



**PROFIL KOMPONEN VOLATIL DAN SENSORI KOPI ARABIKA
(*Coffea arabica* L.) ASAL JAWA, BALI DAN MATARAM**

SKRIPSI

Oleh:

**Deby Masnuatul Fahiroh
171710101064**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2022



**PROFIL KOMPONEN VOLATIL DAN SENSORI KOPI ARABIKA
(*Coffea arabica* L.) ASAL JAWA, BALI DAN MATARAM**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh:

**Deby Masnuatul Fahiroh
171710101064**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2022**

PERSEMBAHAN

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT sehingga karena-Nya saya dapat mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terima kasih saya yang besar kepada beberapa pihak yaitu :

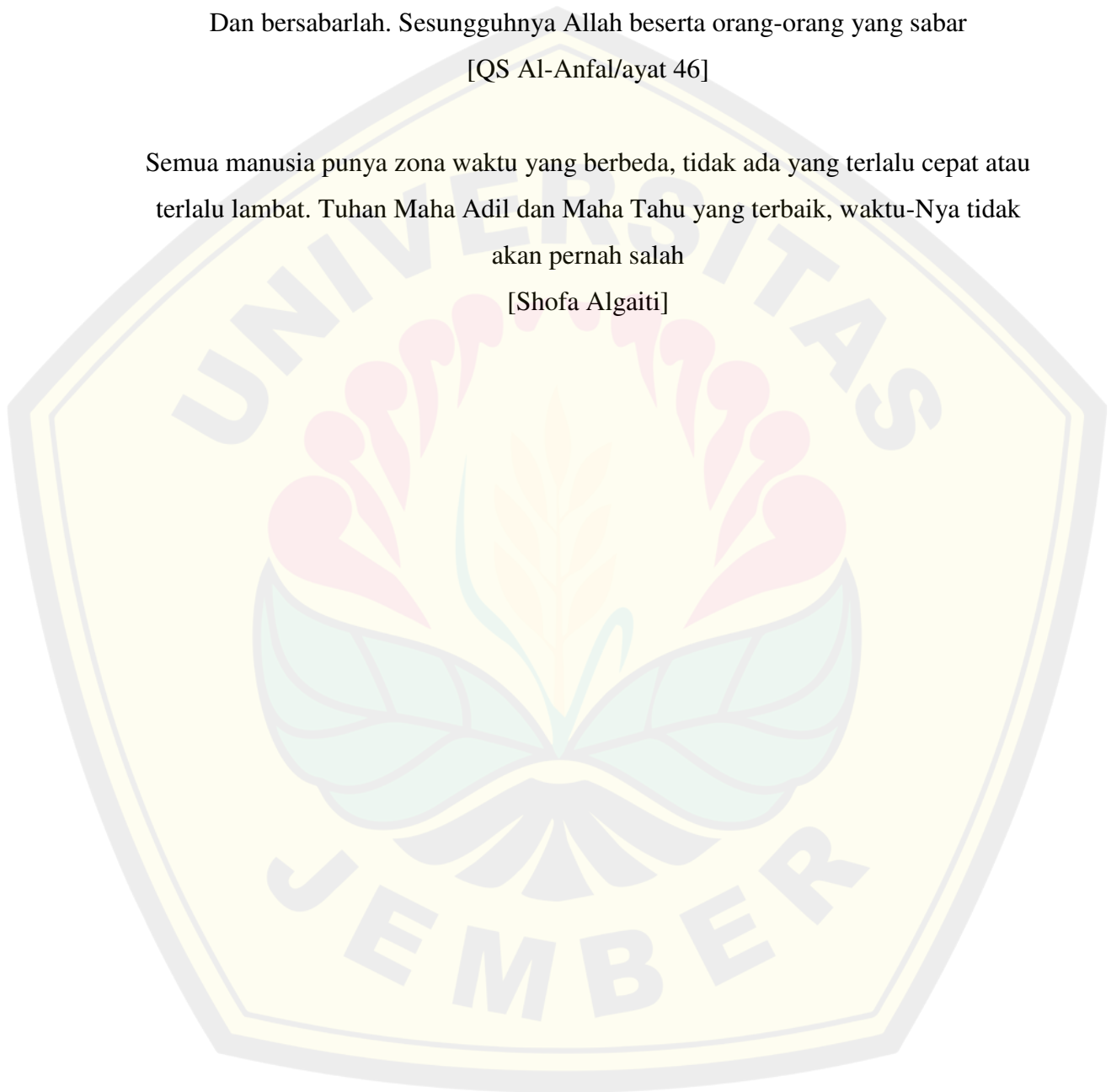
1. Keluarga saya, Mama Suci Tiningsih dan Ayah Slamet Untung, Mama Rahmawati dan Ayah Slamet, Nenek Misnati dan kakak Optavia Jannatul Mufidah serta suami saya Ramadhan Agung Abdillah yang senantiasa tulus memberikan doa dan dukungan serta semangat hingga skripsi ini dapat terselesaikan;
2. Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P selaku dosen pembimbing tugas akhir saya dan segenap dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya;
3. Almamater tercinta Universitas Jember.

MOTTO

Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya
[QS Al-Baqarah/ayat 286]

Dan bersabarlah. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar
[QS Al-Anfal/ayat 46]

Semua manusia punya zona waktu yang berbeda, tidak ada yang terlalu cepat atau
terlalu lambat. Tuhan Maha Adil dan Maha Tahu yang terbaik, waktu-Nya tidak
akan pernah salah
[Shofa Algaiti]



PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Deby Masnuatul Fahiroh

NIM : 171710101064

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Profil Komponen Volatil dan Sensori Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) asal Jawa, Bali dan Mataram” ini adalah hasil karya saya, kecuali kutipan referensi yang telah saya cantumkan sumbernya. Karya tulis ilmiah ini belum pernah diajukan kepada institusi atau lembaga manapun dan bukan merupakan karya jiplakan. Saya sanggup bertanggung jawab sepenuhnya terhadap keaslian dan kebenaran isi karya tulis ilmiah ini dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat sebenar-benarnya, tanpa adanya paksaan dari pihak lain dan saya bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Juli 2022

Yang Menyatakan,



Deby Masnuatul Fahiroh
NIM 171710101064

SKRIPSI

**Profil Komponen Volatil dan Sensori Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) asal
Jawa, Bali dan Mataram**



Oleh:

Deby Masnuatul Fahirah

NIM 171710101064

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Profil Komponen Volatil dan Sensori Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) asal Jawa, Bali dan Mataram” karya Deby Masnuatul Fahiroh yang telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Kamis, 28 Juli 2022

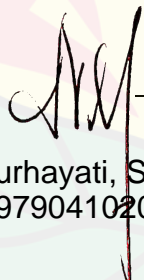
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing




Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P.
NIDN 0027127806

Dosen Penguji Utama



Dr. Nurhayati, S.TP., MSi.
NIP 197904102003122004

Dosen Penguji Anggota



Ardiyan Dwi Masahid, S.TP., M.P.
NIP 198503292019031011

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Dr. Ir. Bambang Marhenanto, M.Eng.
NIP 196312121990031002

RINGKASAN

Profil Komponen Volatil dan Sensori Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) asal Jawa, Bali dan Mataram; Deby Masnuatul Fahiroh; 171710101064; 2022; 70 halaman; Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember.

Berbagai jenis kopi *specialty* yang dikenal di dunia seperti kopi Gayo, kopi Mandailing, kopi Jawa, kopi Kintamani, kopi Toraja dan kopi Wamena dengan rasa juga aroma khas sesuai indikasi geografis yang menjadi keunggulan Indonesia. Kualitas cita rasa kopi dapat dipengaruhi oleh jenis biji, daerah tumbuh dan proses budidayanya. kopi Arabika memiliki kualitas cita rasa yang tinggi dan kadar kafein lebih rendah dibandingkan dengan jenis robusta sehingga kopi Arabika memiliki harga yang lebih mahal. Cita rasa dari kopi yang dihasilkan termasuk salah satu penentu mutu kopi. Mutu cita rasa kopi dipengaruhi oleh komponen volatil yang terkandung. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui profil komponen volatil dan sensorial kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram yang berbeda *origin*, guna mengetahui karakteristik aroma dan cita rasanya.

Penelitian ini menggunakan perlakuan tunggal yaitu perbedaan *origin* kopi Arabika yang terdiri dari kopi Arabika Ijen Raung dan Arabika Argopuro asal Jawa, Arabika Kintamani asal Bali dan Arabika Mataram asal Mataram. Adapun parameter yang diamati yaitu: (1) senyawa volatil menggunakan metode SPME dan GCMS; (2) mutu sensorial secara deskriptif dan hedonik menggunakan metode *Rate All That Apply* oleh 50 panelis tidak terlatih.

Hasil identifikasi senyawa volatil menunjukkan bahwa kopi Arabika Argopuro dicirikan dengan *methylpyrazine* yang memberikan aroma *roasted* dan *2-formyl-5-methylfuran* yang memberikan aroma manis dan *caramel*. Kopi Arabika Ijen dicirikan dengan *4-vinylguaiacol* yang memberikan aroma *spicy*, *smoky*, *floral* dan *sweet* dan *2,5-dimethyl-3-ethylpyrazine* yang memberikan aroma *chocolate*. Arabika Kintamani senyawa *Methoxy-2-propanone* yang

memberikan aroma *honey-like* dan *fruity* dan *Furfuryl methyl sulfide* yang memberikan aroma *spicy*. dan *2,3-Dimethylpyrazine*. Arabika Mataram dicirikan dengan *furfuryl alcohol* yang memberikan aroma manis, *floral* dan *caramel* serta senyawa *pyridine* yang memberikan aroma dan rasa pahit. Hasil PCA menunjukkan kopi Arabika Kintamani yang dicirikan dengan *flavor* dan aroma manis, asam serta aroma *chocolate* memiliki nilai hedonik aroma, rasa dan keseluruhan tertinggi dibandingkan dengan sampel kopi Arabika lainnya. Kopi Arabika Argopuro yang dicirikan dengan *flavor* asam dan aroma *earthy*, *smoky*, *roasted* serta intensitas *body* memiliki nilai hedonik aroma paling rendah. Kopi Arabika Mataram yang dicirikan dengan aroma *spicy* dan rasa pahit memiliki nilai hedonik aroma, rasa dan keseluruhan cukup tinggi. Kopi Arabika Ijen menunjukkan nilai hedonik keseluruhan yang sama dengan kopi Arabika Argopuro, kopi Arabika Ijen dicirikan dengan *flavor floral* dan *fruity*.

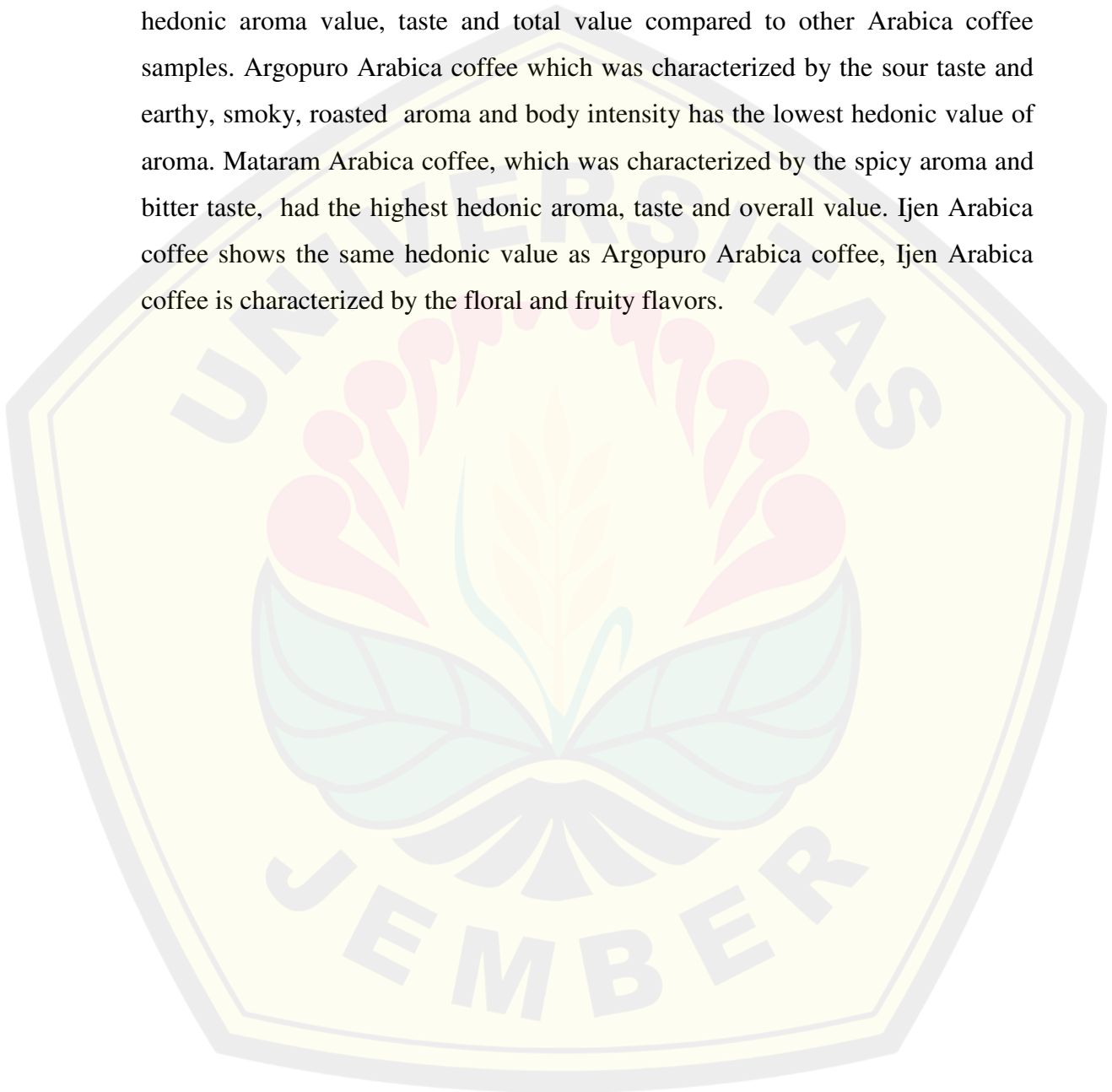
SUMMARY

Profile of The Volatile and Sensory Components of Arabica Coffee (*Coffea arabica L.*) from Jawa, Bali dan Mataram; Deby Masnuatul Fahiroh; 171710101086; 2022; 70 pages; Departement of Agricultural Product Technology; Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Various types of specialty coffee are known in the world such as Gayo coffee, Mandailing coffee, Javanese coffee, Kintamani coffee, Toraja coffee and Wamena coffee with distinctive flavors and aromas according to geographical indications which are the advantages of Indonesia. The quality of coffee taste can be influenced by the type of bean, growing area and cultivation process. Arabica coffee has a high quality of taste and lower caffeine content compared to robusta, so Arabica coffee has a higher price. The taste of the coffee produced is one of the determinants of coffee quality. The quality of coffee flavor is influenced by the volatile components contained. Therefore, it is necessary to research to determine the profile of the volatile and sensory components of Arabica coffee from Jawa, Bali and Mataram with different origins to know the characteristics of aroma and flavor of those.

This study used a single factor, namely the different origins of Arabica coffee which consisted of Arabika Ijen Raung dan Arabika Argopuro asal Jawa, Arabika Kintamani asal Bali dan Arabika Mataram asal Mataram. The parameters observed were: (1) volatile compounds using SPME and GCMS methods; (2) descriptive and hedonic sensory quality using the Rate All That Apply method by 50 untrained panelists. The identification of volatile compounds showed that Argopuro Arabica coffee was characterized by methylpyrazine which gives the roasted aroma and 2-formyl-5-methylfuran which gives the aroma of sweet and caramel. Ijen Arabica coffee was characterized by 4-vinylguaiacol which gives the aroma of spicy, smoky, floral and sweet and 2,5-dimethyl-3-ethylpyrazine which gives the chocolate aroma. Kintamani Arabica was characterized by furfuryl methyl sulfide which gives the spicy aroma, 2,3-Dimethylpyrazine

methoxy-2-propanone which gives the aroma of honey and fruity. Mataram Arabica was characterized by furfuryl alcohol which gives the aroma of sweet, floral and caramel, and pyridine compounds which gives the bitter aroma and taste. The PCA results showed that Kintamani Arabica coffee which was characterized by the sweet, sour, and chocolate taste and aroma had the highest hedonic aroma value, taste and total value compared to other Arabica coffee samples. Argopuro Arabica coffee which was characterized by the sour taste and earthy, smoky, roasted aroma and body intensity has the lowest hedonic value of aroma. Mataram Arabica coffee, which was characterized by the spicy aroma and bitter taste, had the highest hedonic aroma, taste and overall value. Ijen Arabica coffee shows the same hedonic value as Argopuro Arabica coffee, Ijen Arabica coffee is characterized by the floral and fruity flavors.



PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT Yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Profil Komponen Volatil dan Sensori Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) asal Jawa, Bali dan Mataram”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan penyelesaian Pendidikan Strata Satu (S1) pada program studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P. selaku Kordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian;
3. Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan perhatian, kesabaran dan saran serta meluangkan waktunya untuk membimbing penulis selama menjadi mahasiswa di Fakultas Teknologi Universitas Jember;
4. Dr. Nurhayati, S.TP., MSi. sebagai Dosen Penguji Utama dan Ardiyan Dwi Masahid, S.TP., M.P. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan evaluasi dan saran demi perbaikan penyusunan skripsi;
5. Seluruh dosen, karyawan dan teknisi Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan dan mendoakan atas kelancaran menyelesaikan studi;
7. Teman-teman THP angkatan 2017 terutama THP-B dan teman seperjuangan, terima kasih telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan penelitian;
8. Teman-teman dari PT. Manufactur Dynamic Indonesia dan Macro Coffee Roastery yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian;

9. Seluruh pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi baik secara langsung maupun tidak langsung.
10. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, for hust being me at all times.*

Atas kekurangan dan ketidaksempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan segala saran dan kritikan dari semua pihak dalam perbaikan dan penyempurnaan penyusunan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak dan semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT.

Jember, 12 Juli 2022



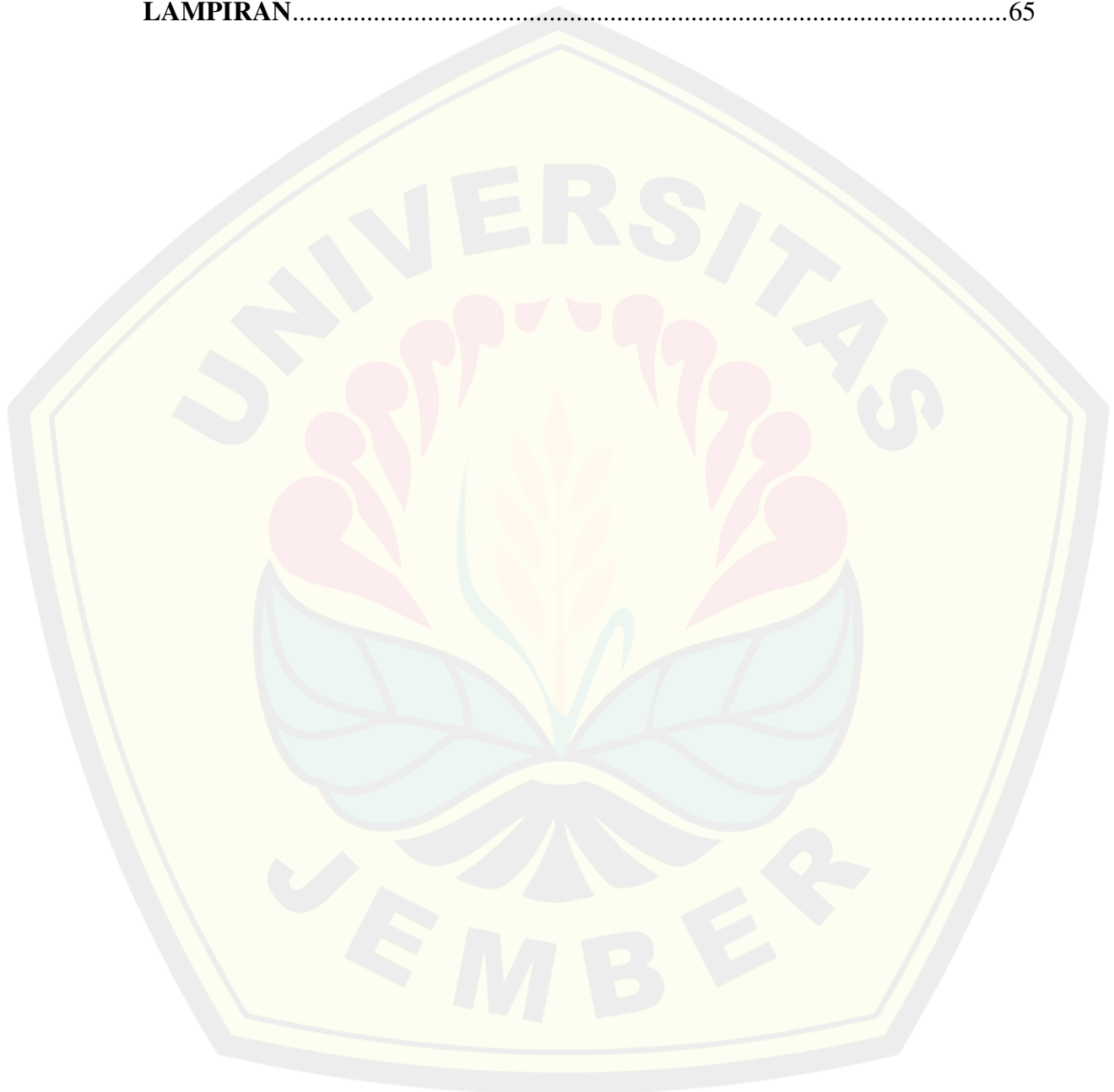
Deby Masnuatul Fahiroh

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kopi	4
2.2 Kopi Arabika	5
2.3 Mutu Cita rasa Kopi Arabika Asal Jawa, Bali dan Mataram	6
2.4 Pengolahan Biji Kopi	8
2.4.1 Metode Pengolahan <i>Full Wash</i>	8
2.4.2 Metode Pengolahan <i>Semi Wash</i>	9
2.4.3 Penyangraian dan Penggilingan Biji Kopi	9
2.5 Komponen Kimia Kopi Arabika	10

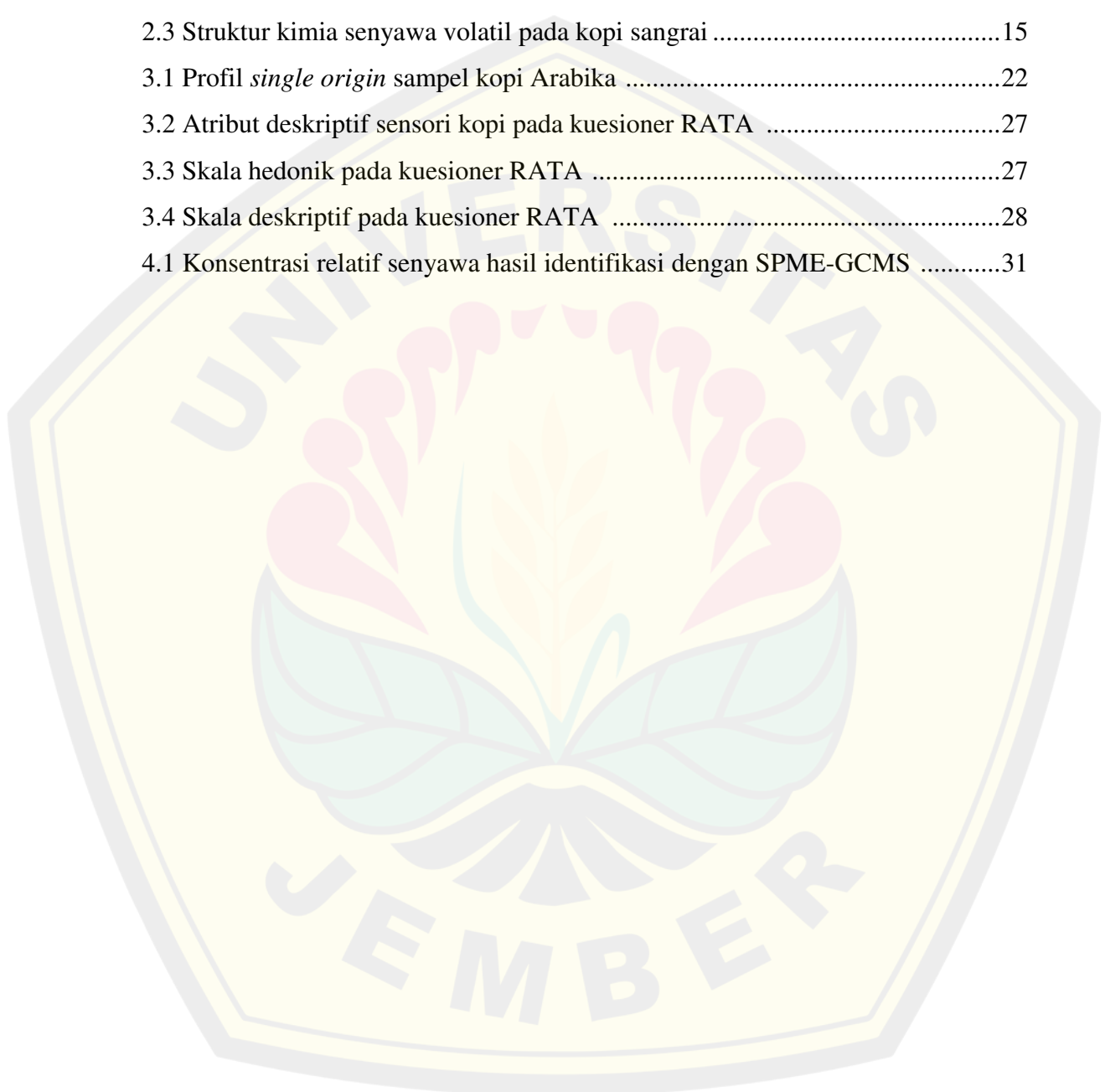
2.5.1	Pembentukan Aroma dan Rasa Kopi	11
2.5.2	Komponen Volatil Kopi	13
2.6	Analisis SPME (<i>Solid-Phase Microextraction</i>)	16
2.7	Analisis GC-MS (<i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i>)	17
2.8	PCA (<i>Principal Component Analysis</i>)	18
2.9	RATA (<i>Rate That All Apply</i>)	18
2.9.1	Desain Pernyataan RATA	19
2.9.2	Analisis Data untuk Studi RATA	20
2.10	Uji Sensori Hedonik	20
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	21
3.2.1	Alat Penelitian	21
3.2.2	Bahan Penelitian	21
3.3	Pelaksanaan Penelitian	22
3.3.1	Rancangan Percobaan	22
3.3.2	Tahapan Penelitian	22
3.4	Prosedur Analisis	24
3.4.1	Analisis Senyawa Volatil Metode SPME dan GC-MS	24
3.4.2	Evaluasi Sensori Metode RATA dan Hedonik	25
3.5	Analisis Data	28
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Identifikasi Komponen Volatil Kopi Arabika	29
4.2	Hasil Pengujian RATA Deskriptif Aroma Kopi Arabika	43
4.3	Hasil Pengujian RATA Deskriptif Rasa Kopi Arabika	46
4.4	Hasil Pengujian RATA Hedonik Kopi Arabika	48
4.4.1	Hedonik Aroma Kopi Arabika	48
4.4.2	Hedonik Rasa Kopi Arabika	50
4.4.3	Hedonik Keseluruhan Kopi Arabika	51
4.5	<i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	52
4.5.1	PCA Senyawa Volatil Kopi Arabika	52

4.5.2 PCA Sensori Deskriptif Kopi Arabika	54
BAB 5. PENUTUP	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	65



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komponen kimia biji kopi Arabika sebelum dan sesudah sangrai	11
2.2 Komponen volatil pada kopi	14
2.3 Struktur kimia senyawa volatil pada kopi sangrai	15
3.1 Profil <i>single origin</i> sampel kopi Arabika	22
3.2 Atribut deskriptif sensori kopi pada kuesioner RATA	27
3.3 Skala hedonik pada kuesioner RATA	27
3.4 Skala deskriptif pada kuesioner RATA	28
4.1 Konsentrasi relatif senyawa hasil identifikasi dengan SPME-GCMS	31

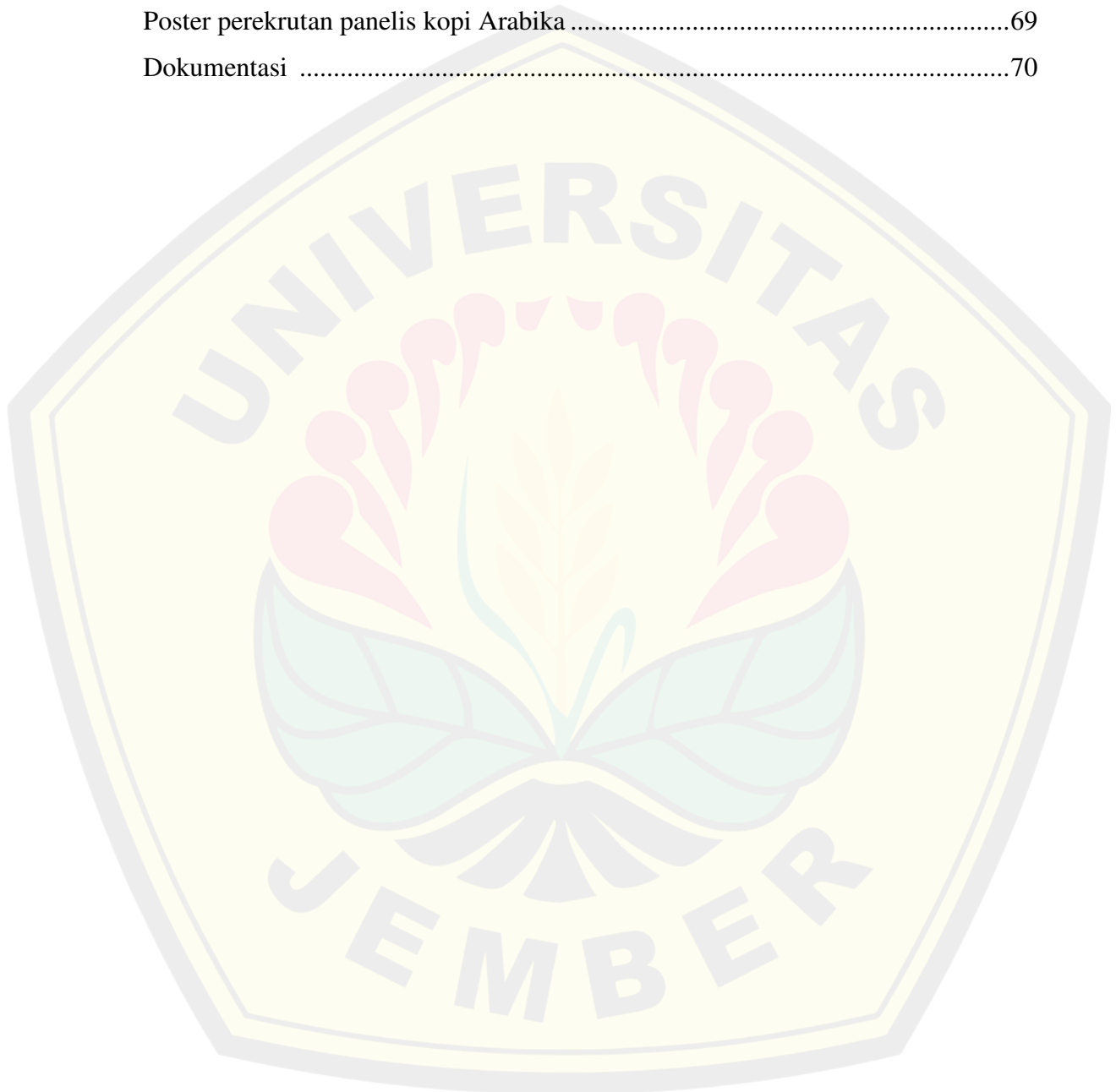


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Biji kopi Arabika.....	6
2.2 Pembentukan komponen aroma maillard pada kopi	13
3.1 Tahapan penelitian	23
4.1 Nilai relatif konsentrasi volatil kopi Arabika	29
4.2 Karakteristik aroma kopi Arabika	44
4.3 Karakteristik rasa kopi Arabika	46
4.4 Tingkat kesukaan aroma kopi Arabika	48
4.5 Tingkat kesukaan rasa kopi Arabika	50
4.6 Tingkat kesukaan keseluruhan kopi Arabika	51
4.7 Grafik <i>biplot</i> senyawa volatil kopi Arabika	53
4.8 Grafik <i>biplot</i> sensori deskriptif kopi Arabika	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Tabel rataan sensori deskriptif Kopi Arabika	65
Data sensori hedonik Kopi Arabika	65
Poster perekrutan panelis kopi Arabika	69
Dokumentasi	70



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis tinggi diantara tanaman perkebunan lainnya. Ekspor biji mentah maupun olahan dari biji kopi juga berkontribusi dalam pendapatan devisa negara. Neraca perdagangan kopi pada tahun 2019 menunjukkan bahwa impor sebesar US\$ 55.238.315 dan ekspor sebesar US\$ 872.355.439, sedangkan pada tahun 2020 terjadi penurunan nilai dikarenakan pandemi COVID-19 yaitu impor sebesar US\$ 31.363.388 dan ekspor sebesar US\$ 805.594.145 (BPS, 2020a; BPS, 2020b; BPS, 2021a; BPS, 2021b). Secara umum terdapat dua jenis kopi yang dibudidayakan di Indonesia, yaitu kopi Robusta dan kopi Arabika. Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) memiliki cita rasa yang lebih disukai oleh konsumen dibandingkan dengan kopi Robusta. Mutu cita rasa ini menyebabkan nilai atau harga kopi Arabika di pasaran tinggi (Siregar *et al.*, 2020). Setiap daerah yang ditumbuhi tanaman kopi memiliki komposisi kimia yang berbeda menurut cara pengolahan dan lingkungan tumbuhnya kopi (Saputri, 2020).

Pulau Jawa terkenal menghasilkan kopi Arabika yang memiliki cita rasa tinggi, berkarakter cukup kental (*medium body*) tingkat keasaman yang tidak terlalu tinggi serta memiliki aroma seperti tumbuhan herbal (Gumulya dan Helmi, 2017). Menurut Glick dan Anindya (2021), menyatakan bahwa kopi Arabika Kintamani Bali memiliki profil citarasa asam, rasa pahit dan sepat yang tidak terlalu tinggi serta terdapat aroma manis. Kopi Arabika Mataram memiliki tingkat keasaman yang tinggi (Uribe *et al.*, 2017).

Kualitas cita rasa kopi Arabika dapat dipengaruhi oleh perbedaan asal tumbuh yang disebabkan oleh faktor geografisnya (Sunarharum *et al.*, 2019). Kopi Arabika yang ditanam pada ketinggian lebih dari 800 mdpl memiliki karakter seperti buah-buahan tropis, *berries*, *orange*, coklat, kacang, dan varian rasa lainnya serta memiliki tingkat keasaman yang lebih tinggi (Howard, 2011). Kopi Arabika yang ditanam di ketinggian yang lebih rendah memiliki tingkat keasaman yang lebih rendah dan karakter rasa yang lebih sedikit. Barbosa *et al.*, (2012)

menyatakan bahwa selain ketinggian tanaman kopi, curah hujan juga memiliki pengaruh terhadap kualitas tanaman kopi. Kopi Arabika umumnya membutuhkan curah hujan sekitar 1200-2200 mm per tahun karena pada curah hujan tersebut tidak menghasilkan buah yang banyak, jika curah hujan lebih dari 2200 mm per tahun maka, akan mengalami penurunan kualitas buah kopi. Selain itu, jika curah hujan pada tanaman kopi arabika terlalu tinggi juga dapat menyebabkan kerusakan pada lapisan tanah.

Cita rasa kopi Arabika juga dapat dipengaruhi oleh proses fermentasi secara *full wash* atau *semi wash* (Misnawi *et al.*, 2015). Pada umumnya petani kopi di Indonesia melakukan proses fermentasi secara *full wash* atau *semi wash* terhadap kopi yang telah dipanen (Sunarharum *et al.*, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Sulistyowati dan Sumartono (2002), menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi kopi, keasaman kopi akan semakin meningkat yang disebabkan oleh terbentuknya asam-asam organik. Kopi Arabika yang diolah dengan metode *full wash* dicirikan dengan aroma manis, keasamaan yang tinggi dan *body* (ketebalan rasa) yang rendah, sedangkan kopi Arabika yang diolah *semi wash* dicirikan dengan keasaman yang rendah dan *body* yang tinggi (Santosa *et al.*, 2020).

Aroma dan rasa kopi Arabika dapat diketahui dengan cara uji sensori menggunakan metode *Rate All That Apply* (RATA). RATA digunakan untuk memperoleh respon dari panelis atau konsumen terkait dengan penerapan, kelayakan, frasa (Stone *et al.*, 2020), serta atribut sensori dan respon hedonik terhadap suatu produk (Varela dan Ares, 2014). Hasil uji RATA sensori aroma kopi Arabika dipengaruhi oleh profil komponen volatilnya, hal ini disebabkan terdapat keterkaitan antara komponen volatil yang terkandung dengan mutu aroma yang dihasilkan pada kopi Arabika (Sunarharum *et al.*, 2019). Kandungan volatil dan non-volatil dapat mempengaruhi kualitas sensori kopi. Biji kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram memungkinkan memiliki karakteristik aroma dan rasa yang berbeda. Oleh karena itu perlu dilakukan diferensiasi komponen volatil serta evaluasi sensori secara deskriptif dan hedonik terhadap biji kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram, guna mengetahui karakteristik aroma dan rasanya.

1.2 Rumusan Masalah

Pulau Jawa, Bali dan Mataram adalah penghasil kopi Arabika terbaik dan populer di Indonesia. Informasi mengenai profil komponen volatil dan sensori kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram masih sangat terbatas. Profil komponen volatil dan sensori kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram berguna untuk mengetahui karakteristik aroma dan rasanya. Oleh karena itu perlu adanya penelitian mengenai profil komponen volatil dan sensori kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui profil komponen volatil dan sensori kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram
2. Mengetahui kesukaan panelis terhadap kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini yaitu:

1. Pengembangan mutu cita rasa kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram
2. Meningkatkan nilai ekonomis kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi

Kopi adalah tanaman yang berbentuk pohon termasuk dalam famili *Rubiceae* dan genus *Coffea*. Tanaman ini tumbuhnya tegak, bercabang dan dapat tumbuh mencapai tinggi 12 meter, memiliki daun bulat telur dengan ujung agak meruncing, daun tumbuh berhadapan pada batang, cabang dan ranting-rantingnya (Najiyati dan Danarti, 2001). Tanaman kopi termasuk dalam kerajaan *Plantae*, divisi *Magnoliophyta*, kelas *Magnoliopsida*, ordo *Rubiales*, famili *Rubiaceae*, genus *Coffea L.* (USDA, 2012). Buah tanaman kopi terdiri atas daging buah dan biji, daging buah terdiri dari tiga lapisan, yaitu kulit luar (*eksokarp*), lapisan daging (*mesokarp*) dan lapisan kulit tanduk (*endokarp*) yang tipis tapi keras, buah kopi umumnya mengandung dua butir biji, kadang-kadang hanya mengandung satu butir atau bahkan tidak berbiji (hampa) sama sekali (Budiman dan Haryanto, 2012). Biji kopi terdiri atas kulit biji dan lembaga. Lembaga atau sering disebut *endosperm* merupakan bagian yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat kopi (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Kopi jenis Arabika, Robusta, dan Liberika merupakan jenis kopi yang terdapat di Indonesia, akan tetapi kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah kopi Arabika dan Robusta (Ridwansyah, 2003). Secara umum minuman kopi yang disajikan diolah dari biji kopi yang telah disangrai dan dihaluskan. Penyangraian merupakan proses pengolahan biji kopi yang dapat mempengaruhi kualitas bubuk kopi yang dihasilkan Prastowo *et al.*, (2010). Lama waktu sangrai ditentukan atas dasar warna biji kopi sangrai atau sering disebut derajat sangrai. Berdasarkan suhu penyangraian yang digunakan kopi sangrai dibedakan atas 3 golongan yaitu *light roast*, *medium roast* dan *dark roast* (Panggabean, 2019). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penyangraian mempengaruhi aroma, citarasa dan komponen kimia kopi yang berdampak pula pada aktivitas biologisnya (Tamilmani, *et al*; 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Cammerer, *et al.*, (2006) menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu penyangraian, aktivitas antioksidannya semakin berkurang.

Proses penyangraian merupakan proses terjadinya pembentukan *fragrance* dan flavor pada biji kopi sangrai menggunakan alat pemanas dengan suhu tinggi dan lama waktu yang cukup hingga terjadi perubahan warna yang diinginkan (Belay *et al.*, 2012). Pada proses penyangraian dapat menyebabkan *volume* dari biji kopi berubah hingga 80% serta merubah warna biji kopi (Hecimovic *et al.*, 2011). Proses penyangraian pada biji kopi memiliki 3 skala tingkatan diantaranya yaitu tingkat kematangan paling rendah (*light roast*) dengan suhu yang digunakan sekitar 193°C-199°C, Tingkat kematangan sedang (*medium roast*) dengan suhu sekitar 204°C, dan tingkat kematangan paling tinggi (*dark roast*) dengan suhu 205°C-220°C (Botazzi, 2012). Tingkat kematangan paling rendah atau *ligh roast* dapat menghilangkan kadar air sebesar 5%, tingkat kematangan sedang (*medium roast*) mengurangi kadar air sebesar 8% dan tingkat kematangan paling tinggi atau *dark roast* mengurangi kadar air sebesar 13% - 20% (Botazzi, 2012). Menurut Belitz dan Grosch (2003), biji kopi yang dihasilkan pada tingkat penyangraian paling tinggi akan berwarna coklat kehitaman tergantung dari lama penyangraian dan kapasitas mesin penyangraian.

2.2 Karakteristik Kopi Arabika

Kopi Arabika akan tumbuh maksimal jika ditanam di ketinggian 1000-2000 mdpl. Dengan curah hujan berkisar 1200-2000 mm per tahun. Suhu lingkungan paling cocok untuk tanaman ini berkisar 15-24°C. Tanaman ini tidak tahan pada temperatur yang mendekati beku di bawah 4°C. Berikut sistematika kopi Arabika :

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Menghasilkan biji)
Divisi	: <i>tracheophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i> (berkeping dua atau dikotil)
Sub Kelas	: <i>Asteridae</i>
Ordo	: <i>Rubiales</i>
Famili	: <i>Rubiaceae</i> (suku kopi-kopian)
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea arabica</i> L

Karakter morfologi yang khas pada kopi Arabika adalah tajuk yang kecil, ramping, ada yang bersifat ketai dan ukuran daun yang kecil. Biji kopi Arabika memiliki beberapa karakteristik yang khas dibandingkan biji jenis kopi lainnya, seperti bentuknya yang agak memanjang, bidang cembungnya tidak terlalu tinggi, lebih bercahaya dibandingkan dengan jenis lainnya, ujung biji mengkilap, dan celah tengah dibagian datarnya berlekuk (Panggabea, 2019).



Gambar 2.1 Biji Kopi Arabika

Semakin tinggi lokasi penanaman kopi Arabika maka cita rasa yang dihasilkan oleh bijinya semakin baik (Rahardjo, 2012). Kopi Arabika sangat rentan pada penyakit karat daun yang disebabkan oleh cendawan *Hemileia vastatrix*, terutama pada ketinggian kurang dari 600 sampai 700 mdpl. Karat daun pada tanaman kopi dapat menyebabkan produksi dan kualitas biji kopi menjadi turun oleh sebab itu, perkebunan kopi Arabika hanya terdapat pada beberapa daerah tertentu (Indrawanto *et al.*, 2010). Kopi Robusta umumnya tumbuh di dataran dengan ketinggian 400-700 mdpl, biji kopi Robusta tidak jatuh dari pohon saat matang (Ryan dan Soemarno, 2016), sedangkan kopi Arabika dapat ditanam di ketinggian 600-2000 mdpl (Udien, 2018). Kopi Arabika umumnya lebih mahal dibanding kopi Robusta, karena cita rasa kopi Arabika lebih tinggi dan kadar kafeinnya lebih rendah (Mpapa, 2019).

2.3 Mutu Cita rasa Kopi Arabika Asal Jawa, Bali dan Mataram

Karakteristik cita rasa kopi ditentukan oleh faktor genetik lingkungan dan pengolahan. Kopi Arabika yang ditanam di atas 1.200 mdpl disebut sebagai

strictly hard bean, yang cenderung lebih baik cita rasanya dibandingkan dengan kopi yang tumbuh pada ketinggian di bawah 1.200 mdpl dan memiliki ciri *hard bean* (Joet *et al.*, 2010). Kopi Arabika Indonesia terkenal dengan berbagai macam produk yang memiliki cita rasa berbeda. Setiap kopi Arabika yang berbeda asal geografisnya bisa memiliki harga jual yang berbeda, disebabkan mutu cita rasanya berbeda antara satu dengan yang lain (Mulyara, 2021). Beberapa daerah penghasil kopi Arabika terbaik dan terkenal berasal dari Jawa, Bali dan Mataram yaitu kopi Arabika Argopuro, Arabika Ijen (Yusianto *et al.*, 2005) Arabika Kintamani Bali (Marwadi, 2009) dan kopi Arabika Mataram (Anggara, 2011).

Kopi Arabika Argopuro memiliki cita rasa kopi bubuk *caramel*, *spicy*, *nutty* dan beraroma rempah serta *body* (ketebalan rasa) yang cukup (Najiyanti, 2001). Penelitian yang dilakukan oleh Yusianto *et al* (2005), menunjukkan bahwa aroma dan rasa rempah pada kopi Argopuro dapat disebabkan proses enzimatik hasil metabolisme yang terjadi pada biji kopi tersebut yang dipengaruhi salah satunya oleh aspek topografi tanaman kopi tumbuh, hal tersebut yang menjadikan indikasi ciri khas secara geografis. Nugroho, Lumbanbatu dan Rahayoe (2009) menyatakan bahwa Aroma dan rasa *caramel* pada kopi dipengaruhi oleh faktor penyangraian yaitu terjadinya proses pirolisis senyawa gula menjadi senyawa kompleks sehingga terjadi perubahan warna biji kopi menjadi cokelat (*maillard*) yang berlangsung secara non-enzimatik akibat pemanasan.

Ciri khas utama dari Kopi Arabika Kintamani Bali adalah lokasi penanaman yang spesifik pada ketinggian antara 900-1400 mdpl, dengan kondisi iklim udara dingin dan kering serta fluktuasi temperatur yang cukup tinggi. Ketinggian penanaman suatu varietas dapat menentukan perubahan iklim yang juga dapat menentukan perubahan sifat-sifat kimia tanah yang dapat mempengaruhi cita rasa biji kopi (Sukiada dan Parameswari, 2020). Pada profil cita rasa, *green bean* Arabika Kintamani Bali yang disangrai dengan derajat sangrai sedang (*medium roast*) umumnya akan menghasilkan intensitas aroma yang kuat dengan aroma famili jeruk (rasa jeruk dan jeruk nipis), tingkat keasaman yang reguler, serta kekentalan yang sedang. Rasa pahit (*bitter*) dan sepat (*astringent*) yang tidak terlalu tinggi, kesatuan profil cita rasa tersebut juga menjadi salah satu ciri khas

Kopi Arabika Kintamani Bali. Profil ini mirip dengan kopi Jawa, namun ciri khas utamanya yaitu intensitas aroma citrus yang kuat pada Kopi Arabika Kintamani Bali (Glick dan Anindya, 2021). Terdapat produk kopi Arabika lainnya asal Jawa dan Mataram seperti Arabika Ijen dan Arabika Mataram yang profil cita rasanya perlu diteliti lebih lanjut. Setiap produk kopi Arabika memiliki cita rasa yang berbeda yang dapat disebabkan oleh pengaruh dari perbedaan tempat tumbuh, ketinggian permukaan tanah lokasi kebun, jenis biji kopi yang dipetik, teknik penyangraian dan metode penyimpanan (Arvian, 2018).

2.4 Pengolahan Biji Kopi

Terdapat tiga pengolahan biji kopi yang umum dilakukan di Indonesia yaitu pengolahan *natural*, *full wash*, dan *semi wash*. Pengolahan biji kopi dimulai dengan pemetikan buah kopi, buah kopi yang sudah masak ditandai dengan kulit buah didominasi warna merah. Sortasi dilakukan untuk memisahkan buah kopi yang berwarna merah, kuning, hijau dan hitam. Fungsi sortasi adalah untuk memilih buah kopi matang berwarna merah yang akan diolah lebih lanjut (Yuwono dan Waziroh, 2017). Pengolahan kopi secara *natural* dilakukan dengan menjemur buah kopi di bawah sinar matahari, namun terdapat resiko pada metode ini, yaitu kemungkinan adanya debu, kontaminan dan kondisi cuaca yang belum tentu teratur (Ghosh, 2014). Metode pengolahan kopi lainnya yaitu *full wash* dan *semi wash* dibedakan dari perlakuan fermentasi dan penggunaan air.

2.4.1 Metode Pengolahan *Full Wash*

Pengolahan kopi secara *full wash* dimulai dengan proses sortasi dengan cara merendam buah kopi dalam bak berisi air. Buah kopi yang tenggelam dalam bak menandakan buah kopi tersebut sudah matang dan siap diolah lebih lanjut. Buah kopi kemudian dimasukkan ke dalam mesin *pulper* untuk memisahkan kulit dan daging buah kopi. Gabah biji kopi yang dihasilkan direndam dalam air selama 2 hari dalam kontainer atau bak untuk proses fermentasi kopi secara basah (Anhar *et al.*, 2018). Air perlu diganti secara berkala untuk melarutkan lendir pada gabah kopi (Puspitawati *et al.*, 2020). Proses fermentasi biji kopi dapat menghilangkan

lapisan lendir yang tersisa di permukaan kulit dan mengubah senyawa gula pada lapisan kulit biji menjadi alkohol (Muzaifa *et al.*, 2016).

Gabah kopi kemudian dikeringkan selama kurang lebih 1 minggu tergantung kondisi cuaca atau hingga kadar air mencapai 12%. Gabah kopi selanjutnya digiling untuk memisahkan kulit tanduknya sehingga diperoleh *green bean* kopi (Anhar *et al.*, 2018). Pengolahan kopi secara *full wash* terdapat juga yang digiling secara basah (*wet hulling*) yaitu gabah kopi setelah difermentasi hanya dijemur selama 3-6 jam selanjutnya langsung digiling untuk memperoleh *green bean*. *Green bean* kopi dijemur kembali selama 6 hari atau hingga kadar air mencapai 12% (Hamdan dan Santani, 2018). Kopi Arabika *full wash* dicirikan dengan keasaman yang tinggi dan *body* atau ketebalan rasa yang rendah (Sunarharum *et al.*, 2019).

2.4.2 Metode Pengolahan *Semi Wash*

Perbedaan pengolahan kopi secara *semi wash* dibanding *full wash* adalah proses fermentasi yang tidak dilakukan perendaman dalam air pada pengolahan secara *semi wash*. Fermentasi pada pengolahan kopi secara *semi wash* dilakukan dengan cara menjemur gabah kopi yang sekaligus dilakukan proses pengeringan, atau gabah kopi dimasukkan dalam keranjang plastik selama 12 jam, kemudian dibersihkan dan dijemur menggunakan rak pengering atau terpal. Gabah kopi yang telah dikeringkan dapat digiling untuk memperoleh *green bean*. Pengolahan *semi wash* juga dapat digiling basah (*wet hulling*), yaitu gabah kopi digiling pada saat kadar airnya masih tinggi sekitar 34-40%. *Green bean* yang masih basah kemudian dikeringkan hingga kadar air mencapai 12% (Anhar *et al.*, 2018). Kopi Arabika *semi wash* dicirikan dengan keasamaan yang rendah dan *body* yang tinggi (Sunarharum *et al.*, 2019).

2.4.3 Penyangraian dan Penggilingan Biji Kopi

Pada tahap penyangraian biji kopi mengalami reaksi kimiawi yang menghasilkan senyawa volatil pembentuk aroma kopi. Penyangraian terdiri tiga tingkat, yaitu *light roast* (sangrai cukupan) dengan suhu 190°C-195°C, *medium roast* (sangrai sedang) dengan suhu 200-205°C dan *dark roast* (sangrai matang) dengan suhu di atas 205°C. Waktu penyangraian dilakukan selama 7-20 menit

disesuaikan dengan kadar air biji kopi dan mutu biji kopi yang diinginkan (Ngatirah *et al.*, 2017). Kopi yang disangrai *light roast* memiliki tingkat keasaman dan kafein yang tinggi, ciri khasnya *citrusy*, *earthy* dan *buttery*. Kopi yang disangrai *medium roast* memiliki aroma, keasaman dan rasa yang seimbang serta kadar kafeinnya lebih rendah, sedangkan kopi yang disangrai *dark roast* cenderung pahit sehingga rasa khas kopi tertutupi (Afriliana, 2018).

Biji kopi yang telah disangrai perlu didinginkan dengan cara diaduk hingga suhu biji kopi mencapai suhu ruang. Apabila suhu biji kopi telah mencapai suhu ruang, maka dilakukan proses penggilingan pada biji kopi untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi dengan cara memperluas permukaan partikel. Kisaran ukuran partikel kopi hasil penggilingan umumnya dibagi menjadi tiga yaitu ukuran halus (*fine*), sedang (*medium*) dan kasar (*coarse*) (Sunarharum *et al.*, 2019).

2.5 Komponen Kimia Kopi Arabika

Komposisi kimia dari biji kopi bergantung pada spesies dan varietas dari kopi tersebut serta faktor-faktor lain yang berpengaruh seperti lingkungan tempat tumbuh, tingkat kematangan dan kondisi penyimpanan. Proses pengolahan juga akan mempengaruhi komposisi kimia dari kopi. Misalnya penyangraian akan mengubah komponen yang labil yang terdapat pada kopi sehingga membentuk komponen yang kompleks (Muchtadi, 2010). Secara alami kandungan senyawa pada biji kopi yang belum disangrai adalah senyawa asam, kafein, protein yang belum menghasilkan aroma. Terdapatnya beberapa reaksi kimia dan reaksi *Maillard* dalam proses penyangraian akan menghasilkan *fragrance* dari kopi (Chang *et al.*, 2005).

Senyawa penyusun dari biji kopi mentah (*green coffee bean*) terdiri dari senyawa volatil dan senyawa non-volatil. Senyawa volatil berkontribusi dalam memberikan aroma pada kopi. Senyawa volatil dalam biji kopi mentah diantaranya furfural (*bitter*), 2-propanon (*lemon*), etil asetat (*fruity*), toluena (*bitter*), 5-metil furfural (*caramel*), dimetilsulfoksida (*vegetable*), guaiakol (*burnt*) (Rios *et al.*, 2006). *Green coffee bean* juga mengandung asam yang bersifat volatil

seperti asam propanoat, asam butanoat, asam asetat, asam dekanat dan asam heksanoat (Esquivel and Jimenez, 2011). Adapun komposisi kimia dari biji Arabika sebelum dan sesudah disangrai dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komponen kimia biji kopi Arabika sebelum dan sesudah sangrai

Komponen	<i>Green Coffea arabica</i> (g/100g)	<i>Roasted Coffea arabica</i> (g/100g)
Polisakarida	34-44	31-33
Protein	10-11	7.5-10
Asam amino bebas	0.5	tidak terdeteksi
Kafein	0.9-1.3	1.1-1.3
Trigonelline	0.6-2.0	1.2-0.2
Minyak kopi	15-17	17
Mineral	3.0-4.2	4.5
Asam Klorogenat	4.1-7.9	1.9-2.5
Melanoidins	-	25

Sumber: Farah (2012)

Senyawa non-volatil yang berkontribusi dalam memberikan cita rasa pada kopi yakni senyawa nitrogen, lipid, karbohidrat, asam klorogenat dan asam karboksilat (Varnam dan Sutherland, 1994). Komponen senyawa yang mengandung nitrogen memiliki arti penting dalam memberikan aroma dan rasa pada kopi. Sumber utama senyawanya yaitu kafein dan trigonellin yang akan berkontribusi sebagai pembentuk *bitterness* (aroma dan rasa pahit) pada kopi. Senyawa nitrogen dalam kopi berupa protein sekitar 12%, asam amino bebas 15%, dan alkaloid 3-4% (Oestreich-Janzen, 2010).

2.5.1 Pembentukan Aroma dan Rasa kopi

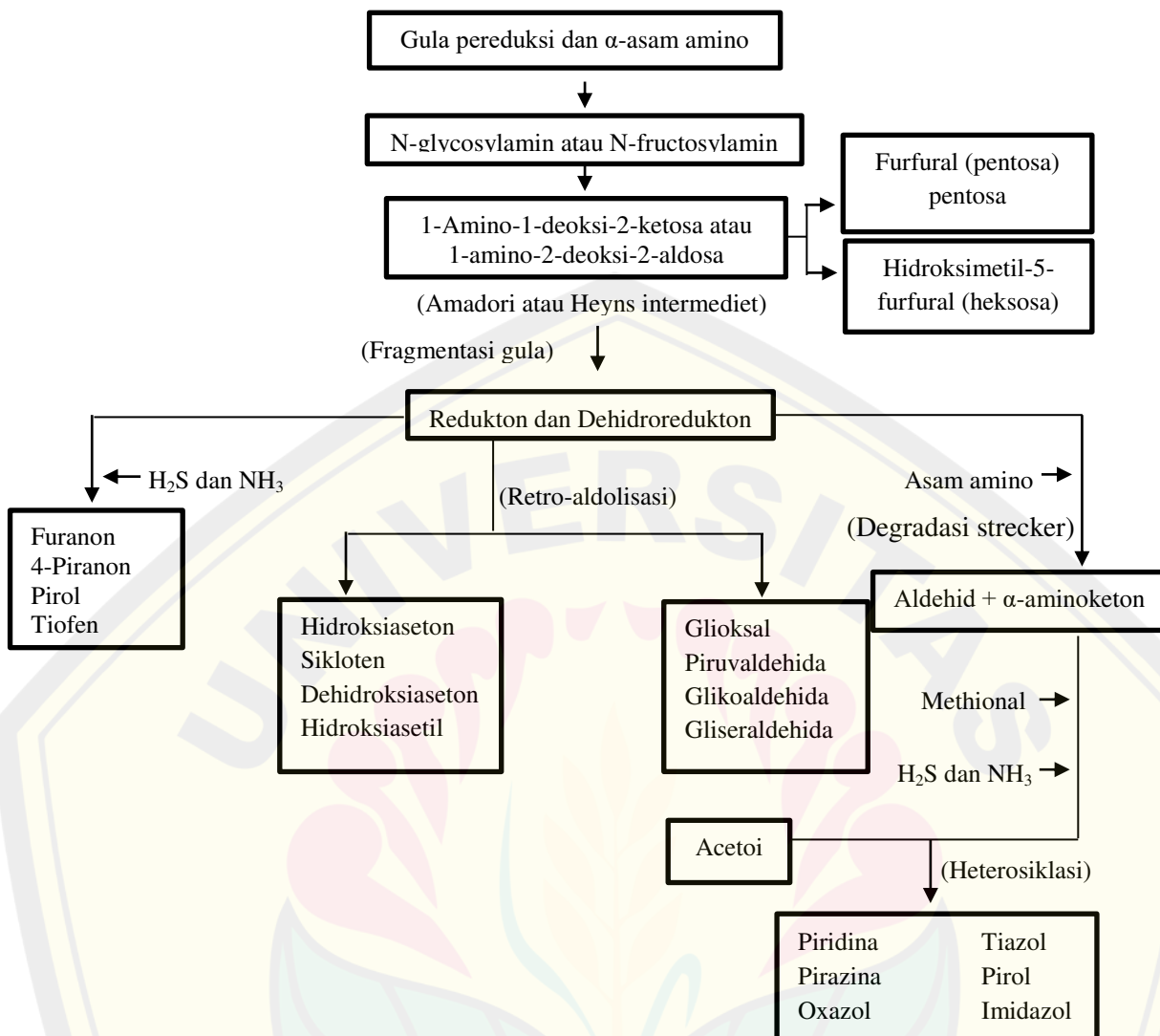
Pembentukan aroma kopi dapat dipengaruhi oleh wilayah tanam dan kondisi lingkungannya, sedangkan pembentukan rasa kopi juga dapat dipengaruhi karakteristik daerah asalnya (Sulistiowati, 2001). Karakter yang tercermin dari rasa itu meneguhkan kopi sebagai produk yang sangat sensitif terhadap lingkungan tempat tumbuhnya (Ridwansyah, 2003). Biji kopi *green bean* yang telah di *roasting* akan menciptakan aroma bau harum yang dapat menunjukkan identitas kopi berdasarkan wilayahnya (Danarti dan Najayati, 2004).

Kopi memiliki aroma dan rasa yang sesuai dengan yang dihasilkan selama proses penyangraian, mulai dari waktu, suhu dan lama penyangraian. Selain itu

ada beberapa karakteristik yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu kopi, yaitu keadaan biji kopi itu sendiri. Kualitas biji kopi Arabika yang dihasilkan dipengaruhi juga oleh iklim setempat, untuk memperoleh rasa dan kualitas yang optimum oleh kopi Arabika, dianjurkan di tanam di suhu 18-22°C. Kenaikan suhu dan curah hujan yang tinggi dan juga ketinggian tempat tumbuh tanam kopi yang kurang dari 800 – 1500 mdpl dapat menyebabkan karat daun (kerontokan daun) (Poltronieri, 2016). Kopi yang tumbuh di dataran tinggi kaya akan mineral dan memiliki tingkat keasaman yang tinggi. Kopi yang diolah secara basah memiliki tingkat keasaman lebih tinggi secara signifikan daripada yang diolah secara kering. Tingkat keasaman kopi juga tergantung pada tingginya suhu penyangraian, jenis penyangraian dan metode pengolahannya.

Reaksi maillard adalah reaksi kimiawi yang kompleks dan berperan penting dalam pembentuk komponen aroma dan rasa kopi saat proses *thermal*. Reaksi maillard dibagi dalam tiga tahap yaitu tahap awal, intermediet dan tahap akhir. Tahap awal diawali dengan reaksi kondensasi antara gugus amina dan gula pereduksi, menghasilkan glikosilamin N-tersubstitusi. N-glikosilamin mengalami penyusunan ulang membentuk produk Amadori jika gula pereduksinya adalah aldosa, atau produk heyns jika gula pereduksinya adalah ketosa.

Tahap intermediet dimulai dengan reaksi fragmentasi gula dan pelepasan gugus amina pada produk amadori/heyns. Tahap terakhir terjadi dengan adanya berbagai reaksi yaitu dehidrasi, fragmentasi, siklisasi, polimerisasi dan degradasi strecker (Boekel, 2006). Reaksi degradasi strecker pada senyawa aldehid dan aminoketon terjadi dengan melibatkan gugus amina, diikuti reaksi heterosiklasi menghasilkan komponen volatil aroma seperti piridina, pirazina, pirazol, tiazol dan lain sebagainya (Caporaso *et al*, 2018). Alur pembentukan komponen aroma kopi hasil reaksi maillard dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.2 Pembentukan komponen aroma *maillard* pada kopi (Sumber: Ho, 1996)

2.5.2 Komponen Volatil Kopi

Komponen volatil merupakan senyawa kimia organik yang mudah menguap pada suhu ruang dan tersusun oleh rantai karbon serta terdapat unsur lainnya seperti oksigen, nitrogen, belerang, halogen, fluorin, klorin, bromin dan fosfor. Senyawa-senyawa volatil pada kopi berasal dari berbagai prekursor pada biji maupun dari reaksi kimiawi selama pengolahan dan penyimpanan (Anand *et al*, 2014). Caporaso., *et al* (2018) mengidentifikasi adanya 50 senyawa volatil pada biji kopi Arabika dan robusta sangrai yang dianalisis dengan SPME-GC-MS pada taraf *single bean*. Senyawa volatil kopi yang telah disangrai dapat dilihat pada Tabel 2.2.

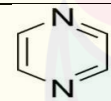
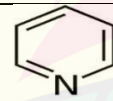
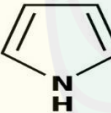
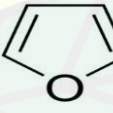

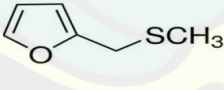
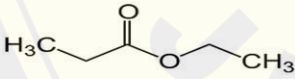
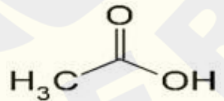
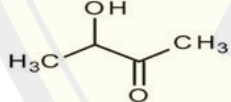
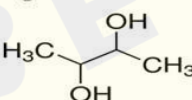
Tabel 2.2 komponen volatil pada kopi

Komponen Volatil	Deskripsi Sensori
Asetaldehida	<i>Pungent, fruity</i>
2-Metilfuran	<i>Pungent, fruity</i>
3-Metilbutanal	<i>Fruity, malty</i>
2,3-Butanedion	<i>Buttery</i>
2,3-Pentanadion	<i>Buttery, oily, caramel-like</i>
Heksanal	<i>Green, grassy, fruity</i>
1-Metil-1H-pirol	<i>Smoky, woody, herbal</i>
Piridina	<i>Sour, putrid, fishy, amine, bitter, roasted</i>
Pirazina	<i>Cooked spinach, rancid, peanuts</i>
2-Metil-pirazina	<i>Nutty</i>
3-Hidroksi-2-butanon	<i>Sweet, buttery, creamy</i>
Acetol	<i>Sweet, caramelic</i>
2,5-Dimetilpirazina	<i>Nutty, roasted, grassy</i>
2,6-Dimetilpirazina	<i>Chocolate, cocoa, roasted nuts, fried</i>
Etilpirazina	<i>Nutty, peanut, butter</i>
2,3-Dimetilpirazina	<i>Nutty, roasted</i>
1-Hidroksi-2-butanon	<i>Sweet, coffee</i>
3-etilpiridina	<i>Tobacco, oak, moss, leather</i>
2-Etil-6-metilpirazina	<i>Flowery, fruity, hazelnut</i>
2-Etil-3-metilpirazina	<i>Nutty, peanut</i>
2-Etil-5-metilpirazina	<i>Coffee-like</i>
2,3-Dietilpirazina	<i>Raw, nutty, green pepper</i>
3-Etil-2,5-dimetilpirazina	<i>Earthy, roasted</i>
Furfural	<i>Sweet, woody, almond</i>
2-Etil-3,5-dimetilpirazina	<i>Onion, garlic, sulfuraceous</i>
Furfurilmetil sulfida	<i>Earthy, roasted</i>
2-Asetilfuran	<i>Sweet, balsam, almond, cocoa</i>
Etilpropanoat	<i>Flowery, fruity, hazelnut</i>
2-Furanmetanol asetat	<i>Ethereal-floral, herbal-spicy</i>
2,3-Butanediol	<i>Fruity, creamy, buttery</i>
5-Metilfurfural	<i>Spice, caramel, maple</i>
2-Formyl-1-metilpirol	<i>Roasted, nutty</i>
3-Metil-asam butanoat	<i>Cheesy, dairy, creamy, fermented</i>
2-Furanmetanol	<i>Caramelic, burnt, smoky</i>
3-Hidroksi-4,5-dimetil-2(5H)-Furanon	<i>Buttery, seasoning-like</i>
3-Metil-2-asam butenoat	<i>Green, phenolic, dairy</i>
3-Metil-1,2-cyclopentanedion	<i>Spice, caramellic, maple, sweet, burnt</i>
Guaiakol	<i>Phenolic, burnt, smoky</i>
2-(1H-pirol-2-yl)-ethanon	<i>smoky, spicy</i>
Fenol	<i>Phenolic, plastic, rubber smoky</i>
4-Vinilguaiakol	<i>Clove</i>
4-Etilguaiakol	<i>Spicy, phenolic, sweet</i>

Sumber: (Caporaso *et al.*, 2018)

Senyawa-senyawa volatil pada kopi yang berasal dari reaksi kimiawi selama pengolahan dan penyimpanan meliputi beberapa kelas kimiawi yang berbeda gugus fungsionalnya seperti hidrokarbon, alkohol, aldehid, keton, asam karboksilat, ester, pirazin, pirol, piridin, dan basa lainnya seperti kuinoksalin dan indol, senyawa mengandung sulfur, furan, furanon, fenol dan oksazol (Sunarharum *et al.*, 2014). Senyawa-senyawa tersebut memiliki potensi sensori yang berbeda-beda (Risticovic *et al.*, 2008). Potensi sensori yang berbeda-beda pada senyawa kopi dapat diukur dan biasanya dilaporkan sebagai ambang batas sensori. Semakin rendah nilai ambang batas berarti senyawa tersebut semakin aromatik karena dalam konsentrasi yang sangat rendah, keberadaannya telah terdeteksi dan aromanya sudah dapat dikenali. Senyawa dengan potensi sensori tinggi hanya dijumpai pada konsentrasi yang sangat rendah (*traces*) (Ismayadi, 2005). Setiap senyawa volatil memiliki struktur kimia yang berbeda-beda. Contoh struktur kimia beberapa senyawa volatil pada kopi sangrai dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Struktur kimia senyawa volatil pada kopi sangrai

Struktur	Nama	Struktur	Nama
	Pirazina		Piradina
	Pirol		Furan
	Heksanal		<i>Furfuryl methyl sulfide</i>
	Etil propanoat		Asam asetat
	3-Hidroksi-2-butanon		3-Butanediol

Sumber : (Rahayu, 2007; Caporaso *et al.*, 2018)

Sifat fisik dan kimia pada biji kopi dapat berubah ditandai dengan perubahan kimiawi yang signifikan seiring dengan proses penyangraian. Terjadinya perubahan fisik dan kimia yang dialami biji kopi seperti terbentuknya

karakteristik aroma pada kopi, terbentuknya senyawa volatil, *swelling*, penguapan air, karamelisasi dan terbentuknya gas CO₂ (Ciptadi dan Nasution, 2000). Pada tingkatan penyangraian terlalu tinggi (*dark roast*), menghasilkan derajat sangrai mendekati kehitaman karena terpirolisisnya senyawa hidrokarbon menjadi unsur karbon (Buffo and Cardelli, 2004). Senyawa terpenting yang terdapat dalam kopi adalah kafein. Kafein dapat bereaksi dengan asam, basa, dan logam berat dalam asam. Kafein disintesis dalam perikarp, Kafein dapat larut dalam air, mempunyai aroma wangi tetapi rasanya sangat pahit. Kafein bersifat basa monosidik yang lemah dan dapat memisah dengan penguapan air. Kafein mudah terurai dengan alkali panas membentuk kafeidin (Muchtadi, 2010).

Kandungan Kafein merupakan senyawa terpenting yang terdapat di dalam kopi. Kafein berfungsi sebagai unsur citarasa dan aroma di dalam biji kopi (Ciptadi dan Nasution, 1985). Kandungan kafein biji mentah kopi arabika lebih rendah dibandingkan biji mentah kopi robusta, kandungan kafein kopi robusta sekitar 2,2 % dan Arabika sekitar 1,2 % (Spinale and James, 1990). Lipid dalam kopi berkontribusi dalam citarasa seduhan sebagai pembentuk *viscosity/body* (kekentalan). Kandungan lipid pada biji kopi mentah Robusta sekitar 7-17%. Lipid dapat diekstrak menggunakan pelarut organik, karena lipid mudah larut dalam pelarut organik. Bagian terbesar lipid dari biji kopi mentah yakni terdapat di minyak kopi pada endosperm biji. Lipid pada biji kopi terdiri dari trigliserida, fosfolipid, sterols, tokoferol, dan diterpen (Oestreich-Janzen, 2010; Buffo and Cardelli-Freire 2003).

2.6 Analisis SPME (*Solid-phase Microextraction*)

Solid Phase Microextraction (SPME) adalah teknik preparasi sampel tanpa pelarut sehingga mengurangi resiko pencemaran akibat penggunaan pelarut. Proses preparasi sampel meliputi ekstraksi, pemurnian dan pemekatan dilakukan dalam satu tahap dan satu alat yang terhubung dengan gas kromatografi dengan detektor spektrometri massa (*Gas Chromatography Mass Spectrofotometer*) (Misnawi, 2011). Langkah penggunaan SPME dimulai dengan menyeimbangkan anilit antara fase ekstraksi dan sampel matrix, kemudian desorpsi konsentrasi ekstrak ke dalam instrumen analitik.

Pengujian *sampling*, ekstraksi, *preconcentration*, dan pengantaran sampel ke instrumen analitik dapat dilakukan dalam satu tahap. Metode SPME menghasilkan data kuantitatif atau semikuantitatif (Pawliszyn, 2011). Analit volatil organik diekstraksi dan dipekatkan fiber silika yang dilapisi oleh polimer organik. Ekstraksi yang selektif dapat dilakukan dengan mengubah variasi material, polaritas atau ketebalan polimer. Komponen volatil dapat diekstraksi dengan polidimetilsiloksan (PDMS). PDMS juga dapat dikombinasikan dengan polimer divinilbenzen untuk analisis komponen volatil (Supelco, 2007).

2.7 Analisis GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*)

Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) adalah gabungan metode analisis kromatografi gas (GC) dan spektrometri massa (MS). Kromatografi gas berfungsi menganalisis jumlah senyawa organik secara kuantitatif, sedangkan spektrometri massa berfungsi menganalisis struktur molekul senyawa anilit.

Gas kromatografi penggunaannya meliputi distribusi komponen antara dua fasa yang berbeda yaitu fasa gerak (*mobile phase*) dan fasa stationer. *Mobile phase* adalah gas murni (*carrier gas*) yang biasanya berupa helium, hidrogen atau nitrogen. Fasa stasioner adalah cairan molekul pendukung gas murni yang diendapkan di dinding tabung kapiler. Kolom GC dihubungkan dengan port injeksi dan sampel diantarkan ke aliran gas murni (*carrier gas*) sesuai temperatur yang ditentukan untuk bisa dilakukan pemisahan komponen volatil dan semi volatil. Pada spektra GC akan terlihat banyaknya puncak (peak) jika sampel mengandung banyaknya senyawa organik, selain itu data waktu retensi disesuaikan dengan literatur untuk mengidentifikasi senyawa organik yang terkandung.

Mass spectrometry bisa mendeteksi secara selektif banyak komponen dengan proses pemisahan yaitu ionisasi, dan pemisahan massa serta pencatatan ion-ion pembentuk (Karasek and Clement, 2012). GC-MS adalah perpaduan teknik untuk penentuan secara kualitatif dan kuantitatif senyawa organik volatil dan semi-volatil dari berbagai variasi sampel (Sneddon *et al*, 2007). Tahapan teknik penelitian GC-MS dimulai dari preparasi sampel, *derivatitation*, injeksi

larutan ke kolom GC, *separation* (pemisahan) dengan *carrier gas* (gas pembawa) yang biasanya berupa helium sesuai laju alir tertentu melewati kolom GC yang dipanaskan, deteksi spektra massa secara kualitatif serta kuantitatif dan *scanning* untuk menyimpan data spectra massa di dalam sistem instrumen untuk dilakukan analisis (Sembiring *et al.*, 2019).

2.8 Analisis PCA (*Principal Component Analysis*)

Principle Componen Analysis (PCA) adalah metode statistik multivariat. Prinsip utama dari PCA adalah mereduksi dimensi kumpulan data yang berasal dari beberapa variabel yang saling terkait, namun tetap mempertahankan variasi datanya sebanyak mungkin. Data variabel yang direduksi mengalami transformasi menjadi data variabel baru yang biasa disebut faktor, tetapi data yang dihasilkan tetap merepresentasikan semua variabel asli (Jolliffe, 2013). Umumnya PCA digunakan untuk mengetahui karakteristik produk tertentu, membandingkan produk serupa berdasarkan karakteristik atribut sensori atau mengubah karakteristik suatu produk untuk meningkatkan penjualan (Chapman *et al.*, 2001).

Metode statistik PCA telah banyak diterapkan untuk analisis sensori berbagai produk pangan. Contoh penerapan PCA menunjukkan komponen aroma kopi Arabika asal Ethiopia memiliki kecenderungan perbedaan dari komponen aroma kopi Arabika asal Tanzania dan Guatemala (Akiyama *et al.*, 2008). Contoh penerapan PCA lainnya menunjukkan kopi Arabika asal Kolombia memiliki senyawa odor pyrazina *earthy/musthy* lebih tinggi dibanding Kopi Robusta *natural blend* (80% kopi Robusta, 20 kopi Arabika) asal Kolombia. (Maeztu *et al.*, 2001).

2.9 Analisis RATA (*Rate-That-All-Apply*)

RATA adalah format pertanyaan yang digunakan untuk mendeskripsikan produk dengan cara panelis atau konsumen disajikan pertanyaan serta jawaban pilihan gandanya yang berupa atribut atau frasa, selanjutnya panelis diinstruksikan untuk mengukur tingkat intensitas atribut atau frasa yang mendeskripsikan produk tersebut (Ares *et al.*, 2014). RATA digunakan untuk memperoleh respon dari panelis atau konsumen terkait dengan penerapan, kelayakan, frasa (Stone *et al.*,

2020), serta atribut sensori dan respon hedonik terhadap suatu produk (Varela & Ares, 2014).

Aplikasi RATA merupakan pengembangan dari CATA (*Check All That Apply*) yang menggunakan skala intensitas pada atribut atau istilah yang ditetapkan, berbeda dengan CATA yang hanya mencentang atribut yang mendeskripsikan produk tanpa adanya pengukuran intensitas masing-masing atribut (Meyners *et al.*, 2016). Pelaksanaan RATA membutuhkan responden atau konsumen dengan jumlah yang bervariasi. RATA dapat dilaksanakan oleh 50 konsumen, meskipun jumlah 50 konsumen masih termasuk rendah untuk pelaksanaan RATA. Idealnya, apabila penerapan RATA bertujuan untuk bisnis maka lebih baik dilaksanakan oleh 100 konsumen atau lebih (Varela & Areas, 2014).

2.9.1 Desain Pertanyaan RATA

Desain pertanyaan metode RATA terhadap suatu produk sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh tujuan penelitian. Pelaksanaan RATA dilakukan dengan cara menyajikan sampel secara acak kepada panelis dan setiap sampel diberi kode berupa tiga digit nomor acak guna meminimalisir adanya bias pada sampel (O'sullivan, 2016).

Penetapan daftar atribut atau frasa pada lembar RATA adalah faktor penting penentu keberhasilan implementasi pertanyaan RATA. Atribut yang diukur intensitasnya harus menggunakan kosakata yang tidak sulit sehingga mudah dipahami oleh konsumen. Penetapan atribut atau frasa dapat berdasarkan publikasi literatur yang telah ada, hasil studi konsumen kualitatif, atau deskriptor atribut yang digunakan oleh panelis terlatih untuk mengkarakterisasi suatu produk (Delarue & Lawlor, 2014).

Keberhasilan implementasi pertanyaan RATA dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti durasi evaluasi produk, kondisi kebugaran konsumen, preferensi konsumen terhadap produk tertentu dan jumlah daftar atribut yang digunakan. Konsumen akan lebih sulit mengkarakterisasi produk apabila hanya mencicipi sedikit setiap sampelnya, serta terdapat daftar atribut yang terlalu banyak pada lembar RATA (Varela & Areas, 2014). Umumnya implementasi pertanyaan

RATA untuk studi konsumen terhadap suatu produk memuat sekitar 10 hingga 40 atribut atau frasa (Delarue & Lawlor, 2014).

2.9.2 Analisis Data untuk Studi RATA

Data yang didapatkan dari studi RATA perlu dianalisis sehingga hasil data yang diperoleh dapat lebih jelas dan detail. Beberapa metode statistik yang dapat digunakan untuk menganalisis hasil data RATA antara lain adalah *Correspondence Analysis* (CA), *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Analysis of Variance* (ANOVA) (Meyners *et al.*, 2016). Penggunaan metode statistik disesuaikan dengan tujuan dari diadakannya studi RATA mengenai suatu produk.

2.10 Uji Sensori Hedonik

Uji sensori hedonik atau uji kesukaan adalah uji yang menyuruh panelis untuk menanggapi tentang kesukaan atau sebaliknya (ketidaksukaan) terhadap suatu produk pangan. Uji hedonik terdapat tingkat kesukaan atau skala hedonik yang direntangkan mulai dari tingkat paling disukai hingga paling tidak disukai umumnya. Hasil skala hedonik diubah menjadi skala numerik untuk dilakukan analisis secara parameterik (Aryani *et al.*, 2018). Uji hedonik umumnya membutuhkan panelis sebanyak 15-20 orang (terlatih) atau lebih dari 50 orang (panelis tidak terlatih) (Ora, 2015).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Flavor, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BBPADI) Subang, Laboratorium Rekayasa Proses dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, PT Manufactur Dynamic Indonesia dan Macro Coffee Roastery Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan Oktober 2021-Mei 2022.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) merek Agilent 7890 A-5975 dan SPME dengan fiber *divinylbenzenel/carboxen/polymethylsiloxane* (Supelco), alat penggiling kopi merek Gomezin dengan daya 360 W, alat sangrai kopi merek Eiko *Coffee Roaster* AR 1000 i dengan kapasitas 1 kg, gelas sloki 20 ml, toples kaca 1,5 L, botol kaca 100 ml, gelas ukur 100 ml, sendok, termometer, makanan atau minuman dan teko listrik pemanas air.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *green bean* kopi Arabika yang terdiri dari Arabika Ijen Raung, Arabika Argopuro, Arabika Kintamani, dan Arabika Mataram. Jenis kopi Arabika Ijen Raung, Arabika Argopuro dan Arabika Kintamani tersebut dibeli melalui toko *online* (zhibond coffe indonesia co.) beralamatkan di perumahan milenia no. E 25-26 Mangli, Jember. Jenis kopi Arabika Mataram dibeli melalui toko *online* dari Desa Ampenan Selatan, Kecamatan Ampenan, Kabupaten Mataram serta bahan lainnya yang digunakan untuk menunjang kegiatan evaluasi sensori adalah air mineral dan makanan ringan.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan menggunakan rancangan faktor tunggal yaitu *single origin* sampel kopi arabika. Terdapat 4 sampel kopi arabika yang digunakan, yaitu Arabika Ijen Raung (Ai), Arabika Argopuro (Aa), Arabika Kintamani (Ak) dan Arabika Mataram (Am). Profil *origin* sampel biji kopi arabika dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Profil *Single Origin* Sampel Biji Kopi Arabika

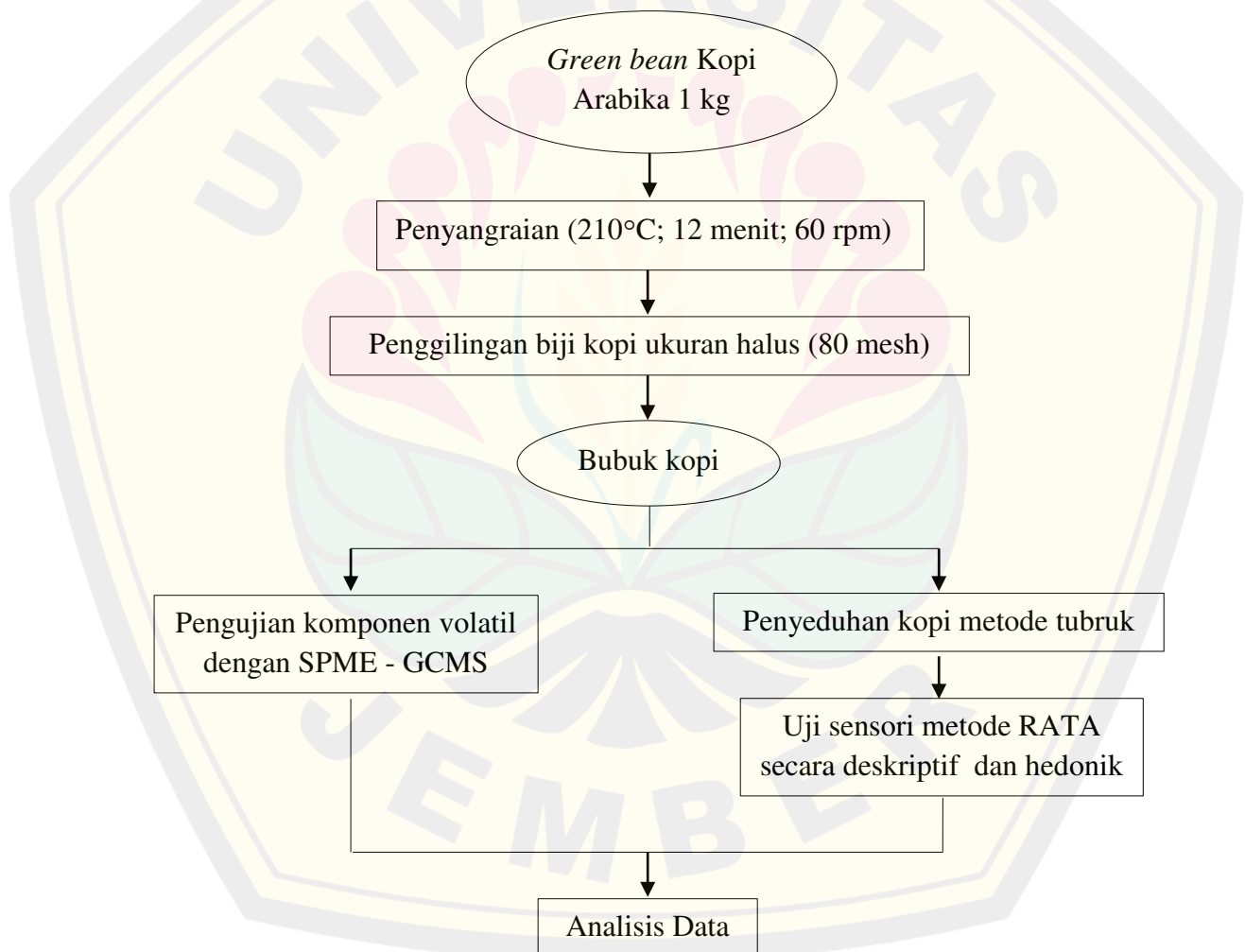
<i>Single Origin</i> Kopi	Asal	Ketinggian tanam (mdpl)	Metode Pengolahan
Arabika Ijen	Lereng Gunung Ijen, Bondowoso-Jawa Timur	800-1000	<i>Semi washed</i>
Arabika Argopuro	Kawasan Pegunungan Argopuro, Jember-Jawa Timur	900-1000	<i>Natural Washed</i>
Arabika Kintamani	Dataran Tinggi Kintamani, Kecamatan Bangli- Bali	700-1000	<i>Full Washed</i>
Arabika Mataram	Lereng Gunung Rinjani, Desa Sajang, Sembalun, Lombok Timur-NTB	800-900	<i>Natural Washed</i>

3.3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pengumpulan biji kopi Arabika, penyangraian biji kopi, penggilingan biji kopi, identifikasi senyawa volatil pada kopi, penyeduhan kopi serta pengujian sensori sampel kopi dan analisis data hasil penelitian. Sampel biji kopi arabika *green bean* dibeli dari petani kopi asal Jawa, Bali dan Mataram. Biji kopi arabika yang menjadi sampel terdiri dari kopi Arabika Ijen Raung, Arabika Argopuro, Arabika Kintamani, dan Arabika Mataram.

Biji kopi disangrai suhu sedang per 1 kg dengan suhu 210°C selama 12 menit. Saat penyangraian berlangsung biji kopi berada di drum yang berputar dengan kecepatan 60 rpm. Seluruh sampel kopi mengalami "*first crack*" yang menandakan biji kopi semakin besar dan warnanya menjadi *medium dark brown* setelah disangrai. Biji kopi digiling dengan *electric grinder* atau alat penggiling

kopi berdaya listrik hingga menghasilkan bubuk kopi berukuran halus atau *fine* yang siap untuk diseduh. Sampel kopi disiapkan dengan cara menyeduh bubuk kopi berdasarkan metode Tubruk. Langkah awal yaitu 100 ml air mineral dipanaskan dengan ketel listrik hingga mencapai suhu 90°C, kemudian air panas tersebut digunakan untuk menyeduh 4 sampel yang masing-masingnya terdiri dari 2 gram bubuk kopi. Setiap sampel diseduh secara perlahan dengan 20 ml air panas di gelas sloki ukuran 25 ml dan setelahnya dibiarkan selama 30 detik. (Samsura, 2018). Ampas kopi yang mengambang diambil dengan sendok dan sampel disajikan kepada panelis untuk dilakukan evaluasi sensori. Setiap 1 gelas sloki disiapkan untuk 1 sampel, sehingga totalnya terdapat 4 gelas sloki dari 4 sampel.



Gambar 3.1 Tahapan penelitian

3.4 Prosedur Analisis

3.4.1 Analisis senyawa volatil metode SPME dan GC-MS

Sampel bubuk kopi sangrai sebanyak 3,5 g dimasukkan dalam vial SPME dan ditambahkan 2,4,6-trimethylpyridine sebanyak 0,2 µl sebagai standar internal. Sampel dihomogenisasi dalam waterbath suhu 40°C selama 5 menit. Komponen volatil di dalam vial diserap menggunakan fiber DVB/Carboxen/PDMS StableFlex selama 45 menit, selanjutnya diinjeksikan sampel pada GC-MS.

a. Injeksi Sampel pada GC-MS

Anilit volatil yang berada di SPME DVB/Carboxen/PDMS diinjeksikan ke dalam injektor *Gas Chromatography* (GC) Agilent 70890A. Analisis dilakukan dengan cara menghubungkan GC pada *Mass Spectrometry* (MS) Agilent 5975C yang dilengkapi kolom DB-WAX serta adanya tiga sumbu *detector* dengan massanya 29-550. Helium digunakan sebagai *carrier gas* dengan laju 3 ml/menit. GC *oven* dioperasikan pada suhu 3°C/min hingga mencapai suhu 180°C, kemudian diikuti laju peningkatan suhu sebesar 10°C/menit hingga suhu mencapai 250°C dan ditahan selama 11,3 menit. Injektor dioperasikan pada suhu 250°C dengan mode *splitless* sehingga seluruh sampel masuk ke dalam kolom, kecepatan *split* 44 ml/min. Suhu sumber ion yang berfungsi sebagai detektor dan suhu antarmuka dioperasikan sebesar 230-250°C dan 150-200°C masing-masing. Identifikasi dilakukan dengan membandingkan nilai *linear retention indices* (LRI) masing-masing *peak* yang dihasilkan dengan data dari literatur (Akiyama *et al*, 2007).

b. Identifikasi Senyawa Volatil

Identifikasi senyawa volatil dilakukan dengan dua cara, yaitu membandingkan spektra massa komponen dalam sampel dengan spektra massa yang terdapat pada NIST library dan mencocokkan Linier Retention Index (LRI) senyawa dengan LRI dari literatur. Nilai LRI senyawa dihitung berdasarkan waktu retensi standar alkana (C8-C30) yang diinjeksikan ke GC-MS pada kondisi yang sama dengan kondisi injeksi sampel, namun injeksi standar alkana dilakukan secara terpisah atau tidak bersamaan dengan sampel. Waktu retensi standar alkana dapat

diketahui melalui software Agilent GC-MS Postrun Analysis. Rumus perhitungan nilai LRI suatu komponen adalah sebagai berikut:

$$LRI_x = \left[\frac{(t_x - t_n)}{t_{n+1} - t_n} + n \right] \times 100$$

Keterangan :

LRI_x = indeks retensi linier komponen x

t_x = waktu retensi komponen x

t_n = waktu retensi standar alkana dengan banyaknya atom C (n) yang muncul sebelum komponen x

t_{n+1} = waktu retensi standar alkana dengan banyaknya atom C ditambah 1 (n+1) yang muncul setelah komponen x

n = jumlah atom C alkana standar yang muncul sebelum komponen x

Jumlah relatif senyawa volatil diketahui dengan cara membandingkan luas area senyawa pada sampel dengan luas area standar internal 3-heptanon (20 µL atau 20.000 µg) yang ditambahkan saat sebelum proses ekstraksi. Perhitungan jumlah relatif senyawa volatil adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah relatif senyawa } (\mu\text{g/g}) = \frac{\text{luas area B}}{\text{luas area SI}} \times \frac{\text{Jumlah SI } (\mu\text{g})}{\text{berat sampel (g)}}$$

Keterangan:

B = Komponen volatil terdeteksi GC-MS

SI = Standar Internal (3-heptanon)

3.4.2 Evaluasi Sensori dengan Metode RATA secara Hedonik dan Deskriptif

Evaluasi sensori 4 sampel kopi dilakukan dengan metode *Rate All That Apply* (RATA) oleh 50 panelis tidak terlatih yang terdiri dari 41 laki-laki dan 9 perempuan dengan rentan usia 17-35 tahun. Panelis direkrut melalui penyebaran poster di media sosial dengan kriteria bisa mengonsumsi kopi tanpa gula. Aplikasi metode RATA pada sampel kopi dilakukan dengan cara panelis memutuskan apakah atribut atau frasa yang disajikan sesuai karakteristik sampel atau tidak, jika

sesuai karakteristik sampel maka panelis menilai tingkatan intensitas atribut tersebut (Meyners *et al.*, 2016).

Daftar atribut sensori dapat ditetapkan berdasarkan hasil dari diskusi oleh grup panelis terlatih, atau ditetapkan berdasarkan publikasi literatur atau hasil studi konsumen kualitatif sebelumnya (Delarue & Lawlor, 2014). Penetapan atribut sensori sampel dilakukan dengan cara perwakilan 6 panelis mencicipi sampel kopi, kemudian konsumen berdiskusi (*Focus Group Discussion*) untuk menetapkan atribut yang akan digunakan sebagai parameter evaluasi sampel kopi. Hasil diskusi menunjukkan terdapat 14 atribut ditetapkan oleh panelis yang mengacu pada literatur kosakata atribut sensori kopi seduh (Chambers IV *et al.*, 2016). Daftar atribut sensori terdiri dari beberapa modalitas yaitu aroma dan rasa yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Keseluruhan sampel disajikan kepada panelis, serta setiap sampel diberi kode berupa tiga digit nomor acak untuk mencegah penilaian yang bersifat subjektif oleh panelis (O'sullivan, 2016). Saat konsumen beralih ke sampel selanjutnya, konsumen diinstruksikan untuk menetralkan indra perasa terlebih dahulu dengan cara meminum air mineral dan beristirahat selama 30 detik (Oliveira *et al.*, 2015). Konsumer sebelum mengevaluasi sampel dengan metode RATA, diinstruksikan terlebih dahulu untuk menilai tingkat kesukaan mereka terhadap aroma, rasa dan hedonik keseluruhan (*overall liking*) terhadap masing-masing sampel berdasarkan skala hedonik 7 poin (1 = sangat tidak suka, 7 = sangat suka), sedangkan uji deskriptif sensori dilakukan dengan skala intensitas 8 poin (0 = tidak ada, 7 = Sangat kuat) (Meilgaard *et al.*, 2007). Keseluruhan skala hedonik dan deskriptif dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan 3,4.

Tabel 3.2 Atribut Deskriptif Sensori Kopi pada Kuesioner RATA

No.	Istilah	Atribut	Definisi
1.	Asam	aroma	Aroma asam terkait larutan asam sitrat atau cuka
2.	Manis	aroma	Aroma manis terkait gula/madu
3.	<i>Floral</i>	aroma	Aroma harum bunga
4.	<i>Chocolate</i>	aroma	Aroma <i>dark chocolate</i> atau bubuk kakao
5.	<i>Earthy</i>	aroma	Aroma terkait tanah basah
6.	<i>Spicy</i>	aroma	Aroma terkait rempah-rempah
7.	<i>Smoky</i>	aroma	Aroma asap dari pembakaran kayu atau daun
8.	<i>Roasted</i>	aroma	Aroma terkait makanan yang dipanggang
9.	<i>Fruity</i>	aroma	terkait buah-buahan matang
10.	Asam	rasa	Rasa asam terkait larutan asam sitrat atau cuka
11.	Pahit	rasa	Rasa pahit terkait larutan kafein atau obat pahit
12.	Manis	rasa	Rasa terkait gula sukrosa
13.	<i>Body</i>	rasa	Ketebalan rasa kopi
14.	<i>Astringent</i>	rasa	Sensasi kering di mulut setelah mengonsumsi kopi

Tabel 3.3 Skala Hedonik pada Kuesioner RATA

Skala Hedonik	
Poin	Keterangan
1	Sangat tidak suka
2	Tidak suka
3	Agak tidak suka
4	Biasa
5	Agak suka
6	Suka
7	Sangat suka

Tabel 3.4 Skala Deskriptif pada Kuesioner RATA

Skala Deskriptif	
Poin	Keterangan
0	Tidak ada
1	Sangat lemah
2	lemah
3	Agak lemah
4	Biasa
5	Agak kuat
6	Kuat
7	Sangat kuat

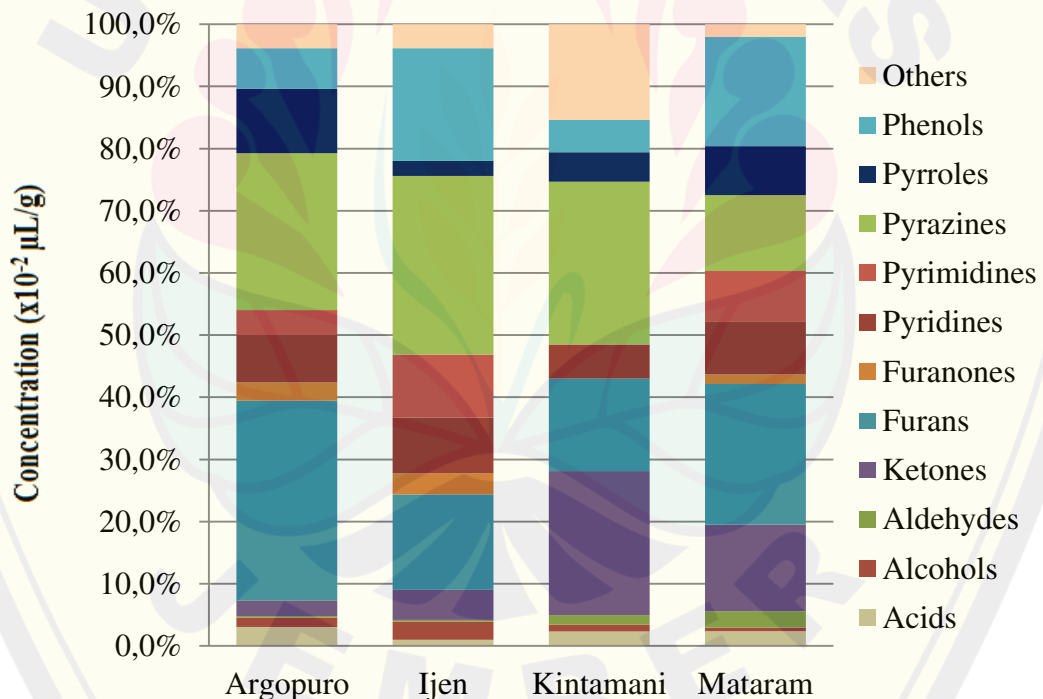
3.5 Analisis Data

Data hasil identifikasi senyawa volatil dan sensori deskriptif dianalisis menggunakan analisis *multivariate* yaitu *Principal Componen Analysis* (PCA) dengan *softwere* Unscrambler. Data hasil sensori hedonik diolah dengan aplikasi Microsoft Excel 2016 serta disajikan dalam bentuk diagram batang.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Komponen Volatil Kopi Arabika Jawa, Bali dan Mataram

Hasil identifikasi menggunakan metode SPME dan GCMS menunjukkan terdapat 105 senyawa volatil dari keseluruhan sampel kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram. Kopi Arabika asal Jawa yaitu Arabika Argopuro dan Arabika Ijen memiliki jumlah senyawa volatil masing-masing sebanyak 58 dan 56. Kopi Arabika asal Bali yaitu Arabika Kintamani memiliki jumlah senyawa volatil 52 dan kopi Arabika Mataram memiliki jumlah senyawa volatil 61. Nilai relatif konsentrasi volatil kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram yang teridentifikasi adalah senyawa dari golongan *acids*, *alcohols*, *aldehydes*, *ketones*, *furans*, *furanones*, *pyridines*, *pyrazines*, *phenols*, *pyrroles*, *pyridimidines* dan golongan senyawa lainnya yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Nilai Relatif Konsentrasi Volatil Kopi Arabika Argopuro, Arabika Ijen, Kintamani dan Arabika Mataram

Green bean hanya memiliki senyawa dasar pembentuk senyawa volatil, karena karakteristik flavor seduhan akan muncul setelah berlangsungnya proses thermal saat penyangraian. *Green bean* hanya memiliki 200 senyawa volatil

sedangkan *roasted bean* memiliki lebih dari 1000 senyawa volatil. Senyawa-senyawa yang terbentuk selama penyangraian sebagian besar terbentuk dari prekursor non volatil yang ada pada *green bean* seperti polisakarida, lipid, protein dan asam amino (Lee dan Shibamoto, 2002). Senyawa volatil yang ditemukan pada *roasted bean* sangat beragam diantaranya alkohol, aldehid, amina, asam karboksilat, dikarbonil, enol, ester, furan, furanone, hidrokarbon, imidazol, indol, keton, lakton, oxazol, fenol, pirazin, piridin, pirol, senyawa sulfur dan thiazol (Buffo dan Cardelli-freire, 2014).

Proses terpenting selama pembentukan senyawa volatil pada *roasted bean* adalah reaksi *maillard* dan degradasi *stecker* (Fadai et al., 2017). Reaksi *maillard* merupakan reaksi kimia antara gula reduksi dan asam amino yang membentuk beberapa senyawa volatil penting seperti *pyridines*, *pyrazines*, *thiazoles*, *furanones* dan *pyrroles* (Lee et al., 2015). Degradasi *stecker* merupakan reaksi kimia *α-amino acids* dikonversi menjadi aldehid dan senyawa sulfur seperti *3-methylbutanal*, *3-methyl-2-butene-1-thiol*, *2-furfurylthiol* dan *phenylacetaldehyde*. Senyawa-senyawa tersebut berkontribusi terhadap aroma yang kompleks pada kopi (Poisson et al., 2017). Karakter senyawa volatil kopi tidak hanya dipengaruhi oleh teknik pengolahan dan perlakuan pascapanen, tetapi juga kondisi geografis daerah asal kopi tersebut (Toledo et al., 2016).

Kopi Arabika Argopuro dan Arabika Kintamani dominan pada senyawa *pyrazines* dengan konsentrasi sebesar $72,62 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ dan $64,9 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ yaitu *Methylpyrazine* dan *2,3-Dimethylpyrazine*. Nilai konsentrasi total senyawa volatil kopi Arabika Ijen paling rendah dibanding kopi Arabika lainnya. Kopi Arabika Ijen dominan pada senyawa *alcohols* dengan konsentrasi sebesar $4,96 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ yang terdiri dari *2-Butenol*, *3-Methyl-3-buten-1-ol* dan *6-Methyl-2-hepten-4-ol*. Kopi Arabika Mataram memiliki nilai konsentrasi total senyawa volatil tertinggi dibanding kopi Arabika lainnya. Kopi Arabika Mataram dominan pada senyawa *phenols* dengan konsentrasi sebesar $66,4 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ yang terdiri dari *4-Ethylguaiacol*, *2-Methoxyphenol* dan *Maltol*. Nilai relatif konsentrasi masing-masing senyawa volatil pada kopi Arabika Jawa, Bali dan Mataram dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Konsentrasi Relatif Senyawa Hasil Identifikasi dengan SPME-GCMS

No	Nama senyawa	LRI calc.	LRI ref.	Identifi kasi	Relatif Konsentrasi ($\mu\text{L/g}$)			
					Arabika Argopuro	Arabika Ijen	Arabika Kintamani	Arabika Mataram
Acids								
1.	<i>3-Hydroxy-dodecanoic acid</i>	1310	-	MS	0.001	0.04	0	0.01
2.	<i>3-Methyl-2-butenic acid</i>	1795	1776	MS, RI	4.7	0	0	4.8
3.	<i>Acetic acid</i>	1449	1449	MS, RI	1.5	0	5.4	1.5
4.	<i>Acetic acid ethenylester</i>	988	-	MS	0	0.2	0.3	0.43
5.	<i>Hexadecanoic acid</i>	2899	2905	MS, RI	2.5	0	0	0
6.	<i>Oleic Acid</i>	1827	3172	MS	0	1.4	0	0
7.	<i>Propanedioic acid</i>	1447	-	MS	0	0	0	2.3
8.	<i>Z-8-Methyl-9-tetradecenoic acid</i>	1111	-	MS	0	0.005	0	0
Total konsentrasi					8.701	1.645	5.7	9.04
Alcohols								
9.	<i>1,6-Heptadien-4-ol</i>	1270	-	MS	0	0.82	0	0
10.	<i>1-Amino-2-propanol</i>	805	-	MS	0	0	0	0.49
11.	<i>2,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol</i>	1165	-	MS	0	0.02	0	0
12.	<i>2-Butenol</i>	926	-	MS	0.9	1.3	1.9	0
13.	<i>2-Hexadecanol</i>	1308	-	MS	0.01	0	0	0
14.	<i>2-Methyl-3-pentanol</i>	1121	1121	MS, RI	0	0	0.07	1.6
15.	<i>2-Methylbutanol</i>	1215	1215	MS, RI	0	0	0.37	0
16.	<i>2-Thiophenemethanol</i>	1940	1937	MS, RI	1.5	0	0	0
17.	<i>3-Methyl-3-buten-1-ol</i>	1253	1254	MS, RI	1	1.3	0.07	0
18.	<i>4-(2,6,6-Trimethyl-2-cyclohexenyl)-3-Buten-2-ol</i>	1973	1923	MS, RI	0.93	0	0	0
19.	<i>5-Methyl-5-octen-1-ol</i>	1423	-	MS	0	0	0.26	0
20.	<i>6-Methyl-2-hepten-4-ol</i>	1349	-	MS	0	1.4	0	0

Tabel lanjutan 4.1

No	Nama senyawa	LRI calc.	LRI ref.	Identifikasi	Relatif Konsentrasi ($\mu\text{L/g}$)			
					Arabika Argopuro	Arabika Ijen	Arabika Kintamani	Arabika Mataram
21	<i>Furfuryl alcohol</i>	1538	-	MS	35.9	0.12	1.6	43.8
	Total konsentrasi				40.24	4.96	4.27	45.89
	Aldehydes							
22.	<i>2-Methylbenzaldehyde</i>	2380	1622	MS	0	0	0	1.8
23.	<i>3-Hydroxybutanal</i>	1439	-	MS	0	0	0	7.7
24.	<i>3-Methylbutanal</i>	936	937	MS, RI	0.73	0.48	1.5	0.53
25.	<i>Pentanal</i>	924	950	MS, RI	0	0	2.4	0
	Total konsentrasi				0.73	0.48	3.9	10.03
	Ketones							
26.	<i>2,3-Butanedione</i>	989	989	MS, RI	0.21	0.15	1.6	1.2
27.	<i>2,3-Pentanedione</i>	1064	1062	MS, RI	2	0	0	0
28.	<i>Methoxy-2-propanone</i>	1279	1137	MS, RI	5	4.1	43.8	4.7
29.	<i>3-Penten-2-one</i>	1124	1126	MS, RI	0.09	0.24	0.27	0.2
30.	<i>2-Propanone</i>	851	821	MS, RI	0	0.38	0	0
31.	<i>3-Methyl-2-butanone</i>	998	929	MS, RI	0	0.24	0	0
32.	<i>2-Methyl-1-nonene</i>	1123	-	MS	0	0.05	0	0
33.	<i>2-Oxepanone</i>	1175	-	MS	0	0.16	0	0
34.	<i>2-Hydroxy-3-pentanone</i>	1354	1368	MS, RI	0	1.5	11	2.7
35.	<i>3-Methyl-2-cyclopentenone</i>	1358	1513	MS, RI	0	1.1	0	0
36.	<i>2,3-Hexanedione</i>	1130	1138	MS, RI	0	0	0.29	0.2
37.	<i>3,4-Hexanedione</i>	1143	1143	MS, RI	0	0	0.12	0
38.	<i>1-Hydroxy-2-propanone</i>	1292	1274	MS, RI	0	0	0.33	0
39.	<i>Cyclopentanone</i>	1175	1154	MS, RI	0	0	0	0.24

Tabel lanjutan 4.1

No	Nama senyawa	LRI calc.	LRI ref.	Identifikasi	Relatif Konsentrasi ($\mu\text{L/g}$)			
					Arabika Argopuro	Arabika Ijen	Arabika Kintamani	Arabika Mataram
40.	<i>Acetoin</i>	1279	1265	MS, RI	0	0	0	2.8
41.	<i>4-Heptanone</i>	1349	-	MS	0	0	0	2.4
42.	<i>2-Methyl-2-cyclopentenone</i>	1359	1367	MS, RI	0	0	0	1.07
43.	<i>2-Furyl methyl ketone</i>	1498	1498	MS, RI	0	0	0	9.4
44.	<i>2,4-Dimethyl-1,3-cyclopentanedione</i>	1793	1796	MS, RI	0	0	0	5.2
45.	<i>2-Hydroxy-3-methyl-2-cyclopenten-1-one</i>	1825	1837	MS, RI	0	0	0	12.8
46.	<i>3-Ethyl-2-hydroxy-2-cyclopenten-1-one</i>	1896	1845	MS, RI	0	0	0	9.8
	Total konsentrasi				7.3	7.92	57.41	52.71
	Furans							
47.	<i>2,3-Dihydro-3-methylfuran</i>	1125	-	MS	0	0.03	0	0
48.	<i>2,5-Dimethylfuran</i>	954	949	MS, RI	0.07	0.09	0	0.16
49.	<i>2-Formyl-5-methylfuran</i>	1567	1597	MS, RI	20.2	6.4	0	0
50.	<i>2-Furfuryl-5-methylfuran</i>	1678	1652	MS, RI	6.5	0	5.7	9.1
51.	<i>2-Furfurylfuran</i>	1606	1615	MS, RI	8.1	7.2	4.2	10.1
52.	<i>2-Pentylfuran</i>	1230	1230	MS, RI	0	0.03	0.01	0
53.	<i>5-(Hydroxymethyl)-2-furfural</i>	2485	2485	MS, RI	2.5	0	0	0
54.	<i>Furfural</i>	1459	1459	MS, RI	16.4	11.2	0.18	19.2
55.	<i>Furfuryl methyl ether</i>	1237	1241	MS, RI	0.79	0.26	0	0.44
56.	<i>Furfuryl methyl sulfide</i>	1480	1480	MS, RI	1.9	0	25.1	2.5
	Total konsentrasi				56.46	21.35	35.19	41.5
	Furanones							
57.	<i>2-(1-hydroxy-1-methyl-2-oxopropyl)-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone</i>	1419	-	MS	0.69	0	0	0.88

Tabel lanjutan 4.1

No	Nama senyawa	LRI calc.	LRI ref.	Identifikasi	Relatif Konsentrasi ($\mu\text{L/g}$)			
					Arabika Argopuro	Arabika Ijen	Arabika Kintamani	Arabika Mataram
58.	<i>5-Heptyldihydro-2(3H)-furanone</i>	2048	-	MS	3.5	3.4	0	5
59.	<i>Dihydro- 2-methyl-3(2H)-furanone</i>	1307	1282	MS, RI	0.01	2.2	0	0
60.	<i>Furaneol</i>	2034	-	MS	4.2	0	7	0
	Total konsentrasi				8.4	5.6	7	5.88
	Pyridines							
61.	<i>1-Methyl- 1,2,3,6-tetrahydropyridine</i>	1078	-	MS	0.22	0.45	0.68	0.4
62.	<i>3-Ethylpyridine</i>	1378	1376	MS, RI	1.1	0.7	1.9	0
63.	<i>3-Hydroxypyridine</i>	2404	-	MS	0	0	0.76	0
64.	<i>3-Methylpyridine</i>	1289	1289	MS, RI	0.11	0.04	0.26	0
65.	<i>Pyridine</i>	1179	1176	MS, RI	20.5	13.6	7.4	25.5
	Total konsentrasi				21.93	14.79	11	25.9
	Pyrimidines							
66.	<i>Pyrimidine</i>	1207	1166	MS, RI	3.1	0	0	0
67.	<i>4,6-Dimethylpyrimidine</i>	1325	1363	MS, RI	8.4	7.7	0.01	13.6
68.	<i>4-Methylpyrimidine</i>	1261	1328	MS, RI	0	9	0.04	17.3
	Total konsentrasi				11.5	16.7	0.05	30.9
	Pyrazines							
69.	<i>Methylpyrazine</i>	1260	1264	MS, RI	21.9	0	0	5
70.	<i>2,5-Dimethylpyrazine</i>	1318	1316	MS, RI	8.6	0	0.001	0
71.	<i>Ethylpyrazine</i>	1329	1323	MS, RI	5.4	4.5	0.2	3.1
72.	<i>2,3-Dimethylpyrazine</i>	1342	1335	MS, RI	3.7	3.1	18.7	4.9
73.	<i>2-Ethyl-6-methylpyrazine</i>	1382	1381	MS, RI	6.4	6	0	9
74.	<i>2-Ethyl-5-methylpyrazine</i>	1388	1393	MS, RI	5.1	4.4	0.07	0

Tabel lanjutan 4.1

No	Nama senyawa	LRI calc.	LRI ref.	Identifikasi	Relatif Konsentrasi ($\mu\text{L/g}$)			
					Arabika Argopuro	Arabika Ijen	Arabika Kintamani	Arabika Mataram
75.	<i>2-Ethyl-3-methylpyrazine</i>	1401	1405	MS, RI	7.5	6.8	1.2	10.6
76.	<i>2-Propylpyrazine</i>	1414	1428	MS, RI	0.41	0.47	10.4	0.48
77.	<i>2,6-Diethylpyrazine</i>	1432	1347	MS, RI	1.4	2.8	0.73	1
78.	<i>2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazine</i>	1445	1464	MS, RI	8.6	0	1.6	7.7
79.	<i>2-Methyl-3-propylpyrazine</i>	1462	1462	MS, RI	0.71	0.83	8	0.95
80.	<i>2-Methyl-6-vinylpyrazine</i>	1483	1489	MS, RI	1.6	0	1.5	2.1
81.	<i>3,5-Diethyl-2-methylpyrazine</i>	1492	1469	MS, RI	1.3	1.6	5	1.4
82.	<i>2-Methylpyrazine</i>	1260	1260	MS, RI	0	6.4	0	0
83.	<i>2,5-Dimethyl-3-ethylpyrazine</i>	1445	1439	MS, RI	0	10.5	0	0
84.	<i>2-Methyl-5-vinylpyrazine</i>	1489	1468	MS, RI	0	0	17.5	0
	Total Konsentrasi				72.62	47.4	64.901	46.23
	Pyrroles							
85.	<i>1-Furfurylpyrrole</i>	1822	1817	MS, RI	4.4	3.5	4.4	4.8
86.	<i>1-Methyl-1H-pyrrole</i>	1134	1123	MS, RI	0.71	0.46	0.6	1.9
87.	<i>1-Pentyl-1H-pyrrole</i>	1787	-	MS	6.7	0.03	3.2	7.8
88.	<i>2-Acetyl-1-methylpyrrole</i>	1647	1609	MS, RI	7.7	0	0	0
89.	<i>2-Carboxaldehyde-1H-pyrrole</i>	2015	2059	MS, RI	5.6	0	3.5	11
90.	<i>Pyrrole</i>	1512	1513	MS, RI	4.7	0	0	4.2
	Total Konsentrasi				29.81	3.99	11.7	29.7
	Esters							
91.	<i>Geranyl isovalerate</i>	2054	1925	MS, RI	1	0.04	0.3	1.5
92.	<i>Geranyl vinyl ether</i>	1162	-	MS	0	0.6	0	0
	Total Konsentrasi				1	0.64	0.3	1.5

Tabel lanjutan 4.1

No	Nama senyawa	LRI calc.	LRI ref.	Identifikasi	Relatif Konsentrasi ($\mu\text{L/g}$)			
					Arabika Argopuro	Arabika Ijen	Arabika Kintamani	Arabika Mataram
	Alkane							
93.	<i>3-Ethoxypropene</i>	923	-	MS	1.9	0	0	0
	Phenols							
94.	<i>2-Methoxyphenol</i>	1854	1857	MS, RI	7.9	0	0	8.9
95.	<i>2-Thiophenemethanol</i>	1940	1937	MS, RI	0	0	0	1.8
96.	<i>3-Methylphenol</i>	2085	2083	MS, RI	3	0.12	0	3.8
97.	<i>4-Ethyl-2-methoxyphenol</i>	2023	2033	MS, RI	0	6	8	0
98.	<i>4-Ethylguaiacol</i>	2023	2024	MS, RI	7.8	0	0	23.8
99.	<i>4-Vinylguaiacol</i>	2192	2187	MS, RI	0	17.5	0	0
100.	<i>Guaiacol</i>	1854	1859	MS, RI	0	6.3	2.8	0
101.	<i>Maltol</i>	1959	1954	MS, RI	0	0	2.1	28.1
	Total Konsentrasi				18.7	29.92	12.9	66.4
	Azoles							
102.	<i>2,4,5-Trimethyloxazole</i>	1198	1200	MS, RI	0	0	16.8	0
103.	<i>Thiazole</i>	1245	1248	MS, RI	0	0	0.4	0
	Total Konsentrasi				0	0	17.2	0
	Benzenes							
104.	<i>3,4-Diamino-1-methylbenzene</i>	1381	-	MS	0	0	0	0.75
	Alkaloid							
105.	<i>Caffeine</i>	3156	-	MS	8.2	5.7	20.6	5.4

Keterangan : LRI calc = perhitungan *Linear Retention Index* senyawa; LRI ref = *Linear Retention Index* referensi; MS = *Mass Spectra*; RI = *Retention Index*

Senyawa golongan asam yaitu *3-Hydroxy-dodecanoic acid* terdapat di seluruh sampel kopi Arabika kecuali pada kopi Arabika Kintamani. *Acetic acid* juga terdapat di seluruh sampel kopi Arabika kecuali pada kopi Arabika Ijen. *Acetic acid ethenylester* juga terdapat di seluruh sampel kopi Arabika kecuali pada kopi Arabika Argopuro. *Propanedioic acid* hanya terdapat pada kopi Arabika Mataram sedangkan *Hexadecanoic acid* dan *3-Methyl-2-butenic acid* hanya terdapat pada kopi Argopuro serta *Oleic acid* dan *Z-8-Methyl-9-tetradecenoic acid* hanya terdapat pada kopi Arabika Ijen. Sampel kopi dengan konsentrasi *acids* tertinggi adalah Arabika Mataram sebesar $9,03 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$, sedangkan sampel kopi dengan konsentrasi *acids* terendah adalah Arabika Ijen sebesar $1,6 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$.

Rasa asam yang terdeteksi pada seduhan kopi berasal dari kandungan asam yang ada dalam kopi yaitu dari kelompok asam karboksilat antara lain asam format, asam asetat, asam oksalat, asam sitrat, asam laktat, asam malat, dan asam quinat (Cheng *et al.*, 2016). Kandungan asam dihasilkan dari proses fermentasi dan penyangraian yang dapat mempengaruhi cita rasa kopi (Velmourougane, 2011). Penyangraian kopi dengan tingkatan ringan (*light*) akan menghasilkan kopi dengan rasa asam, penyangraian medium dapat menghasilkan rasa yang seimbang dan aroma *citrus*. Penyangraian tingkat *dark* dapat mengurangi profil sensoris keasaman. Jumlah dan jenis senyawa volatil yang dihasilkan dipengaruhi oleh tingkat penyangraian tersebut (Wang, 2012).

Proses fermentasi berperan penting dalam pembentukan karakter cita rasa kopi yaitu pembentukan senyawa prekursor citarasa seperti asam organik, asam amino, dan gula reduksi (Lin, 2010). Selama proses fermentasi terjadi penurunan kandungan bahan organik seperti protein dan karbohidrat (Murthy dan Naidu, 2011) serta pembentukan senyawa yang bersifat volatil (mudah menguap) seperti alkohol, aldehyd, dan ester (Rios *et al.*, 2007). Kandungan asam organik pada biji kopi berkontribusi dalam membentuk kualitas cita rasa terutama untuk komponen *acidity* (rasa asam) pada seduhan kopi (Taba, 2012). Semakin lama fermentasi, keasaman kopi akan semakin meningkat yang disebabkan oleh terbentuknya asam-asam organik (Sulistiyowati dan Sumartono, 2002).

Senyawa *furans* dan *furanones* ditemukan pada seluruh sampel kopi Arabika. Kopi Arabika Argopuro memiliki senyawa *furans* dan *furanones* dengan konsentrasi tertinggi sebesar $92,36 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ dan $8,4 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. Senyawa *Furfural* yang terdapat di seluruh sampel kopi Arabika berkaitan dengan aroma *sweet*, senyawa *Furaneol* yang terdapat di sampel kopi Arabika Argopuro dan Arabika Kintamani berkaitan dengan aroma *caramel* dan *sweet* (Cannon *et al.*, 2010). Senyawa *furans* terbentuk selama proses termal melalui pendegradasian komponen karbohidrat, asam askorbat, ataupun asam lemak tidak jenuh (Sunarharum, 2016), sedangkan reaksi fragmentasi gula *deoxyosones* dapat menghasilkan senyawa *furanones* (Caporaso *et al.*, 2018).

Sampel kopi Arabika dengan nilai konsentrasi *aldehydes* dan *ketones* tertinggi adalah Arabika Mataram dan Arabika Kintamani dengan nilai masing-masing $10,03 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ dan $57,41 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. Sampel kopi dengan nilai konsentrasi *Aldehydes* dan *ketones* terendah adalah Arabika Argopuro dan Arabika Ijen dengan nilai masing-masing $0,48 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$, dan $7,3 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. Keberadaan senyawa aldehida dan keton memberikan kontribusi yang signifikan pada kopi. Senyawa golongan aldehid yang teridentifikasi terdapat komponen yang sering ditemukan pada kopi Arabika, yaitu *2-methylbutanal* dan *3-methylbutanal*. Senyawa *2-methylbutanal* memiliki aroma *cocoa* dan *malt* dengan nilai threshold aroma $0,9 \mu\text{g/kg}$, sedangkan senyawa *3-methylbutanal* memiliki aroma *malty* dengan nilai threshold aroma $0,25 \mu\text{g/kg}$ (Partelli *et al.*, 2012). Komponen aldehida aromatik secara umum muncul akibat aktivitas enzim β -glukosidase (Doyle, *et al.*, 2001).

Beberapa contoh senyawa *ketones* yaitu *2-3-Butanedione* dan *Acetoin* yang berkaitan dengan aroma *sweet* dan *buttery* (Caporaso *et al.*, 2018; Yeretizian *et al.*, 2019). Komponen keton jenuh secara umum menghasilkan persepsi aroma *fruity*, *cheesy*, dan *fatty*, sedangkan komponen diketon berkontribusi dalam pembentukan cita rasa kopi sangrai dengan persepsi aroma *sweet*, *buttery* dan *caramel*. Komponen yang sering ditemukan pada kopi Arabika yaitu *Methoxy-2-propanone* yang memiliki persepsi aroma *honey-like* dan *fruity* dengan nilai threshold aroma sebesar $0,00075 \mu\text{g/kg}$ (Febrianto, 2009).

Seluruh sampel kopi Arabika terdapat senyawa *pyrazines*, total konsentrasi tertinggi senyawa *pyrazines* ditemukan pada kopi Arabika Argopuro dan Arabika Kintamani sebesar $72,62 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ dan $64,9 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. Persepsi aroma yang mendominasi dari keberadaan golongan *pyrazine* pada kopi arabika yaitu *roasted*, *nutty*, dan *earthy*. Beberapa contoh senyawa *pyrazine* yang berpengaruh terhadap aroma kopi Arabika adalah *2,3-Dimethylpyrazine* berkaitan dengan aroma *nutty*, *caramel* dan *roasted*, *ethylpyrazine* berkaitan dengan aroma *nutty*, *butter* dan *roasted cocoa* (Sunarhum, 2016). Dari komponen aroma golongan *pyrazine* yang teridentifikasi terdapat komponen yang sering ditemukan pada kopi Arabika yaitu *2,5-Dimethylpyrazine* yang memiliki persepsi aroma yaitu *roasted* dengan nilai threshold aroma sebesar $80 \mu\text{g/kg}$ (Burdock, 2010) dan juga senyawa *2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazine* yang memiliki persepsi aroma yaitu *earthy* dan *roasted* dengan nilai threshold aroma sebesar $0,04 \mu\text{g/kg}$ (Akiyama *et al.*, 2007). Komponen *pyrazines* memiliki aroma khas yaitu *nutty*, *earthy*, *roasty*, dan *green*. Senyawa *pyrazines* terbentuk melalui reaksi *maillard* yang melibatkan kandungan gula pereduksi dan asam amino, serta pirolisis dari beberapa asam amino (Taba, 2012).

Senyawa *azoles* yaitu *Thiazole* dan *2,4,5-Trimethyloxazole* hanya ditemukan pada kopi Arabika Kintamani dengan konsentrasi sebesar $17,2 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. *Thiazole* selain dihasilkan dari degradasi *strecker*, juga dihasilkan dari degradasi *sulphur amino acids* seperti *Cystine*, *Cysteine* dan *Methionine* (Buffo & Cardelli-Freire, 2004). Keseluruhan sampel Kopi Arabika ditemukan adanya senyawa *4-Methylpyrimidine* dan *4,6-Dimethylpyrimidine*, sedangkan senyawa *pyrimidine* hanya ditemukan pada kopi Arabika Argopuro. Konsentrasi tertinggi golongan senyawa *pyrimidines* ada pada kopi Arabika Mataram sebesar $30,9 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. *Pyrimidines* merupakan senyawa aroma heterosiklik dengan struktur kimia mirip dengan *pyridines* (Marek *et al.*, 2020). Senyawa *pyrroles* ditemukan pada seluruh sampel kopi Arabika dengan konsentrasi tertinggi yaitu pada Arabika Argopuro sebesar $29,81 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. Golongan senyawa *pyrroles* yang teridentifikasi terdapat komponen yang sering teridentifikasi pada kopi Arabika dan Robusta yaitu *1-methy-1H-pyrrole* yang berkaitan dengan aroma *herbal* (Hui dan Evranuz, 2016).

Sampel kopi dengan nilai konsentrasi *pyridines* tertinggi adalah Arabika Mataram dengan nilai $31,9 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$, sedangkan sampel kopi dengan nilai konsentrasi *pyridines* terendah adalah Arabika Kintamani dengan nilai $13,6 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. Senyawa *pyridines* dihasilkan dari reaksi pembelahan ikatan homolysis pada *Caffeic acid* yang berlanjut mengalami reaksi radikal (Moon & Shibamoto, 2010), selain itu *Pyridine* juga merupakan produk hasil dari degradasi trigonellin (Yeretzian *et al.*, 2002). Persepsi aroma yang muncul dengan keberadaan *pyridines* yaitu *sour*, *smoky*, dan *warm* (Burdock, 2010). Senyawa *pyridines* pada kopi memiliki nilai threshold aroma sebesar $77 \mu\text{g/kg}$ (Sunarharum, 2016).

Kopi Arabika Mataram memiliki senyawa *alcohols* dengan konsentrasi tertinggi sebesar $45,89 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$, sedangkan sampel kopi dengan nilai konsentrasi *alcohols* terendah adalah Arabika Kintamani dengan nilai $4,27 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. Persepsi aroma yang muncul pada senyawa *alcohol* yaitu *floral*, *burnt*, dan *caramel*. Menurut Curioni dan Bosset (2002), pada umumnya senyawa-senyawa golongan *alcohol* memiliki persepsi aroma yang *sweet*, *fruity*, *alcoholic*, *balsamic*, dan *green* tergantung susunan molekulnya. Dari komponen aroma golongan *alcohol* yang teridentifikasi terdapat komponen yang sering ditemukan pada kopi, yaitu *linalool* yang memiliki persepsi aroma *floral* dengan nilai threshold aroma sebesar $0,17 \mu\text{g/kg}$ (Czerny dan Grosch, 2000).

Keseluruhan sampel kopi Arabika ditemukan senyawa *esters* dan *phenols* dengan konsentrasi tertinggi pada kopi Arabika Mataram masing-masing sebesar $1,5 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ dan $66,4 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada kopi Arabika Kintamani sebesar $0,3 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ dan $12,9 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. Persepsi aroma yang muncul dengan keberadaan golongan *esters* ialah *fruity*. Menurut Wang (2012), *aliphatic esters* akan meningkat selama proses termal hingga sangrai medium dan akan menurun apabila proses sangrai dilanjutkan, sedangkan *unsaturated esters* akan menurun selama proses termal hingga tingkat sangrai *dark* dan kemudian menjadi stabil. Beberapa contoh senyawa *phenols* yang berpengaruh terhadap aroma kopi Arabika yaitu *2-Methoxyphenol*, *4-vinylguaicol*, *3-Methylphenol* dan *4-Ethyl-2-methoxyphenol* berkaitan dengan aroma *smoky*, *floral* dan *woody* (Sunarharum, 2019).

Komponen dengan golongan alkohol yang terdapat pada kopi Arabika dengan pelarut etil asetat, yaitu *furfuryl alcohol* yang memiliki aroma manis dan *caramel*. Senyawa *furfuryl alcohol* ditemukan pada seluruh sampel kopi Arabika dengan nilai konsentrasi tertinggi sebesar $43,8 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ pada kopi Arabika Mataram. Komponen dengan golongan *acids* terdapat pada kopi Arabika dengan pelarut etil asetat, yaitu *propanoic acid*, *ethylester* yang memiliki aroma *fruity* menyerupai pisang dan nanas. Senyawa golongan *acids* dapat ditemukan pada keseluruhan sampel kopi Arabika. Senyawa *hexadecanoic acid* yang beraroma *creamy* dan *acid* hanya ditemukan pada sampel kopi Arabika Argopuro.

Kualitas kopi ditentukan oleh citarasa dan aroma. Citarasa dan aroma kopi dapat dipengaruhi oleh varietas, agroekologi, waktu panen, metode pemetikan dan penyimpanan (Salla, 2009) serta metode penyangraian (Jackels, 2005). Rahardjo (2012), menyatakan bahwa pengolahan buah kopi harus dilakukan setelah pemetikan berlangsung, jika didiamkan lebih dari 12-20 jam maka, buah kopi akan mengalami fermentasi dan proses kimia lainnya yang dapat mempengaruhi mutu dan citarasa dari biji kopi. Kopi dengan citarasa yang tinggi dihasilkan melalui proses fermentasi. Sebagian besar kopi Arabika yang berasal dari perkebunan rakyat diolah secara fermentasi sedangkan kopi robusta tidak dilakukan proses fermentasi (Puslitkoka, 2008). Pada proses fermentasi terbentuk senyawa prekursor citarasa yang lengkap. Senyawa prekursor yang terbentuk secara alami pada biji kopi adalah trigonelin, asam klorogenik, lipid, dan peptida (Wang, 2012) dan gula reduksi serta asam organik (Yenezian *et al.*, 2012).

Kopi yang diolah dengan proses *natural washed*, cenderung memiliki *flavors* (citarasa) buah yang cukup kuat. Proses *natural washed* menghasilkan rasa buah seperti jeruk dan apel malang pada biji kopi, selain itu metode ini juga memiliki *fragrance* atau aroma kayu manis dan tanah segar dengan *body* yang juga tebal seperti gula coklat. Nilai *acidity* nya sedikit lebih rendah dari *aftertaste*, sehingga nilai *balance* dari proses natural ini tidak terlalu tinggi (Leroy *et al.*, 2006). Kopi Arabika Argopuro dan Arabika Mataram yang diolah *natural washed* memiliki konsentrasi tinggi pada senyawa *pyrazines 2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazine* yang memberikan persepsi aroma *earthy* dan *roasted* (Akiyama, *et al.*, 2007),

sedangkan senyawa lain yang ditemukan pada kopi Arabika Argopuro dan Arabika Mataram yaitu *Ethylpyrazine* yang memberikan aroma berkaitan dengan *chocolate*, *nutty* dan *butter* (Caporaso *et al.*, 2018).

Metode *semi washed* menghasilkan biji kopi dengan aroma rempah, buah seperti jeruk, biji-bijian, bunga dan gula coklat sedangkan saat kopi diseduh akan tercium aroma coklat hitam dan kayu manis. Kopi yang diolah dengan metode *semi washed* memiliki kadar manis (*sweetness*) yang tinggi, *body* yang tebal, rasa kemasaman (*acidity*) tidak terlalu tinggi sehingga memberikan *aftertaste* yang sangat menyegarkan dan memiliki tingkat keseimbangan (*balance*) yang tinggi. Kopi yang diolah dengan metode *semi washed* yaitu kopi Arabika Ijen dengan nilai konsentrasi tinggi pada senyawa *furans*, persepsi aroma yang ditemukan dengan keberadaan golongan senyawa *furans* yaitu *cocoa*, *roasted*, dan *earthy* (Febrianto, 2009).

Kopi yang diolah metode *full washed* yaitu kopi Arabika Kintamani Bali memiliki aroma seperti jeruk, gula coklat dan kayu manis secara konsisten dirasakan dalam *flavors* (citarasa) dan kemasaman (*acidity*) yang sangat tinggi. Konsumen dan panelis akan menemukan sensasi ketebalan (*body*) yang cukup tinggi pada kopi Arabika Kintamani Bali. Menurut Santosa *et al.*, (2020), menyatakan bahwa kopi Arabika yang diolah dengan metode *full washed* memiliki tingkat keasaman yang tinggi. Hal ini sesuai dengan Kopi Arabika Kintamani yang diolah *full washed* memiliki tingkat keasamaan yang tinggi dibandingkan kopi Arabika lainnya seperti Arabika Ijen, Mataram dan Argopuro.

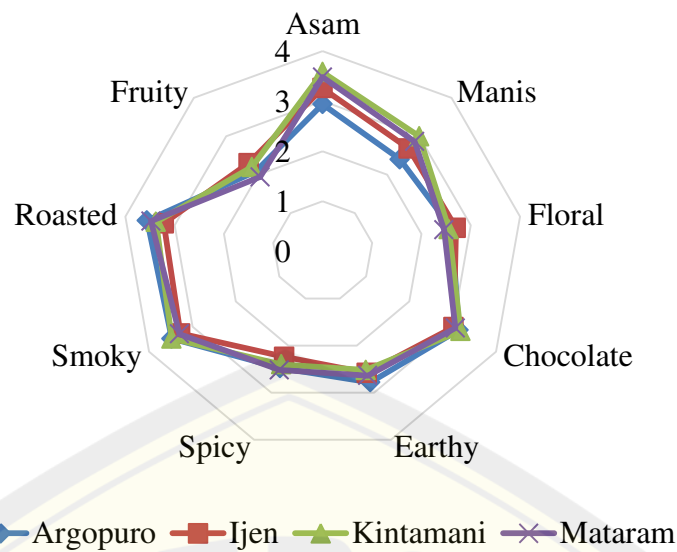
Duarte *et al.*, (2008) menyatakan bahwa kopi hasil pengolahan basah memiliki kandungan trigonellin, *4,5-dicaffeoylquinic acid* dan asam klorogenat lebih tinggi, namun kandungan sukrosanya lebih rendah dari pada hasil pengolahan kering. Tidak ada perbedaan yang nyata kandungan kafein dan profil distribusi asam-asam klorogenat pada kopi hasil pengolahan basah dan hasil pengolahan kering. Komposisi senyawa 5-CQA dan trigonellin dapat digunakan untuk memisahkan kopi bermutu bagus dari bermutu rendah (Figueiredo *et al.*, 2012). Kadar gula total, *body* dan asam tertitrasi dapat dipergunakan untuk

membedakan antara kopi hasil olah kering dan olah basah (Figueiredo *et al.*, 2012).

4.2 Hasil Pengujian RATA (*Rate All That Apply*) Deskriptif Aroma Kopi Arabika Asal Jawa, Bali dan Mataram

Hasil uji deskriptif aroma pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa keempat sampel kopi Arabika dengan asal geografisnya memiliki karakteristik aroma yang berbeda. Kopi Arabika Kintamani memiliki intensitas aroma asam, manis dan *chocolate* paling tinggi, namun intensitas aroma *earthy* paling rendah. Aroma *Earthy* dikategorikan sebagai aroma negatif (*negative note*) yang tidak diinginkan ada pada kopi (Kingston, 2015). Kopi Arabika Argopuro memiliki intensitas aroma *earthy* paling tinggi serta intensitas aroma manis paling rendah, sedangkan kopi Arabika Ijen memiliki intensitas aroma *floral* dan *fruity* paling tinggi, namun intensitas aroma *spicy* paling rendah. Kopi Arabika Mataram memiliki intensitas aroma *spicy* paling tinggi, namun intensitas aroma *fruity* paling rendah.

Keseluruhan sampel kopi Arabika memiliki intensitas aroma manis yang berbeda. Sampel dengan intensitas aroma manis tertinggi adalah kopi Arabika Kintamani, sedangkan yang terendah adalah kopi Arabika Argopuro. Aroma manis pada kopi Arabika Kintamani berkaitan dengan nilai konsentrasi volatil senyawa *ketones* yang ditemukan paling tinggi sebesar $57,41 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. Golongan senyawa yang memberikan aroma manis pada kopi Arabika Kintamani yaitu *2,3-Butanedione*, *2,3-furyl-methyl-ketone* dan *Acetoin*, hal ini sesuai dengan pendapat Bassoli, (2006), menyatakan bahwa senyawa *ketones* seperti *2,3-Butanedione*, berkaitan dengan aroma manis. Senyawa *Furfural* dan *Furaneol* juga memberikan kontribusi aroma manis (Yeretzian *et al.*, 2019). Reaksi thermal pada kopi menyebabkan degradasi sukrosa menghasilkan senyawa turunan seperti *2,3-Butanedione* (Baggenstoss *et al.*, 2008) yang terdapat pada seluruh sampel kopi Arabika, selain itu reaksi strecker antara *aldehydes* dengan *aminoketones* menghasilkan *Acetoin* (Van Boekel, 2006) yang hanya terdapat pada sampel kopi Arabika Mataram. Senyawa *Furaneol* yang terdapat pada kopi Arabika Argopuro dan Kintamani terbentuk dari karamelisasi sukrosa (Yeretzian *et al.*, 2002).



Gambar 4.2 Karakteristik Aroma Kopi Arabika Argopuro, Arabika Ijen, Arabika Kintaman dan Arabika Mataram

Intensitas aroma *chocolate* tertinggi adalah kopi Arabika Kintamani, sedangkan sampel dengan intensitas aroma *chocolate* terendah adalah kopi Arabika Ijen. Seluruh sampel kopi Arabika ditemukan senyawa *ethylpyrazine* yang berkaitan dengan aroma coklat (Yeretzian *et al.*, 2019). Senyawa *Pyrazines* dihasilkan dari degradasi strecker yang terbentuk dari *aldehydes* dengan *aminoketones* (Van Boekel *et al.*, 2006), selain itu Senyawa *Pyrazines* terbentuk melalui reaksi *maillard* yang melibatkan kandungan gula pereduksi dan asam amino, serta pirolisis dari beberapa asam amino (Sunarharum, 2019). Komponen *Pyrazines* memiliki aroma khas yaitu *nutty* dan *roasted* (Akiyama *et al.*, 2007).

Sampel kopi dengan intensitas aroma *roasted* tertinggi yaitu kopi Arabika Argopuro, sedangkan sampel kopi dengan intensitas aroma *roasted* terendah yaitu kopi Arabika Ijen. Penelitian yang dilakukan oleh Stokes *et al.*, (2017) menunjukkan kopi Arabika Indonesia berkaitan dengan *flavor roasted*. Beberapa senyawa volatil yang berpengaruh terhadap aroma *roasted* pada kopi adalah *Furfuryl methyl ether*, *Furfuryl methyl sulfide*, *Pyridine*, *2,5-Dimethylpyrazine*, *2,3-Dimethylpyrazine*, *Ethylpyrazine* dan *Guaiacol* (Yeretzian *et al.*, 2019).

Intensitas aroma *floral* keempat sampel kopi Arabika memiliki tingkat intensitas yang cukup rendah, meskipun masing-masing kopi Arabika memiliki

intensitas aroma *floral* yang berbeda. Sampel dengan intensitas aroma *floral* tertinggi adalah kopi Arabika Ijen, sedangkan sampel dengan intensitas aroma *floral* terendah adalah kopi Arabika Mataram. Menurut Czerny dan Grosch, (2000) menyatakan bahwa senyawa yang berkaitan dengan aroma *floral* adalah *linalool* golongan senyawa alkohol yang sering ditemukan pada kopi Arabika, namun kopi Arabika Argopuro, Arabika Ijen, Arabika Kintamani dan Arabika Mataram tidak terdapat atau ditemukan senyawa *linalool*, tetapi terdapat senyawa *furfuryl alcohol* yang memiliki aroma manis, *floral* dan *caramel* (Burdock, 2010) pada keseluruhan sampel kopi Arabika.

Sampel kopi Arabika dengan intensitas aroma *spicy* tertinggi adalah kopi Arabika Mataram, sedangkan sampel dengan intensitas aroma *spicy* terendah adalah kopi Arabika Ijen. Senyawa *furans* yang berkaitan dengan aroma *spicy* adalah *Furfuryl methyl sulfide* yang ditemukan pada seluruh sampel kopi Arabika kecuali pada sampel kopi Arabika Ijen. Senyawa *phenols* yang berkaitan dengan aroma *spicy*, *floral* dan *smoky* adalah *4-Ethylguaiacol*, *4-Vinylguaiacol* dan *Guaiacol* (Caporaso *et al.*, 2018). Menurut Janzen (2010), menyatakan bahwa asam amino bebas dari kopi sebagian besar akan berubah saat proses penyangraian berlangsung. Asam amino sulfur, sistein, sistin dan metionin dalam kopi sebagian besar terikat pada protein, terdegradasi saat proses penyangraian dan berinteraksi dengan gula pereduksi dan membentuk senyawa volatil, seperti *furfurylthiol*, *thiophene*, dan *thiazole*.

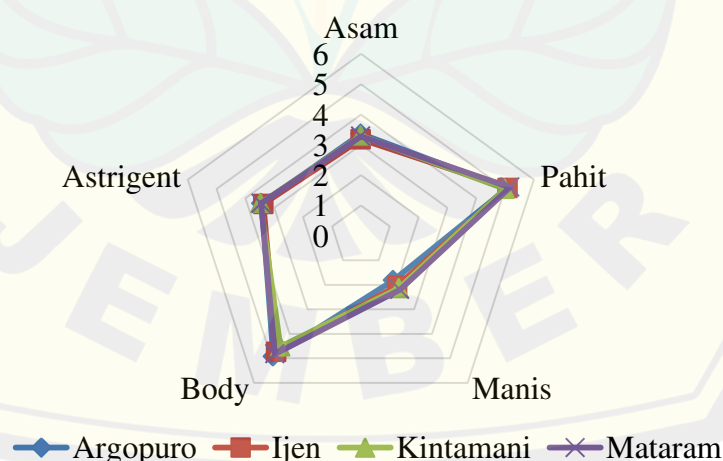
Intensitas aroma *smoky* tertinggi yaitu kopi Arabika Argopuro dan Arabika Kintamani, sedangkan sampel dengan intensitas aroma *smoky* terendah yaitu kopi Arabika Ijen. Senyawa *phenol* pada kopi Arabika dipengaruhi oleh kandungan senyawa prekursorinya yaitu asam klorogenat, kopi Arabika diketahui memiliki kandungan asam klorogenat yang lebih rendah dibanding kopi Robusta (Saputri, 2020). Aroma kopi Arabika dipengaruhi oleh berbagai senyawa volatil dengan konsentrasi *threshold* atau nilai ambang batasnya yang berbeda. Senyawa volatil dapat bersinergi dengan senyawa volatil lainnya untuk memunculkan aroma kopi Arabika, atau senyawa volatil dengan konsentrasinya melebihi nilai *threshold* dapat memunculkan aroma yang dominan pada kopi Arabika (Toledo *et al.*,

2016). Aroma kopi yang tercium merupakan kombinasi beberapa senyawa dengan konsentrasi yang berbeda (Cheong *et al.*, 2013).

4.3 Hasil Pengujian RATA (*Rate All That Apply*) Deskriptif Rasa Kopi Arabika Asal Jawa, Bali dan Mataram

Hasil uji deskriptif rasa pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa keempat sampel kopi Arabika memiliki karakteristik rasa yang berbeda antar sampel, kopi Arabika Argopuro memiliki intensitas rasa asam dan *body* paling tinggi, namun memiliki intensitas rasa manis paling rendah. Kopi Arabika Ijen memiliki intensitas rasa pahit tinggi serta intensitas *astrigent* paling rendah. Kopi Arabika Kintamani memiliki intensitas rasa manis dan *astrigent* tinggi serta *body* paling rendah. Kopi Arabika Mataram memiliki intensitas rasa manis dan rasa pahit paling tinggi, namun intensitas *astrigent* rendah.

Intensitas rasa asam pada kopi Arabika Argopuro berkaitan dengan adanya asam karboksilat seperti senyawa *3-Methyl-2-butenoic acid* dan *Hexadecanoic acid* (Lin, 2010). Keasaman dari kopi dapat dipengaruhi oleh kematangan biji kopi, pengolahan pasca panen terutama pada proses fermentasi (Cheng *et al.*, 2016). Menurut Yeretizian *et al.*, (2002) menyatakan bahwa proses thermal pada pengolahan biji kopi menghasilkan *Acetic acid* yang terdapat pada sampel kopi Arabika. Asam karboksilat dalam kopi memberikan aroma dan rasa asam khas yang dapat mempengaruhi mutu citarasa pada kopi (Hecimovic *et al.*, 2011).



Gambar 4.3 Karakteristik rasa Kopi Arabika Argopuro, Arabika Ijen, Arabika Kintamani dan Arabika Mataram

Hasil GC-MS menunjukkan bahwa keseluruhan sampel kopi Arabika teridentifikasi adanya senyawa Kafein. Pada sampel kopi Arabika Kintamani memiliki konsentrasi senyawa Kafein tertinggi yaitu $20,6 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$, Arabika Argopuro $8,2 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$, Arabika Ijen $5,7 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$ dan Arabika Mataram sebesar $5,4 \times 10^{-2} \mu\text{L/g}$. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa Kafein dapat diidentifikasi dengan menggunakan metode GC-MS walaupun senyawa Kafein digolongkan sebagai senyawa *non-volatile*.

Kafein pada kopi berperan dalam memberikan rasa pahit yang merupakan atribut salah satu penentu mutu citarasa kopi (Cheng *et al.*, 2016). Citarasa biji kopi dapat dipengaruhi oleh varietas, agroekologi, waktu panen, metode pemetikan, penyimpanan dan metode penyangraian (Salla, 2009). Wang, (2012) menyatakan bahwa penyangraian kopi dengan tingkatan ringan (*light*) akan menghasilkan kopi dengan rasa asam. Semakin tinggi suhu dan lama waktu penyangraian maka senyawa akan lebih cepat panas, sehingga atom bergerak lebih keras dan mematahkan ikatan kimia yang dapat menyebabkan biji kopi dari asam menjadi pahit (Purnamayanti, *et al.*, 2017). Risticovic *et al.*, (2008) mengidentifikasi adanya Kafein di kopi Arabika dengan waktu retensi paling akhir menggunakan metode *headspace solid-phase microextraction* (HS-SPME) dan *gas chromatography-time of flight mass spectrometry* (GC-TOFMS).

Senyawa volatil selain dapat mempengaruhi aroma kopi Arabika juga dapat mempengaruhi *flavor* kopi Arabika. Hal ini disebabkan senyawa volatil dapat ditangkap oleh reseptor epithelium melalui jalur *olfactory* (hidung) dan *retronasal* (mulut) sehingga panelis dapat mempersepsikan aroma dan *flavor* kopi Arabika. Rasa kopi Arabika juga dipersepsikan melalui indra perasa *gustatory* (permukaan lidah) yang dapat memunculkan rasa pahit, asam, asin dan manis (Meilgaard *et al.*, 2007).

Kopi Arabika Kintamani memiliki intensitas rasa *sweet* paling tinggi, sedangkan kopi Arabika Argopuro memiliki intensitas rasa *sweet* paling rendah. Proses penyangraian yang menghasilkan rasa manis pada citarasa kopi disebabkan oleh karbohidrat yang terdegradasi menjadi gula sederhana seperti sukrosa (Fadri *et al.*, 2022). Farah *et al.*, (2006) menyatakan bahwa rasa *caramel* pada seduhan

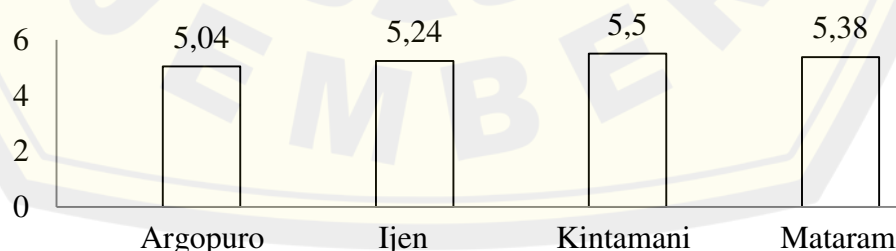
kopi merupakan hasil dari reaksi *maillard* antara gula dan asam amino. Kafein dan asam klorogenat berkontribusi terhadap rasa pahit yang secara spesifik dihasilkan oleh senyawa *trigonelline*, *3,4-dicaffeoilquinic acid* dan turunannya seperti *phenolic*.

Intensitas *body* kopi Arabika dipengaruhi oleh tingkatan viskositasnya yang berkaitan dengan kandungan Kafein dan *lipids* termasuk *Triglycerides*, *terpenes*, *tocopherols* dan *sterols* (Sunarharum *et al.*, 2019). Sampel dengan intensitas *body* tertinggi yaitu kopi Arabika Argopuro, sedangkan sampel dengan intensitas *body* terendah yaitu kopi Arabika Kintamani. Intensitas *astrigent* pada kopi Arabika dipengaruhi oleh asam klorogenat yang terdiri dari *Cinnamic*, *Caffeic*, *Ferulic* dan asam kuintat (Wang, 2012). Sampel dengan intensitas *astrigent* tertinggi yaitu kopi Arabika Kintamani, sedangkan sampel dengan intensitas *astrigent* terendah yaitu kopi Arabika Ijen. Data hasil deskriptif sensori menunjukkan keseluruhan kopi Arabika memiliki intensitas yang rendah pada atribut rasa manis, namun beberapa atribut lainnya berkaitan dengan karakteristik sensori kopi Arabika tertentu seperti kopi Arabika Argopuro berkaitan dengan rasa asam, Arabika Mataram berkaitan dengan rasa pahit, Arabika Ijen berkaitan dengan *body*, Arabika Kintamani berkaitan dengan *astrigent*.

4.4 Hasil Pengujian RATA Hedonik Kopi Arabika Jawa, Bali dan Mataram

Uji hedonik dilakukan untuk mengukur tingkat kesukaan panelis terhadap aroma, *flavor* dan hedonik keseluruhan (*acceptance*) pada masing-masing sampel kopi. Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa kopi Arabika Kintamani adalah yang paling disukai dari segi aroma, rasa dan keseluruhan.

4.4.1 Hedonik Aroma Kopi Arabika Asal Jawa, Bali dan Mataram



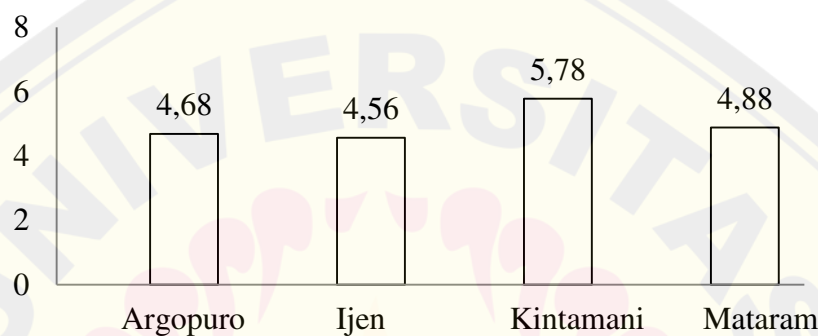
Gambar 4.4 Tingkat kesukaan aroma kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram

Gambar 4.4 menunjukkan tingkat kesukaan atau hedonik aroma kopi pada seluruh sampel. Sampel dengan nilai hedonik aroma tertinggi adalah kopi Arabika Kintamani sebesar 5,5 yang memiliki aroma *earthy* dan *floral* yang lemah, namun memiliki nilai intensitas aroma manis yang paling kuat. Menurut Glick dan Anindya, (2021) menyatakan bahwa kopi Arabika Kintamani Bali memiliki profil cita rasa asam, rasa pahit dan sepat tidak terlalu tinggi serta terdapat aroma manis. Sampel dengan nilai hedonik aroma terendah yaitu kopi Arabika Argopuro sebesar 5,04 yang memiliki aroma manis yang lemah namun memiliki nilai intensitas aroma *earthy* yang paling kuat. Sampel kopi lainnya yaitu Arabika Ijen dengan nilai hedonik aroma sebesar 5,24 memiliki aroma *chocolate* dan *spicy* yang agak lemah namun memiliki nilai intensitas aroma *floral* paling kuat, serta Arabika Mataram dengan nilai hedonik aroma sebesar 5,38 yang memiliki aroma *floral* yang lemah serta memiliki nilai intensitas aroma *spicy* yang paling kuat.

Kopi dengan tingkatan penyangraian *medium roast* (sedang) dan *dark roast* (berat) sangat mempengaruhi aroma seduhan kopi bubuk Arabika (Mulato, 2012). Hal ini sesuai dengan pendapat Buffo dan Freire, (2004) bahwa hasil penyangraian kopi melalui reaksi *Maillard* membentuk senyawa *volatile* dan senyawa *non volatile*. Senyawa *volatile* yang sifatnya mudah menguap memberikan tingkat aroma pada biji kopi yang sangat kuat sehingga mudah tercium. Gumulya dan Helmi, (2017) menyatakan bahwa biji kopi asal Jawa terkenal menghasilkan kopi Arabika yang memiliki citarasa tinggi, berkarakter cukup kental (*medium body*) tingkat keasaman yang tidak terlalu tinggi, aroma seperti tumbuhan herbal, hal ini sesuai dengan sampel kopi Arabika Argopuro yang memiliki intensitas aroma manis lemah namun memiliki nilai intensitas aroma *earthy* kuat serta sampel kopi Arabika Ijen dengan aroma *chocolate* dan *spicy* yang agak lemah namun memiliki nilai intensitas aroma *floral* yang kuat. Kopi Arabika Mataram memiliki cita rasa biji kopi yang sangat harum dengan tingkat keasaman yang relatif rendah.

4.4.2 Hedonik Rasa Kopi Arabika Asal Jawa, Bali dan Mataram

Gambar 4.5 menunjukkan tingkat kesukaan rasa kopi pada seluruh sampel. Sampel dengan nilai hedonik rasa tertinggi adalah kopi Arabika Kintamani sebesar 5,78 yang memiliki rasa pahit yang lemah, sedangkan sampel dengan nilai hedonik rasa terendah adalah kopi Arabika Ijen sebesar 4,56 yang memiliki rasa pahit agak kuat dan rasa asam yang lemah. Sampel kopi lainnya yaitu Arabika Argopuro dengan nilai hedonik rasa sebesar 4,68 yang memiliki rasa manis yang palling lemah, serta Arabika Mataram dengan nilai hedonik 4,88 yang memiliki rasa asam agak lemah.



Gambar 4.5 Tingkat kesukaan rasa kopi Arabika asal Jawa, Bali dan Mataram

Rasa dalam kopi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pengaruh dari proses penanaman kopi (Bhumiratana, *et al.*, 2011), proses pengolahan dan proses ekstraksi sampai menjadi minuman kopi (Sunarharum *et al.*, 2014). Asam karboksilat dalam kopi memberikan aroma dan rasa asam khas yang dapat mempengaruhi mutu citarasa pada kopi (Hecimovic *et al.*, 2011). Keasaman dari kopi dipengaruhi oleh kematangan biji kopi, pengolahan pasca panen terutama pada proses fermentasi dan penyangraian (Cheng *et al.*, 2016).

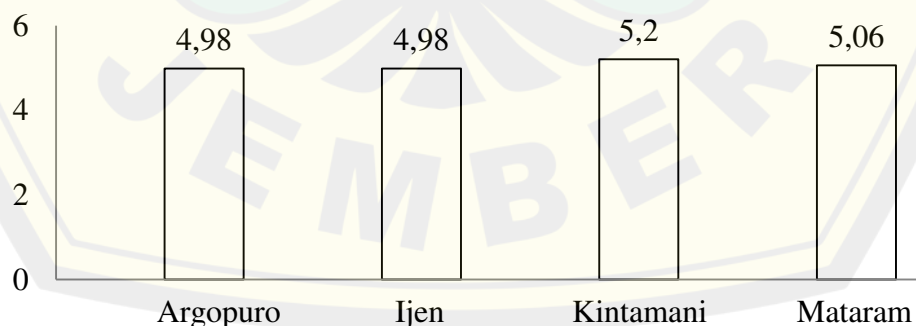
Beberapa golongan senyawa volatil yang mempengaruhi mutu *flavor* kopi adalah *pyrazines* yang berkaitan dengan *flavor chocolate*, karamel, *earthy* dan *nutty*, *ketones* yang berkaitan dengan rasa manis, *vanilla flavor* dan karamel *flavor*, *acids* seperti *Acetic acid* dan *3-Methyl-2-butenoic acid* yang berkaitan dengan intensitas rasa asam serta furan khususnya *Furfuryl methyl sulfide* yang terdapat di seluruh sampel kopi Arabika berkaitan dengan *roasted flavor* (Yeretzian *et al.*, 2019). Senyawa lainnya dari golongan *non volatile* yaitu Kafein

berpengaruh terhadap rasa pahit pada kopi (Sunarharum *et al.*, 2019). Kandungan asam organik pada biji kopi sangat penting karena perannya sebagai senyawa prekursor yang berkontribusi dalam membentuk kualitas citarasa terutama untuk komponen *acidity* (rasa asam) pada seduhan kopi (Taba, 2012).

Kandungan asam organik berperan dalam pembentukan senyawa ester, yaitu senyawa *volatile* yang membentuk aroma kopi (Somporn *et al.*, 2011). Secara umum dengan semakin lamanya fermentasi, keasaman kopi akan semakin meningkat, yang disebabkan oleh terbentuknya asam-asam organik (Sulistyowati dan Sumartono, 2002). Rasa asam yang terdeteksi pada seduhan kopi berasal dari kandungan asam yang ada dalam kopi yaitu dari kelompok asam karboksilat antara lain asam format, asam asetat, asam oksalat, asam sitrat, asam laktat, asam malat, dan asam quinat, selain proses fermentasi, penyangraian dapat memberikan tingkat rasa asam yang tinggi (Velmourougane, 2011).

4.4.3 Hedonik Keseluruhan Kopi Arabika Asal Jawa, Bali dan Mataram

Gambar 4.6 menunjukkan tingkat hedonik keseluruhan kopi pada seluruh sampel. Sampel dengan nilai hedonik keseluruhan tertinggi adalah kopi Arabika Kintamani sebesar 5,2 yang memiliki aroma manis dan rasa asam serta *body* yang kuat, sedangkan sampel dengan nilai hedonik keseluruhan terendah adalah kopi Arabika Argopuro dan Ijen sebesar 4,98 yang masing-masing memiliki aroma *chocolate*, asam dan rasa pahit yang agak kuat serta *spicy* yang lemah. Sampel kopi Arabika Mataram dengan nilai hedonik keseluruhan sebesar 5,06 yang memiliki aroma *chocolate* dan manis agak kuat serta memiliki rasa pahit yang kuat namun relatif disukai oleh panelis.



Gambar 4.6 Tingkat hedonik keseluruhan kopi Arabika Jawa, Bali dan Mataram

Atribut aroma, rasa, *body* dan *astrigent* merupakan faktor penentu hedonik keseluruhan kopi Arabika. Kandungan senyawa non volatil yaitu kafein dan *lipids* mempengaruhi tingkatan viskositas kopi Arabika yang berujung munculnya persepsi panelis terhadap intensitas *body*, sedangkan intensitas *astrigent* dipengaruhi kandungan asam klorogenat seperti *cinnamic*, *caffeic*, *ferulic* serta senyawa turunannya seperti asam kuintat (Sunarharum *et al.*, 2019). Kopi arabika cenderung menimbulkan aroma *fruity*. Hal ini dikarenakan adanya senyawa aldehid, asetaldehida, dan propanal (Wang, 2012). Keberadaan senyawa aldehid memberikan kontribusi yang signifikan pada kopi. Komponen aldehid aromatik secara umum muncul akibat aktivitas enzim β glukosidase (Doyle, dkk, 2001).

4.5 *Principal Component Analysis* (PCA) Senyawa Kopi Arabika Jawa, Bali dan Mataram

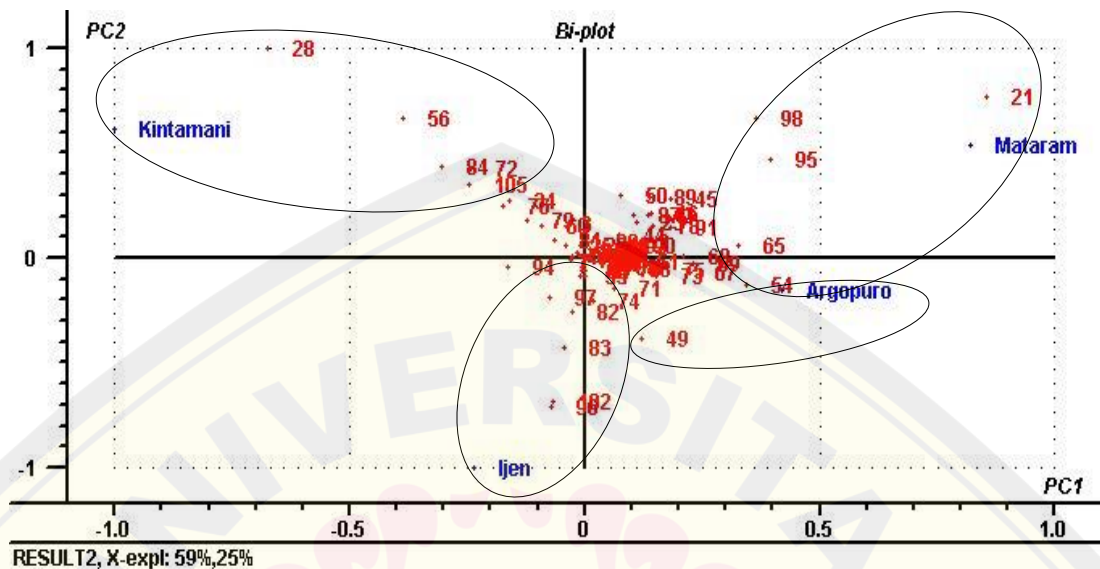
PCA (*Principal Component Analysis*) merupakan metode statistik multivariat yang berguna untuk mereduksi dimensi kumpulan data dari beberapa variabel saling terkait namun tetap mempertahankan keaslian dan variasi banyaknya data (Jolliffe, 2013). Selain itu, penggunaan PCA bertujuan untuk menampilkan letak relatif sampel dengan memperhatikan karakteristik setiap atribut pada sampel (Setyaningsih *et al.*, 2010). PCA pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui karakteristik komponen volatil dan sensori deskriptif kopi Arabika Argopuro, Arabika Ijen, Arabika Kintamani dan Arabika Mataram.

4.5.1 PCA Senyawa Volatil Kopi Arabika Jawa, Bali dan Mataram

Gambar 4.7 menunjukkan kedua *principal component* (PC) memiliki persentase 84% (PC1: 59%; PC2: 25%) dari total keragaman pada grafik *biplot* senyawa volatil Kopi Arabika. Kopi Arabika Argopuro berada di posisi (PC1 positif; PC2 negatif), kopi Arabika Ijen berada di posisi (PC1 negatif; PC2 negatif), kopi Arabika Kintamani (PC1 negatif; PC2 positif) serta kopi Arabika Mataram berada di posisi (PC1 positif; PC2 positif).

Hasil analisis PCA menunjukkan bahwa kopi Arabika Argopuro dicirikan dengan senyawa *2-Formyl-5-methylfuran* (49), sedangkan kopi Arabika Ijen dicirikan dengan senyawa *2-Methylpyrazine* (82), *2,5-Dimethyl-3-ethylpyrazine* (83), *4-Vinyguaiacol* (96) dan *Guaiacol* (97). Kopi Arabika Kintamani dicirikan

dengan senyawa *Methoxy-2-propanone* (28), *Furfuryl methyl sulfide* (56) dan *2,3-Dimethylpyrazine* (72) serta *2-Methyl-5-vinylpyrazine* (84), sedangkan kopi Arabika Mataram dicirikan dengan *Furfuryl alcohol* (21), *Furfural* (54), *Pyridine* (65), *4-Ethylguaiacol* (95) dan *Maltol* (98).



Gambar 4.7 Grafik *biplot* Senyawa Volatil kopi Arabika Argopuro, Ijen, Kintamani dan Mataram

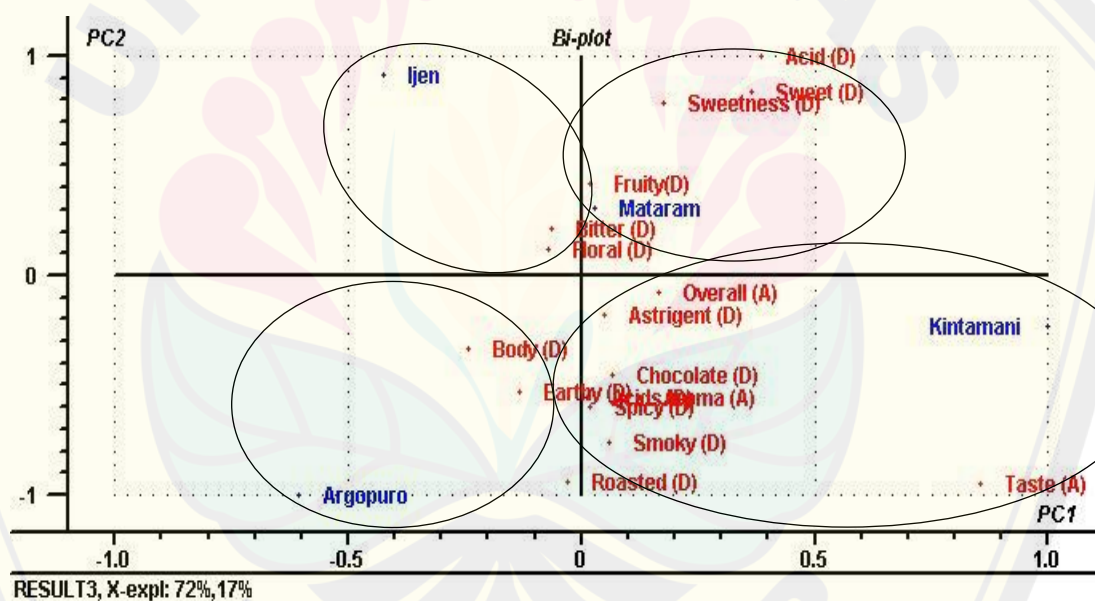
Kopi Arabika Argopuro yang dicirikan dengan senyawa *2-Formyl-5-methylfuran* berkaitan dengan aroma *cocoa*, *roasted*, dan *earthy* (Febrianto, 2009). Senyawa *4-Vinylguaiacol* pada kopi Arabika Ijen berkaitan dengan aroma *Spicy*, *smok*, *floral* dan *sweet* (Caporaso *et al.*, 2018). Senyawa *pyrazines* lainnya yang dicirikan pada kopi Arabika Ijen yaitu *2,5-Dimethyl-3-ethylpyrazine* yang memiliki persepsi aroma *chocolate* dan *2-Methylpyrazine* yang berkaitan dengan aroma *fruity* (Febrianto, 2009).

Senyawa *Pyridine* berkaitan dengan aroma *Fishy*, *roasted*, dan *sour*, sedangkan senyawa *Furfural* berkaitan dengan aroma *sweet*, *caramel* dan *nutty* (Yeretzian *et al.*, 2019) serta senyawa *Furfuryl alcohol* berkaitan dengan aroma manis, *floral* dan *caramel* (Burdock, 2010) yang dicirikan pada kopi Arabika Mataram. Kopi Arabika Kintamani yang dicirikan dengan senyawa volatil *Methoxy-2-propanone* yang memiliki persepsi aroma *honey-like* dan *fruity* (Febrianto, 2009). Senyawa *furans* yang dicirikan pada kopi Arabika Kintamani

yaitu *Furfuryl methyl sulfide* yang berkaitan dengan dengan aroma *spicy*. Senyawa *2,3-Dimethylpyrazine* yang dicirikan pada kopi Arabika Kintamani memiliki persepsi aroma yaitu *roasted* dan *Nutty* (Burdock, 2010).

4.5.2 PCA Sensori Deskriptif Kopi Arabika Jawa, Bali dan Mataram

Gambar 4.8 menunjukkan kedua PC memiliki persentase sebesar 89% (PC1: 72%; PC2: 17%) dari total keragaman, keempat perlakuan berada pada kuadran yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa kopi Arabika dengan perbedaan *origin* memiliki komponen volatil dominan yang berbeda satu sama lain. Kopi Arabika Kintamani berada di posisi PC1 positif dan PC2 negatif (kuadran IV), kopi Arabika Mataram berada di posisi PC1 positif dan PC2 positif (kuadran II). Kopi Arabika Argopuro berada di posisi PC1 negatif dan PC2 negatif (kuadran III) serta kopi Arabika Ijen berada di posisi PC1 negatif dan PC2 positif (kuadran I).



Keterangan: (A) Acceptance, (D) Deskriptif

Gambar 4.8 Grafik *biplot* Sensori Deskriptif kopi Arabika Argopuro, Ijen, Kintamani dan Mataram

Hasil analisis PCA menunjukkan kopi Arabika Argopuro dicirikan dengan *earthy* dan intensitas *body*. Kopi Arabika Ijen dicirikan dengan aroma *fruity* dan *floral*. Kopi Arabika Kintamani dicirikan dengan aroma *chocolate*, *smoky* dan rasa

asam dan *astringent* serta tingkat kesukaan panelis yaitu aroma, rasa dan keseluruhan yang tinggi, sedangkan kopi Arabika Mataram dicirikan dengan aroma manis, asam, rasa manis.

Senyawa *Furaneol* yang hanya terdapat di kopi Arabika Argopuro dan Arabika Kintamani memberikan aroma dan rasa manis serta karamel *flavor* (Yeretzian *et al.*, 2019), selain itu senyawa *2,3-Pentanedione* juga memberikan aroma dan rasa manis serta karamel *flavor* kopi Argopuro (Caporaso *et al.*, 2018). Senyawa *furans* yang berkaitan dengan aroma *spicy* adalah *Furfuryl methyl sulfide* yang ditemukan pada seluruh sampel kopi Arabika kecuali pada sampel kopi Arabika Ijen. Senyawa *phenols* yang berkaitan dengan aroma *spicy* dan *smoky* adalah *4-Ethylguaiacol*, *4-Vinylguaiacol* dan *Guaiacol* (Caporaso *et al.*, 2018).

Senyawa *Pyridine* dan *Caffeine* yang terdapat di seluruh sampel kopi Arabika memberikan aroma dan rasa pahit (Sunarharum *et al.*, 2019), sedangkan *astringent aftertaste* disebabkan oleh asam klorogenat yang terdapat di kopi Arabika (Buffo and Cardelli-Freire, 2004). Rasa asam yang terdeteksi pada sampel kopi Arabika berasal dari kandungan asam yang ada dalam kopi yaitu dari kelompok asam karboksilat antara lain asam format, asam asetat, asam oksalat, asam sitrat, asam laktat, asam malat, dan asam quinat (Cheng *et al.*, 2016). Kandungan asam dihasilkan dari proses fermentasi dan penyangraian yang dapat mempengaruhi citarasa kopi (Velmourougane, 2011).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan penelitian ini yaitu:

1. Profil komponen volatil kopi Arabika Argopuro dominan pada senyawa *furans*, kopi Arabika Mataram dominan pada senyawa *phenols*, kopi Arabika Kintamani dominan pada senyawa *ketones* dan kopi Arabika Ijen dominan pada senyawa *alcohols*.
2. Sampel kopi yang paling disukai oleh panelis adalah kopi Arabika Kintamani yang memiliki nilai hedonik aroma, rasa dan keseluruhan tertinggi. Kopi Arabika Mataram memiliki nilai hedonik aroma, rasa dan keseluruhan cukup tinggi, kopi Arabika Argopuro memiliki nilai hedonik aroma paling rendah serta kopi Arabika Ijen memiliki nilai hedonik terendah.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian ini adalah perlu dilakukannya penelitian mengenai korelasi antara kondisi iklim tempat tumbuh kopi Arabika dengan kadar senyawa prekursor pembentuk aroma kopi Arabika seperti trigonellin, asam klorogenat dan sukrosa. Mutu sensori kopi Arabika juga perlu diteliti dengan metode *Quantitative*

DAFTAR PUSTAKA

- [USDA] United States Department of Agriculture National Nutrient Database. 2016. *Plants profile for Coffee arabica L.* National Agricultural Library. USA.
- Akiyama, M., Murakami, K., Hirano, Y., Ikeda, M., Iwatsuki, K., Wada, A., and Iwabuchi, H. 2008. Characterization of headspace aroma compounds of freshly brewed Arabica coffees and studies on a characteristic aroma compound of Ethiopian coffee. *Journal of food science*, 73(5), C335-C346.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist. 18th ed.* AOAC International. Maryland, USA.
- Atmaja, I P. E.P., I M. Tamba, dan C. Kardi. 2015. Peningkatan Pendapatan Petani Kopi Arabika Peserta Unit Pengolahan Hasil (Kasus di Desa Belok Sidan, Kecamatan Petang, Kabupaten Badung. *AGRIMETA. Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem* 1 (1) : 32-42.
- Barbosa, J.N., Borem, F.M., Cirillo, M.A., Malta, M.R., Alvarenga, A.A., & Alves, H.M.R. (2012). Coffee quality and its interactions with environmental factors in Minas Gerais Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 4(5), 181–189.
- Belay, B., Boulanger, R., Dussert, S., Ribeyre, F., Berthiot, L., Descroix, F., & Joët, T. 2012. Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arabica coffee bean as well as coffee beverage quality. *Food chemistry*, 135(4), 2575-2583.
- Belitz, H.D. and W.Grosch. 2003. *Food Chemistry*. Second Edition. Springer Berlin. Berlin.
- Bottazzi, D., Farina, S., Milani, M., and Montorsi, L. 2012. A numerical approach for the analysis of the coffee roasting process. *Journal of Food Engineering*. 112, 243–252.
- BPS. 2020a. *Buletin Statistitik Perdagangan Luar Negeri Impor 2019*. Badan Pusat Statistik/ BPS-Statistics Indonesia.
- BPS. 2020b. *Statistik Perdagangan Luar Negeri Ekspor Impor 2019* (S. S. Ekspor (ed.); 1st ed.). BPS RI.
- BPS. 2021a. *Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Ekspor 2020* (Subdirektorat Statistik Ekspor (ed.)). Badan Pusat Statistik.

- BPS. 2021b. *Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Impor 2020* (S. S. Impor (ed.)). Badan Pusat Statistik / BPS-Statistics Indonesia.
- Budiman, & Haryanto. 2012. *Prospek Tinggi Bertanam Kopi*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Budryn, G., Nebesny, E., Kula, J., Majda, T. dan Krysiak, W. 2011. *HS-SPME/GC/MS profiles of convectively and microwave roasted ivory coast Robusta coffee brew*. *Czech Journal of Food Science*, 29, 151-160.
- Buffo, R. A. & Cardelli-Freire, C. 2004. *Coffee flavour: an overview*. *Flavour and Fragrance Journal* 19(2), 99-104.
- Cannon, R.J., L. Trinnaman, B. Grainger, and A. Trail. 2010. *The key odorants of coffee from various geographical locations*. In: N.C. Da Costa and R.J. Cannon, editors, *Flavors in non-carbonated beverages*. American Chemical Society. ACS Publications, Washington D.C., USA.
- Chang, Raymond. 2004. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Chapman, K. W., Lawless, H. T., & Boor, K. J. 2001. Quantitative descriptive analysis and principal component analysis for sensory characterization of ultrapasteurized milk. *Journal of dairy science*, 84(1), 12-20.
- Cheng, B., A. Furtado, H.E. Smyth, and R.J. Henry. 2016. Influence of genotype and environment on coffee quality. *Trends Food Sci. Technol.* 57:20–30
- Cheong, M.W., K.H. Tog, J.J.M. Ong, P. Curran, and B. Yu. 2013. Volatile composition and antioxidant capacity of arabica coffee. *Food Res. Int.* 51:388–396
- Ciptadi, W. dan Nasution, M.z. 1985. *Pengolahan Kopi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Insitut Pertanian Bogor. Bogor. Hal: 375
- Clarke, R.J., and R.Macrae. 1985. *Coffee Volume I : Chemistry*. Elsevier Applied Science Publishers: London.
- Danarti dan S. Najayati. 2004. *Kopi: Budidaya dan Penanganan Pasca Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta
- David K, 2010. "Home Coffee Roasting, Romance, and Revival"" sebagaimana dikutip dalam Surip Mawardi, "Kintamani Bali Arabica Coffee in Indonesia", dalam Amelie Lecoent, Emilie Vandecandelaere and Jean-Joseph Cadilhon (ed). *Quality Linked to Geographical Origin and Geographical Indication: Lessons Learned from Six Case Studies in Asia* (Bangkok: FAO Regional Office for Asia and The Pasific, 2010), hlm. 17.

- Dehli A., dan W. Hersoelistyorini. 2013. Aktivitas Antioksidan dan Sifat Organoleptik The Daun Sirsak(*Annona muricata* Linn.) Berdasarkan Variasi Lama Pengeringan. *J. Pangan dan Gizi*. 4(7): 1-7.
- Deviana C., Sola .F. G., dan, Z. Masyithah. 2015. Kristalisasi Likopen Dari Buah Tomat (*Lycopersicon Esculentum*) Menggunakan Antisolvent. *J. Teknik Kimia*. USU. 4(4):39-45.
- Dewi, S. R. 2012. *Kristalisasi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Direktorat Jenderal Pengawas Obat dan Makanan. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Direktorat Jenderal Pengawas Obat dan Makanan. Jakarta.
- Duarte, G.; A. Pereira & A. Farah (2008). *Chemical composition of Brazilian green coffee seeds processed by dry and wet post-harvesting methods*. Proceedings 22nd International Conference on Coffee Science (ASIC) 2008. p. 593—596. Campinas, Brazil.
- Edelstein, S. 2014. *Food Science An Ecological Approach*. Burlington (USA) : Jones & Bartlett Learning.
- Edison, W. 2019. *Master Roasting Coffee: Dari Memilih Biji Hingga Menguji Citrarasa Kopi*. Jakarta: Kepustakaan Populer Gramedia.
- Edy, Panggabean. 2019. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta:Agromedia Pustaka.
- Embuscado, M.E. 2015. Spices and herbs: Natural sources of antioxidants - A mini review. *J. Funct. Foods*. doi:10.1016/j.jff.2015.03.005.
- Esquivel, P. dan V. M. Jiménez. 2012. Functional Properties Of Coffee And Coffee By-Products . *FRIN*. 46(2):488–495.
- Farah, A. 2012. Coffee constituents. In: Y.F. Chu, editor, *Coffee: Emerging health effects and disease prevention*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Figueiredo, L.P.; F.M. Borém; F.C. Ribeiro; G.S. Giomo; P.A. Rios & M.F. Tosta (2012). *Quality Coffee (Coffea Arabica L.) Subjected to two processing types*. Proceedings 24th International Conference on Coffee Science (ASIC) 2012. p. 502—506. Costarica.
- Gonzalez-Rioz, O., Suarez-Quiroz, M. L., Boulanger, R., Barel, M., Guyot, B., Guiraud, J.-P, dan Schorr-Galindo, S. 2007. Impact of “ecological” post-harvest processing on coffee aroma II: Roasted coffee. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 297-307.
- Herrera, J. C., dan Lambot, C. 2017. The Coffee Tree-Genetic Diversity and Origin. Dalam *The Craft and Science of Coffee*, diedit oleh Folmer, B.,

- Blank, I., Farah, A., Giulino, P., Sanders, D., dan Wille, C., 1 – 16. UK: Elsevier.
- Hootman, R. C. 1992. *Manual on Descriptive Analysis Testing For Sensory Evaluation*. Philadelphia (USA): American Society for Testing and Materials.
- Howard, B. (2011). *Factors influencing cup quality in coffee* (p. 30). Rwanda: Global Coffee Quality Research Initiative.
- Hutching, J.B. 1999. *Food colour and Appearance . Second Edition*. Maryland : Aspen Publisher, Inc.
- Indrawanto C, Kamawati E, Munarso, Prastowo SJ, Rubijo B, Siswanto. 2010. *Budidaya dan Pascapanen Kopi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Janzen, S. Oestreich. 2010. *Chemistry of Coffee*. Hambrurg, Germany: Elsevier.
- Jolliffe, I. T. 2013. *Springer Series in Statistics: Principal Component Analysis*. New York: Springer Science+Business Media, LLC.
- Jumara, W. 2018. Pengaruh Kondisi pH dan Perbandingan Rempah Terhadap Karakteristik Minuman Serbuk Secang (*Caesalpinia sappan L.*). Tidak diterbitkan. *Tugas akhir*. Universitas pasundan. Bandung.
- Karasek, F.W & Clement, R.E. 2012. *Basic Gas Chromatography-Mass Spectrometry*. Waterloo: Elsevier Science.
- Kemp, S. E., Hort, J dan Hollowood. 2018. *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation*. New Jersey (USA) : John Wiley & Sons.
- Lambot, C., Herrera, J. C., Bertrand, B., Sadeghian, S., Benavides, P., dan Gaitan, A. 2017. *Cultivating Coffee Quality-Terroir and Agro-Ecosystem*. Dalam *The Craft and Science of Coffee*, diedit oleh Folmer, B., Blank, I., Farah, A., Giulino, P., Sanders, D., dan Wille, C., 17 – 49. UK: Elsevier.
- Lambot, C.; E. Goulois; S. Michaux; N. Pineau; J. De Smet; J. Husson & P. Broun. 2010. *Investigation on main factors influencing the arabica green coffee quality*. Proceedings 23rd International Conference on Coffee Science. p. 992—995. Bali, Indonesia.
- Lawless, H. T dan Heymann, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. New York (USA): Springer Science & Business Media.
- Leong, L.P dan G. Shui. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Journal Food Chem*. 76. pp 69-75.

- 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.
- Mandiri, T. K. T. (2010). *Pedoman Budidaya Tanaman Kopi*. Bandung: Nuansa Aulia.
- Mazzafera, P. & R. Padilha-Purcino (2004). *Post harvest processing methods and alterations in coffee fruit*. ASIC Proceedings of 20th Colloque Coffee. Bangalore, India
- Meilgaard, M., Civille, G. V., dan Car, B. T. 2007. *Sensory Evaluation Techniques : Fourth Edition*. Nortwest : Taylor & Francis Group.
- Misnawi., Ismayadi, Maryadi, Yusianto, Tunjungsari, Sumartono. 2015. *Uji Citarasa Kopi*. Jember: Megah Jaya.
- Muchtadi, R. T dan Ayustaningwarno, F. 2010. *Teknologi proses pengolahan pangan*. Penerbit Alfabeta : Bandung.
- Murthy, P.S., & Naidu, M.M. (2011). Improvement of robusta coffee fermentation with microbial enzymes. *European Journal of Applied Sciences*, 3, 130–139. Rios, O.G., Quiroz, M.L.S., Boulanger, R., Barel, M., Guyot, B., Guiraud, J.P., & Galindo, S.S. (2007). Impact of ecological post harvest processing on the volatile fraction of coffee beans: I. Green coffee. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 289–296.
- Najiyati, Sri dan Danarti. 2001. *Budidaya Tanaman Kopi dan Penanganan Pasca Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Oestreich-Janzen, S. 2010. *Chemistry of Coffee*. Elsevier Inc. March. *Comprehensive Natural Products II*.
- Okawa, M., J. Kinjo., T. Nohara., dan M. Ono. 2001. Modification method DPPH (2-2- difenil-1-pikrilhidrazil) radical scavenging activity of flavonoids obtained from some medicinal plants. *Biol. Pharm. Bull.* 24 (10) : 1202-1205.
- Partelli, F.L.; O. Partelli; A.S. Partelli; F.M. Borém; J.H.S. Taveira; R.S.R. Pinto & V.C. Siqueira (2012). *Quality of conilon coffee dried on a concrete terrace in a greenhouse with early hulling*. Proceedings 24th International Conference on Coffee Science (ASIC) 2012. p. 465—468. Costarica.
- Pawliszyn, J. (Ed.). (2011). *Handbook of solid phase microextraction*. Elsevier.

- Politeo, O., M. Jukie., M. Milos. 2006. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Essential Oils of Twelve Spice Plants. *Croatica Chemica Acta CCACCAA*. 79(4): 545-552.
- Poyraz, I. E., Ozturk, N., Kiyan, H. T dan Demirci, B. 2016. Volatile Compounds Of Coffea Arabica L. Green and Roasted Beans. *Journal of Science and Technology*. 5: 31-35.
- Prastowo, B., E. Karmawati, Rubijo, Siswanto, C. Indrawanto dan S.J. Munarso. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Rahardjo P. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta : Penerbit Swadaya
- Ratih, D. A., Sritamin, M., & Wirawan, I. G. P. 2022. Pengaruh Variasi Waktu Inkubasi dengan Penambahan Paya Meat Tenderizer pada Proses Dekafeinasi Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika ISSN, 2301*, 6515.
- Ridwansyah. 2003. *Pengolahan Kopi*. Departemen Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rohman, A. 2009. Kromatografi untuk Analisis Obat. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Saint-Denis, C. 2018. *Consumer and Sensory Evaluation Techniques*. New Jersey: John Wiley & Sons Ltd.
- Sanz-Urbe, J. R., Yusianto, Menon, S. N., Peneula, A., Oliveros, C., Husson, J., Brando, C., dan Rodriguez, A. 2017. *Postharvest Processing-Revealing the Green Bean*. Dalam *The Craft and Science of Coffee*, diedit oleh Folmer, B., Blank, I., Farah, A., Giulino, P., Sanders, D., dan Wille, C., 245 – 271. UK: Elsevier.
- Saputri, M., Lioe, H. N., & Wijaya, C. H. (2020). Pemetaan Karakteristik Kimia Biji Kopi Arabika Gayo Dan Robusta Gayo. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 31(1), 76–85.
- Sari, Dewi Navulan, Moh. Nur Syechalad dan Sofyan. 2013. Analisis faktor-faktor yang Mempengaruhi Ekspor Kopi Arabika Aceh. *E-Jurnal Ilmu Ekonomi* Vol.1, No. 1. Universitas Syiah Kuala.
- Sayuti, K. dan Yenrina, R. 2015. *Antioksidan Alami dan Sintetik*. Andalas University Press. Padang.
- Sembiring, T., Dayana, I., & Rianna, M. 2019. *Alat Penguji Material*. Bogor: guepedia.com

- Singh, G. S., Maurya, MP, Delampasona, & CAN, Catalan. 2007. A Comparison of Chemical, Antioxidant and Antimicrobial Studies of Cinnamon Leaf and Bark Volatile Oils, Oleoresins and Their Constituents. *Journal of Food and Chemical Toxicology*. 45 (1), 1650-1661.
- Siregar, Z. A., Suthamihardja, R. T. M., & Susanty, D. (2020). Karakterisasi Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Hasil Fermentasi dengan Bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus* sp.). *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 10(2), 87–94.
- Sneddon, J., Masuram, S., and Richert, J. C. 2007. Gas chromatography-mass spectrometry-basic principles, instrumentation and selected applications for detection of organic compounds. *Analytical letters*, 40(6), 1003-1012.
- Somporn, C., Kamtuo, A., Theerakulpisur, P., & Siriamompun, S. (2011). Effects of roasting degree on radical scavenging activity, phenolics and volatile compounds of Arabica coffee beans. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 2287–2296.
- Speciality Coffee Association of America. 2015. *SCAA Protocols: Cupping Speciality Coffee*. America: Speciality Coffee Association of America.
- Sulistiowati. 2001. *Faktor yang Berpengaruh Terhadap Citarasa Seduhan Kopi*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember.
- Sulisowati dan Sumartono, B. (2002). *Metode uji cita rasa kopi* (p. 21). Materi Pelatihan Uji Citarasa Kopi. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao
- Sunarharum, W. B., Fibrianto, K., Yuwono, S. S., dan Nur, M. 2019. *Sains Kopi Indonesia*. Malang: UB Press.
- Sunarharum, W. B., Williams, D. J, dan Smyth H, E. 2014. Complexity of Coffee Flavor: A Compositional and Sensory Perspective. *Food Research International*. 60: 315-325.
- Taba, J. 2012. *Coffee taste analysis of an espresso coffee using nuclear magnetic spectroscopy*. (Bachelor Thesis Central Ostrobothnia University of Applied Sciences, Eindhoven Holland).
- Triyanti, D. R. 2016. *Outlook Kopi Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Velmourougane, K. 2011. *Effects Wet Processing Methods and Subsequent Soaking of Coffee Under Different*.
- Wang, N. 2012. *Physicochemical changes of coffee beans during roasting* (Master of Science Thesis. University of Guelph Ontario : Canada.

Zaenudin dan Martadinata, 2000. "Tantangan dan Strategi Pengembangan Agribisnis Kopi di Indonesia memasuki abad ke 21" dalam Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Vol. 16 No. 3, hlm. 189-190.

Zakaria, S.R., Saim, M., Osman, R., Haiyee, Z.A., and Juahir, H. 2018. Combination of Sensory, Chromatographic, and Chemometrics Analysis of Volatile Organic Compounds for the Discrimination of Authentic and Unauthentic Harumanis Mangoes. *Molecules*. 23: 1-10.



LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Deskripsi Sensori Kopi Arabika

1.1.1 Tabel Rataan Sensori Deskriptif Kopi Arabika

Atribut	Argopuro	Ijen	Kintamani	Mataram
Aroma asam	2,94	3,26	3,58	3,48
Aroma manis	2,94	3,26	3,58	3,48
Aroma <i>floral</i>	2,62	2,7	2,56	2,46
Aroma <i>chocolate</i>	3,14	3,02	3,18	3,06
Aroma <i>earthy</i>	2,78	2,58	2,52	2,64
Aroma <i>spicy</i>	2,48	2,24	2,4	2,52
Aroma <i>smoky</i>	3,48	3,28	3,48	3,3
Aroma <i>roasted</i>	3,56	3,22	3,38	3,48
Aroma <i>fruity</i>	2,08	2,3	2,2	1,94
Rasa asam	3,36	3,18	3,3	3,28
Rasa pahit	5,08	5,1	5	5,18
Rasa manis	1,82	2,04	2,14	2,2
<i>Body mouthfeel</i>	4,92	4,74	4,52	4,82
<i>Astringent aftertaste</i>	3,44	3,38	3,48	3,46

1.1.2 Sensori Hedonik Kopi Arabika

a. Hedonik Aroma

Nama	Panelis	Sampel kopi			
		Argopuro	Ijen	Kintamani	Mataram
Hasbi	1	5	5	4	4
Cheryl	2	4	3	4	4
Basofi	3	6	5	5	5
Hafiz	4	6	6	6	6
Riyan	5	6	6	6	6
Fakhri	6	6	7	7	7
Atiq	7	6	6	4	5
Agung	8	4	4	5	3
Yusril	9	5	7	6	6
Fauzan	10	5	5	4	5
Diantama	11	6	5	5	5
Prafi	12	3	3	5	4
Elma	13	6	6	5	5
Megananda	14	6	5	4	6
Fandy	15	6	5	4	7
Fajar	16	3	4	6	4
Akif	17	5	4	4	4
Ifan	18	6	6	6	6

Nama	Panelis	Sampel kopi			
		Argopuro	Ijen	Kintamani	Mataram
Iqbal	19	5	5	5	7
Akhmad	20	7	7	7	7
Azhar	21	4	3	2	3
Galang	22	4	6	7	7
Arifin	23	4	6	6	7
Akbar	24	4	4	5	6
Rahayu	25	5	3	6	7
Syifa	26	6	5	6	6
Thilal	27	4	5	5	4
Dennys	28	5	6	6	5
Rizki	29	2	3	3	3
Chantika	30	6	5	6	5
Dimas	31	5	6	6	7
Irawan	32	5	6	7	7
Agung	33	6	7	7	6
Galang	34	5	7	5	5
Haidar	35	5	6	3	3
Ansori	36	5	7	7	7
Septha	37	5	5	5	5
Zazidhatul	38	5	4	5	4
Epriliana	39	7	7	7	6
Lailatul	40	6	6	7	7
Emilialata	41	2	5	6	5
Ifandi	42	4	5	7	6
Syaiful	43	4	5	7	7
Raditya	44	5	6	6	6
Ikmal	45	5	5	7	6
Novaldi	46	5	4	6	5
Zaky	47	5	6	6	5
Irfan	48	6	5	5	3
Arif	49	5	3	5	6
Rofiq	50	7	7	5	4
Jumlah		252	262	273	269
Rata-rata		5.04	5.24	5.46	5.38

b. Hedonik *flavor*

Nama	Panelis	Sampel kopi			
		Argopuro	Ijen	Kintamani	Mataram
Hasbi	1	4	4	5	5
Cheryl	2	4	4	3	4
Basofi	3	6	5	6	7
Hafiz	4	5	5	4	3
Riyan	5	5	5	5	5
Fakhri	6	4	6	7	6
Atiq	7	5	6	3	2
Agung	8	4	4	5	4
Yusril	9	6	6	6	7
Fauzan	10	3	4	2	4
Diantama	11	4	4	7	4
Prafi	12	3	3	5	5
Elma	13	6	5	4	4
Megananda	14	5	4	4	4
Fandy	15	6	4	3	5
Fajar	16	3	4	5	5
Akif	17	3	3	6	4
Ifan	18	6	5	4	5
Iqbal	19	6	6	5	7
Akhmad	20	6	7	7	7
Azhar	21	4	2	1	3
Galang	22	3	5	7	6
Arifin	23	4	4	7	7
Akbar	24	5	2	5	5
Rahayu	25	4	2	6	5
Syifa	26	2	5	2	6
Thilal	27	4	3	4	3
Dennys	28	6	5	3	6
Rizki	29	3	3	3	3
Chantika	30	5	3	7	4
Dimas	31	5	6	6	6
Irawan	32	4	5	5	5
Agung	33	6	6	6	5
Galang	34	4	6	5	5
Haidar	35	2	3	3	4
Ansori	36	6	6	6	7
Septha	37	5	5	5	4
Zazidhatul	38	3	3	7	3
Epriliana	39	6	6	6	4

Nama	Panelis	Sampel kopi			
		Argopuro	Ijen	Kintamani	Mataram
Lailatul	40	6	6	7	7
Emilialata	41	3	3	5	2
Ifandi	42	5	5	7	6
Syaiful	43	5	6	7	6
Raditya	44	6	5	5	5
Ikmal	45	6	4	5	5
Novaldi	46	6	5	5	6
Zaky	47	6	5	5	6
Irfan	48	6	6	6	5
Arif	49	4	3	2	4
Rofiq	50	6	6	5	4
Jumlah		234	228	249	244
Rata-rata		4.68	4.56	4.98	4.88

c. Hedonik Keseluruhan

Nama	Panelis	Sampel kopi			
		Argopuro	Ijen	Kintamani	Mataram
Hasbi	1	5	5	5	5
Cheryl	2	4	4	3	4
Basofi	3	6	5	5	7
Hafiz	4	5	5	5	4
Riyan	5	5	5	5	5
Fakhri	6	5	7	7	6
Atiq	7	6	7	4	6
Agung	8	5	6	7	6
Yusril	9	5	6	7	6
Fauzan	10	4	5	4	3
Diantama	11	5	5	6	4
Prafi	12	3	3	5	4
Elma	13	6	5	4	4
Megananda	14	5	4	4	4
Fandy	15	6	4	3	5
Fajar	16	3	4	5	5
Akif	17	4	3	5	4
Ifan	18	6	6	5	5
Iqbal	19	5	7	6	7
Akhmad	20	7	7	7	7
Azhar	21	3	3	2	3
Galang	22	6	6	7	6
Arifin	23	5	5	7	7
Akbar	24	5	2	5	5

Nama	Panelis	Sampel kopi			
		Argopuro	Ijen	Kintamani	Mataram
Rahayu	25	4	2	5	5
Syifa	26	5	6	3	6
Thilal	27	4	4	4	3
Dennys	28	5	4	3	5
Rizki	29	2	3	7	3
Chantika	30	5	4	6	4
Dimas	31	6	7	7	7
Irawan	32	6	6	6	6
Agung	33	6	7	6	6
Galang	34	5	6	5	5
Haidar	35	2	3	3	4
Ansori	36	6	7	7	7
Septha	37	5	5	5	6
Zazidhatul	38	6	4	5	6
Epriliana	39	6	6	6	4
Lailatul	40	6	6	7	7
Emilialata	41	3	4	5	3
Ifandi	42	5	6	7	6
Syaiful	43	5	6	7	7
Raditya	44	5	4	4	6
Ikmal	45	5	5	6	5
Novaldi	46	5	5	6	5
Zaky	47	6	5	5	5
Irfan	48	6	6	5	4
Arif	49	5	4	4	5
Rofiq	50	7	7	5	4
Jumlah		249	249	260	253
Rata-rata		4.98	4.98	5.2	5.06

Lampiran 1.2 Poster Perekrutan Panelis Kopi Arabika



Lampiran 1.3 Dokumentasi

