



**IDENTIFIKASI KANDUNGAN KAFEIN DAN WARNA RGB
PADA KOPI DENGAN VARIASI SANGRAI**

SKRIPSI

Oleh
Shelly Rismawati
NIM 141810201052

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**IDENTIFIKASI KANDUNGAN KAFEIN DAN WARNA RGB
PADA KOPI DENGAN VARIASI SANGRAI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S-1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh
Shelly Rismawati
NIM 141810201052

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta dan terimakasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Tuhan Yang Maha Esa sebagai ucapan rasa syukur yang telah memberikan berkah dan rahmat-Nya kepada saya untuk kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan skripsi ini;
2. Almarhum Ayahanda Muhammad Isro' dan Ibunda Siti Rohmah, beliau pahlawan dan motivator besar dalam hidup yang selalu memberi do'a, restu, dukungan, dan pengorbanan dengan penuh cinta dan kasih sayang serta kesabaran dan pengorbanannya mengantarku sampai detik ini;
3. Adik tersayang, Yenny Puspitasari yang telah memberikan do'a dan semangat;
4. Gatut Suryo Pradono, teman hidup yang senantiasa mendengarkan keluh kesah, memberikan semangat dan nasihat, do'a serta menemani dalam suka dan duka selama penyelesaian skripsi;
5. Teman-teman seperjuangan Awi Metalisa, Agfa Martina, Purnaningsih Agustian M, Desi Ratnasari S, teman-teman kost Alya Jawa 7 serta teman-teman seperjuangan Graphytasi'14 yang senantiasa memberikan semangat, canda tawa saat penyelesaian skripsi serta memberikan warna selama perkuliahan;
6. Para pendidik sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah mendidik saya dengan penuh ikhlas, tanggungjawab, dan amanah;
7. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTO

Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.
(terjemahan QS. Ar-Ra'd:11)^{*)}

Saya berkomitmen untuk selalu: melihat sisi positif, memberi makna positif pada setiap kejadian, bersyukur terhadap kemudahan, bersabar terhadap kesulitan atau musibah, bangkit dari setiap kegagalan, tersenyum setiap berjumpa sesama muslim, dan berbicara hanya yang baik.^{**)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2012. *Al-Quran dan Terjemahannya*. Garut: CV Media Fitrah Rabbani.

^{**)} Sukaca, Agus. 2014. *The 9 Holden Habits for Brighter Muslim: Meraih Masa Depan Gemilang Melalui Kebiasaan Hebat*. Yogyakarta: Buyan.

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Shelly Rismawati

NIM : 141810201052

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Identifikasi Kandungan Kafein dan Warna RGB pada Kopi dengan Variasi sangrai” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

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

Jember, Januari 2019

Yang menyatakan,

Shelly Rismawati
NIM 141810201052

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI KANDUNGAN KAFEIN DAN WARNA RGB
PADA KOPI DENGAN VARIASI SANGRAI**

Oleh:

Shelly Rismawati
NIM141810201052

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Misto, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Identifikasi Kandungan Kafein dan Warna RGB pada Kopi dengan Variasi Sangrai” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Ir. Misto, M.Si.
NIP 1981111120055012001

Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP 195911211991031002

Anggota II,

Anggota III,

Drs. Yuda C. Hariadi, M.Sc., Ph.D.
NIP 196203111987021001

Endhah Purwandari, S.Si., M.Si.
NIP 198111112005012001

Mengesahkan
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Identifikasi Kandungan Kafein dan Warna RGB pada Kopi dengan Variasi sangrai; Shelly Rismawati, 141810201052; 2018: 66 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Kopi bubuk berasal dari proses pengolahan dan ekstraksi biji tanaman kopi yang telah disangrai dan dihaluskan. Warna kopi pada umumnya coklat kehitaman, tetapi ada perbedaan tingkat warna berdasarkan lama sangrai. Penentuan warna pada kopi dilihat dari lama proses penyangraian yang membentuk rasa dan aroma biji kopi, semakin lama penyangraian maka semakin gelap warna yang terlihat dari kopi. Hasil dari variasi kopi yang disangrai diteliti kadar kafeinnya yang akan dilarutkan menggunakan pelarut kemudian absorbansinya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang maksimum. Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah untuk mengetahui spektrum absorbansi kafein dari kopi bubuk yang diperoleh berdasarkan pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan mengetahui karakteristik sampel kopi bubuk murni pada variasi sangrai berdasarkan ekstraksi warna RGB.

Penelitian dilakukan dengan memvariasikan jenis penyangraian (*light*, *medium*, dan *dark*). Masing-masing variasi warna *light*, *medium*, dan *dark* memiliki waktu sangrai yang berbeda berturut-turut yaitu 6,3 menit; 7,3 menit; dan 8,3 menit pada suhu 150°C. Proses penyangraian diakhiri ketika kopi sudah mencapai derajat sangrai tertentu. Hal ini ditandai dengan adanya bunyi letupan pada biji kopi, dalam hal ini letupan tersebut ada dua tahap yakni letupan pertama (*first crack*) yang menandakan bahwa biji kopi sangrai mulai memasuki tingkat sangrai *light*. Dan letupan kedua (*second crack*) menandakan bahwa kopi sangrai sudah memasuki tipe sangrai *dark*. Jarak antara letupan pertama (*first crack*) dengan letupan kedua (*second crack*) menandakan bahwa kopi sangrai sudah memasuki tipe sangrai *medium*. Pengukuran nilai absorbansi kafein dilakukan pada rentang panjang gelombang serapan 250-350 nm dan diperoleh absorbansi maksimum pada panjang gelombang 273 nm. Data pengukuran absorbansi kopi bubuk kemudian di visualisasikan ke dalam grafik hubungan absorbansi maksimum terhadap kadar kafein. Sedangkan pada penelitian penentuan warna dilakukan dengan ekstraksi RGB menggunakan kamera *handphone* kemudian dianalisis menggunakan *software* MATLAB2014a.

Sampel kopi Arabika berdasarkan variasi sangrai *light*, *medium*, dan *dark* didapatkan absorbansi berturut-turut sebesar 0,743; 0,451; dan 0,359. Sedangkan pada sampel kopi Robusta berdasarkan variasi sangrai *light*, *medium*, dan *dark* didapatkan absorbansi berturut-turut sebesar 0,834; 0,616; dan 0,490. Kadar kafein kopi Arabika dan Robusta pada variasi sangrai (*light*, *medium*, dan *dark*) berbanding lurus dengan nilai absorbansi maksimum. Semakin tinggi kadar kafein maka semakin besar nilai absorbansi maksimumnya dan sebaliknya semakin rendah kadar kafein maka semakin kecil nilai absorbansi maksimumnya. Berdasarkan enam sampel kopi bubuk murni, seluruhnya memenuhi standar FDA. Sedangkan kopi jenis Arabika dan Robusta dengan variasi sangrai *light*, melebihi

ambang batas maksimum yang ditetapkan SNI sebesar 150 mg/hari. Karakteristik sampel kopi bubuk murni pada variasi sangrai berdasarkan ekstraksi warna RGB mengalami penurunan berdasarkan tingkat sangrai. Terdapat penurunan nilai indeks warna R dan indeks warna G seiring dengan meningkatnya waktu sangrai. Sedangkan nilai indeks warna B pada kopi Arabika mengalami kenaikan nilai seiring meningkatnya waktu sangrai. Hal ini berkebalikan dengan indeks warna B kopi Robusta yang mengalami penurunan nilai seiring meningkatnya waktu sangrai.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Identifikasi Kandungan Kafein dan Warna RGB pada Kopi dengan Variasi sangrai”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga serta motivasi dalam penulisan maupun perbaikan hingga terselesaikannya skripsi ini;
2. Bapak Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc, Ph.D. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Endhah Purwandari, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji II atas segala masukan, kritik, serta saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang begitu banyak berkontribusi dalam memberikan bantuan dan dukungan;
4. Teman-teman seperjuangan angkatan 2014, kakak, dan adik tingkat Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah memberikan semangat, do’a, dorongan, perhatian, dan kasih sayang;
5. Semua pihak yang berjasa dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat

Jember, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kopi	5
2.1.1 Pengertian Kopi	5
2.1.2 Pengolahan Biji Kopi Menjadi Bubuk	5
2.2 Ekstraksi Kafein	7
2.3 Jenis-Jenis Kopi	8
2.4 Cahaya	9
2.5 Interaksi Cahaya dengan Materi	11
2.5.1 Absorpsi	12

2.5.2	Emisi Radiasi.....	12
2.5.3	Penghamburan	12
2.6	Spektrofotometer.....	12
2.6.1	Spektrofotometer Vis (<i>Visible</i>).....	13
2.6.2	Spektrofotometer UV (<i>Ultraviolet</i>)	13
2.6.3	Spektrofotometer UV-Vis	14
2.7	Absorpsi Cahaya pada Spektrofotometer	15
2.8	Model Warna RGB (<i>Red, Green, dan Blue</i>)	16
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1	Rancangan Kegiatan Penelitian.....	19
3.2	Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	20
3.3	Definisi Operasional Variabel.....	20
3.4	Kerangka Pemecahan Masalah	21
3.4.1	Persiapan Alat dan Bahan	22
3.4.2	Pembuatan Sampel.....	22
3.4.3	Pengukuran Nilai Absorbansi.....	25
3.4.4	Perhitungan Kadar Kafein Kopi Bubuk Arabika dan Robusta.....	26
3.4.5	Ekstraksi Nilai RGB (<i>Red, Green, dan Blue</i>).....	26
3.5	Analisis Data.....	27
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1	Nilai Pengukuran Absorbansi Kafein Standar.	29
4.2	Nilai Pengukuran Absorbansi Kopi Bubuk Arabika dan Robusta	32
4.3	Ekstraksi Nilai RGB (<i>Red, Green, dan Blue</i>).....	35
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....		40
LAMPIRAN		44

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Syarat umum kopi sangrai	8
2.2 Warna komplementer	11
4.1 Nilai absorbansi maksimum dari kafein standar menggunakan spektrofotometer UV-Vis	31
4.2 Nilai absorbansi maksimum dari kopi Arabika dan Robusta pada $\lambda = 273$ nm.....	32
4.3 Nilai RGB hasil <i>cropping</i> foto sampel kopi bubuk murni	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur molekul kimia kafein	8
2.2 Diagram gelombang elektromagnetik	10
2.3 Gelombang elektromagnetik pada cahaya	11
2.4 Spektrum warna dengan memancarkan cahaya putih melewati prisma	17
2.5 Skema kubus yang memiliki warna RGB, titik-titik sepanjang diagonal utama memiliki warna abu-abu	18
3.1 Rancangan penelitian	22
4.1 Grafik hubungan panjang gelombang terhadap absorbansi (A) maksimum larutan kafein standar pada konsentrasi 10 ppm.....	30
4.2 Kurva kalibrasi larutan kafein standar	31
4.3 Grafik hubungan nilai absorbansi (A) maksimum dari kopi Arabika dan Robusta untuk setiap jenis sangrai	33
4.4 Diagram batang kadar kafein kopi Arabika dan Robusta.....	34
4.5 Hasil <i>cropping</i> (a) foto sampel kopi bubuk Arabika <i>light</i> dan (b) foto kertas putih.....	35
4.6 Model penentuan standar kualitas warna berdasarkan hasil sangrai oleh SCAA (<i>Speciality Coffe Association of America</i>) dari <i>light</i> (#95) hingga <i>dark</i> (#25)	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
3.1 Dokumen Penelitian	44
3.2 Tipe variasi sangrai kopi Arabika dan Robusta	45
3.3 Diagram rentang standar warna berdasarkan SCAA (<i>Speciality Coffee Association of America</i>)	46
4.1 Data nilai absorbansi (A) maksimum konsentrasi larutan standar kafein	47
4.2 Data perhitungan kadar kafein pada sampel kopi bubuk Arabika dan Robusta	48
4.3 Data perhitungan kadar kafein dalam mg.....	49
4.4 Data perhitungan kadar kafein dalam tiga kali penyajian per hari ...	50
4.5 Hasil ekstraksi RGB	51

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekarang ini Indonesia memiliki berbagai macam jenis kopi yang didukung oleh letak geografis serta karakter tanah yang membuat perkebunan kopi hampir ada di setiap wilayah dan memiliki kekhasan masing-masing baik dari segi aroma dan rasa. Meningkatnya permintaan kopi berkualitas tinggi menyebabkan dilakukannya berbagai uji untuk meningkatkan dan mengetahui kualitas kopi agar diterima di pasaran yang salah satunya adalah uji warna. Warna kopi merupakan parameter penting dalam penentuan mutu karena warna berkaitan erat dengan karakteristik fisik, sifat kimia, dan indikator sensorik dari suatu bahan (Mendoza et al., 2006). Warna kopi pada umumnya coklat kehitaman, tetapi ada perbedaan tingkat warna pada kopi yang disebut sebagai profil *roast* atau agron. Warna kopi menjadi salah satu faktor penting dalam penyajian kopi karena warna menjadi isyarat Visual yang penting bagi penikmat kopi. Penentuan warna pada kopi dilihat dari lama proses penyangraian yang membentuk rasa dan aroma biji kopi, semakin lama penyangraian maka semakin gelap warna yang terlihat dari kopi.

Penelitian tentang pengukuran warna pernah dilakukan oleh Negueruela dan Arquillue (2000), yaitu melakukan suatu pengukuran warna madu *rosemary* menggunakan spektrofotometer reflektan yang diklasifikasikan berdasarkan standar pertanian Amerika ke dalam tujuh kelompok pada panjang gelombang $\lambda = 635$ nm untuk memetakan warna berbagai jenis madu. Marhaenanto et al. (2015), telah menentukan suatu pengukuran warna kopi Arabika dan Robusta menggunakan model warna RGB dengan variasi sangrai terhadap variasi standar derajat sangrai. *Speciality Coffee Association of America* (SCAA) telah mengembangkan sistem poin untuk mengklasifikasikan jenis derajat warna sangrai yang berbeda. Sistem ini terdiri dari delapan piringan warna bernomor yang cocok dengan sampel kopi yang telah menjadi bubuk. Selanjutnya dapat ditentukan sesuai dengan skala Agtron Gourmet.

Mengukur dan mengetahui warna kopi merupakan hal penting yang digunakan untuk memprediksi tingkat *roasting* kopi serta mengontrol konsistensi dan kualitas kopi selain rasa dari kopi itu sendiri. Proses *roasting* memiliki tingkat yang berbeda, diantaranya yaitu *Light roast* yang membuat biji kopi berwarna coklat muda, *Medium roast* membuat biji kopi menjadi warna coklat sedikit tua, dan *Dark roast* menyebabkan biji kopi berwarna hitam mengkilap. Proses penyangraian adalah proses pembentukan rasa dan aroma pada biji kopi. Penelitian tentang pengaruh suhu dan lama penyangraian dilakukan oleh Nugroho (2009), bahwa pada suhu penyangraian berpengaruh terhadap perubahan sifat fisik mekanis pada kopi. Suhu minimum untuk penyangraian adalah 180°C, sedangkan penyangraian dengan suhu 200°C selama 12 menit menghasilkan biji kopi yang tersangrai dengan baik.

Setelah pengukuran warna dilakukan, dilanjutkan dengan menentukan kadar kafein yang terkandung dalam kopi berdasarkan warna yang dihasilkan dari proses penyangraian menggunakan spektrofotometer UV-Vis. FDA (*Food Drug Administration*) yang diacu dalam Liska (2004), telah menetapkan standar peraturan khusus untuk dosis kafein yang diizinkan 100-200mg/hari, sedangkan menurut SNI 01-7152-2006 batas maksimum kafein yang boleh dikonsumsi di dalam makanan dan minuman adalah 150mg/hari dan 50mg/sajian. Pengukuran kadar kafein rata-rata yang terdapat pada kopi bubuk di kota Sesaot Narmada menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dilakukan oleh Arwangga (2016), bahwa kadar kafein rata-rata pada kopi murni sebesar 16,3 mg dalam 1 gram bubuk kopi yang dibaca pada panjang gelombang 250 – 300 nm.

Absorbansi merupakan suatu polarisasi cahaya yang terserap oleh bahan tertentu pada panjang gelombang tertentu sehingga akan memberikan warna tertentu terhadap bahan. Sinar yang digunakan bersifat monokromatis dan mempunyai panjang gelombang tertentu. Beberapa atom hanya dapat menyerap sinar dengan panjang gelombang sesuai dengan unsur atom tersebut sehingga memiliki sifat yang spesifik bagi suatu unsur atom. Absorbansi spektrofotometer UV-Vis akan digunakan ketika radiasi ultraviolet dan cahaya tampak diabsorpsi oleh molekul yang diukur. Spektrofotometer UV-Vis akan digunakan sebagai

piranti yang biasa digunakan untuk menganalisa angka serapan pada kopi serta kepraktisannya dalam hal preparasi sampel apabila dibandingkan dengan beberapa metode analisa.

Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan kafein pada variasi sangrai berdasarkan absorbansi kopi menggunakan Spektrofotometer UV-VIS. Selain itu, dilakukan pula penelitian untuk menentukan warna dari ekstraksi RGB menggunakan kamera. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan jenis penyangraian, maka akan didapatkan warna kopi yang bervariasi. Selanjutnya, hasil dari variasi kopi yang disangrai diteliti kandungannya salah satunya adalah kafein yang akan dilarutkan menggunakan pelarut kemudian absorbansinya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang maksimum. Output yang dihasilkan dapat diketahui warna dari kopi seperti apa yang merupakan ambang batas maksimum kadar kafein yang boleh dikonsumsi sesuai dengan SNI.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana estimasi kandungan kafein jenis kopi lokal Arabika dan Robusta pada variasi sangrai (*light*, *medium*, dan *dark*) berdasarkan absorbansi pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis?
2. Bagaimana karakteristik sampel kopi bubuk murni pada variasi sangrai berdasarkan ekstraksi warna RGB?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini, yaitu kopi yang digunakan adalah varietas kopi Arabika dan Robusta. Selain itu, parameter yang diukur adalah panjang gelombang serapan kafein dan ekstraksi warna RGB.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai berdasarkan uraian rumusan masalah di atas pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui estimasi kandungan kafein jenis kopi lokal Arabika dan Robusta pada variasi sangrai (*light*, *medium*, dan *dark*) berdasarkan absorbansi pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis
2. Mengetahui karakteristik sampel kopi bubuk murni pada variasi sangrai berdasarkan ekstraksi warna RGB

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengetahui kandungan kafein pada variasi sangrai berdasarkan absorbansi kopi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi berbagai pihak yang terkait sehingga memberikan nilai lebih pada penelitian yang dilakukan, yakni diharapkan dapat menambah wawasan terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari adanya penelitian. Kemampuan dalam memanfaatkan dan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan absorbansi kafein. Selain itu, penikmat kopi dapat mengetahui ambang batas maksimum kadar kafein yang boleh dikonsumsi sesuai SNI.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi

2.1.1 Pengertian Kopi

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies kopi robusta. Kopi (*Coffea sp.*) merupakan sejenis minuman yang berasal dari proses pengolahan dan ekstraksi biji tanaman kopi yang telah disangrai dan dihaluskan menjadi bubuk. Kopi merupakan salah satu minuman berwarna hitam gelap dengan aroma yang khas dan pada dasarnya memiliki rasa pahit. Karena permintaan pasar yang banyak meskipun termasuk tanaman tahunan, kopi merupakan salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan oleh petani (Saputra, 2008).

Sistematika tanaman kopi robusta menurut Rahardjo (2012) adalah sebagai berikut:

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

2.1.2 Pengolahan Biji Kopi Menjadi Bubuk

1. Proses Penyangraian

Selama proses penyangraian ada tiga tahapan reaksi fisik-kimiawi yang berjalan secara berurutan yaitu, penguapan air dari dalam biji, penguapan senyawa volatil (senyawa yang mudah menguap) antara lain aldehid, furfural, keton, alkohol dan ester serta proses pirolisis atau pencoklatan biji. Proses sangrai

diawali dengan penguapan air yang ada di dalam biji kopi dengan memanfaatkan panas yang tersedia dan kemudian diikuti dengan reaksi pirolisis. Pirolisis pada dasarnya merupakan reaksi dekomposisi senyawa hidrokarbon antara lain karbohidrat, hemiselulosa dan selulosa yang ada di dalam biji kopi sebagai akibat dari pemanasan. Reaksi ini umumnya terjadi setelah suhu sangrai diatas 180°C. Secara kimiawi proses ini ditandai dengan evolusi gas CO₂ dalam jumlah banyak dari ruang sangrai. Sedangkan secara fisik, pirolisis ditandai dengan perubahan warna biji kopi yang semula kehijauan menjadi kecoklatan. Penyangraian bisa berupa oven yang beroperasi secara *batch* atau *continuous*. Pemanasan dilakukan pada tekanan atmosfer dengan media udara panas atau gas pembakaran. Pemanasan dapat juga dilakukan dengan melakukan kontak dengan permukaan yang dipanaskan dan pada beberapa desain pemanas, hal tersebut merupakan faktor penentu pada pemanasan. Desain paling umum yang dapat disesuaikan baik untuk penyangraian secara *batch* maupun *continuous* yaitu berupa drum horizontal yang dapat berputar (Nasution 2005). Menurut *National Coffee Association* (2002) pada proses *roasting* terdapat beberapa tingkat kematangan, yaitu sebagai berikut:

- a. Tingkat *Light*, pada tingkat ini biji kopi berwarna coklat muda, karakternya ringan dari sisi biji, tidak ada lapisan minyak dipermukaan, level *acidity*-nya lebih tinggi. Tingkat *roasting light* ini mengandung kafein lebih tinggi dibandingkan dengan kopi yang di-*roasting dark*.
- b. Tingkat *Medium*, pada tingkat ini kandungan gula alami sudah mulai sedikit berkaramel, dan keasaman juga mulai menurun. Kualitas kopi (*Specialty coffee*) sangat ideal untuk diroasting pada level ini, karena tahap ini lebih seimbang dan menonjolkan sisi rasa, aroma, dan *acidity* setiap origin biji kopi.
- c. Tingkat *Medium-Dark*, pada tingkat ini lebih kaya rasa, warnanya lebih gelap dan lapisan minyak mulai sedikit muncul dipermukaan. Rasa dan aroma menjadi lebih teridentifikasi, rasa kopi juga terkadang menjadi terasa lebih *spicy*.

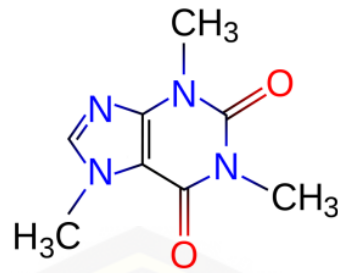
- d. Tingkat *Dark*, pada tingkat ini memiliki warna gelap seperti cokelat dan kadang nyaris hitam. Lapisan minyak pekat di permukaan, dan dapat terlihat pada permukaan cangkir ketika kopi sudah diseduh. Rasa pahit menjadi lebih menonjol, aroma *smoky*, karakter rasa (*flavor*) berkurang.

2. Penghalusan/Penggilingan Biji Kopi Sangrai

Biji kopi sangrai dihaluskan dengan mesin penghalus sampai diperoleh butiran kopi bubuk dengan ukuran tertentu. Butiran kopi bubuk mempunyai luas permukaan yang relatif besar dibandingkan jika dalam keadaan utuh. Dengan demikian, senyawa pembentuk cita rasa dan senyawa penyegar mudah larut dalam air seduhan. Salah satu perubahan kimiawi biji kopi selama penyangraian dapat dimonitor dengan perubahan nilai pH. Semakin lama dan semakin tinggi suhu penyangraian, jumlah ion H⁺ bebas di dalam seduhan makin berkurang secara signifikan. Biji kopi secara alami mengandung cukup banyak senyawa calon pembentuk cita rasa dan aroma khas kopi antara lain asam amino dan gula. Selama penyangraian beberapa senyawa gula akan terkaramelisasi menimbulkan aroma khas. Senyawa yang menyebabkan rasa sepat atau rasa asam seperti tanin dan asam asetat akan hilang dan sebagian lainnya akan bereaksi dengan asam amino membentuk senyawa melancidin yang memberikan warna cokelat (Mulato 2002).

2.2 Ekstraksi Kafein

Kafein adalah senyawa alkaloid yang penting dan terdapat di dalam biji kopi. Kafein (*1,3,7-trimethylxanthine*) merupakan golongan *methylxanthine* seperti *theophylline* (*1,3-dimethylxanthine*) dan *theobromine* (*3,7-dimethylxanthine*). Kafein berfungsi sebagai unsur cita rasa dan aroma di dalam biji kopi, kadar kafein pada kopi dipengaruhi oleh tempat tumbuh dan cara penyajian kopi. Kafein pada suhu ruang berupa bubuk tidak berwarna, tidak berbau, dan memiliki rasa pahit sekitar 10—30% dari seduhan kopi. Kafein larut dalam air mendidih tetapi pada suhu ruang pelarut terbaik adalah *chloroform* (Morton, 1984)



Gambar 2.1 Struktur Molekul Kimia Kafein (Sumber: Sumardjo, 2008)

Kafein dapat diperoleh dari hasil ekstraksi bahan alami seperti biji kopi, daun teh, dan biji kakao. Terdapat beberapa metode proses ekstraksi kafein pada kopi salah satunya ekstraksi bertahap. Proses ekstraksi ini melibatkan pelarut yang sesuai untuk melarutkan kafein didalam kopi. Kloroform mampu melarutkan kafein yaitu sebesar 94,53% dalam proses ekstraksi bertahap (Roossenda & Sunarto, 2016)

Tabel 2.1 Syarat umum kopi sangrai

Kriteria	Satuan	Syarat
Keadaan (bau, rasa)	-	Normal
Kadar air	% w/w	Maksimal 4
Kadar abu	% w/w	7-14
Kealkalian dari abu	1 N NaOH/100 gr	80-140
Kadar kafein	% w/w	2-8
Cemaran logam (Pb, Cu)	mg/kg	Maksimal 30
Padatan tak larut dalam air	% w/w	Maksimal 0,25
Jumlah bakteri	koloni/gr	Maksimal 300

(Sumber: SNI 01-2907-2008)

2.3 Jenis-Jenis Kopi

Menurut Najiyati dan Danarti (1997), kopi terdiri dari dua spesies yaitu kopi Arabika dan kopi Robusta. Kopi Arabika (*Coffea arabica*) adalah kopi tradisional dan dianggap paling enak rasanya. Kopi Robusta (*Coffea conephora*) memiliki kafein yang lebih tinggi dapat dikembangkan dalam lingkungan dimana Arabika tidak akan tumbuh. Beberapa jenis kopi Indonesia yang banyak dijumpai, antara lain:

1. Kopi Arabika

Kopi Arabika adalah kopi yang paling baik mutu cita rasanya serta memiliki ciri khas biji picak dan daun hijau tua berombak-ombak. Kopi Arabika tumbuh pada ketinggian 600–2000 m di atas permukaan laut. Tanaman ini dapat tumbuh hingga 3 m bila kondisi lingkungannya baik dan suhu tumbuh optimalnya adalah 18 – 26°C. Biji kopi yang dihasilkan berukuran cukup kecil dan berwarna hijau hingga merah gelap. Biji yang terolah dengan baik akan mengandung warna agak kebiruan dan kehijauan. Kopi Arabika memiliki cita rasa lebih baik dibandingkan kopi Robusta (Siswoputranto, 1992). Kopi Arabika menguasai pasar kopi di dunia hingga 70%. Kopi Arabika cenderung menimbulkan aroma *fruity* karena adanya senyawa aldehid, asetaldehida, dan propanal (Wang, 2012). Kadar kafein biji mentah kopi Arabika lebih rendah dibandingkan biji mentah kopi Robusta, kandungan kafein kopi Arabika sekitar (1,2%) (Spinale & James, 1990).

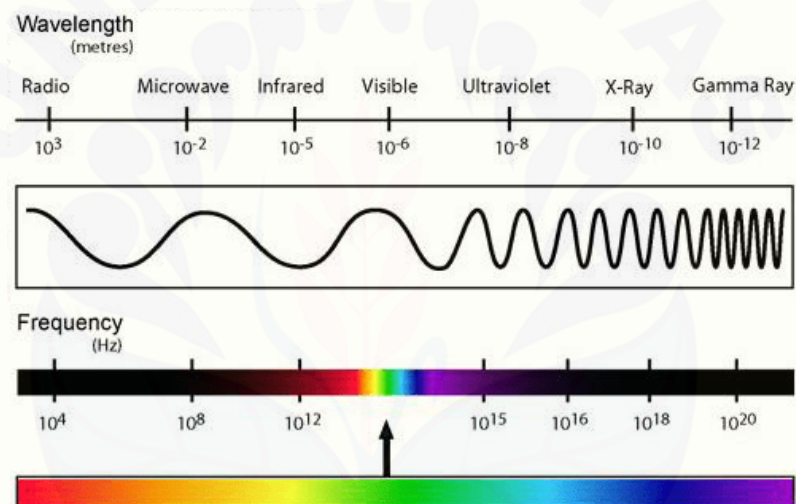
2. Kopi Robusta

Kopi Robusta disebut sebagai kopi kelas dua karena rasanya yang lebih pahit, sedikit asam, dan mengandung kafein dalam kadar yang jauh lebih banyak dibandingkan kopi Arabika. Kopi Robusta tumbuh dengan ketinggian 800 m di atas permukaan laut, namun kopi jenis ini lebih resisten terhadap serangan hama dan penyakit. Hal ini menjadikan kopi Robusta memiliki harga yang lebih murah. Seduhan kopi Robusta memiliki rasa seperti cokelat dan aroma yang khas, warna bervariasi sesuai dengan cara pengolahan. Kopi bubuk Robusta memiliki tekstur lebih kasar dan memiliki kelebihan yaitu kekentalan lebih dan warna yang kuat. Kadar kafein biji mentah kopi Robusta lebih tinggi dibandingkan biji mentah kopi Arabika, kandungan kafein kopi Robusta sekitar (2,2%) (Spinale dan James, 1990).

2.4 Cahaya

Menurut teori gelombang, cahaya merupakan gelombang yang menyebar dari suatu sumber seperti riak yang menyebar pada permukaan air jika dijatuhkan batu kepermukaanya. Cahaya adalah suatu gelombang elektromagnetik yang tidak memerlukan medium untuk merambat. Berdasarkan panjang gelombang, cahaya

dibedakan menjadi cahaya tampak dan cahaya yang tidak tampak. Cahaya tampak merupakan jenis gelombang elektromagnetik yang dapat ditangkap oleh mata manusia, panjang gelombang cahaya tampak berkisar antara 4×10^{-7} m (ungu) hingga 7×10^{-7} m (merah). Cahaya tak tampak merupakan cahaya yang bila mengenai benda tidak akan tampak lebih terang atau masih sama sebelum terkena cahaya. Contoh cahaya tak tampak adalah sinar gamma, sinar-X, sinar *ultraviolet*, dan sinar inframerah. Cahaya tampak dibagi menjadi dua yaitu monokromatik dan polikromatik. Secara lengkap, pembagian spektrum cahaya tampak dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Gelombang Elektromagnetik (Sumber: Elsair, 2012)

Menggunakan spektrofotometer harus mengetahui hubungan jenis warna cahaya dengan panjang gelombang. Cahaya yang diserap oleh suatu zat berbeda dengan cahaya yang ditangkap oleh mata manusia. Warna yang diserap oleh suatu senyawa merupakan warna komplementer. Misalnya suatu zat akan berwarna *orange* bila menyerap warna biru dari spektrum sinar tampak dan suatu zat akan berwarna hitam bila menyerap semua warna yang terdapat pada spektrum sinar tampak. Beberapa spektrum cahaya tampak dan warna komplementer, dapat dilihat pada tabel 2.2.

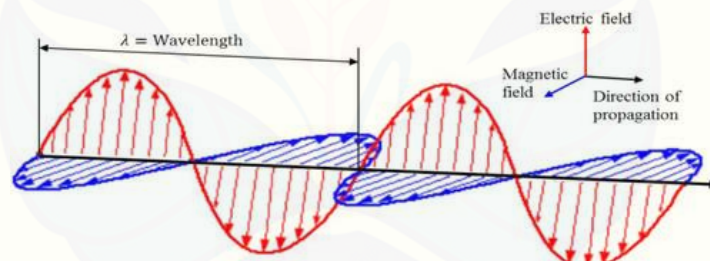
Tabel 2.2 Warna Komplementer

Panjang Gelombang	Warna yang terlihat	Warna Komplementer
<380	Ultraviolet	-
380-420	Violet	Kuning-kehijauan
420-440	Violet-biru	Kuning
440-470	Biru	Oranye
470-500	Biru-kehijauan	Merah
500-520	Hijau	Purple
520-550	Kuning-kehijauan	Violet
550-580	Kuning	Violet-biru
580-620	Oranye	Biru
620-680	Merah	Hijau-kebiruan
680-780	Merah	Hijau

(Sumber: Underwood, 1986)

2.5 Interaksi Cahaya dengan Materi

Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik, selain mempunyai medan listrik cahaya juga mempunyai medan magnet dimana arah vektor kedua medan saling tegak lurus. Medan-medan ini yang akan mempengaruhi materi.



Gambar 2.3 Gelombang elektromagnetik pada cahaya (Sumber: Dobrinan, 2013)

Karakteristik interaksi antara bahan atau materi dengan radiasi elektromagnetik sangat bergantung dari jenis spektrum radiasi yang ditentukan oleh panjang gelombang elektromagnetik spektrumnya. Menurut Khopkar (2010), radiasi interaksi dengan unsur kimia yang akan dipeloreh informasi mengenai unsur-unsur di dalamnya. Interaksi tersebut dapat berupa refleksi, refraksi dan difraksi. Cara yang digunakan untuk interaksi dengan materi dapat dengan absorpsi, emisi dan penghamburan (*scattering*), tergantung pada sifat materi.

2.5.1 Absorpsi

Energi elektromagnetik yang ditransfer ke atom atau molekul dalam sampel akan mengakibatkan sebagian energi terabsorpsi. Pada absorpsi atom, atom dieksitasikan ke tingkat yang lebih tinggi, pada radiasi UV dan sinar tampak menyebabkan transisi elektron valensi dalam unsur. Spektra molekuler pada daerah UV dicirikan dengan pita absorpsi pada daerah panjang gelombang tertentu. Sedangkan pada daerah IR energi radiasi tidak cukup untuk transisi elektronik, hanya dapat digunakan untuk mengamati absorpsi vibrasi murni.

2.5.2 Emisi radiasi

Emisi radiasi berbanding terbalik dengan absorpsi dimana radiasi elektromagnetik dihasilkan bila ion, atom atau molekul tereksitasi kembali ke tingkat energi yang lebih rendah atau energi dasar. Eksitasi radiasi dapat dilakukan dengan nyala bunga api atau loncatan listrik.

2.5.3 Penghamburan

Penghamburan radiasi elektromagnetik tidak memerlukan energi transisi. Penghamburan meliputi arah berkas radiasi secara acak. Bila suatu berkas radiasi elektromagnetik mengenai suatu partikel yang kecil, maka partikel akan mengalami gangguan yang disebabkan medan magnet dan medan listrik yang berotasi selama radiasi. Polarisasi ion, atom dan molekul disebabkan oleh partikel yang menahan energi radiasi secara temporal dan diikuti dengan re-emisi radiasi di segala arah pada saat partikel kembali ke keadaan sebelumnya.

2.6 Spektrofotometer

Spektroskopi (*spectroscopy*) adalah ilmu yang mempelajari interaksi antara bahan atau materi dengan energi radiasi atau cahaya. Radiasi menunjukkan sifat sebagai komponen elektrik dan komponen magnetik sehingga disebut sebagai radiasi elektromagnetik. Spektrofotometer merupakan alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Spektrofotometer

digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu larutan melalui intensitas serapan pada panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang yang dipakai adalah panjang gelombang maksimum yang memberikan absorbansi maksimum (Hermanto, 2009). Berdasarkan sumber cahaya yang digunakan, spektrofotometer terdiri dari beberapa jenis diantaranya adalah sebagai berikut:

2.6.1 Spektrofotometer Vis (*Visible*)

Spektrofotometer ini disebut juga spektrofotometer sinar tampak karena dapat dilihat oleh mata manusia. Cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia adalah cahaya dengan panjang gelombang 400 nm sampai 800 nm dan memiliki energi sebesar 299–149 kJ/mol. Elektron pada keadaan normal atau berada pada kulit atom dengan energi terendah disebut keadaan dasar (*ground-state*). Energi yang dimiliki sinar tampak mampu membuat elektron tereksitasi dari keadaan dasar menuju kulit atom yang memiliki energi lebih tinggi atau menuju keadaan tereksitasi. Pada spektrofotometer sinar tampak, sumber cahaya biasanya menggunakan lampu *tungsten* yang sering disebut lampu *wolfram*. *Wolfram* merupakan salah satu unsur kimia yang termasuk golongan unsur transisi tepatnya golongan VIB atau golongan 6 dengan simbol *W* dan nomor atom 74. *Wolfram* digunakan sebagai lampu pada spektrofotometer tidak terlepas dari sifatnya yang memiliki titik didih yang sangat tinggi yakni 5930 °C (Day & Underwood, 2002).

2.6.2 Spektrofotometer UV (*Ultraviolet*)

Sinar UV memiliki panjang gelombang 190 nm sampai 380 nm. Sebagai sumber sinar dapat digunakan lampu *deuterium* (*heavy hydrogen*) yang merupakan isotop hidrogen yang stabil yang terdapat berlimpah di laut dan daratan. Inti atom *deuterium* mempunyai satu proton dan satu neutron, sementara hidrogen hanya memiliki satu proton dan tidak memiliki neutron. Nama *deuterium* diambil dari bahasa Yunani, *deuteros*, yang berarti ‘dua’, mengacu pada intinya yang memiliki dua partikel. Sinar UV tidak dapat di deteksi oleh mata, sehingga senyawa yang dapat menyerap sinar ini terkadang merupakan senyawa yang tidak memiliki warna alias bening dan transparan. Oleh karena itu,

sampel tidak berwarna tidak perlu dibuat berwarna dengan penambahan *reagent* tertentu. Bahkan sampel dapat langsung di analisa meskipun tanpa preparasi. Namun, sampel keruh tetap harus dibuat jernih dengan filtrasi atau sentrifugasi. Prinsip dasar pada Spektrofotometer adalah sampel harus jernih dan larut sempurna, tidak ada partikel koloid maupun suspensi. Jika menggunakan spektrofotometer *Visible*, sampel terlebih dulu dibuat berwarna dengan *reagent* folin, sedangkan apabila menggunakan spektrofotometer UV, sampel dapat langsung di analisa. Ikatan *peptide* pada protein terlarut akan menyerap sinar UV pada panjang gelombang sekitar 280 nm. Sehingga semakin banyak sinar yang diserap sampel, maka konsentrasi protein terlarut semakin besar. Spektrofotometer UV lebih simpel dan mudah dibanding spektrofotometer *Visible*, terutama pada bagian preparasi sampel. Namun harus hati-hati juga karena banyak kemungkinan terjadi interferensi dari senyawa lain selain alat yang juga menyerap pada panjang gelombang UV. Hal ini berpotensi menimbulkan bias pada hasil analisa (Day & Underwood, 2002).

2.6.3 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis adalah salah satu teknik analisis spektroskopik yang memakai sumber REM (radiasi elektromagnetik) UV (190 – 380 nm) dan sinar tampak (380 – 780 nm) dengan memakai instrumen spektrofotometer. Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang di analisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Pelarut untuk spektroskopi UV harus memiliki sifat pelarut yang baik dan memancarkan sinar UV dalam rentang UV yang luas. Spektrofotometer UV-Vis adalah alat yang digunakan untuk mengukur transmitansi, reflektansi dan absorpsi dari cuplikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Sesuai dengan namanya, spektrofotometer merupakan alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang di transmisikan atau yang di absorpsi. Spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum sinar tampak yang

berkesinambungan dan monokromatis. Sel pengabsorpsi untuk mengukur perbedaan absorpsi antara cuplikan dengan blanko ataupun pembanding. Spektrofotometer UV-Vis merupakan salah satu dari sekian banyak instrumen yang biasa digunakan dalam menganalisa suatu senyawa kimia. Spektrofotometer umum digunakan karena kemampuannya dalam menganalisa begitu banyak senyawa kimia serta kepraktisannya dalam hal preparasi sampel apabila dibandingkan dengan beberapa metode analisa (Day & Underwood, 2002).

2.7 Absorpsi Cahaya Pada Spektrofotometer

Cahaya polikromatis ketika mengenai suatu zat maka cahaya dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan diserap. Elektron valensi memegang peranan penting dalam suatu molekul dari setiap atom yang ada hingga terbentuk suatu materi. Elektron-elektron yang dimiliki oleh suatu molekul dapat berpindah (eksitasi), berputar (rotasi) dan bergetar (vibrasi) jika dikenai suatu energi. Apabila zat menyerap cahaya tampak dan *ultraviolet* maka akan terjadi perpindahan elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi. Perpindahan elektron ini disebut transisi elektronik. Apabila cahaya yang diserap adalah cahaya inframerah maka elektron yang ada di dalam atom hanya akan bergetar (vibrasi). Sedangkan gerakan berputar elektron terjadi pada energi yang lebih rendah lagi misalnya pada gelombang radio (Elsair, 2012).

Spektrofotometer dirancang untuk mengukur konsentrasi suatu zat yang ada dalam suatu sampel disinari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Ketika cahaya mengenai sampel sebagian akan diserap, sebagian akan dihamburkan, dan sebagian lagi akan diteruskan. Cahaya datang yang mengenai permukaan zat dan cahaya setelah melewati zat tidak dapat diukur, yang dapat diukur adalah perbandingan intensitas cahaya datang dengan cahaya setelah melewati materi atau sampel $\frac{I_t}{I_0}$, dimana I_t merupakan intensitas cahaya setelah melewati sampel dan I_0 adalah intensitas cahaya datang.

Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang dihamburkan diukur sebagai transmitansi (T), dinyatakan dengan Hukum

Lambert-Beer, berbunyi: “Jumlah radiasi cahaya tampak (*ultraviolet*, inframerah dan sebagainya) yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan”. Berdasarkan Hukum Lambert-Beer, persamaan yang digunakan untuk menghitung banyaknya cahaya yang dihamburkan adalah

$$T = \frac{I_t}{I_0} \quad (2.1)$$

$$\%T = \frac{I_t}{I_0} \times 100\% \quad (2.2)$$

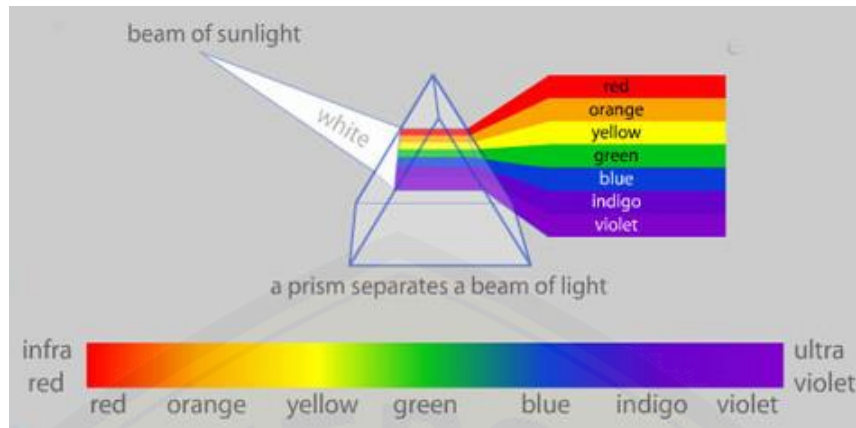
Nilai absorbansi A adalah

$$A = -\log T = -\log \frac{I_t}{I_0} \quad (2.3)$$

dimana A merupakan absorbansi dengan satuan (g/liter) atau (mol/liter).

2.8 Model Warna RGB (*Red, Green, dan Blue*)

Tahun 1666, Isaac Newton menemukan bahwa ketika seberkas sinar matahari melewati suatu prisma kaca, cahaya tersebut ternyata tidak putih, tetapi terdiri dari spektrum yang berkelanjutan mulai dari warna ungu di salah satu ujungnya dan merah diujung lainnya. Terlihat pada Gambar 2.4 menunjukkan bahwa spektrum warna dapat dibagi menjadi enam luas daerah: ungu, biru, hijau, kuning, oranye dan merah. Spektrum warna tidak ada warna yang berubah secara tiba-tiba, semua warna berubah ke warna lain secara halus.

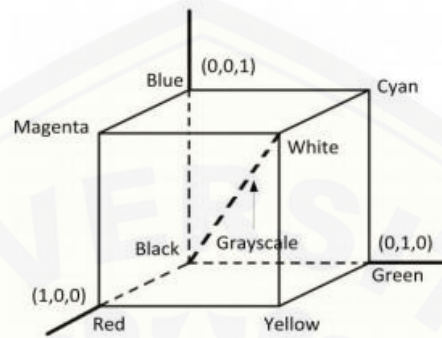


Gambar 2.4 Spektrum warna dengan memancarkan cahaya putih melewati prisma (Sumber: Gonzales dan Wood, 2002)

Pemodelan warna merupakan suatu spesifikasi sistem koordinat dan suatu sub ruang dalam sistem tersebut dengan setiap warna dinyatakan dengan satu titik di dalamnya. Tujuan dibentuknya ruang warna adalah untuk memfasilitasi spesifikasi warna dalam bentuk suatu standar (Kadir, 2013). Citra analog adalah citra yang masih dalam bentuk sinyal analog, seperti hasil pengambilan gambar. Pada citra analog tidak bisa diproses langsung oleh komputer, citra analog harus dirubah menjadi citra digital agar komputer bisa memprosesnya. Proses mengubah citra analog menjadi citra digital disebut digitalisasi citra. Pengolahan citra digital, model perangkat keras berorientasi kepada model RGB (*Red*, *Green*, dan *Blue*) (Dewi dan Supianto, 2015). Perolehan citra digital ini dapat dilakukan secara langsung oleh kamera digital ataupun melakukan proses konversi suatu citra analog ke citra digital. Untuk mengubah citra kontinu menjadi digital diperlukan proses pembuatan kisi-kisi arah horizontal dan vertikal, sehingga diperoleh gambar dalam bentuk *array* dua dimensi. Proses tersebut dikenal sebagai proses digitalisasi atau *sampling*.

Pemodelan warna RGB adalah pemodelan yang menggunakan tiga warna dasar yaitu merah, hijau, dan biru (*red*, *green*, dan *blue*) sebagai warna pembentuk berbagai macam warna yang lainnya. Model tersebut didasarkan pada sistem koordinat kartesian, dimana nilai-nilai RGB berada di tiga sudut *cyan*, *magenta*, dan *yellow* berada disudut lainnya. Hitam berada diposisi awal dan putih berada di

sudut terjauh dari sudut awal. Sedangkan abu-abu pada model ini berada disepanjang garis yang menghubungkan titik hitam dan putih. Perbedaan warna terdapat pada model titik busur di dalam kubus, dan didefinisikan oleh vektor yang membentang dari daerah asal.



Gambar 2.5 Skema kubus yang memiliki warna RGB, titik-titik sepanjang diagonal utama memiliki warna abu-abu (Dewi dan Supianto, 2015)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Pelaksanaan kegiatan ini dimulai dari bulan September 2018 sampai Oktober 2018. Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi kandungan kafein dan warna RGB pada kopi dengan variasi sangrai. Identifikasi kandungan kafein berdasarkan angka serapan kopi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 250 – 300 nm sedangkan penentuan warna RGB berdasarkan diagram SCAA (*Speciality Coffee Association of America*). Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis, tabung reaksi, gelas piala, erlenmeyer, gelas ukur, *hot plate*, rotariev aporator, neraca analitik, labu ukur, pipet *volume*, gelas *beaker*, batang pengaduk, corong gelas, corong pemisah, kertas saring, cawan penguap, penangas air, kamera *handphone Iphone-6* dengan resolusi 1334x750 piksel dan spesifikasi kamera belakang 8 MP (mega piksel), dan kertas putih. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kopi yang terdiri dari dua jenis (Arabika Hyang Argopuro dan Robusta Lanang Malangsari), standar kafein, kloroform (CHCl_3), kalsium karbonat (CaCO_3), dan aquades.

Penelitian diawali dengan membuat sampel yang terdiri dari 2 jenis kopi (Arabika dan Robusta) bubuk yang telah disangrai dengan variasi sangrai *light*, *medium*, dan *dark*. Setelah itu, untuk mengukur kandungan kafein masing-masing sampel tersebut harus dijadikan larutan karena pengukuran dilakukan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran nilai absorbansi pada sampel dilakukan pada daerah gelombang UV (250 – 350nm). Kemudian untuk mengidentifikasi warna RGB pada masing-masing sampel, dilakukan pengambilan data foto kopi bubuk murni untuk menggunakan kamera *handphone Iphone-6* dengan resolusi 1334x750 piksel untuk pengukuran nilai reflektansi

cahaya dari objek dengan tehnik kamera tegak lurus menghadap sampel yang sudah diletakkan kertas putih sebagai acuan normalisasi.

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan dua tahap, pengukuran pertama adalah pengukuran nilai absorbansi kopi menggunakan alat spektrofotometer dimana data yang akan diolah menggunakan *Microsoft Excell*. Sedangkan untuk pengolahan data ke dua, yaitu ekstraksi warna RGB yang berupa data foto kemudian di *cropping* antara gambar bubuk kopi dan kertas putih. Selanjutnya dari hasil *cropping* tersebut diekstrak dalam *layer* RGB menggunakan software MATLAB R2014a untuk memperoleh nilai dari masing-masing spektrum warna R, G, dan B. Kemudian dilakukan sebuah analisis pada data yang telah diperoleh, hasil dari data tersebut kemudian dibahas dan dikaji untuk membuat kesimpulan.

3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian

Berdasarkan jenis penelitian yang dilakukan, yaitu berupa kegiatan identifikasi kandungan kafein pada sampel kopi bubuk murni Arabika dan Robusta yang telah divariasikan jenis sangrai berupa *light*, *medium*, dan *dark* berdasarkan nilai absorbansi pada beberapa sampel kopi dengan menggunakan rentang panjang gelombang 250-300 nm. Selain itu, juga dilakukan ekstraksi warna RGB dengan pengambilan data berupa foto. Penelitian ini bersifat kuantitatif karena penelitian ini menganalisis data pengukuran secara langsung.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer dimana data ini berasal dari eksperimen yang dilakukan secara langsung dan berulang sehingga diperoleh data terbaik. Data yang diperoleh berupa angka yang berasal dari hasil pengukuran absorbansi pada daerah panjang gelombang sinar 250-350 nm dan hasil dari penentuan nilai ekstraksi warna RGB.

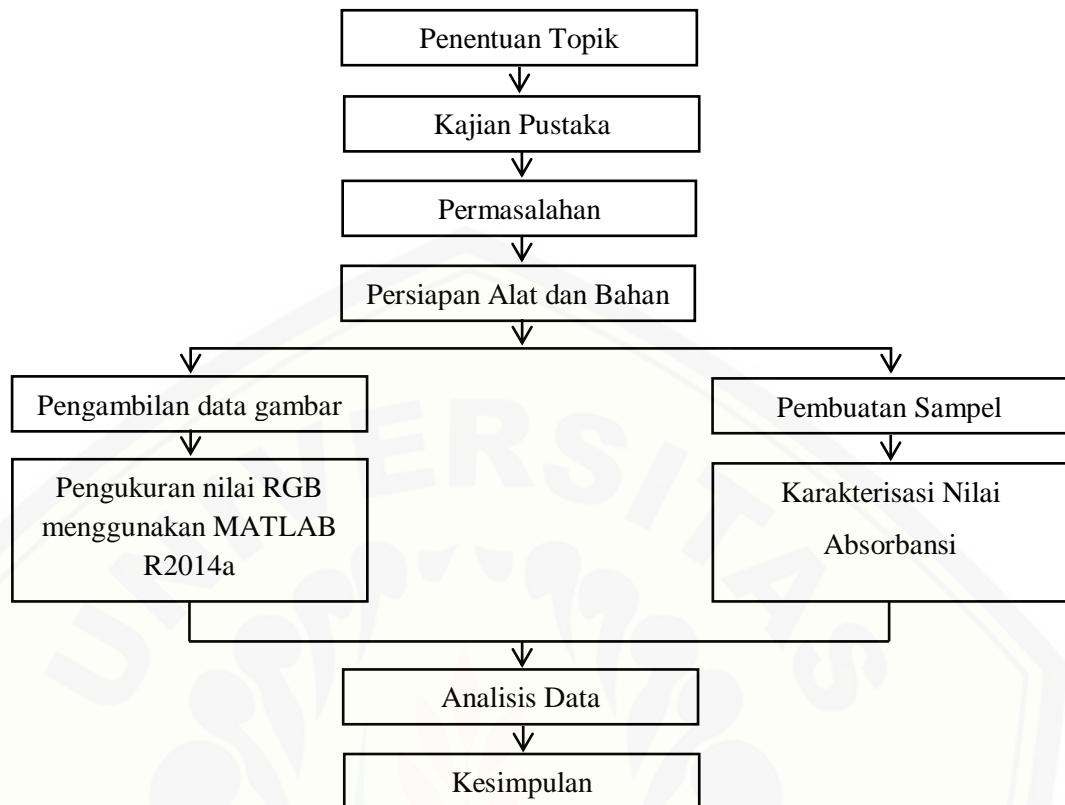
3.3 Definisi Operasional Variabel

Penelitian ini terdapat tiga macam variabel, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel pertama adalah variabel bebas, dimana jenis kopi yang digunakan berupa kopi Arabika dan kopi Robusta dengan tipe sangrai

(*light*, *medium*, dan *dark*) yang dijadikan sebagai parameter untuk mengetahui kandungan kafein dan nilai RGB. Variabel kedua adalah variabel terikat yang mengalami perubahan karena variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini berupa nilai absorbansi maksimum dan nilai RGB kopi. Adapun variabel ketiga adalah variabel kontrol yaitu berupa parameter yang diatur supaya bernilai tetap. Pada penelitian ini variabel kontrol adalah panjang gelombang yang digunakan untuk menentukan kadar kafein. Selain itu, kertas putih yang diletakkan di atas permukaan sampel pada pengambilan data foto untuk menentukan nilai RGB berfungsi sebagai acuan nilai normalisasi karena kertas putih akan merefleksikan semua cahaya yang diterima sehingga nilai RGB akan maksimum.

3.4 Kerangka Pemecahan Masalah

Penelitian ini dimulai dengan menentukan topik penelitian, setelah itu dilakukan kajian terhadap berbagai referensi atau literatur berkaitan dengan karakterisasi absorbansi kopi bubuk menggunakan spektrofotometer UV-VIS dan ekstraksi warna RGB menggunakan *software* MATLAB 2014a. Kajian pustaka digunakan untuk mendapatkan informasi tentang jenis kopi bubuk yang dibedakan berdasarkan variasi sangrai dan menghasilkan perubahan warna untuk tiap sampel yang dihasilkan. Selain itu kajian tentang spektrofotometer juga diperlukan untuk mengetahui prinsip kerja dari alat tersebut. Kemudian mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti terkait kandungan kafein dan ekstraksi warna RGB pada kopi. Tahapan selanjutnya yang akan dilakukan adalah persiapan alat dan bahan, pembuatan sampel, karakterisasi nilai absorbansi, pengambilan data gambar, pengukuran nilai RGB menggunakan *software* MATLAB R2014, dan analisis data. Secara sistematis pemecahan masalah diterapkan sesuai diagram alir berikut:



Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kamera *handphone Iphone-6* dengan resolusi 1334x750 piksel dan spesifikasi kamera belakang 8MP (mega piksel), kertas putih, Spektrofotometer UV-Vis, tabung reaksi, gelas piala, erlenmeyer, gelas ukur, *hot plate*, rotariev aporator, neraca analitik, labu ukur, pipet volume, gelas *beaker*, batang pengaduk, corong gelas, corong pemisah, kertas saring, cawan penguap, dan tisu. Bahan yang digunakan berupa dua jenis kopi (Arabika dan Robusta), standar kafein, kloroform (CHCl_3), kalsium karbonat (CaCO_3), dan aquades.

3.4.2 Pembuatan Sampel

Sampel kopi bubuk yang digunakan terdiri dari kopi bubuk Arabika dan Robusta yang terbuat dari biji kopi kering yang disangrai dengan tiga macam

variasi *light*, *medium*, dan *dark*. Masing-masing variasi warna *light*, *medium*, dan *dark* memiliki waktu sangrai yang berbeda berturut-turut yaitu 6,3 menit; 7,3 menit; dan 8,3 menit pada suhu 150°C. Proses penyangraian diakhiri ketika kopi sudah mencapai derajat sangrai tertentu. Hal ini ditandai dengan adanya bunyi letupan pada biji kopi, dalam hal ini letupan tersebut ada dua tahap yakni letupan pertama (*first crack*) yang menandakan bahwa biji kopi sangrai mulai memasuki tingkat sangrai *light*. Dan letupan kedua (*second crack*) menandakan bahwa kopi sangrai sudah memasuki tipe sangrai *dark*. Jarak antara letupan pertama (*first crack*) dengan letupan kedua (*second crack*) menandakan bahwa kopi sangrai sudah memasuki tipe sangrai *medium*. Jika kopi telah mencapai derajat sangrai yang diinginkan maka mesin sangrai dimatikan, kopi sangrai harus segera dikeluarkan dari ruang silinder sangrai dan didinginkan. Selama pendinginan biji kopi sangrai dibolak-balik secara manual agar proses pendinginan menjadi rata dan tidak terjadi pemanasan berlanjut (*over roasted*) dan warna biji kopi menjadi hitam (Mulato et al., 2006).

Selanjutnya, biji kopi yang telah disangrai kemudian digiling dan disaring supaya didapatkan kopi bubuk yang halus. Pada pengukuran menggunakan spektrofotometer sampel kopi bubuk dijadikan larutan sedangkan untuk ekstraksi warna RGB sampel tetap dalam bentuk bubuk.

Terdapat dua jenis larutan sampel yang akan digunakan pada pengukuran spektrofotometer yaitu sampel larutan standar kafein dan larutan kopi bubuk Arabika dan Robusta untuk ekstraksi kafein.

1. Larutan Standar Kafein

Larutan standar kafein digunakan sebagai kontrol dalam eksperimen. Larutan ini digunakan untuk menentukan panjang gelombang yang memiliki serapan maksimum untuk kafein. Pembuatan larutan standar dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- i. Sebanyak 250 mg kafein standar dimasukkan ke dalam gelas *beaker*, dilarutkan menggunakan aquades panas secukupnya. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL yang diencerkan dengan aquades hingga garis tanda batas dan dihomogenkan.

- ii. Larutan standar kafein dipipet sebanyak 10 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Larutan diencerkan kembali dengan aquades hingga garis tanda batas dan dihomogenkan. Hasil yang diperoleh dari pengenceran yaitu larutan standar kafein 100 ppm.
 - iii. Larutan standar kafein 100 ppm dipipet masing-masing sebanyak 12,5 mL; 10 mL; 7,5 mL; 5 mL; dan 2,5 mL. Kemudian setiap larutan tersebut dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL yang diencerkan dengan aquades hingga garis tanda batas dan dihomogenkan sehingga konsentrasi larutan standar yang diperoleh berturut-turut adalah 50 ppm, 40 ppm, 30 ppm, 20 ppm, dan 10 ppm.
2. Larutan Kopi Bubuk Arabika dan Robusta untuk Ekstraksi Kafein
- Ekstraksi kafein dari larutan kopi dilakukan untuk memisahkan kafein secara dari bubuk kopi. Pembuatan larutan bubuk kopi dilakukan dengan cara sebagai berikut:
- i. Sebanyak 2 g dari masing-masing kopi bubuk Arabika dan Robusta (*light*, *medium*, dan *dark*) yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam 6 gelas *beaker* yang berbeda dan masing-masing ditambahkan 150 ml aquades panas sambil diaduk. Larutan sampel kopi disaring menggunakan corong dengan kertas saring Whatman41 ke dalam erlenmeyer. Kemudian filtratnya dimasukkan ke dalam corong pisah dan ditambahkan 1,5 g kalsium karbonat (CaCO_3). Larutan kopi yang telah ditambahkan CaCO_3 kemudian diekstraksi sebanyak 3 kali, masing-masing dengan penambahan 25 ml kloroform. Penambahan kloroform digunakan untuk pengikatan senyawa kafein, setelah terjadi proses pengikatan akan terbentuk ekstrak kafein yang terikat oleh kloroform pada lapisan bawah. Lapisan bawah (fase kloroform) diambil kemudian diuapkan dengan rotari evaporator hingga kloroform menguap seluruhnya.
 - ii. Ekstrak kafein dari masing-masing sampel kopi bebas pelarut dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, diencerkan dengan aquades hingga garis tanda dan dihomogenkan (Fitri, 2008). Larutan ekstraksi

diambil kembali sebanyak 2,5 ml pada labu ukur 25 ml dengan aquades hingga garis tanda dan dihomogenkan.

3.4.3 Pengukuran Nilai Absorbansi

Pengukuran nilai absorbansi dilakukan pada larutan kafein standar dan larutan kopi bubuk. Pengukuran nilai absorbansi pada larutan kafein standar dilakukan untuk mengetahui nilai serapan maksimum dari kafein. Hal ini dilakukan dengan *scanning* dari panjang gelombang 250-350 nm pada konsentrasi 10 ppm larutan kafein standar. Selanjutnya nilai absorbansi pada kopi larutan kopi bubuk dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang serapan maksimum larutan kafein standar.

Prinsip spektrofotometri adalah pengukuran nilai absorbansi dari gelombang elektromagnetik yang ada pada sampel, sehingga didapatkan perbandingan nilai intensitas cahaya yang datang (I_{in}) dengan intensitas cahaya yang ditransmisikan (I_{out}) oleh sampel atau bahan. Secara matematis, nilai absorbansi (A) dapat dihitung dengan persamaan:

$$A = \log \frac{I_{in}}{I_{out}} = \log \frac{1}{T} \quad (3.1)$$

Pengukuran nilai absorbansi dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dalam setiap pengambilan data secara langsung menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk masing-masing sampel kopi. Selanjutnya dari 3 data tersebut dihitung nilai rata-rata dan standar deviasinya. Nilai rata-rata absorbansi dapat dihitung dengan persamaan

$$\bar{A} = \frac{\sum A_i}{n} \quad (3.2)$$

Sedangkan standar deviasi (ralat) dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\Delta A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

dengan nilai \bar{A} merupakan nilai absorbansi rata-rata; A_i merupakan nilai absorbansi yang didapat pada pengukuran; dan n merupakan banyaknya pengulangan. Hasil akhir absorbansi (A) yang diperoleh sebagai

$$A = (\bar{A} \pm \Delta A) \quad (3.4)$$

3.4.4 Perhitungan Kadar Kafein Kopi Arabika dan Robusta

Kadar kafein masing-masing sampel dapat dihitung dengan persamaan rumus regresi yang telah didapat. Dari persamaan garis yang didapatkan, Y menyatakan nilai absorbansi rata-rata setelah dilakukan 3 kali pengulangan sedangkan X menyatakan konsentrasi. Besar kadar kafein dalam mg dapat dihitung dengan persamaan

$$\text{Kadar kafein} = \frac{\text{Konsentrasi } (X) \times \text{Berat ekstrak} \times F_p}{\text{Berat sampel}} \quad (3.5)$$

dengan nilai X merupakan konsentrasi (ppm); berat ekstrak merupakan ekstrak kafein dari masing-masing sampel kopi bebas pelarut diencerkan dengan aquades 100mL; F_p merupakan faktor pengencer yang dilakukan berapa kali pengenceran; dan berat sampel merupakan berat sampel kopi bubuk mula-mula sebelum dilarutkan dengan aquades panas.

3.4.5 Ekstraksi Nilai RGB (*Red*, *Green*, dan *Blue*)

Nilai RGB diekstrak dari data foto masing-masing sampel kopi bubuk yang ditempatkan di cawan petri menggunakan kamera *handphone* menghadap sampel yang sudah diletakkan kertas putih sebagai acuan normalisasi. Data dari setiap foto yang diperoleh ditandai dengan pemberian nama *file* sesuai dengan nama pada masing-masing sampel. Selanjutnya teknik pengambilan data foto dilakukan dengan posisi kamera tegak lurus menghadap sampel.

Data yang diperoleh dari pengambilan foto kemudian di *cropping* antara gambar sampel dan kertas putih. Selanjutnya dari hasil *cropping* tersebut diekstrak dalam *layer* RGB menggunakan *software* MATLAB 2014a untuk memperoleh nilai dari masing-masing spektrum warna R, G, dan B (Husen, 2018). Perhitungan parameter indeks warna R, G, dan B diperoleh dari tiap-tiap pixel pada citra. Pembangkitan karakteristik dari citra dapat juga didasarkan atas nilai indeks warna RGB (*Red*, *Green*, dan *Blue*). Indeks warna RGB adalah

sebuah nilai numerik sederhana yang menentukan warna suatu objek *red*, *green*, dan *blue*.

Setelah memperoleh data berupa ekstraksi RGB warna kopi, selanjutnya warna yang diperoleh dibandingkan dengan diagram dari SCAA (*Speciality Coffee Association of America*) yang dapat dilihat pada Lampiran 3.3. Diagram SCAA merupakan diagram yang distandarisasi dan memiliki 8 warna yang ditandai dengan skala Agtron. Skala Agtron merupakan suatu alat yang digunakan untuk menguji standar *roasting*.

3.5 Analisis Data

Analisis data yang digunakan ada dua tahap, pertama menentukan konsentrasi kafein dari kopi Arabika dan Robusta berdasarkan kurva hubungan konsentrasi terhadap nilai absorbansi; kedua menentukan hubungan warna kopi bubuk Arabika dan Robusta terhadap warna standar SCAA. Analisis data konsentrasi kafein dari kopi Arabika dan Robusta berdasarkan kurva hubungan konsentrasi terhadap nilai absorbansi dimulai dengan menganalisis daerah spektral absorbansi yang dilakukan pada larutan standar kafein. Larutan standar kafein digunakan untuk menentukan panjang gelombang serapan maksimum. Setelah didapatkan panjang gelombang maksimum, hasilnya ditampilkan dalam sebuah grafik hubungan konsentrasi terhadap nilai absorbansi dan didapat persamaan garis regresi. Kemudian larutan kopi bubuk Arabika dan Robusta untuk ekstraksi kafein diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang serapan maksimum yang diperoleh dari standar kafein. Perhitungan nilai kadar kafein dalam mg ditentukan dari persamaan regresi kurva kalibrasi larutan kafein standar. Selanjutnya akan diketahui kadar kafein yang masih dalam ambang batas maksimum dikonsumsi sesuai dengan SNI.

Analisis selanjutnya yaitu menentukan hubungan warna kopi bubuk Arabika dan Robusta terhadap warna standar SCAA. Analisis data ini dimulai dengan mengambil data foto pada masing-masing sampel yang telah diletakkan kertas putih dibawahnya sebagai acuan normalisasi. Selanjutnya data yang diperoleh kemudian dilakukan *cropping* pada foto sampel kopi bubuk dan foto

kertas putih. Hasil *cropping* dari foto sampel kopi bubuk dan kertas putih tersebut diekstrak menjadi *layer* RGB menggunakan *software* MATLAB2014a. Selanjutnya hasil ekstraksi warna RGB pada sampel kopi Arabika dan Robusta dibandingkan dengan ekstraksi warna RGB dari standart SCAA.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kandungan kafein jenis kopi lokal Arabika dan Robusta pada variasi sangrai (*light*, *medium*, dan *dark*) berbanding lurus dengan nilai absorbansi maksimumnya. Semakin tinggi kadar kafein maka semakin besar nilai absorbansi maksimumnya dan sebaliknya semakin rendah kadar kafein maka semakin kecil nilai absorbansi maksimumnya.
2. Karakteristik sampel kopi bubuk murni pada variasi sangrai berdasarkan ekstraksi warna RGB mengalami penurunan berdasarkan tingkat sangrai. Terdapat penurunan nilai indeks warna R dan indeks warna G seiring dengan meningkatnya waktu sangrai. Sedangkan nilai indeks warna B pada kopi Arabika mengalami kenaikan nilai seiring meningkatnya waktu sangrai. Hal ini berkebalikan dengan indeks warna B kopi Robusta yang mengalami penurunan nilai seiring meningkatnya waktu sangrai.

5.2 Saran

Saran yang didapatkan berdasarkan penelitian ini, sebaiknya penelitian ini perlu dikembangkan lebih lanjut mengenai analisis kandungan kafein pada kopi menggunakan metode KLT- Densitometri dengan menambah validasi metode seperti ketahanan dan ketangguhan metode uji dan estimasi ketidakpastian pengukuran. Hal ini untuk mendukung absorbansi kafein kopi bubuk pada penelitian ini. Penelitian ini juga dapat dilanjutkan mengenai nilai reflektansi spektrum warna RGB pada objek kopi bubuk tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpdogan, G., Karabina, K., Sungur, S. 2002. Derivative Spectrofotometric Determination of Caffeine In Some Beverages. *Turkish Journal of Chemistry*. Vol. 26: 295-302.
- Arwangga, A. F., I. Ayu. A, dan I. Wayan. 2016. Analisis kandungan kafein pada kopi di Desa Sesaot Narmada menggunakan Spektrofotometer UV-VIS. *Jurnal Kimia*. 10 (1): 110-114.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 01-2907-2008 Biji Kopi*. Jakarta: Badan Standarisasi Indonesia.
- Burnham, T. A. 2001. *Drug Fact and Comparison*. St Louis : A Wolters Kluwers Company.
- Clarke, R. J., dan R. Mancrae. 1989. *Coffe Volume 2: Technology*. London: Elsevier Applied Science.
- Day, R. A, dan A. L. Underwood. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.
- Dewi, C., dan Supianto, A. A. 2015. *Pengolahan Citra Satelit dengan MATLAB*. Malang: UB Press.
- Dobrinas, S., A. Soceanu, V. Popescu, G. Stanciu, dan S. Smalbelger. 2013. Optimization of a UV-Vis Spectrometric Method for Caffeine Analysis in Tea Coffe and Other Beverages. *Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*. 14(2): 071-078.
- Elsair, R. 2012. *Fundamentals of Chemistry*. Denmark: Ventus Publishing Aps.
- Farmakologi UI. 2002. *Farmakologi dan Terapi Edisi 4*. Jakarta: Gaya Baru.
- Fitri, N.S. 2008. Pengaruh Berat dan Waktu Penyeduhan terhadap Kadar Kafein dari Bubuk Teh. *Skripsi*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Gonzales, R. C., dan R. E. Wood. 2002. *Digital Image Processing, Second Edition*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Hermanto, S. 2009. Teknik Analisa Kromatografi dan Spektrofotometer. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.

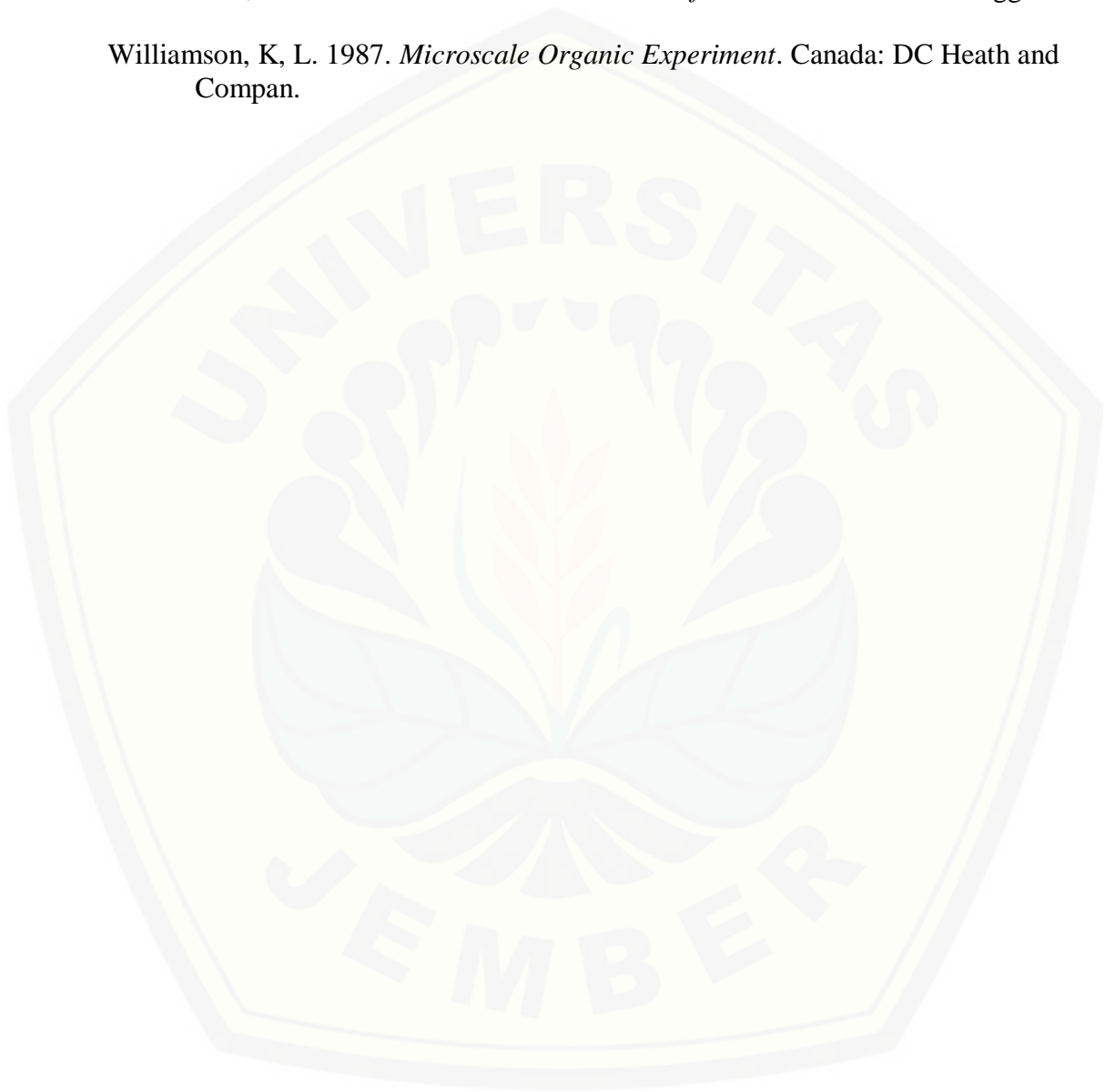
- Hoeger, W. W. K., Turner, L. W. dan Hafen, B. Q. 2002. *Wellness: Guidelines for a healthy lifestyle (3rd ed.)*. Wadsworth Group: Belmont, CA.
- Husen, J. 2018. Karakteristik Time Series Reflektansi Tanaman Padi Varietas Ciherang Dengan Analisis RGB Citra Fotografi. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Kadir, A. 2013. *Pemrograman Database untuk Pemula*. Yogyakarta: Mediakom.
- Khopkar, S.M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Kusuma, H. T. P. 2018. Aplikasi Klasifikasi Tingkat Kematangan Kopi Berdasarkan Hasil Roasting Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Liska, K. 2004. *Drugs and The Body with Implication for Society*. 7nded. New Jersey: Pearson.
- Mahendradatta, M. 2007. *Pangan Aman dan Sehat*. Makasar: Universitas Hasanudin.
- Marhaenanto, B., DW. Soediby, dan M. Farid. 2015. Penentuan Lama Sangrai Kopi Berdasarkan Variasi Derajat Sangrai Menggunakan Model Warna RGB Pada Pengolahan Citara Digital (Digital Image Processing). *Jurnal Agroteknologi*. 9(2): 102-111.
- Mendoza, F., Dejmek, P., dan Aguilera, J. 2006. Calibrated Color Measurements of Agricultural Foods Using Image Analysis. *Journal Postharvest Biology and Technology*. 41: 285-295.
- Morton, A. 1984. *Flavours an introduction*. USA: Food Science.
- Mulato, S. 2002. *Simposium Kopi 2002 dengan Tema Mewujudkan Perkopian Nasional yang Tangguh Melalui Diversifikasi Usaha Berwawasan Lingkungan dalam Pengembangan Industri Kopi Bubuk Skala Kecil untuk Meningkatkan Nilai Tambah Usaha Tani Kopi Rakyat*. Denpasar: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Mulato, S., S. Widyotomo., dan E. Suharyanto. 2006. *Teknologi Proses dan Pengolahan Produk Primer dan Sekunder Kopi*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.
- Najiyati, S., dan Danarti. 1997. *Budidaya Kopi dan Pengolahan Pasca Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Nasution, T. 2005. Rancang Bangun Alat Penyangrai Kopi Mekanis Tipe Rotari. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [NCA] National Coffee Association. 2002. *Coffee Roast*. Amerika: USA EST.
- Negueruela, dan Arquillue C. P. 2000. Color Measurement of Rosemary Honey in Solid State by Reflectance Spectroscopy With Black Background. *Journal of AOAC International*. 83: 669-674.
- Nersyanti. F. 2006. Spektrofotometri Derivatif Ultraviolet untuk Penentuan Kadar Kafein dalam Minuman Suplemen dan Ekstrak Teh. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nugroho, J. W. K., J. Lumbanbatu, dan S. Rahayoe. 2009. Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik-Mekanis Biji Kopi Robusta. *Makalah Diskusi Panel*. Mataram: Seminar Nasional dan Gelar Teknolgi PERTETA. 8 – 9 Agustus.
- Rahardjo, P. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Roossenda, K., dan Sunarto. 2016. Efektivitas Pelarut pada Ekstraksi dan Penentuan Kafein dalam Minuman Ringan Khas Daerah Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Kimia Dasar*. 5(4).
- Roth, H. J., dan Blaschke, G. 1981. *Analisis Farmasi*. Cetakan II (Diterjemahkan). 419-424. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Saputra, E. 2008. *Kopi*. Yogyakarta: Harmoni.
- Shargel, L., dan Andrew, B. C. Y. 1998. *Biofarmasetika dan Farmakokinetika Terapan (Edisi II)*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Siswoputranto, P. S. 1992. *Kopi Internasional Indonesia*. Yogyakarta: Aksi Agraris Kanisius.
- Spinale dan J. James. 1990. *Komoditi Kopi dan Peranannya Dalam Perekonomian Indonesia*. Yogyakarta : Kanisius.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Supranto, J. 2003. *Metode Penelitian Hukum dan Statistik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Sumardjo, D. 2008. *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata I Fakultas Biosekta*. Jakarta: EGC.

Suriani. 1997. Analisis Kandungan Kafein dalam Kopi Instan Berbagai Merek yang Beredar di Ujung Pandang. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Underwood, A. L. 1986. *Analisa Kimia Kuantitatif Edisi ke-4*. Jakarta: Erlangga.

Williamson, K. L. 1987. *Microscale Organic Experiment*. Canada: DC Heath and Compan.



LAMPIRAN

Lampiran 3.1 Dokumen Penelitian

3.1 Alat dan bahan penelitian



Lampiran 3.2 Tipe Variasi Sangrai Biji Kopi Arabika dan Robusta

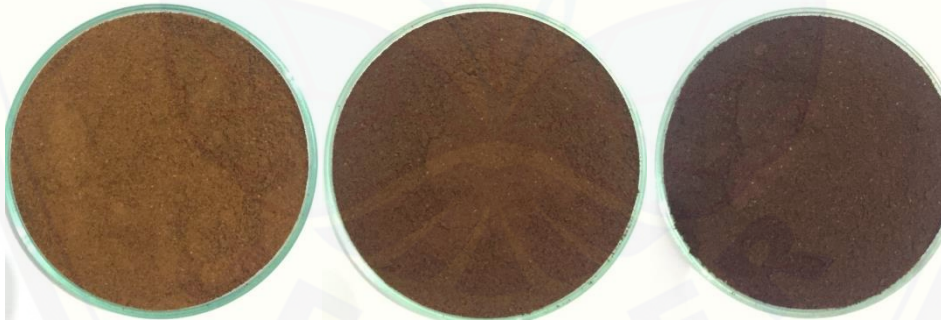
3.2.1 Tipe Variasi Biji Kopi Sangrai Arabika *Light, Medium, dan Dark*



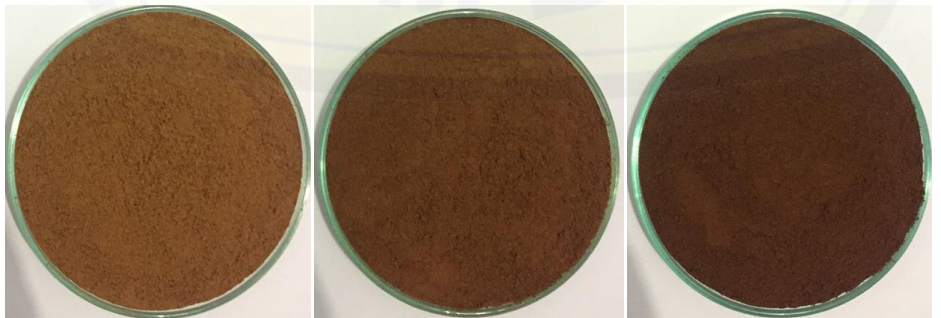
3.2.2 Tipe Variasi Biji Kopi Sangrai Robusta *Light, Medium, dan Dark*



3.2.1 Tipe Variasi Bubuk Kopi Arabika Sangrai Biji *Light, Medium, dan Dark*



3.2.2 Tipe Variasi Bubuk Kopi Robusta Sangrai Biji *Light, Medium, dan Dark*



**Lampiran 3.3 Diagram Rentang Standar Warna Berdasarkan SCAA
(Speciality Coffe Association of America)**



Gambar 3.3 Diagram SCAA (*Speciality Coffe Association of America*) yang distandarisasi dan memiliki 8 warna

Lampiran 4.1. Data Nilai Absorbansi (A) Konsentrasi Larutan Standar Kafein

4.1 Data nilai absorbansi (A) konsentrasi larutan standar kafein

λ	Konsentrasi (ppm)	n	Nilai Pengukuran					
			A_i	\bar{A}	$\sum ((A_i - \bar{A})^2)$	ΔA	$\bar{A} \pm \Delta A$	T (%)
273 nm	10	1	0.182	0.180	0.000009	0.002	0.180 ± 0.002	66.120
		2	0.179					
		3	0.178					
	20	1	0.290	0.295	0.000045	0.005	0.295 ± 0.005	50.660
		2	0.299					
		3	0.297					
	30	1	0.387	0.392	0.000043	0.005	0.392 ± 0.005	40.520
		2	0.395					
		3	0.395					
	40	1	0.533	0.527	0.000086	0.007	0.527 ± 0.007	29.717
		2	0.528					
		3	0.520					
	50	1	0.695	0.691	0.000026	0.004	0.691 ± 0.004	20.370
		2	0.688					
		3	0.690					

Note:
n : Pengulangan

Lampiran 4.2 Data Perhitungan Kadar Kafein pada Sampel Kopi Bubuk Arabika dan Robusta

4.2 Data nilai absorbansi (A) kopi bubuk Arabika dan Robusta

λ	Jenis Kopi	n	Variasi Sangrai	Nilai Pengukuran					
				A_i	\bar{A}	$\sum((A_i - \bar{A})^2)$	ΔA	$\bar{A} \pm \Delta A$	T (%)
273 nm		1		0.765					
		2	<i>Light</i>	0.775	0.743	0.0043167	0.046	0.743 ± 0.046	18.058
		3		0.690					
	Arabika	1		0.450					
		2	<i>Medium</i>	0.464	0.451	0.0002907	0.012	0.451 ± 0.012	35.373
		3		0.440					
		1		0.380					
		2	<i>Dark</i>	0.350	0.359	0.0006660	0.018	0.359 ± 0.018	43.752
		3		0.347					
		1		0.861					
		2	<i>Light</i>	0.850	0.834	0.0029207	0.038	0.834 ± 0.038	14.667
		3		0.790					
	Robusta	1		0.638					
		2	<i>Medium</i>	0.600	0.616	0.0007760	0.020	0.616 ± 0.020	24.210
		3		0.610					
	1		0.450						
	2	<i>Dark</i>	0.574	0.490	0.0106807	0.073	0.490 ± 0.073	32.384	
	3		0.445						

Note:

n : Pengulangan

Lampiran 4.3 Data Perhitungan Kadar Kafein dalam mg

Persamaan regresi: $Y = 0,012x + 0,040$

Dimana: Y = nilai absorbansi rata-rata

X = konsentrasi

Sampel Arabika Light

Diketahui Y = 0,743

$$\text{Maka } X = \frac{1,112 - 0,040}{0,012} = 58,583 \text{ ppm} = 58,583 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar (b/b)} &= \frac{\text{konsentrasi} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{berat ekstrak pelarut} \times F_p}{\text{berat sampel (g)}} \\ &= \frac{\frac{58,583 \text{ mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L (pelarut aquades)} \times 10 \text{ kali pengenceran}}{2 \text{ g}} \\ &= 29,292 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\% \text{ kafein dalam 1 g kopi} = \frac{2,292 \text{ mg}}{1000 \text{ mg}} \times 100\% = 2,929\%$$

Dengan menggunakan perhitungan di atas maka untuk sampel selanjutnya diperoleh seperti dalam tabel 4.2.1.

4.3 Nilai absorbansi dan kadar kafein pada berbagai sampel kopi bubuk Arabika dan Robusta

No.	Sampel	Absorbansi (Y)	Konsentrasi (X) (ppm)	Kadar Kafein pada Kopi bubuk dalam 1g	
				mg	%b/b
1	<i>Light</i>	0.743	89.3	29.292	2.929
2	Arabika <i>Medium</i>	0.451	34.3	17.125	1.713
3	<i>Dark</i>	0.359	26.6	13.292	1.329
4	<i>Light</i>	0.834	66.2	33.083	3.308
5	Robusta <i>Medium</i>	0.616	48.0	24.000	2.400
6	<i>Dark</i>	0.490	37.5	18.750	1.875

Lampiran 4.4 Data Perhitungan Kadar Kafein dalam 3x Penyajian per hari

Jika dalam satu cangkir terdapat kopi bubuk kurang lebih 2 gram dalam satu kali sajian, maka jumlah konsumsi kopi dalam satu hari adalah 3-4 kali sajian dan perhitungan dihitung sebanyak 4 kali sajian.

Kadar kafein dalam satu cangkir = kadar kafein (mg/g) x 2g

$$= 29,292 \text{ mg/g} \times 2\text{g}$$

$$= 58,583 \text{ mg}$$

Kadar kafein dalam satu hari = $58,583 \text{ mg} \times 3 = 175,750 \text{ mg}$

4.4.1 Nilai kadar kafein dalam 3 kali penyajian per hari

No.	Sampel	Jumlah kafein @2g kopi bubuk (mg)	Kadar kafein (mg/hari)
1	<i>Light</i>	58,583	175,750
2	Arabika <i>Medium</i>	34,250	102,750
3	<i>Dark</i>	26,583	79,750
4	<i>Light</i>	66,167	198,500
5	Robusta <i>Medium</i>	48,000	144,000
6	<i>Dark</i>	37,500	112,500

Lampiran 4.5 Hasil ekstraksi RGB

4.5.1 Warna yang dihasilkan untuk masing-masing Agtron berdasarkan SCAA

No.	Skala Agtron	Nomor Agtron	Ekstaksi Warna		
			R	G	B
1	<i>Very Light</i>	95	151,583	124,517	94,585
2	<i>Light</i>	85	145,271	113,648	82,885
3	<i>Moderately Light</i>	75	140,625	109,202	84,200
4	<i>Light Medium</i>	65	134,036	103,735	84,372
5	<i>Medium</i>	55	122,729	94,389	81,338
6	<i>Moderately Dark</i>	45	105,819	90,651	84,915
7	<i>Dark</i>	35	90,624	80,862	76,859
8	<i>Very Dark</i>	25	91,082	81,694	80,144

4.5.2 Warna yang dihasilkan untuk masing-masing sampel kopi bubuk murni

Nama File	Ekstraksi Warna Sampel Kopi Arabika dan Robusta					
	R	\bar{R}	G	\bar{G}	B	\bar{B}
AL1	150.835		118.911		93.755	
AL2	153.077	152.287	119.248	119.108	93.480	93.113
AL3	152.949		119.165		92.105	
AM1	132.469		106.803		93.691	
AM2	132.976	133.246	107.882	107.399	93.876	94.284
AM3	134.292		107.511		95.286	
AD1	121.487		104.257		102.162	
AD2	120.914	121.192	103.667	103.934	101.649	101.871
AD3	121.176		103.877		101.801	
KRL1	150.578		116.002		86.144	
KRL2	150.837	150.830	116.264	116.222	86.387	86.311
KRL3	151.074		116.401		86.402	
KRM1	127.262		97.960		78.134	
KRM2	127.939	128.039	98.385	98.438	78.529	78.540
KRM3	128.917		98.968		78.957	
KRD1	114.239		89.634		77.036	
KRD2	113.786	113.979	89.337	89.489	76.831	76.953
KRD3	113.912		89.497		76.991	

Note:

AL_{1,2,3}, AM_{1,2,3}, AD_{1,2,3}: Arabika *light*, *medium*, dan *dark*

KRL_{1,2,3}, KRM_{1,2,3}, KR_{D1,2,3}: Robusta *light*, *medium*, dan *dark*

Skala Agtron : Alat yang digunakan untuk menguji standar *roasting*