	4,08	4,00	3,78	3,95	0,15	0,04



General Linear Model: Kadar Abu versus Jenis Kopi; Kualitas; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	0,12291	0,061455	7,41	0,011
Kualitas	1	0,08764	0,087641	10,57	0,009
Ulangan	2	0,38457	0,192287	23,19	0,000
Jenis Kopi*Kualitas	2	0,01323	0,006614	0,80	0,477
Error	10	0,08290	0,008290		
Total	17	0,69126			

Comparisons for Kadar Abu

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kadar Abu, Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J1	6	4,16333	A
J2	6	3,99200	B
J3	6	3,98433	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kadar Abu, Term = Kualitas

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Kualitas	N	Mean	Grouping
K1	9	4,11633	A
K2	9	3,97678	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 10. Data Analisis Kadar Protein

Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	9,40	8,95	9,85	9,40	0,45	0,05
J1K2	7,90	7,51	7,87	7,76	0,22	0,03
J2K1	11,90	11,64	12,21	11,92	0,29	0,02
J2K2	9,91	10,22	12,03	10,72	1,15	0,11
J3K1	8,98	8,61	9,12	8,91	0,26	0,03
J3K2	7,34	8,52	8,55	8,14	0,69	0,09

General Linear Model: Kadar Protein versus Jenis Kopi; Kualitas; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	30,6282	15,3141	62,99	0,000
Kualitas	1	6,4992	6,4992	26,73	0,000
Ulangan	2	1,9498	0,9749	4,01	0,053
Jenis Kopi*Kualitas	2	0,5703	0,2852	1,17	0,349
Error	10	2,4312	0,2431		
Total	17	42,0788			

Comparisons for Kadar Protein

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kadar Protein, Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J2	6	11,3173	A
J1	6	8,5802	B
J3	6	8,5212	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kadar Protein, Term = Kualitas

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Kualitas	N	Mean	Grouping
K1	9	10,0738	A
K2	9	8,8720	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 11. Data Analisis Kadar Lemak

Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	16,44	15,99	15,56	16,00	0,44	0,03
J1K2	15,04	15,29	14,56	14,96	0,37	0,02
J2K1	10,12	11,69	11,12	10,98	0,79	0,07
J2K2	9,83	9,58	9,65	9,69	0,13	0,01
J3K1	11,18	10,74	10,38	10,77	0,40	0,04
J3K2	9,53	9,32	8,09	8,98	0,78	0,09



General Linear Model: Kadar Lemak versus Jenis Kopi; Kualitas; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	116,227	58,1134	235,69	0,000
Kualitas	1	8,449	8,4488	34,27	0,000
Ulangan	2	1,035	0,5176	2,10	0,173
Jenis Kopi*Kualitas	2	0,438	0,2192	0,89	0,441
Error	10	2,466	0,2466		
Total	17	128,615			

Comparisons for Kadar Lemak

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kadar Lemak, Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J1	6	15,4800	A
J2	6	10,3330	B
J3	6	9,8753	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kadar Lemak, Term = Kualitas

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Kualitas	N	Mean	Grouping
K1	9	12,5812	A
K2	9	11,2110	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 12. Data Analisis Kadar Karbohidrat

Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	58,51	59,55	58,91	58,99	0,53	0,89
J1K2	61,23	60,79	61,13	61,05	0,23	0,38
J2K1	61,74	60,78	60,24	60,92	0,76	1,25
J2K2	63,93	64,12	62,32	63,45	0,99	1,56
J3K1	64,18	65,34	64,10	64,54	0,69	1,07
J3K2	67,13	66,45	67,57	67,05	0,57	0,84



General Linear Model: Kadar Karbohidrat versus Jenis Kopi; Kualitas Kopi; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	93,109	46,5547	209,28	0,000
Kualitas Kopi	1	24,154	24,1536	108,58	0,000
Ulangan	2	0,771	0,3854	1,73	0,226
Jenis Kopi*Kualitas Kopi	2	1,102	0,5508	2,48	0,134
Error	10	2,225	0,2225		
Total	17	121,360			

Comparisons for Kadar Karbohidrat

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kadar Karbohidrat, Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J3	6	65,7062	A
J2	6	62,3757	B
J1	6	60,1733	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Kadar Karbohidrat, Term = Kualitas Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

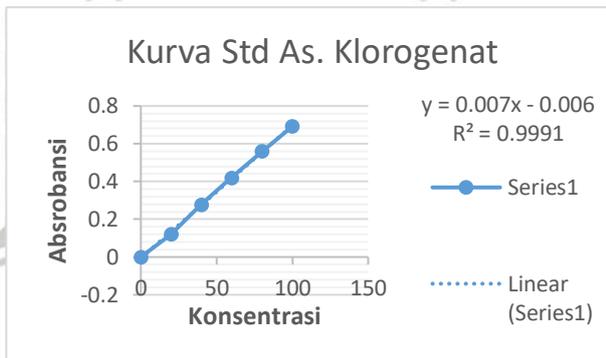
Kualitas Kopi	N	Mean	Grouping
K2	9	63,9101	A
K1	9	61,5933	B

Means that do not share a letter are significantly different.



Lampiran 13. Data Analisis Total Fenol Kurva Standar Asam Klorogenat

Konsentrasi	Absorbansi
0	0
20	0,121
40	0,279
60	0,42
80	0,561
100	0,692



Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	2,47	2,63	2,55	2,55	0,08	3,04
J1K2	2,49	2,31	2,33	2,37	0,10	4,11
J2K1	2,04	2,01	2,02	2,02	0,01	0,72
J2K2	1,94	1,94	1,96	1,95	0,01	0,61
J3K1	2,07	1,84	2,06	1,99	0,13	6,48
J3K2	1,93	1,74	1,91	1,86	0,10	5,52

General Linear Model: Total Fenol versus Jenis Kopi; Kualitas; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	1,03856	0,519281	77,63	0,000
Kualitas	1	0,07309	0,073089	10,93	0,008
Ulangan	2	0,01922	0,009608	1,44	0,283
Jenis Kopi*Kualitas	2	0,00735	0,003675	0,55	0,594
Error	10	0,06690	0,006690		
Total	17	1,20511			

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Total Fenol, Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J1	6	2,46217	A
J2	6	1,98567	B
J3	6	1,92500	B

Means that do not share a letter are significantly different.



Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Total Fenol, Term = Kualitas

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Kualitas	N	Mean	Grouping
K1	9	2,18800	A
K2	9	2,06056	B

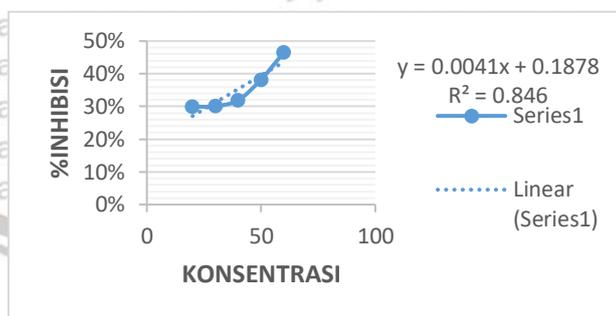
Means that do not share a letter are significantly different.



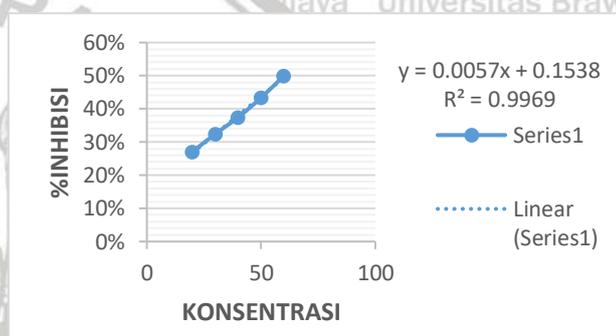
Lampiran 14. Data Analisis Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Perlakuan J1K1

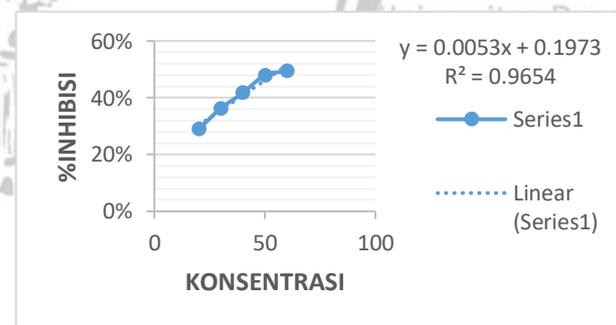
Ulangan 1			
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,124	0%	76,146
20	0,927	30%	
30	0,879	30%	
40	0,859	32%	
50	0,789	38%	
60	0,698	47%	



Ulangan 2			
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,100	0%	60,737
20	0,912	27%	
30	0,853	32%	
40	0,798	37%	
50	0,733	43%	
60	0,66	50%	

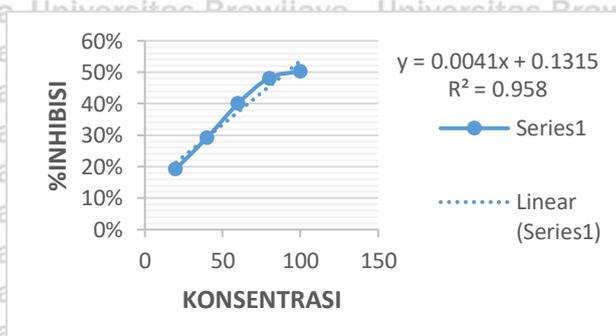


Ulangan 3			
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,110	0%	57,113
20	0,911	29%	
30	0,812	36%	
40	0,751	42%	
50	0,683	48%	
60	0,666	49%	

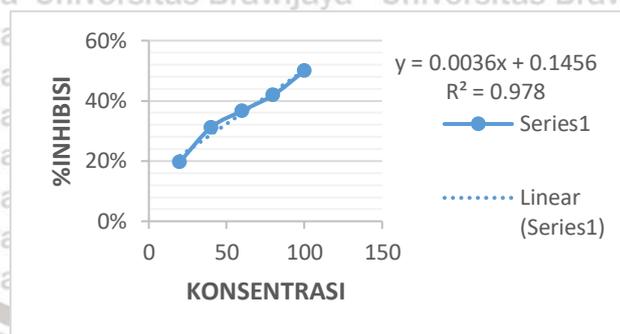


Perlakuan J1K2

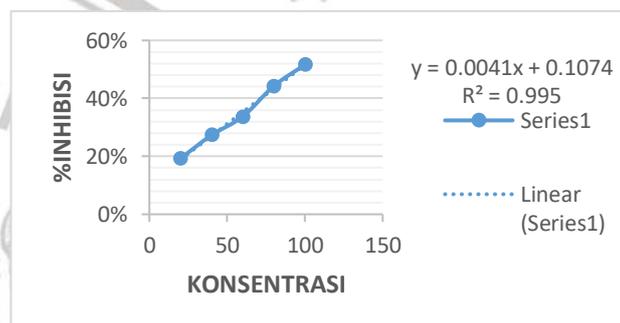
Ulangan 1			
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,009	0%	89,878
20	0,900	19%	
40	0,790	29%	
60	0,668	40%	
80	0,578	48%	
100	0,554	50%	



Ulangan 2			
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,109	0%	98,444
20	0,890	20%	
40	0,763	31%	
60	0,702	37%	
80	0,644	42%	
100	0,555	50%	

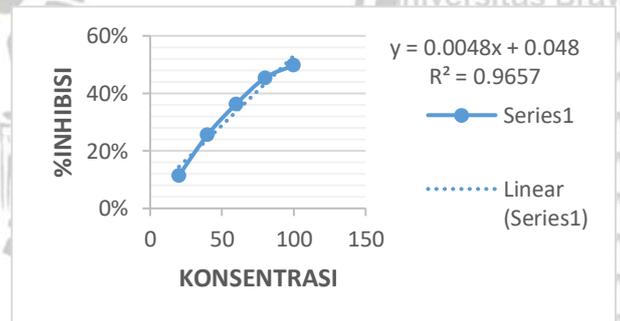


Ulangan 3			
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,116	0%	95,756
20	0,901	19%	
40	0,811	27%	
60	0,740	34%	
80	0,622	44%	
100	0,540	52%	

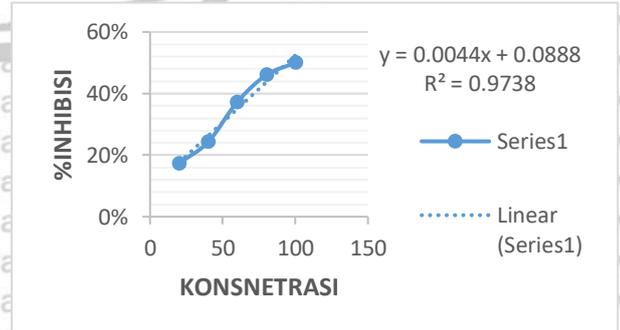


Perlakuan J2K1

Ulangan 1			
Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀
0	1,119	0%	94,167
20	0,991	11%	
40	0,832	26%	
60	0,712	36%	
80	0,611	45%	
100	0,562	50%	

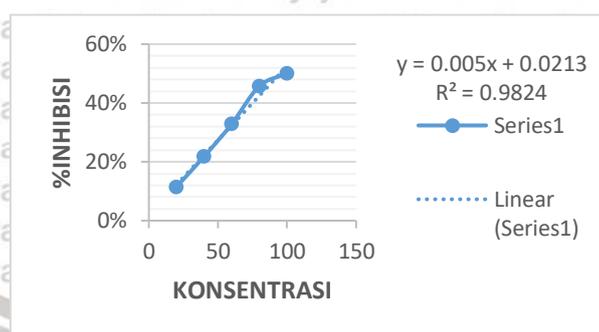


Ulangan 2			
Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀
0	1,100	0%	93,455
20	0,909	17%	
40	0,833	24%	
60	0,690	37%	
80	0,594	46%	
100	0,550	50%	



Ulangan 3

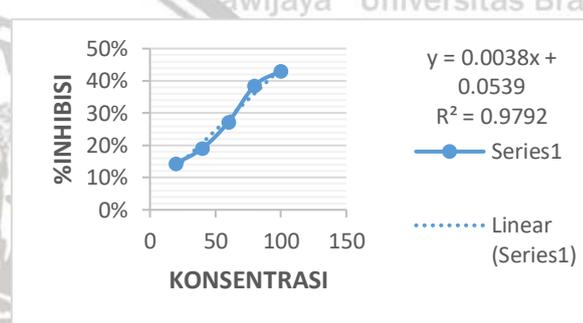
Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC50
0	1,128	0	86,883
20	0,998	12%	
40	0,882	22%	
60	0,757	33%	
80	0,612	50%	
100	0,564	58%	



Perlakuan J2K2

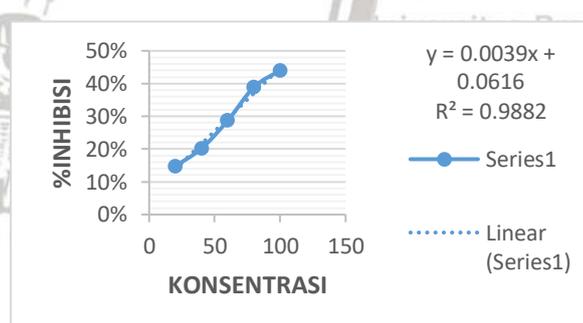
Ulangan 1

Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,076	0	117,395
20	0,921	14%	
40	0,871	19%	
60	0,783	27%	
80	0,661	39%	
100	0,612	43%	



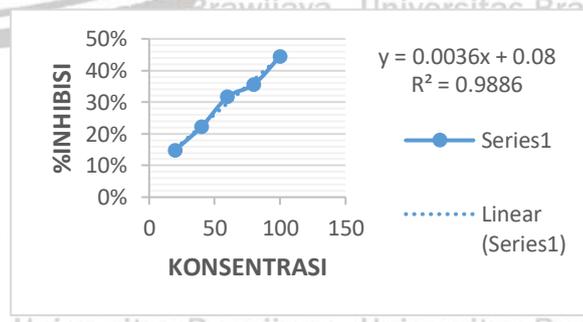
Ulangan 2

Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,069	0	112,410
20	0,911	15%	
40	0,853	20%	
60	0,762	29%	
80	0,653	39%	
100	0,598	44%	



Ulangan 3

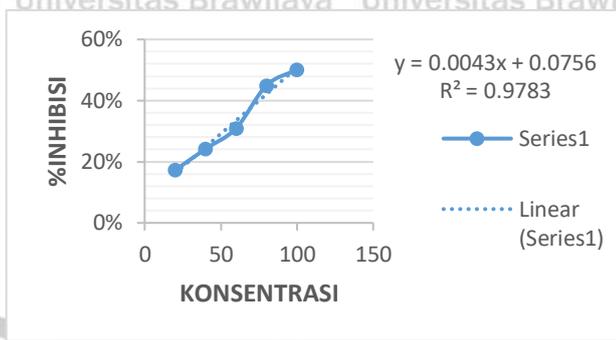
Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,056	0	116,667
20	0,899	15%	
40	0,821	22%	
60	0,721	32%	
80	0,68	36%	
100	0,586	45%	



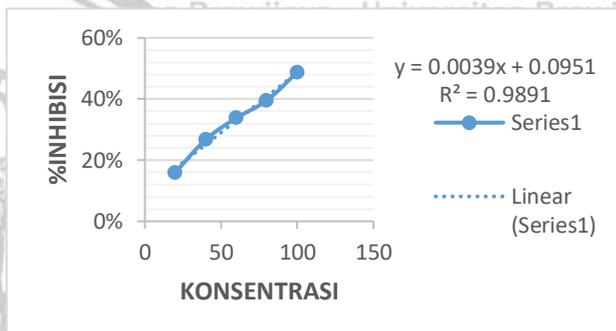


Perlakuan J3K1

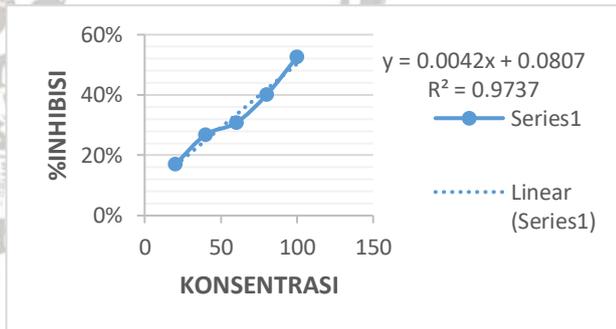
Ulangan 1			
Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,112	0	98,698
20	0,92	17%	
40	0,843	24%	
60	0,768	31%	
80	0,612	45%	
100	0,555	50%	



Ulangan 2			
Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,124	0	94,163
20	0,944	16%	
40	0,823	27%	
60	0,744	34%	
80	0,68	40%	
100	0,576	49%	

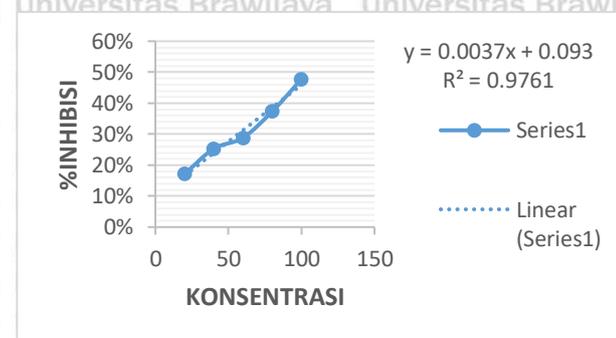


Ulangan 3			
Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,122	0	99,833
20	0,932	17%	
40	0,821	27%	
60	0,777	31%	
80	0,673	40%	
100	0,532	53%	

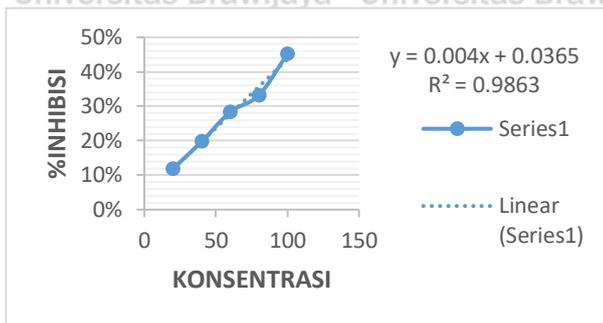


Perlakuan J3K2

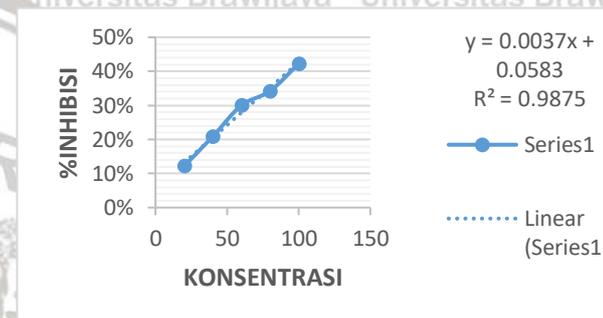
Ulangan 1			
Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	0,981	0%	110,000
20	0,923	17%	
40	0,832	25%	
60	0,793	29%	
80	0,698	37%	
100	0,582	48%	



Ulangan 2			
Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	1,009	0	115,875
20	0,889	12%	
40	0,81	20%	
60	0,723	28%	
80	0,674	33%	
100	0,553	45%	



Ulangan 3			
Konsentrasi	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	0,997	0	119,378
20	0,876	12%	
40	0,789	21%	
60	0,698	30%	
80	0,656	34%	
100	0,576	42%	



Perlakuan	Ulangan			Rerata	STDEV	CV
	1	2	3			
J1K1	76,15	60,74	57,11	64,67	10,11	15,63
J1K2	89,88	98,44	95,76	94,69	4,38	4,63
J2K1	94,17	93,46	86,88	91,50	4,02	4,39
J2K2	117,40	112,41	116,67	115,49	2,69	2,33
J3K1	98,70	94,16	99,83	97,56	3,00	3,07
J3K2	110,00	115,88	119,38	115,08	4,74	4,12

General Linear Model: Nilai IC50 versus Jenis Kopi; Kualitas; Ulangan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Kopi	2	2570,48	1285,24	37,91	0,000
Kualitas	1	2558,70	2558,70	75,47	0,000
Ulangan	2	13,29	6,65	0,20	0,825
Jenis Kopi*Kualitas	2	117,38	58,69	1,73	0,226
Error	10	339,03	33,90		
Total	17	5598,88			



Comparisons for Antioksidan IC50

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Antioksidan IC50, Term = Jenis Kopi

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Jenis Kopi	N	Mean	Grouping
J3	6	106,324	A
J2	6	103,496	A
J1	6	79,679	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Bonferroni Pairwise Comparisons: Response = Antioksidan IC50, Term = Kualitas

Grouping Information Using the Bonferroni Method and 95% Confidence

Kualitas	N	Mean	Grouping
K2	9	108,423	A
K1	9	84,577	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Lampiran 15. Data Uji Korelasi Total Fenol dan Nilai IC50

Correlation: Total Fenol; Nilai IC50

Correlations

		IC50	Total Fenol
IC50	Pearson Correlation	1	-.851**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	24	24
Total Fenol	Pearson Correlation	-.851**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	24	24

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 16. Dokumentasi Penelitian

