

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN KONSENTRASI BAKTERI
ASAM LAKTAT (BAL) DARI YOGHURT TERHADAP MUTU KOPI
ARABIKA (*Coffea arabica*)**

SKRIPSI

**Oleh:
NABILA LIZA HAYATI
NIM. 200602110059**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN KONSENTRASI BAKTERI
ASAM LAKTAT (BAL) DARI YOGHURT TERHADAP MUTU KOPI
ARABIKA (*Coffea arabica*)**

SKRIPSI

**Oleh:
NABILA LIZA HAYATI
NIM. 200602110059**

**diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

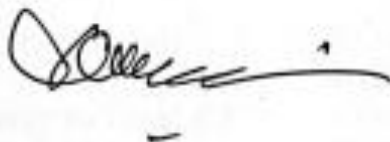
**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN KONSENTRASI BAKTERI
ASAM LAKTAT (BAL) DARI YOGHURT TERHADAP MUTU KOPI
ARABIKA (*Coffea arabica*)**

SKRIPSI

Oleh:
NABILA LIZA HAYATI
NIM. 200602110059

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal: 7 November 2024

Pembimbing I



Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 1930114 199903 1 001

Pembimbing II



Dr. Umaiyatus Syarifah, M.A.
NIP. 19820925 200901 2 005



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi
Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN KONSENTRASI BAKTERI
ASAM LAKTAT (BAL) DARI YOGHURT TERHADAP MUTU KOPI
ARABIKA (*Coffea arabica*)**

SKRIPSI

Oleh:
NABILA LIZA HAYATI
NIM. 200602110059

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 7 November 2024

Ketua Penguji	: Ir. Liliek Harianie, M.P. NIP. 19620901 199803 2 001	(.....)
Anggota Penguji 1	: Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc NIP. 19920507 201903 2 026	(.....)
Anggota Penguji 2	: Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd NIP. 1930114 199903 1 001	(.....)
Anggota Penguji 3	: Dr. Umayatus Syarifah, M.A. NIP. 19820925 200901 2 005	(.....)

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi



Dr. Endang Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap Mutu Kopi Arabika (*Coffea arabica*)”. Tidak lupa solawat serta salam selalu dilimpahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW. Yang telah mengantarkan manusia ke jalan kebenaran, Aamiin ya Allah Aamiin. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Cinta pertama dan panutanku, Bapak Luqman dan pintu surgaku, Ibu Rasdiana. Terima kasih, penulis ucapkan yang sebesar-besarnya untuk setiap langkahnya dalam mendoakan, mendidik, menasihati, memotivasi, dan memberikan dukungan kasih sayang tanpa batas. Terima kasih kembali atas segala pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya sampai mendapatkan gelar Sarjana Biologi. Semoga ayah dan ibu sehat selalu, panjang umur, dan bahagia selalu di manapun mereka berada. Aamiin ya Allah aamiin.
2. Saudara kandung, Mochammad Ilham Haqiqi, Yafi ‘Al Jafier, dan Nur Amiruddin Sa’ud, serta kakak ipar, Nisa Adlina Sharfina. Terima kasih atas segala dukungan, motivasi, dan doa yang diberikan kepada penulis, serta selalu meluangkan waktu untuk menjadi tempat pendengar dan tempat pemberi saran terbaik bagi penulis sampai dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Keluarga besar yang tidak dapat penulis ucapkan satu persatu. Terima kasih banyak atas segala dukungan dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
4. Pembimbing skripsi, Bapak. Dr. Budi Eko Minarno, M.Pd. dan Ibu Umayyatus Syarifah, M.A. Terima kasih karena telah membimbing dan menasihati penulis selama proses pengerjaan skripsi, baik dalam ilmu sains dan ilmu lainnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Sahabat terbaik, Adina Pamela Emilia Bastomi dan Nurul Maulidiyah. Terima kasih karena telah menjadi sahabat terbaik ketika suka maupun duka selama menempuh pendidikan Sekolah Menengah Atas hingga saat ini duduk di bangku perkuliahan. Terima kasih banyak karena tidak pernah lelah menjadi pendengar dan penasihat yang baik, serta selalu mendoakan, mendukung dan memotivasi penulis. Semoga pertemanan ini dapat berlanjut hingga tua nanti. Aamiin ya Allah Aamiin.
6. Teman seperjuangan Tangerang Pride, Luthfii Zuhriyyah, Fira Agustia, dan Elra Raiqah. Terima kasih karena telah menjadi teman terbaik ketika suka maupun duka selama menempuh pendidikan Sarjana. Terima kasih banyak karena tidak pernah lelah menjadi pendengar dan penasihat yang baik, serta selalu mendoakan, mendukung dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Walaupun penulis dan teman seperjuangan tidak dapat lulus bersamaan, namun mereka selalu menjadi penolong pertama

ketika penulis mengalami kendala dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Biologi.

7. Teman KKN Kelompok 70, Shohwatul Islami Nurjihan, Dimas Tri Parabowo, Ahlan Fajrul Amin, Muhammad Syafiq Ammar, Suha, dan teman-teman lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan. Terima kasih karena telah menjadi tempat pendengar yang baik selama di bangku perkuliahan, walaupun penulis dan teman KKN baru saling mengenal.
8. Teman terbaik, Putri Naurah Salsabilla, Mutiara Khairani, Kamila Nurul, Ika Aprilia, dan Deby Winda. Terima kasih karena telah menjadi teman terbaik ketika suka maupun duka, serta selalu menjadi pendengar yang baik, selalu mendukung dan memberikan motivasi bagi penulis.
9. Teman kerja, Nadzilla, Ade Fauzia Azzahra, dan Frida Pramadipta. Terima kasih karena telah menjadi tempat pendengar yang baik, serta selalu mendoakan dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman seperjuangan Biogenc'20, terkhususnya teman-teman dari kelas biologi A. Terima kasih atas segala pengalaman yang telah diberikan, serta menjadi rekan seperjuangan dalam mendapatkan gelar Sarjana Biologi.
11. Terakhir, kepada diri saya sendiri Nabila Liza Hayati. Terima kasih karena telah berjuang dan bertahan sejauh ini melewati banyaknya rintangan yang tidak terduga-duga, walaupun sering merasa putus asa atas apa yang diusahakan masih belum tercapai atau tidak sesuai dengan keinginan penulis. Terima kasih karena dapat mengendalikan diri dari berbagai tekanan di luar kendali dan tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun proses yang dihadapi. Berbahagialah di manapun kamu berada, semoga selalu dikelilingi oleh hal-hal yang baik.

Malang, 07 November 2024

Nabila Liza Hayati

MOTTO

*Jadillah kuat untuk segala hal yang membuatmu patah. It's okay, just say: Allah
itu Maha baik*

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nabila Liza Hayati
NIM : 200602110059
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi
Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap
Mutu Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 07 November 2024
Yang membuat pernyataan,



Nabila Liza Hayati
Nim. 200602110059

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap Mutu Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Nabila Liza Hayati, Eko Budi Minarno, Umayyatus Syarifah

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Kopi (*Coffea* sp.) merupakan produk olahan berbentuk minuman yang memiliki aroma dan rasa yang khas. Kopi mengandung kafein yang dapat berdampak positif maupun negatif bagi tubuh. Batas aman konsumsi kafein bagi tubuh adalah 100-150 mg perhari. Fermentasi merupakan salah satu tahapan dari pengolahan kopi dalam menghasilkan cita rasa, serta dapat menurunkan kadar kafein. Bakteri asam laktat dapat memfermentasi karbohidrat maupun gula, sehingga dapat menghasilkan asam laktat dengan jumlah yang banyak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt, lama fermentasi, kombinasi pengaruh konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi, dan atribut organoleptik kopi arabika. Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 2 faktor fermentasi kopi, yaitu konsentrasi bakteri asam laktat dari yoghurt (K) dan lama fermentasi (L). Perlakuan konsentrasi meliputi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Perlakuan lama fermentasi meliputi 0 jam, 12 jam, 24 jam, 36 jam, dan 48 jam. Data nilai pH, kadar air, kadar kafein dianalisis secara statistik parametrik menggunakan *one-way* anova dan dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5%. Data uji organoleptik dianalisis secara statistik non-parametrik *Kruskall Wallis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt, lama fermentasi, dan kombinasi konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi berpengaruh nyata ($\text{Sig} < 0,05$) terhadap nilai pH, kadar air, dan kadar kafein. Nilai keseluruhan uji organoleptik terbaik adalah perlakuan K1L4 dengan total skor 11,4.

Kata kunci: bakteri asam laktat, fermentasi, kopi arabika, yoghurt

Effect of Fermentation Duration and Concentration Lactic Acid Bacteria (LAB) from Yoghurt on the Quality of Arabica Coffee (*Coffea arabica*)

Nabila Liza Hayati, Eko Budi Minarno, Umaiyyatus Syarifah

Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim
State Islamic University Malang

ABSTRACT

Coffee (*Coffea* sp.) is a processed product in the form of a drink that has a distinctive fragrance and taste. Coffee contains caffeine, which can have both positive and negative effects on the body. The safe limit of caffeine consumption for the body is 100-150 mg per day. Fermentation is one of the stages of coffee processing in producing flavor, and can reduce caffeine levels. Lactic acid bacteria can ferment carbohydrates and sugars, so they can produce lactic acid in large quantities. The purpose of this study was to determine the effect of the concentration of lactic acid bacteria (LAB) from yogurt, the length of fermentation, the combination of the effect of the concentration of lactic acid bacteria (LAB) from yogurt and the length of fermentation, and the organoleptic attributes of Arabica coffee. The study used the Completely Randomized Design (CRD) method using 2 factors of coffee fermentation, namely the concentration of lactic acid bacteria from yogurt (K) and the length of fermentation. (L). Concentration treatments included 0%, 25%, 50%, 75%, and 100%. Fermentation duration treatments included 0 hours, 12 hours, 24 hours, 36 hours, and 48 hours. Data on pH value, water content, caffeine content were analyzed statistically parametrically using *one-way* anova and continued with Duncan test at 5% level. Organoleptic test data were analyzed by *Kruskall Wallis* non-parametric statistics. The results showed that the treatment of concentration of lactic acid bacteria (LAB) from yogurt, fermentation duration, and the combination of concentration of lactic acid bacteria (LAB) from yogurt and fermentation duration had a significant effect ($\text{Sig} < 0.05$) on pH value, water content, and caffeine content. The best overall organoleptic test score was treatment K1L4 with a total score of 11.4.

Keywords: arabica coffee, fermentation, lactic acid bacteria, yogurt

(Coffea arabica) من اللبن الزبادي على جودة قهوة أرابيكا (LAB) تأثير مدة التخمير وتركيز بكتيريا حمض اللاكتيك

نايلا ليزا حياتي، إيكو بودي مينارنو، أومياتوس سياريه

قسم علم الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

الملخص

هي منتج معالج على شكل مشروب له رائحة ونكهة مميزة. تحتوي القهوة على الكافيين، والذي يمكن أن يكون له (Coffea sp.) القهوة تأثيرات إيجابية وسلبية على الجسم. الحد الآمن لاستهلاك الجسم من الكافيين هو 100-150 ملغ يومياً. التخمير هو أحد مراحل معالجة القهوة في إنتاج النكهة، ويمكن أن يقلل من مستويات الكافيين. تستطيع بكتيريا حمض اللاكتيك تخمير الكربوهيدرات والسكر، وبالتالي يمكنها من اللبن ومدة (LAB) إنتاج حمض اللاكتيك بكميات كبيرة. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير تركيز بكتيريا حمض اللاكتيك من اللبن ومدة التخمير، والصفات الحسية لقهوة أرابيكا. استخدمت الدراسة (LAB) التخمير، والجمع بين تأثير تركيز بكتيريا حمض اللاكتيك ومدة (K) باستخدام عاملين من عوامل تخمير القهوة، وهما تركيز بكتيريا حمض اللاكتيك من اللبن (CRD) طريقة التصميم العشوائي الكامل تضمنت معاملات التركيز 0% و 25% و 50% و 75% و 100%. وشملت مدة التخمير 0 ساعة، و 12 ساعة، و 24 ساعة، و (L) التخمير و 36 ساعة، و 48 ساعة. تم تحليل البيانات المتعلقة بقيمة الأس الهيدروجيني والمحتوى المائي ومحتوى الكافيين إحصائياً باستخدام أنوفا أحادية الاتجاه واستمر ذلك باختبار دنكان عند مستوى 5%. تم تحليل بيانات الاختبار الحسي العضوي باستخدام إحصائيات كروسكال واليس غير من الزبادي ومدة التخمير والجمع بين تركيز بكتيريا حمض اللاكتيك (LAB) البارامترية. أظهرت النتائج أن معالجة تركيز بكتيريا حمض اللاكتيك على قيمة الأس الهيدروجيني والمحتوى المائي ومحتوى الكافيين. كانت ($\text{Sig} < 0.05$) من الزبادي ومدة التخمير كان لها تأثير كبير (LAB) بمجموع 11.4 درجة K1L4 أفضل درجة اختبار حسية عامة هي المعالجة

الكلمات المفتاحية: بكتيريا حمض اللاكتيك، التخمير، قهوة أرابيكا، الزبادي

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap Mutu Kopi Arabika (*Coffea arabica*)”. Tidak lupa solawat serta salam selalu dilimpahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW. Yang telah mengantarkan manusia ke jalan kebenaran. Selanjutnya, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada batas kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M. A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Harini, M. Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M. P. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Eko Budi Minarno, M. Pd dan Umayyatus Syarifah, M. A. selaku pembimbing I dan II yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
6. Kedua orang tua penulis serta segenap keluarga tercinta yang telah memberikan doa, dukungan serta motivasi kepada penulis.
7. Teman-teman seperjuangan Biologi yang telah memberikan bantuan dan dukungan.

Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Penulis juga menyadari bahwa dalam skripsi yang disusun oleh penulis masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Malang, 7 November 2024

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO.....	vii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	viii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT.....	xi
المخلص.....	xii
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	10
1.3 Tujuan Penelitian.....	11
1.4 Hipotesis	11
1.5 Manfaat Penelitian.....	12
1.6 Batasan Masalah.....	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 Tinjauan Kopi dalam Perspektif al-Quran dan Sains	14
2.1.1 Tinjauan Kopi dalam Perspektif al-Quran.....	14
2.1.2 Tinjauan Kopi dalam Perspektif Sains	15
2.1.2.1 Tinjauan Umum Kopi.....	15
2.1.2.2 Klasifikasi Kopi Arabika (Coffea arabica).....	18
2.1.2.3 Morfologi Kopi Arabika (Coffea arabica).....	19
2.1.2.4 Syarat Pertumbuhan Tanaman Kopi.....	21
2.1.2.5 Kandungan Senyawa Fitokimia Kopi.....	23
2.2 Kualitas dan Mutu Kopi	27
2.2.1 Pengukuran Nilai Derajat Keasaman (pH).....	29
2.2.2 Uji Kadar Air	30
2.2.3 Uji Kadar Kafein	31
2.2.4 Uji Organoleptik.....	32
2.3 Spektrofotometer Uv-Vis.....	34
2.4 Teknologi Pengolahan Pascapanen Kopi.....	35
2.5 Tinjauan Umum Fermentasi	37
2.6 Fermentasi Kopi	38
2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Kopi.....	42
2.8 Roasting Kopi.....	48
2.9 Bakteri Asam Laktat.....	50

2.9.1 <i>Bifidobacterium</i> sp.	52
2.9.2 <i>Lactobacillus acidophilus</i>	53
2.9.3 <i>Streptococcus thermophilus</i>	55
2.10 Fase Pertumbuhan Mikroba.....	57
BAB III METODE PENELITIAN.....	57
3.1 Rancangan Penelitian	57
3.2 Variabel Penelitian.....	58
3.3 Waktu dan Tempat	58
3.4 Alat dan Bahan	59
3.4.1 Alat	59
3.4.2 Bahan.....	59
3.5 Prosedur Penelitian.....	59
3.5.1 Pengambilan Sampel	59
3.5.2 Preparasi Alat	60
3.5.3 Preparasi Fermentasi Biji Kopi	60
3.5.4 Fermentasi Biji Kopi	60
3.5.5 Roasting.....	61
3.5.6 Pengukuran Nilai Derajat Keasaman (pH).....	62
3.5.7 Uji Kadar Air	62
3.5.8 Uji Kadar Kafein	63
3.5.9 Uji Organoleptik.....	65
3.6 Analisis Data.....	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	68
4.1 Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt terhadap Mutu Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>).....	68
4.1.1 Nilai Derajat Keasaman (pH).....	68
4.1.2 Kadar Air (%).....	70
4.1.3 Kadar Kafein (%)	72
4.2 Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Mutu Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>).	76
4.2.1 Nilai Derajat Keasaman (pH).....	76
4.2.2 Kadar Air (%).....	78
4.2.3 Kadar Kafein (%)	79
4.3 Pengaruh Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>)	80
4.3.1 Nilai Derajat Keasaman (pH).....	80
4.3.2 Kadar Air (%).....	82
4.3.3 Kadar Kafein (%)	84
4.4 Penilaian Sensori Mutu Kopi Arabika Menggunakan Metode Uji Organoleptik.....	86
4.4.1 Aroma (<i>fragrance</i>).....	86
4.4.2 Keasaman (<i>acidity</i>).....	89
4.4.3 Kemanisan (<i>sweetness</i>).....	92
4.4.4 Keseluruhan (<i>overall</i>).....	95
4.5 Kajian Keislaman	96

BAB V PENUTUP.....	102
5.1 Kesimpulan.....	102
5.2 Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA.....	105
LAMPIRAN.....	118

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Syarat kondisi iklim dan tanah yang optimum untuk kopi robusta dan kopi arabika	22
Tabel 2.2 Syarat mutu umum biji kopi.....	28
Tabel 2.3 Persyaratan mutu untuk kopi bubuk.....	29
Tabel 4.1 Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>)	68
Tabel 4.2 Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap Kadar Air (%) Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>).....	71
Tabel 4.3 Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap Kadar Kafein (%) Kopi Arabika (<i>Coffea Arabica</i>).....	72
Tabel 4.4 Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>)	77
Tabel 4.5 Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Air (%) Kopi Arabika (<i>Coffea Arabica</i>).....	78
Tabel 4.6 Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Kafein (%) Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>)	79
Tabel 4.7 Pengaruh Interaksi antara Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>)	80
Tabel 4.8 Pengaruh Interaksi antara Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Air (%) Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>)	82
Tabel 4.9 Pengaruh Interaksi antara Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Kafein (%) Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>)	84
Tabel 4.10 Tingkat Kesukaan Panelis Uji Organoleptik Aroma (<i>Fragrance</i>) pada Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>) dengan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi	87
Tabel 4.11 Tingkat Kesukaan Panelis Uji Organoleptik Keasaman (<i>Acidity</i>) pada Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>) dengan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi	90
Tabel 4.12 Tingkat Kesukaan Panelis Uji Organoleptik Kemanisan (<i>Sweetness</i>) pada Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>) dengan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 (a) Batang utama, (b) Ilustrasi Percabangan Tanaman Kopi (Panggabean, 2011)	16
Gambar 2.2 Ilustrasi Penampang buah kopi (Panggabean, 2011).....	17
Gambar 2.3 Bunga kopi (Panggabean, 2011)	18
Gambar 2.4 Kopi arabika (<i>Coffea arabica</i>) (Uganda Coffee Development Authority, 2019)	19
Gambar 2.5 Daun tanaman kopi arabika (Ferreira et al., 2019).....	20
Gambar 2.6 Akar tanaman kopi arabika (Ferreira et al., 2019).....	21
Gambar 2.7 Tingkat kematangan light roast (Syaukani dkk., 2024).....	48
Gambar 2.8 Tingkat kematangan medium roast (Syaukani dkk., 2024).....	49
Gambar 2.9 Tingkat kematangan dark roast (Syaukani dkk., 2024).....	50
Gambar 2.10 <i>Bifidobacterium</i> sp. (Ghoddusi dan Tamime, 2014)	52
Gambar 2.11 <i>Lactobacillus acidophilus</i> (Pyar & Peh, 2014)	54
Gambar 2.12 <i>Streptococcus thermophilus</i> (Rull dkk., 2011)	56
Gambar 2.13 Kurva Pertumbuhan Mikroba (Wuryanti, 2008)	57
Gambar 4.1 Tingkat Kesukaan Panelis Uji Organoleptik Keseluruhan (<i>Overall</i>) pada Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>) dengan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi.....	95

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Data dan analisis perhitungan nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika (<i>Coffea arabica</i>)	118
Lampiran 2. Data dan analisis perhitungan kadar air (%) kopi arabika (<i>Coffea arabica</i>)	126
Lampiran 3. Data dan analisis perhitungan kadar kafein (%) kopi arabika (<i>Coffea arabica</i>)	134
Lampiran 4. Data dan analisis uji organoleptik aroma (<i>fragrance</i>) seduhan kopi arabika arabika (<i>Coffea arabica</i>).....	144
Lampiran 5. Data dan analisis uji organoleptik keasaman (<i>acidity</i>) seduhan kopi arabika arabika (<i>Coffea arabica</i>).....	146
Lampiran 6. Data dan analisis uji organoleptik kemanisan (<i>sweetness</i>) seduhan kopi arabika arabika (<i>Coffea arabica</i>)	148
Lampiran 7. Tingkat Kesukaan Panelis Uji Organoleptik Keseluruhan (<i>Overall</i>) pada Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>) dengan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi	150
Lampiran 8. Dokumentasi penelitian	150

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi (*Coffea* sp.) merupakan tanaman yang dimanfaatkan manusia sebagai bahan baku untuk membuat minuman (Latunra dkk., 2021). Allah SWT menciptakan berbagai makhluk hidup yang bermanfaat bagi manusia termasuk kopi (*Coffea* sp.). Sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. asy-Syuara [26]: 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?” (QS. asy-Syuara [26]: 7).

Asy-Syaukani (2011) menjelaskan bahwa Allah SWT telah mengingatkan manusia tentang keagungan dan kekuasaan-Nya, dan hanya Allah yang berhak untuk disembah. Az-Zajjaj berkata bahwa makna kata (زَوْجٍ) adalah (نَوْعٍ) atau macam, serta makna kata (كَرِيمٍ) adalah (مُحْمَدٍ) atau baik. Oleh karena itu, maknanya adalah berbagai macam tumbuhan yang bermanfaat, dan tidak ada yang mampu untuk menumbuhkannya kecuali Tuhan Semesta alam. Kementerian Agama Republik Indonesia (2011) juga menjelaskan QS. asy-Syuara [26]: 7 bahwa Allah SWT telah menciptakan di alam raya segala macam tumbuhan dari berbagai jenis yang bermanfaat. Satu di antara tumbuhan yang bermanfaat tersebut adalah kopi (*Coffea* sp.).

Kopi merupakan produk olahan berbentuk minuman yang memiliki aroma dan rasa yang khas, serta juga memberikan manfaat bagi kesehatan, sehingga kopi sangatlah digemari oleh sebagian besar penduduk di dunia (Mangiwa dkk., 2015).

Indonesia menjadi satu di antara negara yang memiliki sektor pertanian penghasil kopi yang unggul dan memiliki nilai ekspor yang tinggi. Total volume ekspor kopi pada tahun 2021 mencapai 387,26 ribu ton dan mengalami peningkatan menjadi 437,56 ribu ton pada tahun 2022 (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2023), sehingga kopi dapat meningkatkan nilai devisa bagi negara. Kopi tersebut akan diekspor ke negara-negara besar, seperti Amerika Serikat, Jepang, dan Jerman dengan jumlah sekitar 60% dari jumlah produksi kopi Indonesia (Rahardjo, 2012).

Untuk memastikan kopi dengan kualitas yang unggul, diperlukan adanya standar mutu, yaitu adanya Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3542-2004 yang menetapkan kriteria mutu kopi bubuk di antaranya, yaitu kriteria uji keadaan (bau, rasa, dan warna), kadar air, kadar kafein, dan nilai derajat keasaman (pH). Persyaratan mutu untuk kopi bubuk berdasarkan SNI 01-3542-2004 menyatakan bahwa batas maksimal nilai derajat keasaman (pH) adalah >4 . Kriteria uji kadar air dengan satuan %b/b untuk persyaratan I dan II adalah maksimal 7%. Kriteria uji kadar kafein dengan satuan %b/b untuk persyaratan I adalah 0,9-2% dan untuk persyaratan II adalah 0,45-2%.

Untuk menilai tingkat kesukaan konsumen terhadap seduhan kopi, Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2346-2006 telah menetapkan uji organoleptik menggunakan uji hedonik. Metode uji ini digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan terhadap suatu produk dengan menggunakan lembar penilaian. Penyajian seduhan kopi bubuk dilakukan dengan menggunakan acuan menurut *Specialty Coffee Association* (SCA) (2018). SCA merupakan organisasi internasional yang memiliki standar *cupping* (pengujian kualitas kopi) tersendiri.

Standar SCA diterapkan untuk menguji cita rasa dan ciri khas kopi (Ramadhan dkk., 2023).

Kopi merupakan produk olahan berbentuk minuman yang mengandung senyawa kafein dan dapat memberikan dampak positif bagi tubuh, yaitu dapat menambah memori, daya konsentrasi (Omega dan Wibisono, 2023), meningkatkan energi dengan cara memberikan efek fisiologis dan dapat menjaga tubuh tetap terjaga dengan cara meningkatkan kerja psikomotor, namun dengan catatan tidak mengonsumsi kopi lebih dari 3-4 cangkir sehari. Secangkir kopi biasanya mengandung 50 mg kafein (Tjahjani dkk., 2021). Menurut SNI 01-7152-2006, batas maksimum kafein dalam produk pangan (makanan atau minuman) adalah 150 mg/hari. Menurut *International Food Information Council Foundation* (IFIC) menyatakan bahwa batas aman konsumsi kafein bagi tubuh adalah 100-150 mg perhari (Yundika dkk., 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Tjahjani dkk. (2021) pada salah satu sampel kopi bubuk dengan kode P1 didapatkan kadar kafein 9,85 mg/g untuk setiap 1 g kopi bubuk. Nilai tersebut masih dalam batas wajar apabila dikonsumsi tidak lebih dari 2 cup sehari atau tidak melebihi batas kadar kafein 100-150 mg perhari. Seduhan kopi bubuk pada umumnya sebanyak 8 g setiap cangkir kopi (*Specialty Coffee Association*, 2018), sehingga apabila setiap 1 g kopi bubuk mengandung kadar kafein 9,85 mg/g, maka untuk 8 g kopi bubuk mengandung kadar kafein 78,8 mg/g. Kopi bubuk dengan kadar kafein tersebut, apabila dikonsumsi lebih dari 2 cup sehari menyebabkan dampak negatif bagi kesehatan, seperti menyebabkan gugup, gelisah, tremor, mual, kejang, insomnia, hipertensi

(Farmakologi UI, 2002 dalam Arwangga dkk., 2016), sakit kepala, agitasi psikomotor, gastrointestinal, dan lainnya (Yonata & Saragih, 2016).

Dampak negatif lainnya yang dapat terjadi apabila mengonsumsi kopi dengan kadar kafein yang tinggi, yaitu menyebabkan berubahnya warna gigi, bau mulut, meningkatkan terjadinya stress, insomnia, stroke, serangan jantung, gangguan pencernaan, penuaan dini, kecanduan, dan tekanan darah tinggi apabila dikonsumsi pada pagi hari disaat perut kosong (Farida dkk., 2013). Kandungan kafein pada setiap biji kopi berbeda tergantung dari jenis kopi dan kondisi geografis kopi tersebut ditanam. Kopi arabika mengandung kadar kafein sekitar 0,4-2,4% dari total berat kering, sedangkan kopi robusta mengandung kadar kafein sekitar 1-2% dengan kandungan asam organik sekitar 10,4% (Petracco, 2005 dalam Farida dkk., 2013).

Penurunan kadar kafein pada kopi dapat dilakukan dengan menggunakan metode fermentasi (Wamuyu *et al.*, 2017). Menurut Omega & Wibisono (2023), fermentasi pada kopi robusta dapat menurunkan kadar kafein dengan hasil tertinggi didapatkan pada perlakuan tanpa fermentasi, yaitu 3,47%. Sedangkan kadar kafein terendah didapatkan pada perlakuan fermentasi selama 54 jam dengan hasil 1,98%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Siregar dkk. (2020), bahwa fermentasi pada kopi arabika dapat menurunkan kadar kafein dengan hasil tertinggi didapatkan pada perlakuan tanpa fermentasi, yaitu 1,42%. Sedangkan kadar kafein terendah didapatkan pada perlakuan fermentasi dengan penambahan bakteri 30 mL dan substrat 70 mL didapatkan hasil 0,71%.

Fermentasi merupakan proses untuk menghasilkan energi dengan merombak senyawa organik atau proses untuk menghasilkan produk

menggunakan peran mikroorganisme, seperti bakteri asam laktat (Fawzan dkk., 2019). Bakteri asam laktat memiliki kemampuan mengurangi kadar kafein pada biji kopi yang disimpan dalam vakuola (Hartono & Azimata, 2019), karena dapat menghasilkan enzim protease yang menghidrolisis protein menjadi asam amino pada membran sel biji kopi. Hal tersebut menyebabkan kandungan kafein dalam membran sel akan keluar dan larut saat dilakukan pencucian dengan air mengalir (Utama dkk., 2022).

Penelitian tentang penurunan kadar kafein yang dilakukan oleh Siregar dkk. (2020) menggunakan bakteri asam laktat berupa starter *Lactobacillus* sp didapatkan hasil tertinggi pada perlakuan tanpa fermentasi menggunakan bakteri asam laktat, yaitu 1,42%. Sedangkan kadar kafein terendah didapatkan pada perlakuan fermentasi menggunakan bakteri asam laktat sebanyak 30 ml dan substrat 70 ml dengan hasil 0,71%. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Adrianto dkk. (2020) menggunakan kultur campuran bakteri asam laktat berupa starter *Leuconostoc mesenteroides* B-155 dan *Lactobacillus plantarum* B-76 didapatkan hasil tertinggi pada perlakuan tanpa fermentasi dengan hasil 1,11%. Sedangkan kadar kafein terendah didapatkan pada perlakuan fermentasi menggunakan starter dan lama fermentasi 24 jam dengan hasil 0,28%.

Konsentrasi bakteri asam laktat menentukan hasil fermentasi kopi. Semakin tinggi konsentrasi bakteri asam laktat selama fermentasi, semakin banyak enzim yang dihasilkan untuk menguraikan senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga dapat meningkatkan kualitas biji kopi (Usman dkk., 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Khairani (2021) bahwa fermentasi kopi arabika menggunakan konsentrasi 30% bakteri asam laktat dari

yoghurt menunjukkan nilai kadar kafein tertinggi, yaitu 1,8%. Sedangkan fermentasi kopi arabika menggunakan konsentrasi 45% bakteri asam laktat dari yoghurt menunjukkan nilai kadar kafein terendah, yaitu 1,3%. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Sani dkk. (2023) menggunakan mikroba *Aspergillus niger* menunjukkan bahwa fermentasi kopi robusta menggunakan konsentrasi 1% *A. niger* menghasilkan nilai kadar kafein tertinggi, yaitu 3,47%. Sedangkan fermentasi kopi robusta menggunakan konsentrasi 5% *A. niger* menghasilkan nilai kadar kafein terendah, yaitu 2,77%.

Penurunan kadar kafein sebanding dengan lamanya fermentasi (Pratiwi dkk., 2023). Namun, fermentasi kopi yang terlalu singkat atau terlalu lama dapat mengurangi cita rasa kopi atau menyebabkan *over fermented* (Saripah dkk., 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Izzati dkk. (2022) bahwa lama fermentasi 12 jam pada kopi arabika menunjukkan nilai kadar kafein tertinggi, yaitu 1,4%. Sedangkan lama fermentasi 48 jam pada kopi arabika menunjukkan nilai kadar kafein terendah, yaitu 0,68%. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Tawali dkk. (2018) bahwa lama fermentasi 12 jam pada kopi robusta menunjukkan nilai kadar kafein tertinggi, yaitu 2,34%. Sedangkan lama fermentasi 48 jam pada kopi robusta menunjukkan nilai kadar kafein terendah, yaitu 1,09%.

Fermentasi kopi yang terlalu lama menyebabkan kopi menjadi asam. Hal ini terjadi karena terbentuknya asam-asam alifatik, sehingga jika fermentasi diperpanjang, komposisi kimia biji kopi akan berubah, seperti asam-asam alifatik yang bertransformasi menjadi ester-ester asam karboksilat yang dapat menyebabkan cacat dan aroma busuk pada kopi (Oktadina dkk., 2013). Cacatnya hasil fermentasi kopi yang disebabkan karena *over fermented* berhubungan

dengan siklus pertumbuhan mikroba yang telah sampai pada fase kematian. Fase kematian mikroba ini akan mengakibatkan terjadinya lisis dari pada setiap sel bakteri (Wahyuningsih & Zulaika, 2019).

Indonesia mengembangkan kopi luwak (*Civet coffe*) yang dihasilkan melalui proses fermentasi dalam sistem pencernaan hewan luwak (*Paradoxurus hermaphroditus*) dan dikeluarkan bersama feses (Usman dkk., 2015). Fermentasi yang terjadi pada pencernaan hewan luwak dibantu secara aktif oleh mikroba yang berada di usus halus (*intestinum tenue*) dan usus buntu (*caecum*). Mikroba tersebut berperan penting selama proses fermentasi dalam menguraikan protein dan karbohidrat yang terkandung pada biji kopi. Prinsip fermentasi dalam pengolahan biji kopi adalah menguraikan senyawa-senyawa pada lapisan lendir biji kopi secara alami dengan bantuan mikroba dan enzim dari sistem pencernaan luwak, serta oksigen dari udara. Hasil akhir fermentasi ini ditandai dengan pengelupasan lapisan lendir yang menutupi kulit tanduk biji kopi (Marcella & Mulyanti, 2022). Proses fermentasi ini mengubah komposisi kimia biji kopi, sehingga meningkatkan cita rasa dan aroma kopi luwak khas dibandingkan dengan kopi biasa (Marcone, 2004).

Penelitian yang dilakukan oleh Muzaifa *et al.* (2019) mengidentifikasi fenotipe bakteri asam laktat yang diisolasi dari saluran pencernaan luwak (*P. hermaphroditus*) menunjukkan adanya berbagai jenis bakteri asam laktat, yaitu *Lactobacillus fructivorans*, *L. brevis*, *Lactococcus lactis* spp. *lactis*, dan *Pediococcus pentasaceus*. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Sibarani *et al.* (2023) mengidentifikasi isolat bakteri asam laktat yang diisolasi dan diperoleh dari feses luwak pandan (*P. hermaphroditus*) menunjukkan adanya 27 isolat

bakteri dari genus *Lactobacillus* dan 17 isolat bakteri dari genus *Bifidobacterium*. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Afriyanti (2020) mengidentifikasi isolat bakteri asam laktat yang diisolasi dari feses luwak menunjukkan adanya bakteri *Lactobacillus brevis*, *L. plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *L. paramesenteroides*, dan *Streptococcus faecium*.

Kopi luwak memiliki keunikan tersendiri dalam prosesnya, sehingga menimbulkan berbagai pertanyaan, terutama terkait dengan status halal dan aspek kebersihannya. Allah SWT telah menjelaskan dalam al-Quran tentang hal-hal yang dianggap najis atau menjijikan (*al-khabits*). Sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. al-Araf [7]: 157:

الَّذِينَ يَتَّبِعُونَ الرَّسُولَ النَّبِيَّ الْأُمِّيَّ الَّذِي يَجِدُونَهُ مَكْتُوبًا عِنْدَهُمْ فِي التَّوْرَةِ وَالْإِنْجِيلِ يَأْمُرُهُمْ بِالْمَعْرُوفِ وَيَنْهَاهُمْ عَنِ الْمُنْكَرِ وَيُحِلُّ لَهُمُ الطَّيِّبَاتِ وَيُحَرِّمُ عَلَيْهِمُ الْخَبَائِثَ وَيَضَعُ عَنْهُمْ إِصْرَهُمْ وَالْأَغْلَالَ الَّتِي كَانَتْ عَلَيْهِمْ ۚ فَالَّذِينَ ءَامَنُوا بِهِ وَعَزَّرُوهُ وَنَصَرُوهُ وَاتَّبَعُوا النُّورَ الَّذِي أُنْزِلَ مَعَهُ ۚ أُولَٰئِكَ هُمُ الْمُفْلِحُونَ

Artinya: “(Yaitu) orang-orang yang mengikut Rasul, Nabi yang ummi yang (namanya) mereka dapati tertulis di dalam Taurat dan Injil yang ada di sisi mereka, yang menyuruh mereka mengerjakan yang ma'ruf dan melarang mereka dari mengerjakan yang mungkar dan menghalalkan bagi mereka segala yang baik dan mengharamkan bagi mereka segala yang buruk dan membuang dari mereka beban-beban dan belenggu-belenggu yang ada pada mereka. Maka orang-orang yang beriman kepadanya, memuliakannya, menolongnya dan mengikuti cahaya yang terang yang diturunkan kepadanya (Al Quran), mereka itulah orang-orang yang beruntung.” (QS. al-Araf [7]: 157).

Syah & Rahmi (2020) menjelaskan QS. al-Araf [7]: 157 bahwa Allah SWT menghalalkan segala yang baik-baik dan mengharamkan segala yang buruk (*al-khabaits*). Beberapa di antaranya yang termasuk *al-khabaits* adalah bangkai, darah, babi, anjing, tahi, dan kotoran baik itu kotoran manusia maupun kotoran hewan, termasuk kotoran hewan luwak. Ibn Mandzur dalam Miswanto & Musaffa (2023) juga menjelaskan kata *al-khabaits* bermakna segala sesuatu yang dianggap

kotor dan tidak boleh dimakan. Lubis (2022) juga menjelaskan dalam al-Quran terdapat beberapa kategori makanan yang diharamkan untuk dikonsumsi, salah satunya yaitu semua makanan yang dipandang menjijikan, termasuk kopi luwak yang diproses melalui pencernaan luwak dan keluar bersama kotorannya.

Kopi luwak adalah kopi yang digemari oleh penikmat kopi, karena memiliki cita rasa dan aromanya yang khas. Meningkatnya permintaan produk tersebut menyebabkan biaya produksi menjadi mahal dan dapat mengancam populasi luwak liar di alam. Oleh karena itu, diperlukan alternatif lain yang lebih ramah lingkungan dalam pembuatan kopi luwak tanpa mengurangi kualitasnya (Rubiyo & Towaha, 2013). Salah satu alternatif ini adalah dengan memanfaatkan mikroba probiotik yang terdapat dalam yoghurt. Beberapa mikroba yang ditemukan dalam produk olahan susu (yoghurt), yaitu *Bifidobacterium* sp. (Anindita & Anwar, 2021), *Streptococcus thermophilus*, *S. salivarius*, *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. delbrueckii*, *L. casei*, dan *L. bifidus* (Helferich dkk., 1980 dalam Hafsah & Astriana, 2012).

Produk *Healthy Yoghurt Home Made by Ummu Hisyam* menggunakan kandungan starter murni, yaitu bakteri asam laktat (kultur) campuran yang terdiri dari beberapa spesies, seperti *Bifidobacterium bifidum*, *B. infantis*, *B. longum*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus acidophilus*. Merk dari starter yang digunakan adalah Lactin (Bifidum – Bio Yogurt Starter Culture). Penelitian menggunakan bakteri asam laktat dari *Healthy Yoghurt Home Made by Ummu Hisyam* penting untuk dilakukan karena masih belum ada penelitian yang menggunakan bakteri asam laktat (kultur) campuran tersebut.

Kopi arabika (*Coffea arabica*) dipilih dalam penelitian ini karena memiliki produktivitas yang tinggi, kualitas fisik biji yang baik, kualitas seduhan yang bagus, cita rasa yang enak, dan pasar yang luas dengan harga jual yang menguntungkan (Alnopri & Hermawan, 2011). Kopi arabika adalah jenis kopi tradisional yang paling banyak diminati, karena memiliki rasa yang enak (Martauli, 2018). Kopi arabika juga memiliki karakteristik biji yang lebih besar dibandingkan kopi robusta, memiliki cita rasa yang lebih asam, tekstur yang lebih lembut, serta aroma yang harum (Mahardhika dkk., 2022).

Tanaman kopi dalam penelitian ini berasal dari Kabupaten Malang. Kabupaten Malang berpotensi besar pada komoditas pertanian penghasil kopi dikarenakan memiliki kondisi geografis yang mendukung pertumbuhan kopi. Topografi Kabupaten Malang didominasi oleh dataran tinggi dan dikelilingi oleh beberapa pegunungan, serta dataran rendah (Susenas, 2010 dalam Putri & Perdinan, 2018).

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian dengan judul “Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap Mutu Kopi Arabika (*Coffea arabica*)” penting untuk dilakukan, sehingga dapat menghasilkan kopi dengan kualitas mutu yang lebih baik lagi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengembangan industri kopi di Kota Malang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt terhadap mutu kopi arabika (*Coffea arabica*)?

2. Apakah terdapat pengaruh lama fermentasi terhadap mutu kopi arabika (*Coffea arabica*)?
3. Apakah terdapat pengaruh kombinasi konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi terhadap mutu kopi arabika (*Coffea arabica*)?
4. Apakah terdapat pengaruh konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi terhadap atribut organoleptik kopi arabika (*Coffea arabica*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt terhadap mutu kopi arabika (*Coffea arabica*).
2. Untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap mutu kopi arabika (*Coffea arabica*).
3. Untuk mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi terhadap mutu kopi arabika (*Coffea arabica*).
4. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi terhadap atribut organoleptik kopi arabika (*Coffea arabica*).

1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt berpengaruh terhadap mutu kopi arabika (*Coffea arabica*).

2. Lama fermentasi berpengaruh terhadap mutu kopi arabika (*Coffea arabica*).
3. Kombinasi konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi berpengaruh terhadap mutu kopi arabika (*Coffea arabica*).
4. Konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi berpengaruh terhadap atribut organoleptik kopi arabika (*Coffea arabica*).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperoleh informasi ilmiah mengenai cara untuk menurunkan kadar kafein pada kopi.
2. Diperoleh informasi ilmiah mengenai cara untuk meningkatkan cita rasa pada kopi.
3. Diperoleh informasi ilmiah untuk penelitian kopi selanjutnya.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis kopi arabika (*Coffea arabica*) yang digunakan berasal dari Kabupaten Malang.
2. Yoghurt yang digunakan berasal dari industri rumah tangga yang bergerak di bidang makanan dan minuman, yaitu “*Healthy Yoghurt Home Made by Ummu Hisyam*” milik Ibu Ninda. Starter untuk pembuatan yoghurt menggunakan merk dari Bifidum – Bio Yoghurt Starter Culture.
3. Mutu kopi penelitian ini terdiri dari pengukuran nilai derajat keasaman (pH), kadar air, kadar kafein, dan uji organoleptik.

4. Hasil pengukuran nilai derajat keasaman (pH), kadar air, dan kadar kafein disesuaikan berdasarkan persyaratan mutu untuk kopi bubuk menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3542-2004).
5. Uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan metode uji hedonik (uji kesukaan) menurut acuan SNI 01-2346-2006.
6. Penyajian sampel untuk uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan acuan menurut *Specialty Coffee Association* (SCA) (2018).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Kopi dalam Perspektif al-Quran dan Sains

2.1.1 Tinjauan Kopi dalam Perspektif al-Quran

Satu di antara tanaman lainnya yang dapat dimanfaatkan manusia sebagai sumber rezeki adalah Kopi (*Coffea* sp.). Sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. al-Qasas [28]: 57:

وَقَالُوا إِن نَّتَّبِعِ الْهُدَىٰ مَعَكَ نُتَخَطَّفُ مِنْ أَرْضِنَا ۖ أَوَلَمْ نُمَكِّنْ لَهُمْ حَرَمًا ءَامِنًا يُجْبَىٰ إِلَيْهِ ثَمَرَاتُ كُلِّ شَيْءٍ رِّزْقًا مِّن لَّدُنَّا وَلَكِنَّ أَكْثَرَهُمْ لَا يَعْلَمُونَ

Artinya: “Dan mereka berkata, ‘Jika kami mengikuti petunjuk bersama engkau, niscaya kami akan diusir dari negeri kami.’ (Allah berfirman) Bukankah Kami telah meneguhkan kedudukan mereka dalam tanah haram (tanah suci) yang aman, yang didatangkan ke tempat itu buah-buahan dari segala macam (tumbuh-tumbuhan) sebagai rezeki (bagimu) dari sisi Kami? Tetapi kebanyakan mereka tidak mengetahui.” (QS. al-Qasas [28]: 57).

Al-Sheikh (2003), makna dari (يُجْبَىٰ إِلَيْهِ ثَمَرَاتُ كُلِّ شَيْءٍ) adalah seluruh macam buah-buahan dari sekeliling Tha-id dan lain-lain, demikian pula berbagai barang dagangan dan rumah tangga (zaman sekarang dari seluruh dunia). Kemudian makna dari (رِزْقًا مِّن لَّدُنَّا) adalah untuk menjadi rezeki bagi mereka. Kementerian Agama Republik Indonesia (2011) juga menjelaskan QS. al-Qasas [28]: 57 bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai macam buah-buahan dan tumbuh-tumbuhan yang dapat dimanfaatkan manusia sebagai sumber rezeki. Satu di antara tumbuhan tersebut adalah kopi (*Coffea* sp.).

Kata kopi berasal dari bahasa Arab, yaitu (قهوة) “*qahwah*” yang pada masa itu digunakan untuk menyebut minuman anggur, sedangkan kata “*bunn*” yang pada masa itu digunakan untuk menyebut kacang-kacangan, sehingga disebutlah

“*qahwah al-bunn*” yang artinya minuman mirip anggur yang berasal dari biji-bijian, seperti kacang. Kemudian kata “*qahwah*” menjadi lebih sering digunakan untuk menyebut minuman kopi, sedangkan kata “*bunn*” akhirnya lebih digunakan untuk menyebut biji kopi (El Syam & Nugroho, 2023). Kopi merupakan produk olahan berbentuk minuman yang sangatlah populer dan digemari oleh sebagian besar penduduk di Indonesia, karena memiliki aroma dan rasanya yang khas, serta dapat bermanfaat untuk kesehatan tubuh. Sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. Yasin [36]: 35:

لِيَأْكُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ وَمَا عَمِلَتْهُ أَيْدِيهِمْ أَفَلَا يَشْكُرُونَ

Artinya: “*Agar mereka dapat makan dari buahnya, dan dari hasil usaha tangan mereka. Maka mengapa mereka tidak bersyukur.*” (QS. Yasin [36]: 35).

Ath-Thabari (2007) menjelaskan bahwa Abu Ja’far berkata maksud dari ayat ini adalah Kami adakan kebun-kebun ini di bumi agar hamba-hamba-Ku memakan sebagian buah-buahan, serta hasil usaha mereka. Kementerian Agama Republik Indonesia (2011) juga menjelaskan QS. Yasin [36]: 35 bahwa manusia dianjurkan untuk memanfaatkan tumbuhan yang telah disediakan Allah dalam jumlah yang melimpah di alam raya. Manusia diizinkan Allah SWT untuk mengolah dan memodifikasi produk alam tersebut sesuai dengan keperluannya. Satu di antara produk tersebut adalah tanaman kopi yang diolah menjadi minuman, sehingga dapat manfaat bagi umat manusia.

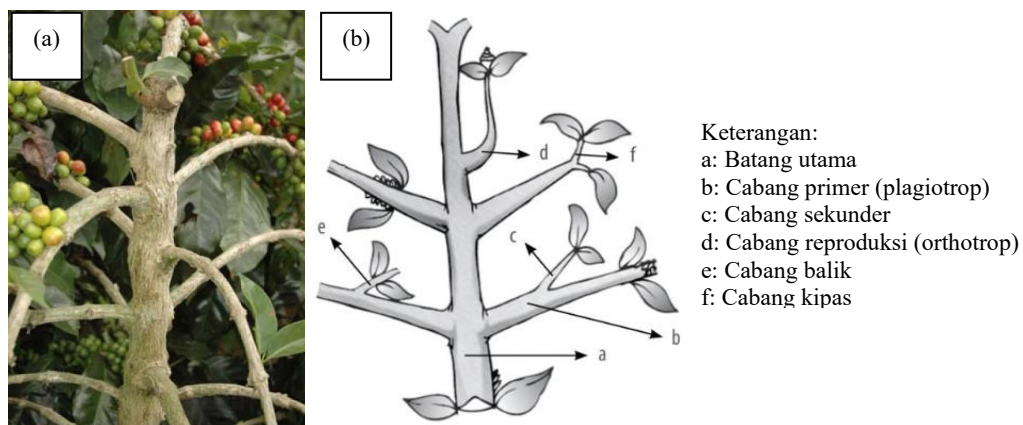
2.1.2 Tinjauan Kopi dalam Perspektif Sains

2.1.2.1 Tinjauan Umum Kopi

Kopi (*Coffea* sp.) adalah tanaman hasil perkebunan yang memiliki nilai ekonomi yang unggul. Kopi menjadi sumber devisa dan juga sumber penghasilan bagi lebih dari 1,5 juta petani kopi di Indonesia (Poerwanty & Nildayanti, 2021).

Indonesia menempati posisi keempat sebagai produsen kopi terbesar di dunia, setelah negara Brazil, Vietnam, dan Kolombia (Internasional Coffe Organization, 2017). Kopi yang biasanya dikenal terdiri dari empat varietas, yaitu kopi robusta (*Coffea canephora*), kopi arabika (*Coffea arabika*), kopi ekselsa (*Coffea liberica* var. *dewevrei*), dan kopi liberika (*Coffea liberica* var. *liberica*) (Panggabeau, 2011).

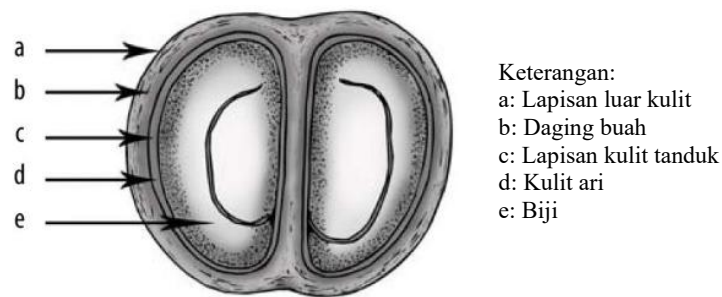
Jenis kopi yang paling banyak dibudidayakan adalah kopi arabika (*Coffea arabica*) dan kopi robusta (*Coffea robusta*) (Sulistyaningtyas, 2017). Kopi merupakan minuman yang saat ini sangatlah populer dan digemari oleh banyak orang di seluruh dunia, terutama di Indonesia. Kopi memiliki aroma dan rasanya yang khas, serta dapat bermanfaat untuk kesehatan tubuh. Biji kopi memiliki berbagai kandungan senyawa kimia, yaitu kafein, mineral, protein, karbohidrat, lemak, trigonelin, asam klorogenat, asam alifatik (asam karboksilat), komponen volatil, dan sebagainya (Mangiwa dkk., 2015).



Gambar 2.1 (a) Batang utama, (b) Ilustrasi Percabangan Tanaman Kopi (Panggabeau, 2011)

Tanaman kopi termasuk dalam jenis tanaman dikotil (berkeping dua) (Panggabeau, 2011). Tanaman ini memiliki akar tunggang yang dilengkapi serabut

dan rambut akar yang tumbuh di sepanjang cabang akarnya. Batang utamanya tumbuh tegak dan memiliki beberapa jenis percabangan, yaitu cabang primer (plagiotrop), cabang sekunder, cabang reproduksi (orthotrop), cabang kipas, dan cabang balik (Hakim, 2021) (**Gambar 2.1**). Sistem percabangan tanaman ini memiliki berbagai jenis cabang yang memiliki sifat dan fungsi yang berbeda, sehingga menjadikan sistem percabangan tanaman ini agak sedikit berbeda dengan tanaman lainnya (Budiman, 2012).



Gambar 2.2 Ilustrasi Penampang buah kopi (Panggabea, 2011)

Tanaman kopi memiliki daun yang tumbuh berpasangan secara berlawanan arah, dengan warna daun hijau mengilap. Daunnya berbentuk lonjong, memiliki tulang daun yang terlihat jelas, serta tepi daun yang halus dan berombak. Tanaman kopi membutuhkan waktu sekitar 3 tahunan untuk dapat perkecambahan hingga berbunga dan dapat menghasilkan buah kopi. Buah kopi biasanya matang dalam rentang waktu 7 – 12 bulan (Rahardjo, 2012). Letak bakal buahnya di bawah dan berisikan 2 buah bakal biji (*ovule*). Kulit luar (*exocarp*) yang berwarna merah, berairnya daging buah (*mesocarp*), dan kerasnya kulit tanduk (*endocarp*) merupakan bagian dari dinding buah (*pericarp*) (**Gambar 2.2**). Pulp adalah sebutan dari daging buah (*mesocarp*) yang banyak dikenal (Rahardjo, 2021).



Gambar 2.3 Bunga kopi (Panggabean, 2011)

Kopi yang biasanya dipanen pada perkebunan adalah buah kopi merah. Pematangan buah kopi terjadi sejak terbentuknya bakal bunga menjadi bunga yang siap mekar, kemudian terjadi proses persarian serta perkawinan antara sel telur dan sel jantan di dalam bakal biji dan buah, pada akhirnya bakal buah akan tumbuh dan berkembang menjadi buah dewasa dan masak. Tanaman kopi memiliki susunan bunga yang terdiri dari kepala sari, benang sari, tangkai sari, dan bakal buah (Rahardjo, 2021). Bunga tanaman kopi tumbuh di ketiak daun dalam bentuk rangkaian berkelompok yang disebut bunga majemuk. Bunganya berwarna putih, harum, dan bunganya berumah satu (*monoceus*) (Hakim, 2021) **(Gambar 2.3).**

2.1.2.2 Klasifikasi Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Klasifikasi kopi arabika (*Coffea arabica*) menurut Rahardjo (2012) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Order	: Gentianales
Family	: Rubiaceae
Genus	: <i>Coffea</i>
Species	: <i>Coffea arabica</i>

2.1.2.3 Morfologi Kopi Arabika (*Coffea arabica*)



Gambar 2.4 Kopi arabika (*Coffea arabica*) (Uganda Coffee Development Authority, 2019)

Kopi arabika (*Coffea arabica*) (**Gambar 2.4**) dapat tumbuh optimal di daerah dengan ketinggian antara 1.000-2.100 mdpl. Semakin tinggi daerah perkembunan kopi, semakin baik juga cita rasa biji kopi. Beberapa daerah penanaman jenis kopi arabika yang terkenal di Indonesia adalah Provinsi Sumatera Utara (Kabupaten Dairi, Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Humbang, Kabupaten Tobasa, Kabupaten Karo, dan Kabupaten Mandailing), Provinsi Lampung, Provinsi Aceh, dan beberapa Provinsi di Pulau Jawa,

Sulawesi, dan Bali (Panggabean, 2011). Kopi arabika secara genetik merupakan satu-satunya tanaman dengan tipe allotetraploid, sedangkan jenis kopi lainnya secara genetik memiliki tipe diploid. Tanaman kopi arabika umumnya melakukan penyerbukan sendiri (*self fertile*), sedangkan jenis tanaman kopi lainnya cenderung melakukan penyerbukan silang (*self sterile*) (Randriani & Dani, 2018).



Gambar 2.5 Daun tanaman kopi arabika (Ferreira et al., 2019)

Kopi arabika merupakan tanaman yang memiliki karakter morfologi khas, yaitu tajuknya kecil dan ramping. Daun kopi arabika memiliki ciri ramping, memanjang, tebal, berwarna hijau tua, dan bertekstur bergelombang seperti talang air (**Gambar 2.5**). Biji kopi arabika memiliki bentuk agak memanjang dengan bidang cembungnya tidak terlalu tinggi (Panggabean, 2011). Tanaman ini memiliki bunga kecil dengan kelopak bunga berwarna hijau yang menutupi bakal buah, tempat bakal biji berada. Tanaman ini mulai berbunga sekitar usia 2 tahun dengan bunga yang tumbuh dari ketiak daun pada batang utama (Budiman, 2012). Kopi arabika membutuhkan waktu sekitar 6-8 bulan dari munculnya buah kuncup hingga buah matang (Prastowo dkk., 2010).



Gambar 2.6 Akar tanaman kopi arabika (Ferreira et al., 2019)

Kopi arabika merupakan tanaman yang tumbuh lebat dan membentuk pohon perdu berukuran kecil. Akar tanaman ini tumbuh lebih dalam dibandingkan kopi robusta, sehingga kopi arabika lebih tahan terhadap kekeringan. Tanaman ini memiliki percabangan yang lentur dengan daun yang tipis (Rahardjo, 2012). Tanaman ini pada umumnya memiliki perakaran yang dangkal, dikarenakan sebagian besar menyebar di dekat permukaan tanah (0-30 cm) (**Gambar 2.6**). Tanaman ini termasuk ke dalam kelompok Typica yang memiliki bentuk tajuk tinggi, yaitu mencapai sekitar 3,5-4 m (Randriani & Dani, 2018).

2.1.2.4 Syarat Pertumbuhan Tanaman Kopi

Faktor utama yang mempengaruhi produktivitas tanaman kopi adalah kondisi lingkungan lokasi tumbuhnya, meliputi tinggi tempat, curah hujan, dan lainnya. Oleh karena itu, jenis kopi yang ditanam perlu dikondisikan dengan lingkungannya (Ernawati dkk., 2008). Syarat pertumbuhan tanaman kopi adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Syarat Kondisi Iklim dan Tanah yang Optimum Untuk Kopi Robusta dan Kopi Arabika

Syarat Pertumbuhan	Jenis Kopi	
	Kopi Robusta	Kopi Arabika
Iklim		
Tinggi Tempat	300-600 mdpl	700-1.400 mdpl
Suhu	24-30°C	15-24°C
Rata-rata Curah Hujan	1.500-3.000 mm/th	2.000-4.000 mm/th
Jumlah Bulan Kering	1-3 bulan/tahun	1-3 bulan/tahun
Tanah		
pH Tanah	5,5-6,5	5,3-6,0
Kandungan Bahan Organik	Minimal 2%	Minimal 2%
Kedalaman tanah efektif	>100 cm	>100 cm
Kemiringan Tanah Maksimum	40%	40%

Sumber: Ernawati dkk. (2008)

Bentuk fisiologis kopi arabika dipengaruhi oleh lingkungan tempat tumbuhnya. Beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi diantaranya adalah ketinggian tempat, suhu, curah hujan, kondisi tanah, dan lainnya. Perbedaan ketinggian tempat berpengaruh terhadap kondisi iklim dan cuaca, sehingga menyebabkan perbedaan suhu dan kelembaban yang akan berakibat pada aktivitas fisiologis tanaman (Prawoto, 2007 dalam Cahyadi dkk., 2021). Perbedaan kondisi iklim yang disebabkan karena variasi ketinggian lokasi tumbuh tanaman akan berdampak pada kualitas dan cita rasa kopi. Ketinggian lokasi juga berdampak pada curah hujan. Semakin tinggi suatu tempat, maka semakin tinggi juga curah hujannya (Cahyadi dkk., 2021).

Kombinasi antara curah hujan dan suhu akan mempengaruhi mekanisme fotosintesis pada tanaman. Tingginya suhu menyebabkan terjadinya translokasi fotosintesis berlangsung lebih cepat, sehingga tanaman cenderung tumbuh lebih awal (Asfaw *et al.*, 2019). Semakin tinggi suatu tempat, semakin meningkat juga

sifat kimia tanahnya, seperti pH, Na, N-total, C-organik, dan KTK. Semakin tingginya tempah dan beberapa sifat kimia tanah tersebut akan mempengaruhi dalam peningkatan kualitas fisik biji kopi arabika, termasuk persentase biji normal dan berat 100 biji (Supriyadi dkk., 2016).

2.1.2.5 Kandungan Senyawa Fitokimia Kopi

Kopi mengandung berbagai senyawa kimia yang kompleks, seperti kafein, asam klorogenat, asam organik, asam amino, trigonelin, karbohidrat, lemak, mineral, dan aroma volatile (Mulato dkk., 2001 dalam Wulandari & Marpaung, 2022). Kopi memiliki sedikit kandungan nutrisi, namun kopi memiliki lebih dari ribuan senyawa kimia alami, seperti karbohidrat, lipid, vitamin, mineral, alkaloid, senyawa nitrogen, dan senyawa fenolik. Beberapa di antara bahan kimia tersebut berpotensi baik bagi tubuh, namun beberapa di antara lainnya dapat berpotensi tidak baik bagi tubuh. Salah satu senyawa alkaloid yang berbahaya bagi tubuh apabila dikonsumsi berlebihan adalah kafein (Spiller 1998 dalam Wachamo, 2017).

1. Kafein

Kafein adalah senyawa kimia alkaloid yang diturunkan dari basa purin (xantine). Secara alami, kafein terdapat pada lebih dari 60 jenis tanaman, seperti kopi (1-1,5%), teh (1-4,8%), dan biji kola (2,7-3,6%). Kafein molekul juga dikenal dengan nama 1,3,7-trimethylxanthine. Titik leleh dari kafein adalah 227-228°C (anhydrous) dan 235°C (monohydrate). Titik didid dari kafein adalah 178°C (Misra, 2008; Mumin, 2006 dalam Purba & Andaka, 2018). Kandungan kafein pada kopi ditemukan pada bagian membran sel biji kopi, yang terdiri dari 52% protein, 8% karbohidrat, dan 40% lemak.

Pemecahan protein di membran sel biji kopi bertujuan untuk menurunkan kadar kafein, dengan bantuan enzim protease sebagai pemecah (hidrolisis) protein (Utama dkk., 2022).

Kafein merupakan salah satu senyawa alkaloid yang terdapat pada biji kopi dan disimpan di dalam vakuola (Robinson, 1995 dalam Wulandari & Marpaung, 2022). Vakuola merupakan organel sel yang terdapat pada semua jenis tumbuhan, hewan, sel bakteri, jamur, dan beberapa protista. Vakuola berisi air yang mengandung molekul organik maupun anorganik termasuk enzim. Vakuola juga dapat berisi asam amino, asam organik, garam kristal, glukosa, gas, dan alkaloid. Vakuola berfungsi sebagai tempat penyimpanan sisa-sisa metabolisme dan produk metabolik sekunder penimbunan sisa metabolisme dan metabolik sekunder, seperti tanin, alkaloid, kalsium oksalat, dan getah karet (Hartono & Azimata, 2019; Ramdhini dkk., 2021).

Vakuola pada tumbuhan dibatasi oleh selaput tipis (tonoplas) atau disebut juga membran vakuola. Tonoplas berfungsi untuk memisahkan antara isi vakuola dengan sitoplasma sel. Fungsi vakuola pada tumbuhan, selain sebagai tempat penyimpanan, juga berfungsi untuk menjaga tekanan ke dinding sel. Protein yang terdapat pada tonoplas (aquaporins) akan mengontrol aliran air yang masuk dan keluar dari vakuola melalui transpor aktif (Ramdhini dkk., 2021).

2. Asam klorogenat

Asam klorogenat adalah senyawa fenolik yang biasanya ditemukan dalam biji kopi dengan konsentrasi tinggi, yaitu sekitar 7-10%. Senyawa ini terbentuk dari ester asam trans-kinamat, seperti asam quinat dan asam kafeat

yang berguna dalam memberikan rasa dan aroma kopi (Ardiansyah dkk., 2018). Asam klorogenat termasuk ke dalam golongan senyawa fenolik dan memiliki sifat yang larut dalam air. Senyawa ini terbentuk melalui esterifikasi antara asam quinic dan asam trans-kinnamic tertentu, seperti asam kafeat, asam ferulat, dan asam p-coumaric. Isomer utama asam klorogenat dalam kopi, meliputi caffeoylquinic (CQA), asam dicaffeoylquinic (diCQA), asam p-couma-roylquinic (p-CQA), dan asam feruloylquinic (FQA) dalam jumlah yang lebih sedikit (Clifford dkk., 1999; Trugo & Macrae, 1984 dalam Farah *et al.*, 2006).

Selama proses fermentasi, kafein diubah menjadi senyawa ester berupa asam klorogenat melalui reaksi esterifikasi (Larassati dkk., 2021). Reaksi esterifikasi menyebabkan pemecahan senyawa kafein menjadi asam klorogenat. Senyawa kafein tersebut kemudian akan terlepas dengan ukuran dan berat molekul yang lebih kecil, sehingga dapat dengan mudah berdifusi melewati dinding sel, serta dapat larut dalam air. Asam klorogenat yang terlepas dari kafein, kemudian akan berdekomposisi menjadi senyawa organik lain dan selanjutnya akan larut ke dalam media fermentasi. Semakin lama proses pelarutan maka semakin banyak juga asam klorogenat yang akan larut ke dalam media fermentasi (Tawali dkk., 2018).

3. Senyawa Volatil

Senyawa volatil adalah senyawa organik dengan rentang berat molekul antara 50-200 Dalton, sehingga senyawa mudah menguap dan berdifusi dalam tahap gas, serta dalam sistem biologis. Senyawa volatil dapat dengan mudah menguap disebabkan oleh salah satu faktor, yaitu apabila

adanya kenaikan suhu. Proses pengeringan pada bagian tanaman tertentu dapat mengubah kadar senyawa volatil dalam flavor. Pengeringan ini juga dapat mengakibatkan hilangnya senyawa volatil dalam suatu produk, disebabkan dari reaksi oksidasi dan hidrolisis (Masriany dkk., 2020). Senyawa volatil yang terdapat dalam kopi dihasilkan dari berbagai senyawa dalam biji kopi hijau termasuk gula, asam amino, lipid, trigonelin, asam klorogenat, dan karotenoid (Lee *et al.*, 2017).

Aroma yang terdapat pada kopi memiliki hubungan yang erat dengan senyawa volatil, yang melibatkan lebih dari 800 jenis senyawa dengan berbagai gugus fungsi. Senyawa volatil pada kopi yang telah melalui proses pemanggangan umumnya, meliputi alkohol, anhidrida, aldehida, fenol, keton, lakton, dan berbagai kandungan nitrogen (piridin, pirrol, dan pirazin) (Sari dkk., 2023). Aroma kopi yang ditangkap oleh indera penciuman adalah hasil dari penguapan senyawa volatil pada kopi. Aroma kopi yang lebih tajam muncul karena lama penyangraian menyebabkan senyawa volatil sebagai prekursor pembentukan aroma mengalami penguapan (Widyasari dkk., 2023). Cita rasa dan aroma kopi dipengaruhi oleh banyaknya senyawa cita rasa volatil dan non volatil yang terbentuk melalui reaksi *mailard* selama proses penyangraian (Towaha & Rubiyo, 2016).

4. Asam Amino

Asam amino adalah suatu komponen utama penyusun protein yang terbagi menjadi 2 jenis, yaitu asam amino esensial dan asam amino non-esensial. Asam amino esensial tidak dapat diproduksi oleh tubuh, sehingga perlu diperoleh dari makanan, sedangkan asam amino non-esensial dapat

diproduksi dalam tubuh. Asam amino biasanya berbentuk serbuk yang mudah larut dalam air, tetapi tidak larut dalam pelarut organik nonpolar (Suharsono, 1970 dalam Umar, 2021). Protein dalam biji kopi mengandung berbagai asam amino, seperti asam aspartat, asparagin, glutamat, prolina, glisin, alanin, valin, tirosin, venilalanin, lisin, histidin, arginin, dan γ -aminobutirat. Asam amino seperti isolisin, lisin, valin, venilalanin, dan tirosin berperan dalam memberikan rasa tidak sedap pada kopi, sedangkan senyawa dikertopaperezin, terbentuk dari asam amino glisin yang menghasilkan rasa pahit pada kopi (Marcone, 2004).

2.2 Kualitas dan Mutu Kopi

Menurut standar ISO (*International Organization of Standardization*), mutu adalah kemampuan suatu produk untuk menggambarkan karakteristik yang melekat dan memenuhi kebutuhan, serta harapan konsumen atau kelompok terkait. Mutu kopi biasanya ditentukan oleh preferensi konsumen, seperti makanan dan minuman. Karakteristik kopi merupakan unsur mutu yang penting dan merupakan ciri-ciri yang dapat diamati dan diukur secara langsung. Salah satu faktor yang mempengaruhi mutu kopi adalah penanganan pascapanen. Metode pengolahan juga berperan penting dalam menentukan mutu. Pada metode olah kering, buah kopi yang dipanen kemudian dijemur di bawah sinar matahari hingga kering, lalu kulitnya dipisahkan dengan mesin pengupas. Sedangkan metode olah basah biasanya menghasilkan biji kopi dengan mutu yang lebih baik (Novita dkk., 2010).

Good Manufacturing Practice (GMP) merupakan standar mutu kopi Indonesia. Standar mutu GMP digunakan dengan tujuan untuk menghasilkan biji

kopi berkualitas yang memenuhi standar internasional, yaitu ICO (*Internasional Coffee Organization*) 407 dan SNI 01-2907-2008. ICO 407 telah menegaskan larangan mengenai perdagangan kopi dengan kualitas atau mutu kopi yang rendah. Standar ini digunakan untuk mengklasifikasikan biji kopi mulai dari tahap panen hingga pascapanen, meliputi pemetikan, sortasi, pengolahan, pengemasan, dan penyimpanan. Proses penyortiran merupakan salah satu persyaratan mutu kopi yang bertujuan untuk menjaga keseragaman fisik biji kopi, sehingga kualitas dan mutu yang baik tercapai. Proses penyortiran dilakukan dengan memisahkan biji kopi yang cacat dari biji kopi yang utuh atau berkualitas baik (Ramanda dkk., 2016).

Syarat mutu umum biji kopi menurut SNI 01-2907-2008 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Syarat mutu umum biji kopi

No.	Kriteria	Satuan	Persyaratan
1	Serangga hidup	-	Tidak ada
2	Biji yang berbau busuk atau berbau kapang	-	Tidak ada
3	Kadar air	% fraksi massa	Maks 12,5
4	Kadar kotoran	% fraksi massa	Maks 0,5

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2008)

Persyaratan mutu untuk kopi bubuk berdasarkan SNI 01-3542-2004 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Persyaratan mutu untuk kopi bubuk

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			I	II
1	2	3	4	5
1	Keadaan			
	1.1 Bau	-	Normal	Normal
	1.2 Rasa	-	Normal	Normal
	1.3 Warna	-	Normal	Normal
2	Air	% b/b	Maks. 7	Maks. 7
3	Abu	% b/b	Maks. 5	Maks. 5
4	Kealkalian abu		57-64	Min. 35
5	Sari Kopi	% b/b	20-36	Maks. 60
6	Kafein (anhidrat)	% b/b	0.9-2	0.45-2
7	Bahan-bahan lain	-	Tidak boleh ada	Boleh ada
8	Cemaran logam			
	8.1 Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2.0	Maks. 2.0
	8.2 Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 30.0	Maks. 30.0
	8.3 Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40.0	Maks. 40.0
	8.4 Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40.0/250.0	Maks. 40.0/250.0
	8.5 Raksa	mg/kg	Maks. 0.03	Maks. 0.03
9	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 1.0	Maks. 1.0
10	Cemaran mikroba			
	10.1 Angka lempeng	koloni/g	Maks. 10^6	Maks. 10^6
	10.2 Kapang	koloni/g	Maks. 10^4	Maks. 10^4
11	Derajat keasaman (pH)	-	>4	

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2004)

2.2.1 Pengukuran Nilai Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan satuan digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau alkalinitas suatu larutan. Istilah pH berasal dari “p” yang menunjukkan simbol matematika untuk logaritma negatif, dan “H” yang menunjukkan simbol unsur Hidrogen (H). Oleh karena itu, pH didefinisikan sebagai logaritma negatif dan aktivitas ion Hidrogen. Nilai pH memberikan informasi kuantitatif tentang tingkat keasaman atau kebasaan yang terkait dengan aktivitas ion Hidrogen, dengan skala pH berkisar dari 0 hingga 14 (Bayu & Ratna, 2011).

Larutan dianggap asam jika memiliki nilai pH di bawah 7, yaitu konsentrasi (H^+) lebih tinggi daripada (OH^-) sedangkan larutan bersifat basa jika memiliki nilai pH di atas 7, yaitu konsentrasi (OH^-) lebih besar daripada (H^+). Pengukuran pH dapat dilakukan dengan menggunakan kertas indikator pH, dengan cara mengamati perubahan warna pada tingkat pH yang berbeda. Namun, metode ini terbatas dalam hal akurasi dan rentan terhadap kesalahan pembacaan warna, karena warna atau kejernihan larutan sampel. Pengukuran pH yang lebih akurat dapat dilakukan dengan menggunakan pH meter (Bayu & Ratna, 2011).

2.2.2 Uji Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu metode pengujian kimia di laboratorium yang sangat berperan penting dalam industri pangan untuk menilai kualitas dan daya tahan produk terhadap potensi kerusakan. Pengendalian kadar air menjadi kunci utama dalam teknologi pangan. Kandungan air yang tinggi pada bahan pangan dapat meningkatkan risiko kerusakan akibat aktivitas biologis internal (metabolisme) maupun serangan mikroorganisme perusak. Penurunan kadar air dalam bahan pangan, maka ketersediaan air untuk mikroorganisme dan reaksi fisikokimia berkurang, sehingga bahan pangan menjadi lebih tahan lama terhadap kerusakan (Daud dkk., 2019).

Pengukuran kadar air dalam suatu bahan pangan dapat dilakukan melalui berbagai metode, antara lain metode pengeringan (*Thermogravimeri*), metode destilasi (*Thermovolumetri*), metode fisik dan metode kimia (*Karl Fischer Method*). Salah satu metode yang paling sering digunakan adalah metode pengeringan atau metode oven. Prinsip metode ini adalah mengukur kadar air dalam bahan pangan dengan cara memanaskannya pada suhu 105-110°C selama

sekitar 3 jam atau hingga beratnya konstan. Akurasi dan ketelitian dalam menentukan kadar air dengan metode pengeringan atau metode oven (*Thermogravimeri*) telah menjadi standar dalam acuan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2891-1992) (Daud dkk., 2019; Prasetyo dkk., 2019). Berikut adalah perhitungan kadar air menurut Larassati dkk. (2021):

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

Keterangan :

KA : Kadar air (%)

a : Berat cawan dan sampel akhir (g)

b : Berat cawan (g)

c : Berat sampel awal (g)

2.2.3 Uji Kadar Kafein

Kafein merupakan salah satu senyawa alkaloid yang biasanya ditemukan dalam biji kopi, biji kakao, dan daun teh. Kafein termasuk dalam kelompok metilxantin, yaitu senyawa alami yang merupakan derivat xantin dan masuk dalam kelompok senyawa alkaloid (Fajriana & Fajrianti, 2018). Uji kadar kafein dapat ditentukan dengan menggunakan beberapa metode, yaitu spektrofotometri UV-Vis, elektro analitik, kromatografi gas, dan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode spektrofotometri UV-Vis, yaitu mengukur kadar kafein dalam kopi bubuk melalui ekstraksi menggunakan pelarut kloroform dan pengukuran panjang absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis (Abriyani dkk., 2022). Berikut adalah perhitungan kadar kafein pada kopi bubuk menurut Omega & Wibisono (2023):

$$KK = \frac{k \times v \times fp}{bs} \times 100\%$$

Keterangan:

KK : Kadar kafein (%b/b)

k : Konsentrasi (mg/L)

v : Volume (L)

fp : Faktor pengenceran

bs : Berat sampel (g)

2.2.4 Uji Organoleptik

Uji organoleptik adalah metode pengujian bahan pangan yang didasarkan pada tingkat kesukaan dan preferensi terhadap suatu produk. Uji ini dikenal sebagai uji sensori atau uji indera, yaitu proses pengujian yang melibatkan penggunaan indera manusia sebagai alat utama untuk menilai tingkatan penerimaan suatu produk. Beberapa indera yang digunakan dalam uji organoleptik, meliputi indera penglihatan (mata), indera penciuman (hidung), indera pengecap (lidah), dan indera peraba (tangan). Kemampuan alat indera tersebut memberikan penilaian sesuai dengan sensor atau rangsangan yang diterima (Gusnadi dkk., 2021).

Pengujian sensori uji organoleptik dilakukan oleh panelis. Syarat-syarat panelis dalam pengujian sensori uji organoleptik adalah tertatik (mau), terampil dalam pengambilan keputusan, teruji kemampuan menilai atribut sensori, sehat, tidak merokok atau minum minuman keras atau makan permen karet minimal satu jam sebelum pengujian, dan tidak alergi, serta berumur minimal 18 tahun baik laki-laki maupun perempuan (Rahayu dkk., 2019). Menurut Rahayu dkk. (2019),

panelis terlatih biasanya terdiri dari 3-20 orang yang memiliki kepekaan cukup baik. Panelis yang dipilih secara sistematis berdasarkan persyaratan tertentu, yaitu memiliki ketajaman indra dan kepekaan terhadap atribut mutu. Penentuan syarat panelis dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. *Purposive sampling* adalah teknik sampling yang digunakan oleh peneliti dengan pertimbangan tertentu untuk mencapai tujuan tertentu (Santina dkk., 2021).

Menurut Suryono dkk. (2018), uji organoleptik pada prinsipnya terdapat 3 jenis, yaitu uji perbedaan (*discriminative test*), uji deskripsi (*descriptive test*), dan uji afektif (*affective test*). Sedangkan menurut Tarwendah (2017), uji organoleptik terdiri dari beberapa jenis, yaitu uji perbedaan (*discriminative test*), uji deskripsi (*descriptive test*), uji afektif (*affective test*), uji rangking kesukaan, dan uji hedonik. Uji organoleptik pada penelitian ini menggunakan uji hedonik.

Uji hedonik adalah metode dalam analisis sensori organoleptik yang digunakan untuk mengukur perbedaan kualitas antara beberapa produk sejenis melalui pemberian penilaian atau skor terhadap sifat-sifat tertentu. Uji ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan terhadap suatu produk yang dinyatakan dalam skala hedonik, seperti sangat suka, suka, agak suka, agak tidak suka, tidak suka, sangat tidak suka, dan sebagainya. Prinsip dari uji hedonik adalah meminta tanggapan pribadi panelis mengenai kesukaan atau ketidaksukaan terhadap produk yang dinilai dalam bentuk skala hedonik. Data skala hedonik ini, kemudian diubah ke dalam skala numerik, yaitu angka-angka naik berdasarkan tingkat kesukaan, sehingga memungkinkan untuk dianalisis secara statistik (Tarwendah, 2017).

2.3 Spektrofotometer Uv-Vis

Spektrofotometer adalah instrumen penting dalam analisis kimia. Instrumen tersebut digunakan untuk menguji sampel tertentu yang berorientasi pada pengukuran kualitatif dan kuantitatif (Yohan dkk., 2018). Spektrofotometer Uv-Vis adalah metode analisis menggunakan panjang gelombang UV dan Visible sebagai area serapan untuk mendeteksi senyawa (Abriyani dkk., 2023). Prinsip pengukuran menggunakan spektrofotometri didasarkan pada penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh suatu larutan yang memiliki konsentrasi kontaminan yang sudah ditentukan. Tahapan ini disebut sebagai absorpsi spektrofotometri. Spektrofotometri akan memanfaatkan panjang gelombang ultraviolet dan inframerah. Prinsip kerja metode ini adalah jumlah cahaya yang diserap oleh larutan sebanding dengan konsentrasi kontaminan dalam larutan tersebut (Abriyani dkk., 2022).

Spektrofotometer Uv-Vis memanfaatkan sinar dengan panjang gelombang 180-380 nm pada daerah UV, sedangkan panjang gelombang 380-780 nm pada daerah sinar tampak (*visible*). Sistem spektrofotometer secara umum terdiri dari sumber radiasi, monokromator, sel, fotosel, detektor, dan tampilan (*display*). Sumber radiasi berfungsi untuk memberikan energi radiasi pada daerah panjang gelombang untuk pengukuran dan mempertahankan intensitas sinar yang tetap pada pengukuran. Monokromator berfungsi untuk menghasilkan radiasi monokromatis yang didapatkan melalui kuvet berisi sampel dan blanko yang secara bersamaan dengan menggunakan bantuan cermin berputar (Warono & Syamsudin, 2013).

Sel (kuvet) berfungsi sebagai tempat bahan yang akan diukur serapannya. Fotosel berfungsi untuk menangkap cahaya yang diteruskan zat, kemudian diubah menjadi energi listrik dan disampaikan ke detektor. Detektor merupakan material yang berfungsi untuk menyerap energi dari foton, kemudian diubah menjadi bentuk lain, yaitu energi listrik. Tampilan (*display*) berfungsi untuk mengubah sinar listrik dari detektor menjadi pembacaan yang berupa meter atau angka sesuai dengan hasil yang akan dianalisis (Warono & Syamsudin, 2013).

2.4 Teknologi Pengolahan Pascapanen Kopi

Teknologi pascapanen kopi telah dikembangkan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (2007), dan telah digunakan oleh Ditjen Perkebunan (2011) sebagai Standar Operasional (Mayrowani, 2013). Berdasarkan cara kerja, secara garis besar terdapat 2 cara pengolahan, yaitu pengolahan secara basah (*wet process*) dan pengolahan secara kering (*dry process*). Tahapan pengolahan secara basah (*wet process*) adalah pemanenan, sortasi basah, pengupasan, fermentasi (fermentasi dengan cara kering, fermentasi dengan cara basah, fermentasi dengan penambahan enzim, fermentasi dengan penambahan senyawa kimia, dan lainnya), pencucian, pengeringan, penggerbusan, sortasi kering, pengemasan, dan penyimpanan. Tahapan pengolahan secara kering (*dry process*) adalah pemanenan, pengeringan, penggerbusan, sortasi kering, pengemasan, dan penyimpanan (Achadiyah, 2017).

Pemanenan dilakukan pada buah kopi yang telah matang, yaitu ditandai dengan kulit buah berwarna merah. Sortasi basah dilakukan dengan merendam buah kopi dalam tangki air dan memisahkan buah bagus dan jelek. Buah yang jelek biasanya akan mengambang dalam tangki air. Sedangkan sortasi kering

dilakukan sebelum dilakukan pengemasan yang bertujuan untuk memisahkan biji kopi kering yang bagus dan jelek. Pengupasan (*pulping*) dilakukan untuk memisahkan kulit buah luar dan daging buah menggunakan alat *pulper*. *Pulper* merupakan mesin yang digunakan untuk mengupas kulit buah kopi (Asni & Meilin, 2015).

Biji kopi yang telah dilakukan pengupasan, kemudian dilakukan fermentasi yang bertujuan untuk memisahkan lapisan lendir (*mucilage*) pada kulit tanduk. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan sisa lapisan lendir (*mucilage*) pada kulit tanduk hasil fermentasi (Achadiyah, 2017). Biji kopi yang telah dicuci kemudian dilakukan pengeringan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari dengan menggunakan *solar dryer* tipe tidak langsung. Pengeringan tipe ini dapat mempertahankan kualitas produk yang lebih baik dibandingkan dengan pengeringan matahari secara langsung (Mulkan & Zulfadli, 2021). Pengeringan biji kopi dilakukan selama 10 hari. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kandungan air dalam biji kopi dari 60-65% hingga sekitar 20% (Asni & Meilin, 2015). Pengerbusan bertujuan untuk memisahkan kulit tanduk dan kulit air pada biji kopi menggunakan alat *huller* (Achadiyah, 2017).

Pengolahan pascapanen kopi yang telah selesai harus dikemas dan disimpan di tempat yang baik dan benar. Biji kopi yang sudah kering dapat dikemas dalam karung plastik atau karung goni yang bersih, serta disimpan jauh dari bau yang tidak sedap. Penyimpangan biji kopi yang telah diproses perlu dilakukan dengan kondisi yang aman sebelum masuk ke tahap pengolahan berikutnya (Budiarto dkk., 2023). Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam penyimpanan biji kopi, yaitu kadar air, kelembaban, kebersihan gudang, dan

lainnya. Kelembaban ruangan atau gudang penyimpanan biji kopi harus dipertahankan pada tingkat yang aman, yaitu sekitar 70% (Al-Rosyid & Komarayanti, 2021).

2.5 Tinjauan Umum Fermentasi

Fermentasi adalah tahapan perubahan kimiawi dari senyawa organik, seperti karbohidrat, protein, lemak, dan bahan organik lainnya, yang dapat terjadi baik secara aerobik maupun anaerobik dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroba. Prinsip dasar fermentasi adalah memecah bahan, seperti selulosa menjadi gula yang sulit dicerna, dengan bantuan mikroorganisme. Selama tahapan ini, mikroba menghasilkan enzim yang meningkatkan nilai nutrisi dan memperbaiki daya cerna serat kasar, protein, dan nutrisi pakan lainnya (Ganjar, 1983; Winarno & Fardiaz, 1997 dalam Tandipayuk & Aslamyah, 2020).

Proses fermentasi berdasarkan sumber mikroorganisme dapat dibedakan menjadi fermentasi spontan dan fermentasi tidak spontan. Fermentasi spontan terjadi tanpa penambahan mikroorganisme dalam bentuk starter atau sejenisnya. Oleh karena itu, mikroorganisme dapat berkembang secara alami karena kondisi lingkungannya telah disesuaikan untuk mendukung pertumbuhannya. Sebaliknya, fermentasi tidak spontan melibatkan penambahan mikroorganisme sebagai starter, yang kemudian berkembang dan memproses suatu bahan menjadi produk yang diinginkan melalui tahapan fermentasi (Suprihatin, 2010).

Fermentasi merupakan proses pemecahan molekul organik kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana melalui aktivitas mikroorganisme. Aktivitas mikroba atau enzimatik yang dihasilkan mikroba pada bahan pangan selama proses fermentasi menyebabkan terjadinya perubahan biokimia. Mikroba

akan bertanggung jawab untuk memodifikasi secara signifikan pada bahan pangan. Fermentasi bertujuan untuk meningkatkan vitamin, asam amino esensial, anti-nutrisi, protein, rasa dan aroma pangan yang dihasilkan (Sharma *et al.*, 2020). Manfaat utama fermentasi adalah merubah gula dan karbohidrat menjadi asam organik (Vuppala *et al.*, 2015).

2.6 Fermentasi Kopi

Fermentasi biji kopi adalah proses penguraian senyawa kompleks dalam biji kopi menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui aktivitas mikroorganisme (Usman dkk., 2015). Fermentasi kopi merupakan proses pemecahan komponen gula, perubahan warna kulit, dan lepasnya lapisan lendir yang mengandung komponen protopektin pada biji kopi. Protopektin di dalam buah kopi akan dipecah oleh enzim sejenis katalase. Proses pemecahan (degradasi) gula ini menghasilkan senyawa-senyawa, seperti asam laktat, asam asetat, asam butirat, propionate, dan senyawa etanol. Fermentasi kopi berperan dalam pembentukan senyawa precursor cita rasa, seperti asam organik, asam amino, dan gula pereduksi (Putri dkk., 2019). Fermentasi kopi juga dapat memicu proses pencoklatan enzimatis yang diakibatkan oleh aktivitas enzim-enzim tertentu, sehingga biji kopi menjadi lebih coklat dan cita rasanya meningkat (Larassati dkk., 2021).

Selama proses fermentasi, lapisan lendir (*mucilage*) pada biji kopi mengalami dekomposisi akibat aktivitas metabolisme mikroorganisme. Lapisan lendir (*mucilage*) merupakan sumber nutrisi bagi mikroorganisme (Frank dkk., 1996; Board, 1983 dalam Azizah dkk., 2019). Lapisan lendir (*mucilage*) pada buah kopi merupakan hidrogel yang tidak larut, serta mengandung banyak gula

dan nitrogen yang berfungsi sebagai substrat untuk pertumbuhan mikroba selama proses fermentasi. Selama proses fermentasi, aktivitas mikroba menyebabkan perubahan molekul-molekul menjadi enzim, asam, dan senyawa volatil. Enzim poligalakturonase (PG) akan mengkatalisis hidrogen ikatan 1,4-glikosidik di dalam asam poligalakturonat. Kemudian pektin lyase (PL) akan mengkatalisis pemecahan pektin dengan melepaskan asam tak jenuh galakturonat. Serta, pektin metilesterase (PME) akan bertugas untuk mendesterifikasi gugus metoksi asam pektat dan metanol pembentuk pektin. (Agate dan Bhat, 1966; Massawe dan Lifa, 2010 dalam Ribeiro *et al.*, 2020).

Aktivitas mikroba selama proses fermentasi kopi akan menghasilkan berbagai jenis metabolit, sehingga pemilihan mikroba yang tepat penting untuk menciptakan cita rasa kopi yang optimal. Selama proses fermentasi diperlukan adanya kontrol yang baik, agar menghasilkan kopi kualitas tinggi. Apabila biji kopi yang difermentasi dengan cepat akan menyebabkan tersisnya lapisan lendir (*mucilage*) dan gula, sehingga akan mencegah proses pengeringan biji kopi dan mengakibatkan tumbuhnya bakteri dan jamur pembusuk. Sebaliknya, apabila biji kopi yang difermentasi terlalu lama akan menyebabkan produksi senyawa kimia yang tidak diinginkan, seperti asam propionat dan butirrat yang dapat mengakibatkan rasa tidak enak (Frank dkk., 1965; Arunga, 1940; Krug, 1940; Monaco, 1982; Amarin & Amarin, 1977; Bade-Wegner, 1977 dalam Haile & Kang, 2019).

Fermentasi kopi dapat dilakukan secara alami maupun buatan. Fermentasi kopi secara alami adalah ketika buah kopi dibiarkan dalam kondisi tertentu, sehingga bakteri dan jamur alami yang terdapat pada kulit buah kopi akan

melakukan fermentasi. Fermentasi kopi secara alami terdiri dari fermentasi basah dan fermentasi kering. Fermentasi basah dilakukan dengan cara merendam biji kopi ke dalam bak berisi air selama sekitar 10 jam, dengan mengganti air rendaman 3-4 jam sambil diaduk sesekali. Proses perendaman selesai setelah 36-40 jam. Pada fermentasi kering, kulit buah kopi dikupas menggunakan mesin pengupas kulit (*pulper*), kemudian biji kopi ditumpuk di tempat teduh selama 48-72 jam. Tumpukan kopi tersebut ditutup dengan karung goni agar kelembaban terjaga, sehingga fermentasi berjalan optimal (Asni & Meilin, 2015).

Fermentasi kopi secara buatan dilakukan dengan menambahkan bakteri atau jamur tertentu ke dalam buah kopi untuk melakukan fermentasi. Fermentasi kopi menggunakan bakteri asam laktat telah banyak diteliti. Penelitian yang dilakukan oleh Siregar dkk. (2020) menggunakan starter *Lactobacillus* sp. yang dicampurkan dengan substrat dari kulit biji kopi. Fermentasi biji kopi dilakukan selama 20 jam, kemudian biji kopi hasil fermentasi dicuci dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 20°C selama 25 jam. Penelitian lainnya tentang fermentasi kopi menggunakan bakteri asam laktat juga dilakukan oleh Suwasono dkk. (2023), yaitu menggunakan starter bakteri asam laktat (*Lactobacillus plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. johnsonii*, dan *L. fermentum*) bentuk sel bebas yang dikembangkan ke dalam nira tebu. Fermentasi kopi dilakukan dengan mencampurkan starter sel bebas dan ditutup rapat selama proses fermentasi. Fermentasi kopi dilakukan dengan variasi konsentrasi penggunaan starter dan lama fermentasi.

Penelitian lainnya tentang fermentasi kopi menggunakan bakteri asam laktat juga dilakukan oleh Fawzan dkk. (2019), yaitu menggunakan starter

Lactobacillus acidhopillus dengan menambahkan susu skim, sukrosa, dan gelatin, untuk menghasilkan minuman kopi probiotik. Fermentasi kopi dilakukan dengan menyeduh kopi bubuk menggunakan air panas dan didinginkan sampai 37°C, kemudian ditambahkan susu skim, sukrosa, gelatin, dan starter *Lactobacillus acidhopillus*, serta dilakukan fermentasi. Fermentasi kopi dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi dan lama fermentasi. Penelitian tentang fermentasi kopi menggunakan bakteri asam laktat juga dilakukan oleh Izzati dkk. (2022), yaitu menggunakan bakteri asam laktat dari yakult. Fermentasi kopi dilakukan dengan cara merendam biji kopi ke dalam yakult dengan suhu berkisar antara 20-30°C dan variasi lama fermentasi.

Fermentasi kopi menggunakan khamir telah diteliti oleh peneliti sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh Larassati dkk. (2021) menggunakan kultur *Saccharomyces cerevisiae*. Fermentasi kopi dilakukan dengan memasukkan biji kopi ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan air, gula, garam, dan kultur *Saccharomyces cerevisiae*. Fermentasi kopi dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi dan lama fermentasi. Fermentasi kopi menggunakan kapang telah diteliti oleh peneliti sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh Sani dkk. (2023) menggunakan kultur *Aspergillus niger*. Fermentasi kopi dilakukan dengan memasukkan biji kopi dan air dengan perbandingan 1:1 ke dalam plastik *ziplock*, kemudian ditambahkan kultur *A. niger* dengan variansi konsentrasi setiap perlakuan. Fermentasi kopi dilakukan selama 48 jam.

2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Kopi

Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi kopi, yaitu lama fermentasi, suhu ruang, oksigen, air, tingkat keasaman (pH), jumlah inokulum bakteri, dan substrat (medium) (Usman dkk., 2015).

1. Lama Fermentasi

Lama fermentasi akan menyebabkan suhu mengalami kenaikan, hal ini disebabkan karena adanya peningkatan aktivitas mikroba dan enzim yang lebih aktif, sehingga lapisan lendir pada kopi akan mencair (Barus, 2019). Penurunan kadar kafein dan peningkatan nilai derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor dari lama fermentasi. Aroma yang khas pada kopi juga merupakan salah satu faktor dari lama fermentasi. Aroma pada kopi disebabkan karena tingginya tingkat keasaman (pH) dan adanya pirolisasi, sehingga dapat menyebabkan senyawa volatil menguap yang berakibat pada aroma kopi yang lebih kuat (Zainuddin & Tomina, 2021). Lama fermentasi juga menyebabkan rasa seduhan pada kopi lebih nikmat, hal tersebut disebabkan karena terdegradasinya kopi menjadi glukosa. Namun, semakin lamanya waktu fermentasi dapat mengakibatkan perubahan komposisi kimia dalam biji kopi, yaitu asam-asam alfatik yang berubah menjadi ester-ester asam karboksilat, sehingga dapat menimbulkan cacat pada cita rasa kopi (Megah dkk., 2009).

Lama fermentasi akan menyebabkan meningkatnya pertumbuhan mikroba, serta berpengaruh pada mutu biji yang dihasilkan. Metabolisme yang dilakukan oleh mikroba akan memanfaatkan substrat dalam biji kopi dan digunakan untuk menurunkan kadar kafein. Mikroorganisme mampu menghasilkan enzim yang memecah (degradasi) senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana,

sehingga dapat memperbaiki mutu biji kopi (Usman dkk., 2015). Lama fermentasi juga mempengaruhi total asam tertitrasi (TAT) yang mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas mikroba mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa, yang kemudian terurai menjadi asam organik dan alkohol sampai gula di dalam bahan pangan tersebut habis, sehingga kadar asam akan meningkat seiring lamanya proses fermentasi (Pratiwi dkk., 2023).

2. Suhu

Suhu merupakan faktor penting dalam proses fermentasi kopi untuk menghasilkan produk kualitas unggul. Pertumbuhan suatu mikroba selama proses fermentasi dipengaruhi oleh suhu, sedangkan hasil akhir suatu produk yang telah melalui proses fermentasi dipengaruhi oleh lama fermentasi. Semakin lama proses fermentasi berlangsung, komposisi kimia pada kopi akan mengalami pemecahan (degradasi) dan akan mengakibatkan komposisi kimia mengalami kerusakan (Kusmiyati & Heratri, 2020). Suhu yang tinggi selama proses fermentasi pada kopi akan menyebabkan hancurnya lendir pada biji kopi, sehingga akan menyebabkan terbukanya pori-pori biji kopi dan menguapnya kandungan air dari pori-pori tersebut, serta akan menyebabkan penurunan kadar air pada kopi (Aslani & Angraeni, 2023).

Selama proses fermentasi, suhu sangatlah menentukan jenis mikroba apa yang dominan didalamnya. Suhu pertumbuhan optimal pada setiap mikroba merupakan suhu yang dapat menyediakan pertumbuhan yang paling baik dan dapat memperbanyak diri dengan sangat cepat. Suhu 30°C yang digunakan selama proses fermentasi memiliki keunggulan bagi ragi untuk dapat bekerja dengan optimal. Hal ini dikarenakan, pada setiap ragi yang bekerja pada suhu 30°C akan

membentuk alkohol yang lebih banyak (Afrianti, 2013). Fermentasi dapat menyebabkan pembentukan awal aroma kopi. Asam bereaksi dengan alkohol dalam menghasilkan ester. Pembentukan aroma kopi disebabkan adanya asam organik dan asam suksinat yang dihasilkan oleh mikroba melalui pemanfaatan gula reduksi, kemudian bereaksi dengan asam lemak dalam menghasilkan ester (Marpaung & Arianto, 2018).

3. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi fermentasi kering maupun fermentasi basah dalam menghasilkan cita rasa kopi (Aslani & Angraeni, 2023). Nilai pH merupakan konsentrasi total ion hidrogen pada larutan, yaitu menyatakan tingkat asam dan basa pada suatu larutan. Penurunan nilai pH merupakan akibat dari terakumulasinya asam organik, serta meningkatnya jumlah H-proton akibat dari asam amino yang pecah oleh metabolisme mikroba. Mikroba dapat menghasilkan asam organik yang dapat menurunkan nilai pH, dan merupakan hasil sampingan (Pratiwi dkk., 2023).

Aktivitas enzim sangat dipengaruhi oleh nilai pH. Pemecahan protopektin yang dilakukan oleh enzim protopektinase akan lebih cepat 2 kali lipat, apabila nilai pH turun menjadi 4. Nilai pH yang terlalu asam ataupun basa akan menyebabkan enzim terdenaturasi dan menyebabkan turunnya aktivitas enzim (Clarke & Macrae, 1987 dalam Wilujeng & Wikandari, 2013). Kandungan asam pada biji kopi dapat mempengaruhi nilai pH biji kopi, sehingga dapat digunakan untuk pembentukan cita rasa asam pada kopi hasil fermentasi. Beberapa kandungan asam pada biji kopi yang mempengaruhi cita rasa asam di antaranya

asam asetat, asam sitrat, asam laktat, asam malat, asam quinat, asam format, dan asam oksalat (Kusmiah dkk., 2021).

Nilai pH sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroba pada fermentasi kopi. Turunnya nilai pH disebabkan karena tingginya nilai total asam tertitrasi. Selama fermentasi kopi, mikroba akan menghasilkan asam dari asam format dan asam asetat (Prastujati dkk., 2018). Lama fermentasi menyebabkan nilai pH rendah, hal ini dikarenakan selama proses fermentasi terjadi degradasi gula yang mengakibatkan nilai pH turun dan akan berubah menjadi asam asetat dan alkohol (Febrianti dkk., 2019). Nilai pH yang menurun selama proses fermentasi disebabkan karena terbentuknya asam laktat, hal ini dikarenakan adanya fermentasi spontan yang dilakukan oleh bakteri asam laktat untuk meningkatkan terjadinya penguraian pati menjadi glukosa (Sani dkk., 2023).

4. Oksigen

Oksigen merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi fermentasi kopi. Fermentasi pada hakikatnya merupakan aktivitas mikroba dalam mendegradasi senyawa di dalam lendir buah kopi dengan menggunakan bantuan oksigen dari udara (Sani dkk., 2023). Selama proses fermentasi, oksigen atau udara harus diatur dengan sangat baik. Hal ini dikarenakan oksigen yang digunakan dapat menghambat atau memperbanyak mikroba tertentu. Setiap aktivitas mikroba dalam melakukan pertumbuhan atau membentuk sel baru yang bertujuan untuk fermentasi membutuhkan jumlah oksigen yang berbeda-beda (Syaiful dkk., 2022).

5. Jumlah Inokulum Mikroba

Tingginya jumlah inokulum mikroba dapat meningkatkan jumlah mikroba aktif yang bekerja, sehingga terbentuk komponen-komponen asam organik, seperti asam asetat, yang selama proses fermentasi akan memperkuat aroma kopi (Megah dkk., 2009). Kualitas kopi sangat ditentukan dari jumlah inokulum bakteri dan lamanya waktu fermentasi (Usman dkk., 2015). Selama proses fermentasi, terdapat aktivitas amilolitik yang berperan dalam pemecahan (degradasi) pati menjadi glukosa, kemudian akan menghasilkan lebih banyak asam laktat, sehingga jumlah bakteri akan lebih banyak. Jumlah asam laktat yang banyak akan menyebabkan nilai pH menurun (Wilujeng & Wikandari, 2013).

Penelitian yang dilakukan oleh Siregar dkk. (2020) bahwa banyaknya jumlah bakteri asam laktat yang ditambahkan pada proses fermentasi, maka nilai derajat keasaman akan semakin rendah. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Larassati dkk., (2021) bahwa semakin tinggi jumlah inokulum *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan selama proses fermentasi, maka dihasilkannya kadar air pada kopi bubuk yang mengalami penurunan secara linier. Tingginya jumlah inokulum mengakibatkan semakin tingginya aktivitas mikroba, sehingga menyebabkan suhu mengalami kenaikan. Peningkatan suhu akan menyebabkan lendir pada biji kopi menjadi lebih encer, sehingga pori-pori biji kopi terbuka dan mengalami penguapan. Fermentasi menyebabkan senyawa gula yang bersifat higroskopis dalam lendir biji kopi akan mengalami perubahan menjadi alkohol (Murthy & Naidu, 2011).

6. Substrat (Medium)

Substrat (medium) merupakan salah satu dari faktor yang mempengaruhi fermentasi kopi, yaitu pada akhir fermentasi dapat merubah sifat fisik, kimia, dan organoleptik dari biji kopi yang akan dihasilkan. Fermentasi adalah perubahan kimia melalui peristiwa biologis dari mikroorganisme serta reaksi enzim suatu mikroorganisme yang terjadi pada suatu substrat. Perbedaan substrat dan kondisi fermentasi, seperti fermentasi basah dan fermentasi kering akan menghasilkan perbedaan dalam laju pembentukan senyawa asam dan penurunan nilai pH. Substrat kering biasanya memerlukan tingkat kelembapan yang memadai, sehingga mikroba dapat tumbuh. Kelembapan yang cukup pada substrat dapat mencegah masuknya oksigen dan mengurangi risiko kontaminasi, sedangkan kelembapan yang terlalu rendah dapat menghambat aktivitas enzim dan pertumbuhan mikroba, serta menghambat aksesibilitas ke nutrisi (Sinaga dkk., 2023).

Substrat yang digunakan untuk fermentasi kopi, biasanya adalah lapisan lendir biji kopi. Hal ini disebabkan karena lapisan lendir biji kopi mengandung 80% pektin dan 20% gula yang digunakan sebagai substrat bagi inokulum mikroba selama proses fermentasi. Substrat tersebut akan berkurang karena adanya inokulum, sehingga mengakibatkan air masuk dengan mudah ke dalam biji kopi melewati pori-pori. Masuknya air ke dalam biji kopi akan mengakibatkan terlarutnya kafein. Hal ini dikarenakan kafein memiliki sifat mudah larut di dalam air (Adrianto dkk., 2020). Ketersedian substrat (air, sukrosa, pektin, protein, dan lipid) yang terkandung di dalam lapisan lendir pada biji kopi akan mempengaruhi

kinerja mikroba dalam mempengaruhi cita rasa kopi yang akan dihasilkan (Dalimunthe dkk., 2021).

2.8 Roasting Kopi

Roasting kopi adalah proses untuk menghasilkan aroma dan cita rasa pada biji kopi mentah (*green been*) menggunakan suhu tinggi. Faktor yang harus diperhatikan selama proses *roasting* kopi adalah suhu, lama *roasting*, dan pengadukan yang dilakukan sampai akhir proses, sehingga panasnya dapat berdistribusi dengan rata pada biji kopi (Agustina dkk., 2019). *Roasting* kopi dapat menyebabkan perubahan cita rasa kopi yang berasal dari pembentukan dan pembebasan berbagai senyawa kimia melalui reaksi *maillard* (pencoklatan *non enzimatik*), degradasi *strecker*, degradasi senyawa (trigonelin, asam guinin, pigmen, dan lipid), dan pemecahan asam amino (Bahrumi dkk., 2022). Menurut Arumsari dkk. (2021); Bahrumi dkk. (2022), terdapat 3 jenis *roasting* kopi, yaitu sebagai berikut:

1. *Light Roast*



Gambar 2.7 Tingkat kematangan light roast (Syaukani dkk., 2024)

Light roast adalah tingkatan *roasting* (pemanggangan) dengan menggunakan suhu 193-199°C dan merupakan tingkat kematangan terendah

(**Gambar 2.7**). Tingkatan ini menyebabkan biji kopi berwarna coklat terang dengan penyerapan panas yang singkat, sehingga tidak menghasilkan minyak pada permukannya. Proses ini menghasilkan cita rasa yang cenderung asam, aroma sangrai yang ringan, dan kadar kafein yang relatif tinggi. Biji kopi yang dipanggang dengan tingkatan ini memiliki rasa segar menyerupai buah atau sayuran (*fruity/vegetable*), dan *aftertaste* yang singkat. Tingkat *roasting* ini biasanya digemari oleh pecinta kopi yang menyukai rasa original kopi.

2. *Medium Roast*



Gambar 2.8 Tingkat kematangan medium roast (Syaukani dkk., 2024)

Medium roast adalah tingkatan *roasting* (pemanggangan) dengan menggunakan suhu 204°C dan merupakan salah satu tingkat *roasting* yang paling umum digunakan (**Gambar 2.8**). Tingkatan ini menyebabkan biji kopi akan memiliki cita rasa manis dengan aroma asap panggang yang kuat, warna biji yang semakin gelap, dan terkarbonisasinya kandungan gula pada biji kopi. Biji kopi *medium roast* berwarna lebih gelap daripada *light roast*, namun lebih terang dibandingkan *dark roast*. Seperti pada *light roast*, tingkatan ini minyak tidak muncul di permukaan biji kopi. Tingkatan ini menyebabkan biji kopi memiliki

kadar kafein yang lebih rendah dengan menciptakan keseimbangan antara aroma dan rasa asam, serta menghasilkan profil rasa yang lebih beragam.

3. *Dark Roast*



Gambar 2.9 Tingkat kematangan dark roast (Syaukani dkk., 2024)

Dark roast adalah tingkatan *roasting* (pemanggangan) yang paling tinggi dengan menggunakan suhu 213-221°C (**Gambar 2.9**). Apabila suhunya melebihi tingkatan tersebut, dapat menyebabkan kopi gosong (*over roasted*) menghasilkan rasa yang kurang enak, dan dapat beresiko bagi kesehatan tubuh manusia. Tingkatan ini menyebabkan biji kopi mengeluarkan minyak di permukaannya, berwarna sangat gelap, dan memiliki cita rasa pahit yang dominan, serta aroma asap (*smoky*) yang cukup kuat, sehingga karakter asli kopi cenderung tertutup. Tingkat *roasting* ini sangat cocok bagi penggemar kopi dengan *body* (tingkat kekentalan) yang lebih kental dan intens.

2.9 Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan bakteri Gram positif yang tidak memiliki spora, bersifat anaerob dan fakultatif aerob, memiliki kandungan yang rendah Guanin + Sitosin (G + C), dapat toleran terhadap asam, memiliki bentuk kokus ataupun batang, tidak bergerak (*motil*) (Hayek dan Ibrahim, 2013).

Mikroorganisme yang biasanya digunakan untuk proses preservasi makanan dan fermentasi adalah bakteri asam laktat (BAL). Bakteri asam laktat berguna dalam menghasilkan asam laktat dari sumber karbon yang ada, dan akan dimanfaatkan untuk proses pengasaman, sehingga produk pangan lebih tahan lama (Hugenholtz *et al.*, 2002).

Bakteri asam laktat adalah jenis bakteri yang dapat menghasilkan amilase ekstraseluler dan melakukan fermentasi pati untuk langsung menghasilkan asam laktat. Bakteri asam laktat menghasilkan asam laktat melalui proses gabungan dari hidrolisis enzimatis substrat karbohidrat (pati) dan fermentasi gula. Bakteri asam laktat memiliki beberapa keunggulan, yaitu dapat digunakan untuk pengawet makanan, meningkatkan kualitas dan keamanan pangan yang dilakukan dengan menghambat proses pertumbuhan flora berbahaya dan bersifat patogen dengan cara menurunkan pH lingkungan, menghasilkan asam organik dan mengekskresikan senyawa, seperti bakteriosin, H_2O_2 , CO_2 , disetil, asetaldehid, dan d-isomer asam amino yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme bersifat patogen (Nurin dkk., 2017).

Fermentasi menggunakan bakteri asam laktat (BAL) dapat mengakibatkan konsentrasi asam amino mengalami peningkatan, seperti asam glutamat, asam aspartat, prolina, dan valina. Bakteri asam laktat akan merombak karbohidrat dan glukosa menjadi asam laktat, asam asetat, dan asam karbonat, sehingga kandungan karbohidrat dan glukosa yang tinggi di dalam suatu bahan akan menyebabkan pH lebih asam (Folley dkk., 1972 dalam Mugiawati dkk., 2013). Bakteri asam laktat dapat melakukan fermentasi karbohidrat maupun gula, dan menghasilkan produk akhir berupa asam laktat dengan jumlah yang banyak.

Bakteri asam laktat memiliki ciri umum, yaitu tidak membentuk spora dan bereaksi negatif dengan katalase. Beberapa genus dari bakteri asam laktat, yaitu *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Tetragenococcus*, dan *Enterococcus* (Yanti & Dali, 2013).

2.9.1 *Bifidobacterium* sp.

Klasifikasi dari bakteri *Bifidobacterium* sp. menurut Orla-Jensen (1924) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Phylum	: <i>Actinobacteria</i>
Class	: <i>Actinobacteria</i>
Order	: <i>Bifidobacteriales</i>
Family	: <i>Bifidobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Bifidobacterium</i>
Species	: <i>Bifidobacterium</i> sp.



Gambar 2.10 *Bifidobacterium* sp. (Ghoddusi dan Tamime, 2014)

Bifidobacterium sp. merupakan bakteri golongan heterofermentatif (Pasaribu dkk., 2023). Bakteri ini termasuk bakteri Gram positif, memiliki bentuk

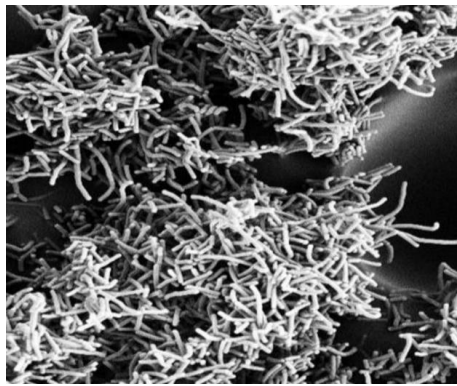
bulat besar (gelembung), tersusun secara tunggal ataupun dalam bentuk rantai sel yang sejajar, tidak memiliki mortail, tidak memiliki spora, serta termasuk bakteri anaerob (**Gambar 2.10**). Penampakan koloni kultur bakteri pada medium agar dalam kondisi anaerobic dapat bervariasi penampilannya, bergantung pada spesies dan jenis medium yang dipakai. Namun, pada umumnya berbentuk bulat, buram atau mengkilap, serta memiliki diameter yang variasi. Beberapa bakteri *Bifidobacterium* sp. dapat tumbuh dalam konsentrasi CO₂ sebesar 10%, tetapi tidak dapat bertahan pada pH di bawah 4,5 dan pH di atas 8,5, serta aktif melakukan fermentasi karbohidrat (Senditya dkk., 2014).

Bifidobacterium sp. dapat melakukan sintesis enzim-enzim pencernaan (kasein-fosfatase), vitamin (B-kompleks), serta menghasilkan *short-chain fatty acid* (SCFA) yang berguna untuk sumber energi bagi fungsi fisiologis dan menjaga integritas sel-sel kolon. Bakteri ini juga memiliki komponen seluler khusus yang berperan sebagai imunomodulator untuk merangsang serangan terhadap sel-sel ganas (antikarsiogenik maupun antitumor) dan mengaktifkan sistem kekebalan tubuh untuk meningkatkan resistensi terhadap patogen. *Bifidobacterium* sp. memiliki efek untuk menurunkan kadar amoniak darah dengan cara mengubah amonia yang dapat berpotensi toksik menjadi bentuk NH⁺ *non-diffusable*. Bakteri ini juga dapat menurunkan trigliserida darah dan kadar kolesterol, serta dapat juga memulihkan mikroflora pada usus yang normal setelah dilakukan terapi antibiotik (Senditya dkk., 2014).

2.9.2 *Lactobacillus acidophilus*

Klasifikasi dari bakteri *Lactobacillus acidophilus* menurut Samaranayake (2012) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Phylum	: <i>Firmicutes</i>
Class	: <i>Bacili</i>
Order	: <i>Lactobacillales</i>
Family	: <i>Lactobacillaceae</i>
Genus	: <i>Lactobacillus</i>
Species	: <i>Lactobacillus acidophilus</i>



Gambar 2.11 *Lactobacillus acidophilus* (Pyar & Peh, 2014)

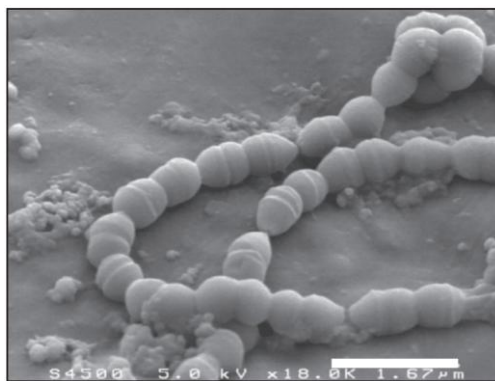
Lactobacillus acidophilus termasuk bakteri Gram positif, berbentuk batang dengan ukuran 2-10 μm , terjadi secara tunggal maupun rantai, bersifat nonmetil, dan anaerob fakultatif, serta termasuk bakteri katalase negatif (Pyar & Peh, 2014) (**Gambar 2.11**). *L. acidophilus* merupakan bakteri yang tidak memiliki spora dapat menghasilkan asam laktat sebagai produk utama, dari hasil fermentasi karbohidrat (Ningrumsari dkk., 2019). Bakteri ini merupakan bakteri golongan homofermentatif. Selain itu, bakteri ini dapat ditambahkan sebagai bahan tambahan dalam proses fermentasi makanan dalam menghasilkan rasa, aroma, dan tekstur yang khas (Anjum dkk., 2014).

L. acidophilus dapat bertahan dengan optimal pada suhu 27-42°C dan pada pH 5,5-6. *L. acidophilus* termasuk golongan bakteri yang paling tidak toleran terhadap oksigen, kemudian bakteri ini termasuk jenis bakteri kariogenik yang dapat melakukan fermentasi karbohidrat, serta akan menghasilkan asam. *L. acidophilus* merupakan mikroorganisme autotrof, namun tidak dapat mensintesis sejumlah kofaktor dan vitamin (*riboflavin, nicotinate, nictotinamide, folat, biotin*, dan vitamin B6), sehingga untuk melakukan kultur menggunakan *L. acidophilus* membutuhkan media yang kaya akan nutrisi, seperti MRS agar, deMan, dan Rogosa (Bull *et al.*, 2013).

2.9.3 *Streptococcus thermophilus*

Klasifikasi dari bakteri *Streptococcus thermophilus* menurut Herdarto dkk. (2019) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Phylum	: <i>Firmicutes</i>
Class	: <i>Bacili</i>
Order	: <i>Lactobacillales</i>
Family	: <i>Streptococaceae</i>
Genus	: <i>Streptococcus</i>
Species	: <i>Streptococcus thermophilus</i>



Gambar 2.12 *Streptococcus thermophilus* (Rull dkk., 2011)

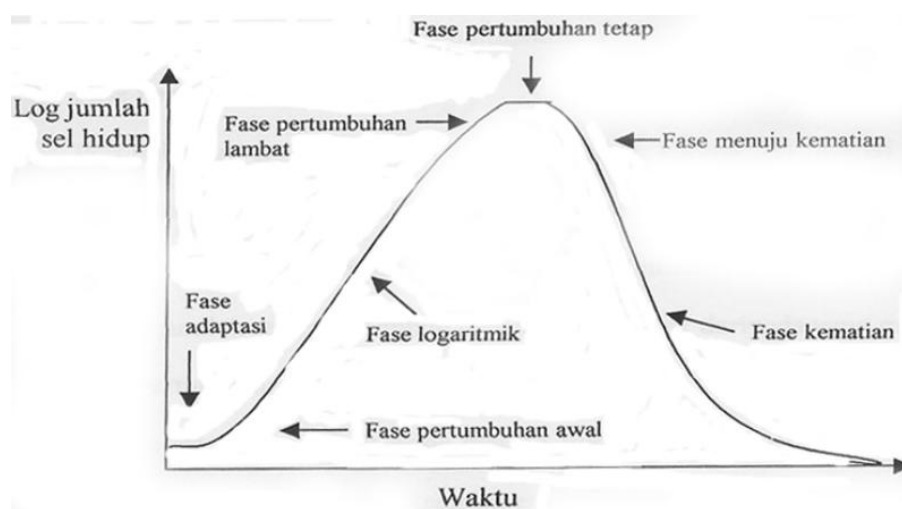
Streptococcus thermophilus termasuk bakteri Gram positif, berbentuk bulat dengan diameter 0,7-0,9 μm , tidak memiliki spora, bersifat nonmetil dan anaerob fakultatif (dapat hidup dengan ada atau tidak adanya oksigen) (**Gambar 2.12**), serta memiliki katalase negatif. Bakteri ini memiliki sifat litmus yang kuat, akan tetapi tidak tahan pada garam, serta bersifat termodurik atau dapat hidup dengan suhu yang tinggi. Bakteri dengan sifat termodurik merupakan bakteri yang dapat tumbuh dengan optimal pada 20-37°C, serta batas minimum untuk tumbuh adalah 5-10°C (Sneath dkk., 1986 dalam Herdarto dkk., 2019). Bakteri *S. thermophilus* dapat tumbuh pada kondisi optimun, yaitu pada suhu 37-42°C dengan pH 6,5 dan tidak dapat bertahan pada suhu 10°C. Selain itu, bakteri ini merupakan bakteri golongan homofermentatif, yaitu bakteri yang dapat menghasilkan 85% asam laktat pada proses fermentasinya (Pratiwi dkk., 2020).

S. thermophilus memiliki tidak menghidrolisis arginin. Bakteri ini menfermentasi sejumlah gula, seperti glukosa, laktosa, fruktosa, dan sukrosa, namun selama metabolisme laktosa *S. thermophilus* tidak menfermentasi galaktosa. *S. thermophilus* merupakan bakteri yang relatif sensitif terhadap antibiotik, serta rendahnya aktivitas enzim protease (Fuquay *et al.*, 2011). *S.*

thermophilus juga memiliki beberapa aktivitas fungsional, seperti memproduksi polisakarida ekstraseluler, vitamin, dan bakteriosin. Selain itu, bakteri ini juga dapat berpotensi sebagai probiotik yang bertujuan untuk berbagai macam efek kesehatan, saluran pencernaan, dan lain-lain (Batt & Tortorello, 2014).

2.10 Fase Pertumbuhan Mikroba

Pertumbuhan mikroba dapat dilihat dengan menggunakan kurva pertumbuhan. Kurva pertumbuhan bertujuan untuk menentukan waktu maksimal mikroba dalam melakukan pembelahan sel (Purnama, 2023). Kurva pertumbuhan menggambarkan terjadi proses pembelahan sel maupun pertumbuhan bertahap suatu mikroorganisme dimulai dari awal pertumbuhan sampai dengan berakhirnya aktivitas (Rofle *et. al.*, 2012). Fase pertumbuhan mikroba terdiri dari 4 fase, yaitu fase *lag*, fase *eksponensial*, fase *stasioner*, dan fase kematian (Setiawati dkk., 2014) (**Gambar 2.13**).



Gambar 2.13 Kurva Pertumbuhan Mikroba (Wuryanti, 2008)

1. Fase adaptasi atau fase *lag* adalah tahap mikroba menyesuaikan diri dengan lingkungan baru. Pada fase ini penambahan massa atau penambahan jumlah

sel belum terlalu terlihat, sehingga kurva pertumbuhan pada fase ini biasanya mendatar (Volk & Wheeler, 1993 dalam Risna dkk., 2022).

2. Fase *eksponensial* atau logaritmik adalah tahap pertumbuhan kedua yang ditandai dengan sangat cepatnya masa pertumbuhan. Pada fase ini mengalami peningkatan aktivitas perubahan bentuk maupun pertambahan jumlah hingga kecepatan maksimum, sehingga kurvanya akan membentuk eksponensial (Purnama, 2023).
3. Fase *stasioner* adalah tahap yang terjadi ketika laju pertumbuhan seimbang dengan laju kematian, sehingga total jumlah mikroba tetap. Pada fase ini akan membentuk kurva datar. Fase ini disebabkan karena sumber nutrisi yang semakin berkurang, terbentuknya senyawa penghambat, dan faktor lingkungan yang tidak menguntungkan (Purnama, 2023).
4. Fase kematian adalah tahap ketika laju kematian mikroba meningkat secara signifikan dibandingkan dengan laju pertumbuhannya (Volk & Wheeler, 1993 dalam Risna dkk., 2022).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian berjudul “Pengaruh Konsentrasi dan Lama Fermentasi Menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap Mutu Kopi Arabika (*Coffea arabica*)” merupakan penelitian eksperimental. Rancangan penelitian ini menggunakan metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) faktorial, yang terdiri dari 2 faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor pada penelitian ini, meliputi konsentrasi bakteri asam laktat dari yoghurt (K) dan lama fermentasi (L).

a. Faktor pertama: Konsentrasi Bakteri Asam Laktat dari Yoghurt (K)

K0: 0% (0 ml) (Kontrol)

K1: 25 % (250 ml)

K2: 50% (500 ml)

K3: 75% (750 ml)

K4: 100% (1000 ml)

b. Faktor kedua: Lama Fermentasi (L)

L0: 0 jam (Kontrol)

L1: 12 Jam

L2: 24 Jam

L3: 36 Jam

L4: 48 Jam

Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Lama Fermentasi (L)	Konsentrasi (K)			
	K1	K2	K3	K4
L1	K1L1	K2L1	K3L1	K4L1
L2	K1L2	K2L2	K3L2	K4L2
L3	K1L3	K2L3	K3L3	K4L3
L4	K1L4	K2L4	K3L4	K4L4
K0L0 (Kontrol)				

3.2 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan 2 variabel yang terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi yoghurt dan lama fermentasi. Konsentrasi yoghurt yang digunakan untuk fermentasi kopi dengan varian konsentrasi, yaitu Kontrol (0 ml), 25% (250 ml), 50% (500 ml), 75% (750 ml), dan 100% (1000 ml). Lama fermentasi kopi yang digunakan dengan varian, yaitu 0 jam (Kontrol), 12 jam, 24 jam, 36 jam, dan 48 jam. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah mutu kopi yang terdiri dari beberapa parameter, yaitu nilai pH, kadar air, kadar kafein, dan cita rasa kopi.

3.3 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan September 2023 – Desember 2024 yang bertempat di Laboratorium Biokimia dan Pangan, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan di Laboratorium Terpadu, Universitas Islam Malang. Pengolahan kopi pasca panen dilakukan di Kopi Gandiva CPU, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang. Biji kopi yang telah selesai diproses dipanggang (*roasting*) yang bertempat di Ini Kopi Malang, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin pengupas kulit buah kopi (*pulper*), plastik klip ziplock (wadah fermentasi), pH meter, mesin pengelupas kulit tanduk biji kopi (*huller*), oven, cawan petri, desikator, neraca analitik, erlenmeyer, pipet, labu ukur berukuran 50 ml, labu ukur berukuran 25 ml, Spektrofotometer UV-Vis, *beaker glass*, corong pisah, *rotary evaporator*, grinder coffee N600 (merk Feima), dan mesin *roasting* (merk Wiliam Edison W1.0).

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buah kopi arabika (*Coffea arabica*), yoghurt dengan merk *Healthy Yoghurt Home Made by Ummu Hisyam*, kafein murni, aquades, kertas saring, tisu, *aluminium foil*, *buffer* pH, kloroform, dan CaCO_3 (Kalsium Karbonat).

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan buah kopi arabika (*Coffea arabica*). Sampel diperoleh dari perkebunan kopi yang berada pada ketinggian 1250 mdpl, yaitu di sekitaran kaki gunung Arjuna atau lebih tepatnya di Budug Asu, Kecamatan Singosari. Yoghurt diperoleh dari *Healthy Yoghurt by Ummu Hisyam*. Merk dari starter pembuat yoghurt tersebut adalah Lactin (Bifidum – Bio Yogurt Starter Culture) yang diperoleh dalam bentuk serbuk kering dan dipesan secara online dari akun instagram @nima_bali. Setiap satu bungkus starter dibeli dengan harga Rp 60.000.

3.5.2 Preparasi Alat

Preparasi alat dilakukan dengan sterilisasi pada alat yang akan digunakan untuk penelitian. Langkah dalam sterilisasi alat, yaitu cawan porselen, erlenmeyer, labu ukur berukuran 50 ml, labu ukur berukuran 25 ml, dan *beaker glass* di cuci menggunakan air mengalir dan dikeringkan dalam oven. Alat-alat yang sudah dicuci dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C.

3.5.3 Preparasi Fermentasi Biji Kopi

Preparasi fermentasi biji kopi dilakukan dengan menyortir 5 kg buah kopi arabika yang berwarna merah (matang) dengan tujuan untuk memisahkan buah yang berwarna hijau atau hijau-merah, serta kotoran lainnya seperti daun, ranting, dan lainnya. Setelah itu, buah kopi arabika dicuci menggunakan air yang mengalir, serta dilakukan perendaman dengan tujuan untuk memisahkan buah kopi yang mengapung dan yang terendam. Buah kopi yang terendam diambil dan ditiriskan. Kemudian dilakukan pemisahan kulit buah kopi dengan biji kopi menggunakan cara *pulping*.

3.5.4 Fermentasi Biji Kopi

Biji kopi yang telah dipisahkan, selanjutnya dilakukan fermentasi. Fermentasi dilakukan secara anaerob, yaitu dengan cara memasukkan biji kopi yang telah dikupas kulitnya dan ditimbang sebanyak 3 kg ke dalam wadah dari bahan plastik dan ditambahkan yoghurt dengan konsentrasi (0 ml, 250 ml, 500 ml, 750 ml, dan 1000 ml), kemudian wadah ditutup menggunakan *aluminium foil*. Fermentasi dilakukan selama 0 jam, 12 jam, 24 jam, 36 jam, dan 48 jam. Percobaan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Setelah proses fermentasi biji kopi selesai, dilakukan proses pencucian biji kopi hingga bersih dengan tujuan untuk

menghilangkan lapisan lendir (*mucilage*). Biji kopi yang telah dicuci kemudian dilakukan pengeringan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari dengan menggunakan *solar dryer* tipe tidak langsung. Pengeringan biji kopi dilakukan selama 10 hari.

3.5.5 Roasting

Biji kopi (*green been*) yang telah selesai dilakukan proses pengeringan, kemudian dipanggang (*roasting*) menggunakan mesin *roasting* (merk Wiliam Edison W1.0) sampai berwarna medium/medium-terang pada suhu 210°C selama 10 menit. Suhu dan lama tingkatan *roasting* penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Agustina dkk. (2019), bahwa berdasarkan uji organoleptik yang paling disukai oleh panelis adalah kopi arabika yang dipanggang (*roasting*) pada suhu 210°C dengan lama 10 menit. Spesifikasi mesin *roasting* yang digunakan memiliki kapasitas drum 1 kg (Max.1,2 kg), menggunakan jenis pembakar pita dengan waktu pemanasan selama 10 menit dan waktu pemanggangan 9-12 menit. Mesin ini memiliki tipe pendingin *turbo fan* dengan agitator, memiliki kompartibel dengan artisan melalui USB Modbus dengan fitur keamanan katup otomatis, memiliki dimensi wadah 97cm x 49,5 cm x 80,3 cm, dan memiliki dimensi meja sebesar 69 cm x 45 cm x 67 cm.

Biji kopi yang telah dipanggang kemudian dihaluskan menggunakan grinder sampai menjadi kopi bubuk. Grinder yang digunakan pada penelitian ini adalah grinder coffee N600 dengan merk Feima. Spesifikasi grinder ini memiliki daya sebesar 150watt dengan tegangan 220 V 60 Hz/50 Hz, memiliki dimensi sebesar 12 cm x 20 cm x 36 cm dengan berat 3,77 kg, memiliki diameter pada alat

giling sebesar 60 mm, memiliki kecepatan rotasi sebesar 2200 rpm, dan memiliki kapasitas hopper sebesar 250 g biji kopi.

3.5.6 Pengukuran Nilai Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika (*Coffea arabica*) dilakukan dengan menggunakan acuan AOAC (2000) dalam Pratiwi dkk. (2023), yaitu diukur dengan menggunakan alat pH meter. Perangkat pH meter awalnya dilakukan kalibrasi dengan *buffer* pada pH 4 dan pH 7. Kemudian dibilas menggunakan aquades dan dikeringkan dengan tisu. Sampel kopi bubuk ditimbang sebanyak 5 gr dan dimasukan ke dalam *beaker glass*. Panaskan aquades menggunakan hotplat sebanyak 50 ml dan masukkan ke dalam beaker glass. Kemudian dihomogenkan dan ditunggu beberapa saat hingga dingin. Setelah itu, sampel diukur dengan menggunakan pH meter dengan cara merendam sampel kopi bubuk dan ditunggu beberapa saat, serta diperhatikan nilai yang tertera.

3.5.7 Uji Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri AOAC (2005). Sebelum dilakukan pengujian, cawan porselen di oven terlebih dahulu selama 30 menit dan ditimbang. Kemudian sampel kopi bubuk ditimbang sebanyak 5 gr dan dimasukkan ke dalam cawan. Cawan yang berisi sampel kopi bubuk dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100-105°C. Setelah di oven, dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang, diulang sampai beratnya konstan. Sampel kopi bubuk yang telah ditimbang dan beratnya konstan menandakan semua air sudah diuapkan. Berat konstan merupakan selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg (0,0002 g) (Asmediana dkk., 2017). Apabila

sampel yang dilakukan penimbangan tidak mencapai berat konstan, maka sampel harus dimasukkan kembali ke dalam oven (Setiani dkk., 2021).

Berikut adalah perhitungan kadar air menurut Larassati dkk. (2021):

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

Keterangan:

KA : Kadar air (%)

a : Berat cawan dan sampel akhir (g)

b : Berat cawan (g)

c : Berat sampel awal (g)

3.5.8 Uji Kadar Kafein

Analisis kadar kafein dilakukan dengan menggunakan acuan Arwangga dkk. (2016), yaitu sebagai berikut:

1. Pembuatan Larutan Standar Kafein

Larutan standar kafein dibuat dengan menimbang 250 mg kafein dan dimasukkan ke dalam labu ukur berukuran 250 ml, serta ditambahkan aquades sampai batas tera. Kemudian larutan dihomogenkan sampai mendapat larutan baku kafein. Setelah, itu dilakukan pengenceran dengan mengambil 2,5 ml larutan baku dan dimasukkan ke dalam labu ukur berukuran 25 ml, serta ditambahkan aquades sampai batas tera dan digojok sampai homogen.

2. Pembuatan Kurva Standar

Larutan standar kafein dibuat dengan mengambil 0,1; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5 ml dari larutan standar kafein 100 mg/l dan diencerkan hingga mencapai konsentrasi larutan standar yang diperoleh berturut-turut 1; 3; 6; 9; 12; 15 mg/l. Larutan standar kafein diukur pada panjang gelombang 275 mm menggunakan

alat spektrofotometer, sehingga diperoleh kurva standar kafein. Menurut Agustina dkk. (2019), nilai absorbansi yang diperoleh dari pembacaan gelombang tersebut akan dikalibrasi ke dalam persamaan kurva standar, yaitu:

$$y = ax + b$$

Keterangan:

- a : Slope pada kurva standar
- b : Intersep pada kurva standar
- x : Konsentrasi kafein
- y : Absorbansi

3. Isolasi Kandungan Kafein Kopi Bubuk

Sampel kopi bubuk ditimbang sebanyak 1 g dan aquades panas sebanyak 150 ml dimasukkan ke dalam *beaker glass*, kemudian dihomogenkan. Larutan tersebut disaring dan filtratnya dimasukkan ke dalam corong pisah dan ditambahkan 1,5 g CaCO_3 . Ekstraksi dilakukan sebanyak 3 kali dan ditambahkan 25 ml kloroform. Lapisan bagian bawah yang terbentuk diambil, serta ekstrak (fase kloroform) diuapkan dengan menggunakan *rotary evaporator* hingga kloroform menguap seluruhnya.

4. Uji Kandungan Kafein Kopi Bubuk

Ekstrak kafein dari masing-masing sampel kopi yang bebas pelarut dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan dilakukan pengenceran 10 kali pada labu ukur 10 ml menggunakan aquades sampai garis tanda batas dan dihomogenkan. Kemudian sampel diukur absorbansinya menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 275 nm. Berikut adalah perhitungan kadar kafein pada kopi bubuk menurut Omega dan Wibisono (2023):

$$KK = \frac{k \times v \times fp}{bs} \times 100\%$$

Keterangan:

KK : Kadar kafein (%b/b)

k : Konsentrasi (mg/L)

v : Volume (L)

fp : Faktor pengenceran

bs : Berat sampel (g)

3.5.9 Uji Organoleptik

Penyajian sampel untuk uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan acuan menurut *Specialty Coffee Association* (SCA) (2018), yaitu biji kopi arabika harus dipanggang (*roasting*) sekitar 8-12 menit dan didinginkan pada suhu ruang selama 8-24 jam untuk dapat digunakan untuk uji organoleptik. Sampel disimpan dalam wadah yang kedap udara atau yang tidak dapat tembus air, sehingga tidak akan mudah terkontaminasi. Penyajian untuk uji organoleptik dilakukan dengan menyiapkan cup berukuran 8 Oz (240 ml) untuk setiap 1 sampel. Masing-masing dari cup berisi 8,25 g biji kopi hasil panggang yang telah digiling dengan hasil ukuran partikel sekitar 70-75%, bubuknya harus melewati saringan ukuran 20 mesh sesuai dengan standar AS. Kemudian, ditambahkan 150 ml air yang telah dipanaskan hingga mencapai suhu sekitar 92,2-94,4°C, diaduk hingga kopi homogen dan diamkan selama 5 menit agar kopi dapat terekstrak dengan optimal.

Uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan acuan SNI 01-2346-2006. Metode uji yang digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan terhadap

produk dengan menggunakan lembar penilaian. Uji organoleptik pada penelitian ini dilakukan oleh 15 panelis terlatih yang terdiri dari *owner* dan *staff* (barista) *Selective Coffe Roasters*. Atribut sensori yang dinilai pada penelitian ini adalah aroma (*fragrance*), keasaman (*acidity*), kemanisan (*sweetness*), dan penerimaan secara keseluruhan (*overall*). Metode pengujian menggunakan metode hedonik (uji kesukaan) dengan tingkat kesukaan, 5 (sangat suka), 4 (suka), 3 (cukup), 2 (tidak suka), dan 1 (sangat tidak suka) (Subekti dkk., 2023).

3.6 Analisis Data

Analisis data nilai pH, kadar air, dan kadar kafein dilakukan secara statistik parametrik menggunakan aplikasi statistik SPSS 16.0 *for Windows*. Apabila data berdistribusi normal dan homogen, maka akan dilanjutkan dengan menggunakan analisis statistik sidik ragam (ANOVA). Kemudian, jika hasil uji diterima, maka akan dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$. Analisis data uji organoleptik dilakukan secara statistik non-parametrik *Kruskall Wallis*. Apabila data terdapat pengaruh berbeda nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji lanjut *Mann Whitney* dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt terhadap Mutu Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

4.1.1 Nilai Derajat Keasaman (pH)

Data pengaruh konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt terhadap nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika (*Coffea arabica*) tersaji pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	5,53±0,038 ^d	5,31±0,031 ^c	5,17±0,047 ^b	4,90±0,045 ^a
L2	5,31±0,031 ^d	5,14±0,032 ^c	4,91±0,040 ^b	4,78±0,025 ^a
L3	5,09±0,030 ^d	4,90±0,025 ^c	4,73±0,020 ^b	4,52±0,025 ^a
L4	4,80±0,025 ^d	4,71±0,032 ^c	4,53±0,042 ^b	4,29±0,079 ^a
Kontrol (K0L0)				
6,54±0,051				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam)

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 1**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig > 0,05). Data nilai derajat keasaman (pH) yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *one-way* anova. Hasil uji *one-way* anova dengan uji lanjut duncan (**Lampiran 1**) menunjukkan bahwa nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05) yang berarti konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt berpengaruh nyata terhadap nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika (*Coffea arabica*).

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dikemukakan bahwa nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika arabika (*Coffea arabica*) mengalami penurunan seiring dengan semakin banyaknya konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt. Penurunan nilai derajat keasaman (pH) disebabkan karena adanya aktivitas bakteri asam laktat selama proses fermentasi dalam menghasilkan pembentukan asam laktat. Pernyataan tersebut sesuai dengan Kayaputri dkk. (2022) bahwa bakteri asam laktat berperan dalam menghasilkan asam laktat, asam asetat, dan asam sitrat. Asam laktat yang dihasilkan diduga dipengaruhi oleh perbedaan jalur pembentukan asam laktat dari bakteri asam laktat yang digunakan pada penelitian ini.

Penelitian ini menggunakan *Bifidobacterium* sp., *Lactobacillus acidophilus*, dan *Streptococcus thermophilus* yang memiliki pembentukan asam laktat yang berbeda. Menurut Pasaribu dkk. (2023), *Bifidobacterium* sp., merupakan bakteri golongan heterofermentatif. Jalur fermentasi heterofermentatif akan aktif melakukan fermentasi karbohidrat dengan produk utama asam laktat dan asam asetat. *Lactobacillus acidophilus* dan *Streptococcus thermophilus* merupakan bakteri golongan homofermentatif (Pratiwi dkk.,2020; Anjum dkk.,2014). Jalur fermentasi homofermentatif menghasilkan produk yang didominasi oleh asam laktat (Pasaribu dkk., 2023).

Lapisan lendir (*mucilage*) kopi mengandung gula sederhana berbentuk glukosa, fruktosa, dan beberapa asam amino bebas, serta air (Dalimunthe dkk., 2021). Selama proses fermentasi terjadi pemecahan lapisan lendir (*mucilage*) pada biji kopi yang disebabkan karena adanya aktivitas mikroorganisme. Lapisan lendir (*mucilage*) merupakan sumber nutrisi bagi mikroorganisme (Frank dkk., 1996;

Board, 1983 dalam Azizah dkk., 2019). Hal ini disebabkan karena lapisan lendir (*mucilage*) kopi mengandung 80% pektin dan 20% gula (Adrianto dkk., 2020). Bakteri asam laktat memanfaatkan glukosa selama proses fermentasi sebagai sumber karbon untuk proses metabolisme (Sukainah dkk., 2023). Selama proses fermentasi asam laktat, bakteri asam laktat akan menggunakan glukosa sebagai sumber karbon untuk menghasilkan piruvat melalui glikolisis, kemudian akan menghasilkan asam laktat oleh aktivitas *laktat dehidrogenase* (LDH) (Wang *et.al.*, 2021).

Penurunan nilai derajat keasaman (pH) selama proses fermentasi disebabkan karena adanya aktivitas metabolisme mikroba dalam menguraikan asam-asam amino, sehingga terakumulasi asam-asam organik dan meningkatkan jumlah proton H^+ . Asam organik adalah senyawa metabolit yang dihasilkan dari aktivitas metabolisme bakteri penghasil asam, seperti bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat (Tawali dkk., 2018). Pembentukan asam organik selama proses fermentasi disebabkan karena adanya degradasi gula dari bakteri asam laktat, sehingga menyebabkan peningkatan total asam tertitrasi (Sukainah dkk., 2023). Selama proses fermentasi, bakteri asam laktat dapat memproduksi asam organik, metabolit primer, dan dapat melakukan eksresi senyawa penghambat bakteri patogen, sehingga akan mengalami penurunan pH pada lingkungannya (Ardilla dkk., 2022).

4.1.2 Kadar Air (%)

Data pengaruh konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt terhadap kadar air (%) kopi arabika (*Coffea arabica*) tersaji pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap Kadar Air (%) Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	3,03±0,042 ^d	2,72±0,045 ^c	2,42±0,035 ^b	2,12±0,068 ^a
L2	2,69±0,042 ^d	2,43±0,042 ^c	2,18±0,021 ^b	1,88±0,066 ^a
L3	2,47±0,030 ^d	2,19±0,031 ^c	1,95±0,042 ^b	1,79±0,083 ^a
L4	2,29±0,031 ^c	2,08±0,085 ^b	1,78±0,049 ^{ab}	1,69±0,046 ^a
Kontrol (K0L0)				
3,50±0,053				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam)

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 2**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig > 0,05). Data nilai kadar air (%) yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *one-way* anova. Hasil uji *one-way* anova dengan uji lanjut duncan (**Lampiran 2**) menunjukkan bahwa nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05) yang berarti konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air (%) kopi arabika (*Coffea arabica*).

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dikemukakan bahwa kadar air (%) kopi arabika arabika (*Coffea arabica*) mengalami penurunan seiring dengan semakin banyaknya konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt. Penurunan nilai kadar air (%) disebabkan karena adanya aktivitas mikroba, sehingga menyebabkan kenaikan suhu. Pernyataan tersebut sesuai dengan Purnamayanti dkk. (2017) bahwa selama proses fermentasi terdapat aktivitas mikroba, sehingga menyebabkan kenaikan suhu dan dapat mempengaruhi terdegradasinya lapisan lendir (*mucilage*) pada biji kopi. Terbukanya pori-pori pada lapisan lendir

(*mucilage*) akan menyebabkan mudahnya mengalami penguapan kadar air pada biji kopi, sehingga kadar air pada kopi akan mengalami penurunan.

Lapisan lendir (*mucilage*) pada biji kopi bersifat higroskopis dan dapat mengurangi kualitas biji kopi, sehingga perlu diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana. Lapisan lendir (*mucilage*) biji kopi mengandung sebanyak 4,3% glukosa (Winanti & Handoko, 2024). Fermentasi merupakan proses senyawa-senyawa gula higroskopis di dalam lapisan lendir (*mucilage*) berubah menjadi alkohol (Murthy dan Madhava, 2011). Selama proses fermentasi, lapisan lendir (*mucilage*) akan terurai, sehingga menyebabkan kelembapan pada biji kopi berkurang dan dapat mempengaruhi pada waktu pengeringan (Saputra dkk., 2020).

4.1.3 Kadar Kafein (%)

Data pengaruh konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt terhadap kadar kafein (%) kopi arabika (*Coffea arabica*) tersaji pada Tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt Terhadap Kadar Kafein (%) Kopi Arabika (*Coffea Arabica*)

Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	2,11±0,053 ^b	1,96±0,076 ^{ab}	1,82±0,060 ^a	1,65±0,059 ^a
L2	2,01±0,091 ^c	1,68±0,111 ^b	1,53±0,168 ^{ab}	1,39±0,070 ^a
L3	1,94±0,048 ^d	1,56±0,065 ^c	1,25±0,115 ^b	1,12±0,118 ^a
L4	1,91±0,021 ^d	1,45±0,089 ^c	1,02±0,081 ^b	0,92±0,132 ^a
Kontrol (K0L0)				
2,45±0,062				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam)

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 3**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 ($\text{Sig} > 0,05$). Data nilai kadar kafein (%) yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *one-way* anova. Hasil uji *one-way* anova dengan uji lanjut duncan (**Lampiran 3**) menunjukkan bahwa nilai signifikansi di bawah 0,05 ($\text{Sig} < 0,05$) yang berarti konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt berpengaruh nyata terhadap nilai kadar kafein (%) kopi arabika (*Coffea arabica*).

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dikemukakan bahwa kadar kafein (%) kopi arabika arabika (*Coffea arabica*) mengalami penurunan seiring dengan semakin banyaknya konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt. Penurunan nilai kadar kafein (%) disebabkan karena adanya aktivitas bakteri proteolitik dalam menghasilkan enzim protease. Pernyataan tersebut sesuai dengan Farida dkk. (2013) bahwa penurunan kadar kafein selama proses fermentasi disebabkan karena adanya aktivitas bakteri proteolitik dalam menghasilkan enzim protease.

Penelitian ini menggunakan bakteri proteolitik, yaitu *Lactobacillus acidophilus* dan *Streptococcus thermophilus*. Menurut Kieliszek *et al.* (2021) *Lactobacillus acidophilus* dan *Streptococcus thermophilus* merupakan bakteri proteolitik yang paling aktif secara proteolitik dan pada umumnya digunakan pada industri susu. Bakteri proteolitik merupakan bakteri yang dapat melakukan degradasi protein dengan memutus ikatan peptida pada protein. Bakteri proteolitik dapat menghasilkan enzim protease, yaitu enzim yang berfungsi dalam menghidrolisis protein menjadi asam amino (Pradana dkk., 2023). Bakteri proteolitik dapat menurunkan kadar kafein pada biji kopi yang disimpan dalam

vakuola (Hartono & Azimata, 2019), karena enzim protease yang dihasilkan oleh bakteri ini dapat menguraikan protein menjadi asam amino yang berada di membran sel biji kopi. Hal ini menyebabkan kandungan kafein pada membran sel keluar dan larut ketika dicuci dengan air mengalir (Utama dkk., 2022).

Kafein pada kopi sebagai besar terdapat di bagian membran sel biji kopi. Membran sel biji kopi mengandung 52% protein, 8% karbohidrat, dan 40% lemak (Utama dkk., 2022). Protein merupakan komponen terbesar dalam membran sel. Terdegradasinya protein pada membran sel biji kopi bertujuan untuk menurunkan kadar kafein. Protein tersebut kemudian dihidrolisis oleh enzim pemecah protein, yaitu enzim protease. Enzim protease dapat mendegradasi komponen dalam membran sel, sehingga proses pelarutan kafein lebih mudah (Rosalinda dkk., 2021). Penguraian protein selama proses fermentasi dapat menyebabkan penurunan kadar kafein kopi dan akan meningkatkan asam amino bebas (Macrone, 2004).

Terakumulainya metabolit akan menghasilkan asam klorogenat, asam laktat, vitamin, asam amino, antibiotik, dan zat lainnya yang dapat memicu terjadinya proses esterifikasi (Sani dkk., 2023). Esterifikasi merupakan proses yang menyebabkan senyawa kompleks kafein terpecah menjadi ester, seperti asam klorogenat selama proses fermentasi (Larassari dkk., 2021). Kafein yang terurai memiliki ukuran dan massa molekul yang lebih kecil, sehingga dapat berdifusi dengan lebih mudah melalui dinding sel dan larut ketika dicuci dengan air mengalir. Asam klorogenat yang terlepas dari kafein akan mengalami penguraian asam klorogenat menjadi senyawa organik lain, yang larut dalam media fermentasi (Tawali dkk., 2018).

Kadar kafein yang mengalami penurunan disebut dengan dekafeinasi. Dekafeinasi adalah proses kadar kafein mengalami penurunan dan penghilangan pada suatu bahan pangan baik yang dilakukan secara alami maupun menggunakan bahan kimia (Oktadina dkk., 2013). Dekafeinasi merupakan proses pH mengalami kenaikan yang disebabkan karena penguraian asam klorogenat. Dekafeinasi merupakan proses pemisahan ikatan asam klorogenat dan kafein, kemudian diikuti dengan penguraian (dekomposisi) asam klorogenat menjadi asam quinat, sehingga senyawa tersebut dapat larut dalam air (Tawali dkk., 2018).

Kafein adalah senyawa yang termasuk dalam kelompok alkaloid dan merupakan metabolit sekunder yang ditemukan pada biji, daun, dan beberapa jenis buah (Hidayah dkk., 2024). Kadar kafein pada penelitian ini diukur dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Penentuan kadar kafein lebih direkomendasikan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dibandingkan dengan menggunakan metode HPLC. Hal ini dikarenakan metode spektrofotometri dinilai lebih baik dari segi akurasi dan presisi dibandingkan dengan metode HPLC. Selain itu, metode spektrofotometri UV-Vis menghasilkan parameter validasi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode HPLC. Serta, penggunaan metode spektrofotometri dinilai lebih murah dan mudah dibandingkan dengan metode HPLC (Susanti dkk., 2020).

Kafein dapat terdeteksi menggunakan metode spektrofotometri pada panjang gelombang dengan absorbansi maksimum sekitar 272-276 nm (Egan *et al.*, 1981 dalam Saripah dkk., 2021). Panjang gelombang dengan nilai absorbansi tertinggi disebut panjang gelombang maksimum. Penelitian ini dilakukan pengamtan dengan menggunakan panjang gelombang 275 nm. Panjang

gelombang maksimum yang diperoleh dari deret standar kafein, kemudian digunakan untuk menentukan kadar kafein. Setelah memperoleh deret standar kafein, dilakukan perhitungan menggunakan persamaan regresi linier untuk mendapatkan kurva standar kafein. Kurva tersebut menggambarkan hubungan antara konsentrasi (sumbu x) dan nilai absorbansi (sumbu y), sehingga menghasilkan persamaan garis yang digunakan dalam menghitung kadar kafein pada kopi bubuk (Azizah dkk., 2019).

Perhitungan standar kafein menghasilkan persamaan regresi $y = 0,0319x + 0,0327$ dengan koefisien korelasi sebesar 0,9931. Hasil nilai koefisien korelasi yang didapatkan, dapat dikatakan baik untuk standar kafein. Hal ini disebabkan karena nilai koefisien korelasi yang didapatkan berada di atas batas minimum menurut *Association of Official Analytical Chemist* (2005), yaitu $> 0,9900$ (**Lampiran 3**). Hasil pengujian kadar kafein yang diperoleh pada penelitian ini, kemudian dibandingkan dengan persyaratan mutu untuk kopi bubuk berdasarkan SNI 01-3542-2004 tentang kadar kafein, yaitu untuk persyaratan I berkisar antara 0,9-2%, sedangkan untuk persyaratan II berkisar antara 0,45-2%.

4.2 Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Mutu Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

4.2.1 Nilai Derajat Keasaman (pH)

Data pengaruh lama fermentasi terhadap nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika (*Coffea arabica*) tersaji pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	5,53±0,038 ^d	5,31±0,031 ^d	5,10±0,030 ^d	4,80±0,025 ^c
L2	5,31±0,031 ^c	5,14±0,032 ^c	4,90±0,025 ^c	4,71±0,032 ^c
L3	5,17±0,047 ^b	4,91±0,040 ^b	4,73±0,020 ^b	4,53±0,042 ^b
L4	4,90±0,045 ^a	4,78±0,026 ^a	4,53±0,025 ^a	4,29±0,079 ^a
Kontrol (K0L0)				
6,54±0,051				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam)

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 3**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig > 0,05). Data nilai derajat keasaman (pH) yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *one-way* anova. Hasil uji *one-way* anova dengan uji lanjut duncan (**Lampiran 3**) menunjukkan bahwa nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05) yang berarti lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika (*Coffea arabica*).

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dikemukakan bahwa nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika arabika (*Coffea arabica*) mengalami penurunan seiring dengan semakin lamanya waktu fermentasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Larassati dkk. (2021) menyatakan bahwa semakin lamanya waktu fermentasi menyebabkan nilai derajat keasaman (pH) pada kopi arabika akan mengalami penurunan secara linier. Hal ini disebabkan karena semakin lamanya waktu fermentasi, maka semakin banyaknya aktivitas mikroba dalam menghasilkan asam-asam pada biji kopi.

4.2.2 Kadar Air (%)

Data pengaruh lama fermentasi terhadap kadar air (%) kopi arabika (*Coffea arabica*) tersaji pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Air (%) Kopi Arabika (*Coffea Arabica*)

Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	3,03±0,042 ^d	2,72±0,045 ^d	2,42±0,035 ^d	2,12±0,068 ^c
L2	2,69±0,042 ^c	2,43±0,042 ^c	2,18±0,021 ^c	1,88±0,066 ^c
L3	2,47±0,030 ^b	2,19±0,031 ^b	1,95±0,042 ^b	1,79±0,083 ^b
L4	2,29±0,031 ^a	2,08±0,085 ^a	1,78±0,049 ^a	1,69±0,046 ^a
Kontrol (K0L0)				
3,50±0,053				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam)

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 2**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig > 0,05). Data nilai kadar air (%) yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *one-way* anova. Hasil uji *one-way* anova dengan uji lanjut duncan (**Lampiran 2**) menunjukkan bahwa nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05) yang berarti lama berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air (%) kopi arabika (*Coffea arabica*).

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dikemukakan bahwa nilai kadar air (%) kopi arabika arabika (*Coffea arabica*) mengalami penurunan seiring dengan semakin lamanya waktu fermentasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Barus (2019) bahwa kadar air pada sampel kopi bubuk semakin mengalami penurunan diiringin dengan semakin lamanya waktu fermentasi. Hal ini disebabkan karena lamanya waktu fermentasi menyebabkan terjadinya kenaikan suhu. Kenaikan suhu tersebut disebabkan karena adanya aktivitas mikroba yang semakin meningkat dan dapat

mempengaruhi terdegradasinya lapisan lendir (*mucilage*) pada biji kopi. Terbukanya pori-pori pada lapisan lendir (*mucilage*) akan menyebabkan mudahnya mengalami penguapan kadar air pada biji kopi, sehingga kadar air pada kopi akan mengalami penurunan (Purnamayanti dkk., 2017).

4.2.3 Kadar Kafein (%)

Data pengaruh lama fermentasi terhadap kadar kafein (%) kopi arabika (*Coffea arabica*) tersaji pada Tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.6 Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Kafein (%) Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	2,11±0,053 ^d	1,96±0,076 ^c	1,82±0,060 ^c	1,65±0,059 ^c
L2	2,01±0,091 ^c	1,68±0,111 ^b	1,53±0,168 ^b	1,39±0,070 ^b
L3	1,94±0,048 ^b	1,56±0,065 ^{ab}	1,25±0,115 ^a	1,12±0,118 ^a
L4	1,91±0,021 ^a	1,45±0,089 ^a	1,02±0,081 ^a	0,92±0,132 ^a
Kontrol (K0L0)				
2,45±0,062				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam)

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 3**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig > 0,05). Data nilai kadar kafein (%) yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *one-way* anova. Hasil uji *one-way* anova dengan uji lanjut duncan (**Lampiran 3**) menunjukkan bahwa nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05) yang berarti lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap nilai kadar kafein (%) kopi arabika (*Coffea arabica*).

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dikemukakan bahwa nilai kadar kafein (%) kopi arabika arabika (*Coffea arabica*) mengalami penurunan seiring dengan

semakin lamanya waktu fermentasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sani dkk. (2023) menyatakan bahwa semakin menurunnya kandungan kafein pada kopi berbanding lurus dengan semakin lamanya waktu fermentasi kopi. Hal ini disebabkan karena adanya aktivitas mikroba dalam menghasilkan enzim protease, sehingga terpecahnya molekul protein dan molekul kafein yang terdapat dalam biji kopi.

4.3 Pengaruh Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

4.3.1 Nilai Derajat Keasaman (pH)

Data pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi terhadap nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika (*Coffea arabica*) tersaji pada Tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Pengaruh Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH) Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	5,53±0,038 ⁱ	5,31±0,031 ^h	5,17±0,047 ^g	4,90±0,045 ^e
L2	5,31±0,031 ^h	5,14±0,032 ^{fg}	4,91±0,040 ^e	4,78±0,025 ^{cd}
L3	5,09±0,030 ^f	4,90±0,025 ^e	4,73±0,020 ^c	4,52±0,025 ^b
L4	4,80±0,025 ^d	4,71±0,032 ^c	4,53±0,042 ^b	4,29±0,079 ^a
Kontrol (K0L0)				
6,54±0,051				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam)

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 1**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig > 0,05). Data nilai derajat keasaman (pH) yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *one-way* anova. Hasil uji

one-way dengan uji lanjut duncan (**Lampiran 1**) menunjukkan bahwa nilai signifikansi di bawah 0,05 ($\text{Sig} < 0,05$) yang berarti kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika (*Coffea arabica*).

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dikemukakan bahwa nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika arabika (*Coffea arabica*) mengalami penurunan seiring dengan semakin banyaknya konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan semakin lamanya waktu fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi dan lama fermentasi secara bersamaan menentukan besarnya pengurangan nilai derajat keasaman (pH) selama proses fermentasi. Nilai derajat keasaman (pH) pada semua sampel kopi arabika hasil fermentasi sesuai dengan persyaratan mutu untuk kopi bubuk berdasarkan SNI 01-3542-2004 dengan nilai batas maksimal >4 .

Salah satu faktor penting yang menentukan ketahanan suatu produk terhadap kontaminasi mikroorganisme adalah nilai derajat keasaman (pH). Nilai derajat keasaman pada suatu produk pangan dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu berasam rendah ($\text{pH} > 4,5$), berasam sedang ($\text{pH} > 4,0$), dan berasam tinggi ($\text{pH} < 4,0$) (Kayaputri dkk., 2022). Nilai derajat keasaman (pH) pada semua sampel kopi arabika hasil fermentasi sesuai dengan persyaratan mutu untuk kopi bubuk berdasarkan SNI 01-3542-2004 dengan nilai batas maksimal >4 . Penurunan nilai derajat keasaman (pH) pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hariyadi dkk. (2022) bahwa nilai derajat keasaman (pH) awal

sebelum dilakukan fermentasi adalah 6,0 dan nilai derajat keasaman (pH) akhir setelah dilakukan fermentasi adalah 4,22.

4.3.2 Kadar Air (%)

Data pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi terhadap kadar air (%) kopi arabika (*Coffea arabica*) tersaji pada Tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.8 Pengaruh Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Air (%) Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	3,03±0,042 ⁱ	2,72±0,045 ^h	2,42±0,035 ^g	2,12±0,068 ^{de}
L2	2,69±0,042 ^h	2,43±0,042 ^g	2,18±0,021 ^e	1,88±0,066 ^c
L3	2,47±0,030 ^g	2,19±0,031 ^e	1,95±0,042 ^c	1,79±0,083 ^b
L4	2,29±0,031 ^f	2,08±0,085 ^d	1,78±0,049 ^b	1,69±0,046 ^a
Kontrol (K0L0)				
3,50±0,053				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam)

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 2**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig > 0,05). Data nilai kadar air (%) yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *one-way* anova. Hasil uji *one-way* anova dengan uji lanjut duncan (**Lampiran 2**) menunjukkan bahwa nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05) yang berarti kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air (%) kopi arabika (*Coffea arabica*).

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dikemukakan bahwa nilai kadar air (%) kopi arabika (*Coffea arabica*) mengalami penurunan seiring dengan semakin

banyaknya konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan semakin lamanya waktu fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi dan lama fermentasi secara bersamaan menentukan besarnya pengurangan nilai kadar air (%) selama proses fermentasi. Kadar air (%) pada semua sampel kopi arabika hasil fermentasi sesuai dengan persyaratan mutu untuk kopi bubuk berdasarkan SNI 01-3542-2004 dengan nilai batas maksimal 7%.

Kadar air merupakan syarat penting penyimpanan kopi dan sebagai penentu mutu biji kopi (Sani dkk., 2023). Tingginya kandungan air berpengaruh terhadap umur simpan kopi bubuk, sehingga diperlukan cara pengolahan yang baik dan benar (Oktadina dkk., 2013). Tingginya kadar air dalam suatu bahan pangan akan menyebabkan suatu produk dapat mudah mengalami kerusakan (Siregar dkk., 2020). Sedangkan rendahnya kadar air dapat menyebabkan penyerapan uap air dari udara akan lebih lama, sehingga kopi dapat tahan lama terhadap kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme selama masa penyimpanan (Hasanah dkk., 2022).

Kadar air dalam suatu produk berpengaruh terhadap nilai aktivitas air (a_w) yang dapat mempengaruhi daya tahan dan stabilitas produk selama masa penyimpanan. Kadar air merupakan salah satu parameter berlangsungnya pengawasan dalam pengeringan dan ekstraksi kopi (Yuniastri dkk., 2019). Nilai aktivitas air (a_w) di bawah 0,6 menandakan tidak tersedianya air bebas pada kopi bubuk, sehingga mikroba jenis apapun tidak akan dapat tumbuh. Sedangkan nilai aktivitas air (a_w) di atas 0,6 menandakan beberapa jenis jamur mulai dapat tumbuh pada kopi bubuk. Nilai kadar air kesetimbangan maksimum adalah 7% dan merupakan acuan untuk persyaratan mutu untuk kopi bubuk berdasarkan SNI 01-

3542-2004. Nilai kadar air 7% setara dengan nilai aktivitas air (a_w) sebesar 0,6. Kadar air kopi bubuk hasil sangrai, pada umumnya berkisar pada nilai 2-3% atau setara dengan nilai aktivitas air (a_w) sebesar 0,2-0,3 (Mulato, 2020).

4.3.3 Kadar Kafein (%)

Data pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi terhadap kadar kafein (%) kopi arabika (*Coffea arabica*) tersaji pada Tabel 4.9 sebagai berikut:

Tabel 4.9 Pengaruh Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Kafein (%) Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	2,11±0,053 ^k	1,96±0,076 ^{ijk}	1,82±0,060 ^{hi}	1,65±0,059 ^g
L2	2,01±0,091 ^{jk}	1,68±0,111 ^{gh}	1,53±0,168 ^{efg}	1,39±0,070 ^{de}
L3	1,94±0,048 ^{ij}	1,56±0,065 ^{fg}	1,25±0,115 ^{cd}	1,12±0,118 ^{bc}
L4	1,91±0,021 ^{ij}	1,45±0,089 ^{ef}	1,02±0,081 ^{ab}	0,92±0,132 ^a
Kontrol (K0L0)				
2,45±0,062				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam)

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 3**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig > 0,05). Data nilai kadar kafein (%) yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *one-way* anova. Hasil uji *one-way* anova dengan uji lanjut duncan (**Lampiran 3**) menunjukkan bahwa nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05) yang berarti kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap nilai kadar kafein (%) kopi arabika (*Coffea arabica*).

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat dikemukakan bahwa nilai kadar kafein (%) kopi arabika arabika (*Coffea arabica*) mengalami penurunan seiring dengan semakin banyaknya konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan semakin lamanya waktu fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi dan lama fermentasi secara bersamaan menentukan besarnya pengurangan nilai kadar kafein (%) selama proses fermentasi. Kadar kafein (%) pada sampel kopi arabika hasil fermentasi selain perlakuan K1L1, K1L2, dan Kontrol, sesuai dengan persyaratan mutu untuk kopi bubuk berdasarkan SNI 01-3542-2004 dengan nilai batas maksimum untuk persyaratan I berkisar antara 0,9-2%, sedangkan untuk persyaratan II berkisar antara 0,45-2%.

Kopi mengandung alkaloid xantin (purin), yaitu senyawa kafein. kafein dapat menyebabkan stimulan saraf pusat dan dapat mengatasi kelelahan dan kantuk (Pamungkas dkk., 2021). Menurut SNI 01-7152-2006, batas maksimum kafein dalam produk pangan (makanan atau minuman) adalah 150 mg/hari. Batas konsumsi kopi tidak lebih dari 3-4 cangkir kopi sehari. Secangkir kopi biasanya mengandung 50 mg kafein (Tjahjani dkk., 2021). Konsumsi kopi dengan kadar kafein yang rendah dapat menstimulasi sistem saraf, sehingga menyebabkan mood menjadi lebih baik dan menghalau rasa lelah (Oktadina dkk., 2013).

Kopi juga memiliki berbagai manfaat, yaitu dapat meningkatkan kinerja fisik, membakar lemak, mengurangi terjadinya risiko terjadinya berbagai penyakit, seperti stroke, kanker hati, prostat, dan kolorektal sebesar 20%, mengurangi risiko terjadinya penyakit parkinson sebesar 25%, menurunkan terjadinya risiko diabeter tipe II, mengurangi risiko terjadinya demensia, membuat suasana hati lebih baik, dapat membantu dalam menghadapi depresi dan risiko

terjadinya bunuh diri sebesar 50%, serta memiliki risiko lebih kecil terkena serangan jantung (Riksen dkk., 2009; Lopez dkk., 2009; Je dkk., 2009; Dorea dkk., 2005 dalam Wachamo, 2017). Konsumsi kopi dengan kadar kafein yang tinggi juga dapat memberikan dampak negatif bagi tubuh, apabila dikonsumsi dalam keadaan tubuh tertentu (Rahmawati & Gustiani, 2023). Beberapa dampak negatif yang dapat terjadi apabila mengonsumsi kopi dengan kadar kafein yang tinggi, yaitu menyebabkan berubahnya warna gigi, bau mulut, meningkatkan terjadinya stress, insomnia, serangan jantung, stroke, gangguan pencernaan, kecanduan, penuaan dini, dan tekanan darah tinggi apabila dikonsumsi pada pagi hari disaat perut kosong (Farida dkk., 2013).

4.4 Penilaian Sensori Mutu Kopi Arabika Menggunakan Metode Uji Organoleptik

4.4.1 Aroma (*fragrance*)

Data tingkat kesukaan panelis uji organoleptik aroma (*fragrance*) kopi arabika (*Coffea arabica*) pada masing-masing unit percobaan kombinasi penelitian tersaji pada **Lampiran 4**. Data rata-rata tingkat kesukaan panelis uji organoleptik aroma (*fragrance*) pada kopi arabika (*Coffea arabica*) dengan kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi tersaji pada Tabel 4.10 sebagai berikut:

Tabel 4.10 Tingkat Kesukaan Panelis Uji Organoleptik Aroma (Fragrance) pada Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dengan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi

Rerata skor kesukaan				
Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	2,60±0,737 ^a	3,40±0,737 ^a	2,00±0,000 ^a	2,40±0,507 ^a
L2	3,00±0,655 ^a	3,00±0,000 ^{bd}	2,00±0,000 ^a	2,00±0,000 ^b
L3	3,60±0,507 ^b	2,80±0,561 ^{cd}	2,60±0,507 ^b	2,60±0,507 ^{ab}
L4	3,80±0,561 ^b	3,80±0,414 ^b	2,60±0,507 ^b	3,00±0,926 ^{ab}
Kontrol (K0L0)				
2,40±0,507				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam). Hasil dilaporkan sebagai rata-rata ± standar deviasi.

Hasil analisis statistik non-parametrik (*Kruskall Wallis*) berdasarkan skor kesukaan panelis terhadap aroma (*fragrance*) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi kopi arabika (*Coffea arabica*) berpengaruh nyata dengan nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05). (**Lampiran 4**). Berdasarkan Tabel 4.10 dapat dikemukakan bahwa data dari hasil uji organoleptik menunjukkan rerata nilai organoleptik aroma (*fragrance*) tertinggi dengan perlakuan konsentrasi 25% dan lama fermentasi 48 jam (K1L4), serta konsentrasi 50% dan lama fermentasi 48 jam (K2L4), yaitu 3,80 (cukup). Rerata nilai organoleptik aroma (*fragrance*) terendah dengan perlakuan konsentrasi 75% dan lama fermentasi 12 jam (K3L1), konsentrasi 75% dan lama fermentasi 24 jam (K3L2), serta konsentrasi 100% dan lama fermentasi 24 jam (K4L2), yaitu 2,00 (tidak suka).

Aroma merupakan bau yang disebabkan karena adanya rangsangan kimia yang terdeteksi oleh syaraf alfaftori di dalam rongga hidung (Winarno, 2004 dalam Zainuddin dan Tomina, 2021). Aroma (*fragrance*) adalah penilaian yang

dilakukan meliputi aroma kering dan aroma basah. Aroma kering didefinisikan sebagai aroma kopi bubuk saat masih kering, dalam artian belum diarturkan dengan air, sedangkan aroma basah didefinisikan sebagai aroma kopi saat diseduh dengan air panas. Aroma merupakan karakteristik dari cita rasa kopi yang ditangkap melalui indera penciumana (hidung) (UCDA, 2010).

Tawali dkk. (2018) menyatakan bahwa kopi yang difermentasi dengan menggunakan yoghurt akan menghasilkan aroma yang dipengaruhi oleh komponen senyawa volatil hasil dari proses penyangraian. Proses penyangraian akan menyebabkan menguapnya senyawa volatil pada kopi, sehingga menyebabkan adanya aroma yang harum pada kopi. Tahap awal dari pembentukan aroma pada kopi terjadi pada tahap fermentasi. Selama proses fermentasi, terdapat asam yang bereaksi dengan alkohol dalam menghasilkan ester, sehingga akan memberikan aroma pada kopi. Aroma pada kopi yang terbentuk disebabkan karena adanya bakteri *Lactobacillus* dalam menghasilkan asam organik dan asam suksinat melalui pemanfaatan gula reduksi, yang kemudian bereaksi dengan asam lemak untuk membentuk ester yang berkontribusi signifikan terhadap pembentukan aroma pada kopi (Hartati dkk., 2022).

Tahap berikutnya dari pembentukan aroma kopi terjadi selama proses penyangraian, sehingga menyebabkan berlangsungnya reaksi *Maillard* dalam menghasilkan karakteristik kopi (Hartati dkk., 2022). Aroma kopi yang tecium oleh indera penciuman manusia disebabkan karena adanya senyawa volatil yang terbentuk dari reaksi *Maillard* (proses pencokltan non-enzimatik), degradasi asam amino bebas, trigonelin, gula dan senyawa fenolik. Berbagai reaksi tersebut secara bertahap akan menciptakan aroma pada kopi setelah biji kopi yang telah disangrai

didinginkan. Durasi penyangraian akan mempengaruhi penguapan senyawa volatil, sehingga berpengaruh terhadap aroma yang khas pada kopi bubuk (Sivetz, 1972 dalam Zainuddin & Tomina, 2021).

Senyawa volatil furan dan senyawa fenol merupakan senyawa yang dapat menyebabkan aroma pada kopi bubuk. Selain itu, komponen dari senyawa pirazin merupakan komponen aroma yang dibentuk karena adanya proses sangrai pada biji kopi. Banyaknya komponen pirazin yang dihasilkan selama proses fermentasi, disebabkan karena adanya reaksi enzim dari komposisi komponen precursor, seperti asam amino bebas, gula pereduksi, dan peptide. Kemudian, terdapat juga senyawa benzene yang terbentuk selama proses sangrai pada biji kopi. Senyawa benzene adalah senyawa dari golongan aromatik yang memiliki bau sedap, seperti aroma almond (Yusianto dan Mulato, 2002 dalam Marpaung dan Arianto, 2018). Selain itu, beberapa senyawa volatil lainnya, yaitu senyawa dari gugus pyrazine (*sweet bitter*), keton, aldehyde, phenol (*bitter*), furan (karamel), pyrone, pyrole, pyridine, amine, thiaphene, thiazole, oxazole, alkohol, ester, benzen, sulfur, dan asam organik (Flament, 2002; Buffo & Freire, 2004; Assis *et.al.*, 2005; Rios, *et.al.*, 2007 dalam Fauzi dkk., 2016).

4.4.2 Keasaman (*acidity*)

Data tingkat kesukaan panelis uji organoleptik keasaman (*acidity*) kopi arabika (*Coffea arabica*) pada masing-masing unit percobaan kombinasi penelitian tersaji pada **Lampiran 5**. Data rata-rata tingkat kesukaan panelis uji organoleptik keasaman (*acidity*) pada kopi arabika (*Coffea arabica*) dengan kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi tersaji pada Tabel 4.11 sebagai berikut

Tabel 4.11 Tingkat Kesukaan Panelis Uji Organoleptik Keasaman (Acidity) pada Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dengan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi

Rerata skor kesukaan				
Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	2,80±0,561 ^a	2,40±0,507 ^a	2,73±0,458 ^a	2,60±0,507 ^a
L2	3,00±0,535 ^a	3,27±0,458 ^{bd}	3,00±0,845 ^{bd}	3,67±0,488 ^{bd}
L3	3,67±0,724 ^b	3,33±0,488 ^{cd}	3,47±0,640 ^{cd}	3,87±0,743 ^{cd}
L4	4,07±0,594 ^b	3,00±0,845 ^d	3,53±0,640 ^d	4,00±0,655 ^d
Kontrol (K0L0)				
2,60±0,507				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam). Hasil dilaporkan sebagai rata-rata ± standar deviasi.

Hasil analisis statistik non-parametrik (*Kruskall Wallis*) berdasarkan skor kesukaan panelis terhadap keasaman (*acidity*) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi kopi arabika (*Coffea arabica*) berpengaruh nyata dengan nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05). (**Lampiran 5**). Berdasarkan Tabel 4.11 dapat dikemukakan bahwa data dari hasil uji organoleptik menunjukkan rerata nilai organoleptik keasaman (*acidity*) tertinggi dengan perlakuan konsentrasi 25% dan lama fermentasi 48 jam (K1L4), yaitu 4,07 (suka). Rerata nilai organoleptik keasaman (*acidity*) terendah dengan perlakuan konsentrasi 50% dan lama fermentasi 12 jam (K2L1), yaitu 2,40 (tidak suka).

Keasaman (*acidity*) adalah penilaian ini bertanggung jawab pada rasa lembut yang berasal dari keasaman kopi (UCDA, 2010). Kopi yang dilakukan proses fermentasi dengan menggunakan yoghurt akan menghasilkan rasa yang dipengaruhi oleh komponen non volatil hasil dari proses penyangraian. Proses penyangraian dapat mengakibatkan aroma non-volatil pada kopi mengalami

penguapan. Rasa keasaman (*salt*) dan pahit (*bitter*) berasal dari komponen non-volatil pada kopi. Senyawa kafein dapat menyebabkan rasa panit pada kopi (Tawali dkk., 2018).

Hasil dari penyangraian kopi disebabkan karena adanya reaksi *Maillard* yang dibagi menjadi 2 kelompok senyawa, yaitu senyawa volatil dan senyawa non volatil. Senyawa non volatil merupakan senyawa yang berperan penting pada cita rasa seduhan kopi (Buffo & Freire, 2004 dalam Fauzi dkk., 2016). Rasa pada seduhan kopi disebabkan oleh kandungan berbagai jenis asam pada kopi, termasuk asam karboksilat (asam asetat, asam sitrat, asam oksalat, asam quinat, dan asam laktat). Selama proses fermentasi dan penyangraian biji kopi akan menyebabkan terbentuknya asam-asam tersebut (Aslani & Angraeni, 2023).

Rasa pada kopi yang paling utama adalah rasa pahit dan keasaman. Cita rasa tersebut dibentuk dari komponen senyawa volatil pada kopi, seperti senyawa kafein menghasilkan rasa pahit dan senyawa klorogenat menghasilkan rasa asam (Sari dkk., 2021). Asam klorogenat merupakan komponen yang berkontribusi terhadap keasaman seduhan kopi (Azizah dkk., 2019). Asam klorogenat yang terurai dapat menyebabkan terjadinya kenaikan derajat keasaman (pH), proses tersebut disebut dekafeinasi. Dekafeinasi merupakan proses melepaskan ikatan antara asam klorogenat dan kafein, diikuti dengan dekomposisi asam klorogenat menjadi asam quinat, serta akan larut dalam air (Tawali dkk., 2018).

Kandungan asam pada biji kopi dapat mempengaruhi nilai pH biji kopi hasil fermentasi, sehingga dapat digunakan untuk pembentukan cita rasa asam. Beberapa kandungan asam pada biji kopi yang mempengaruhi cita rasa asam di antaranya asam asetat, asam sitrat, asam laktat, asam malat, asam quinat, asam

format, dan asam oksalat (Kusmiah dkk., 2021). Asam asetat dalam industri makanan berguna untuk mengatur keasaman suatu produk (Kuna, 2023). Rasa masam pada suatu produk pangan dapat berasal dari asam asetat yang dihasilkan selama proses fermentasi. Asam asetat dan asam organik lainnya seperti, asam sitrat, asam suksinat, asam format, dan asam laktat dihasilkan selama proses fermentasi karena adanya metabolisme asam asetat (Zahara dkk., 2023).

Fermentasi berperan penting pada proses pembentukan senyawa prekursor pembentuk dari rasa pada kopi seduh (Saputra dkk., 2019). Fermentasi merupakan proses yang dapat menghasilkan CO_2 , sehingga berperan penting dalam penurunan nilai pH dan pembentukan rasa asam pada kopi akibat adanya pembentukan senyawa H_2CO_3 (Hariyadi dkk., 2022). Selama proses fermentasi, bakteri asam laktat akan mengubah karbohidrat dan glukosa menjadi asam laktat, asam asetat, dan asam karbonat, sehingga kandungan karbohidrat dan glukosa yang tinggi di dalam suatu bahan akan menyebabkan nilai pH lebih asam (Folley dkk., 1972 dalam Mugiawati dkk., 2013).

4.4.3 Kemanisan (*sweetness*)

Data tingkat kesukaan panelis uji organoleptik kemanisan (*sweetness*) kopi arabika (*Coffea arabica*) pada masing-masing unit percobaan kombinasi penelitian tersaji pada **Lampiran 6**. Data rata-rata tingkat kesukaan panelis uji organoleptik kemanisan (*sweetness*) pada kopi arabika (*Coffea arabica*) dengan kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi tersaji pada Tabel 4.12 sebagai berikut:

Tabel 4.12 Tingkat Kesukaan Panelis Uji Organoleptik Kemanisan (Sweetness) pada Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dengan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi

Rerata skor kesukaan				
Lama Fermentasi	Konsentrasi			
	K1	K2	K3	K4
L1	2,80±0,414 ^a	2,40±0,737 ^a	2,60±0,507 ^a	2,53±0,516 ^a
L2	3,00±0,756 ^a	3,20±0,775 ^{bd}	2,80±0,561 ^a	3,47±0,516 ^{bc}
L3	3,60±0,632 ^b	3,40±0,632 ^{cd}	3,33±0,617 ^b	3,80±0,414 ^{cd}
L4	3,47±0,516 ^b	3,40±0,507 ^d	3,60±0,507 ^b	4,00±0,000 ^d
Kontrol (K0L0)				
2,80±0,414				

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam). Hasil dilaporkan sebagai rata-rata ± standar deviasi.

Hasil analisis statistik non-parametrik (*Kruskall Wallis*) berdasarkan skor kesukaan panelis terhadap kemanisan (*sweetness*) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi kopi arabika (*Coffea arabica*) berpengaruh nyata dengan nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05). (**Lampiran 6**). Berdasarkan Tabel 4.12 dapat dikemukakan bahwa data dari hasil uji organoleptik menunjukkan rerata nilai organoleptik kemanisan (*sweetness*) tertinggi dengan perlakuan konsentrasi 100% dan lama fermentasi 48 jam (K4L4), yaitu 4,00 (suka). Rerata nilai organoleptik kemanisan (*sweetness*) terendah dengan perlakuan konsentrasi 50% dan lama fermentasi 12 jam (K2L1), yaitu 2,40 (tidak suka).

Kemanisan (*sweetness*) pada kopi dinilai berdasarkan kandungan rasa manis pada kopi. Komponen dari rasa manis berasal dari kadar gula dan asam klorogenat yang terdapat di dalam kopi (UCDA, 2010). Cita rasa pada kopi bubuk mulai terbentuk pada tahap fermentasi yang merupakan proses perubahan kimiawi untuk membentuk karakteristik rasa kopi, melalui pembentukan senyawa

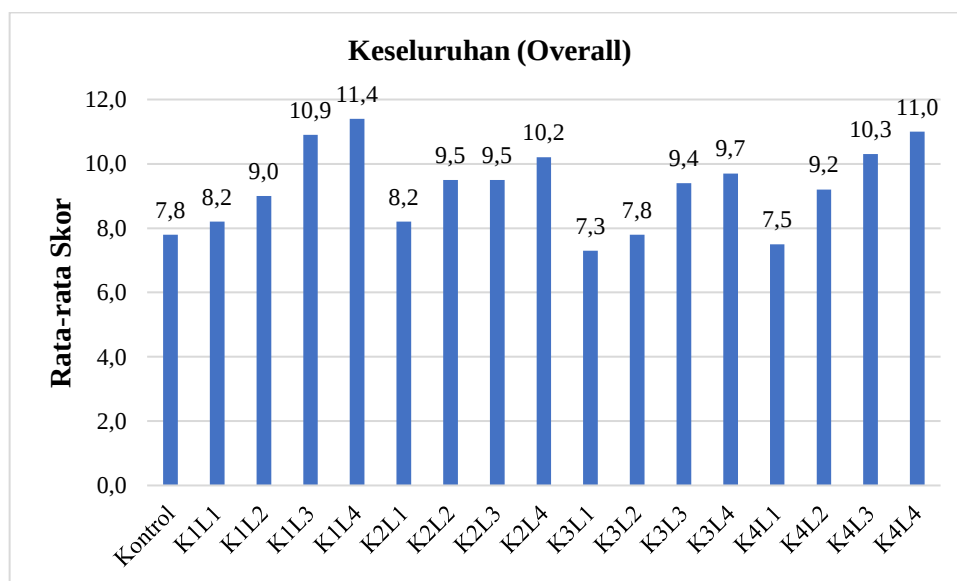
prekursor (asam organik, asam amino dan gula reduksi). Cita rasa dari seduhan kopi bubuk adalah hasil perpaduan antara aroma dan rasa kopi yang berkaitan dengan senyawa kimia yang terbentuk selama fermentasi dan diubah menjadi ribuan senyawa dalam proses penyangraian biji kopi (Marpaung & Arianto, 2018).

Trigonelin merupakan senyawa yang mempengaruhi cita rasa seduhan kopi. Senyawa ini terbentuk secara alami dalam biji kopi selama proses fermentasi menggunakan bantuan enzim yang berperan dalam meningkatkan kadar piridin dalam biji kopi. Komponen tersebut, kemudian membentuk trigonelin pada tahap penyangraian biji kopi. Tahap akhir dari proses penyangraian tersebut akan menyebabkan trigonelin terurai menjadi piridin sekitar 70%. Senyawa piridin inilah yang menjadi senyawa utama dalam pembentukan cita rasa manis pada seduhan kopi. Selain itu, senyawa trigonelin juga menjadi senyawa utama dalam pembentukan cita rasa caramel pada seduhan kopi (Mulato & Suharyanto, 2012).

Lapisan lendir (*mucilage*) kopi mengandung gula sederhana berbentuk glukosa, fruktosa, dan beberapa asam amino bebas, serta air. Selama proses pematangan buah menyebabkan terjadinya kadar gula pada lapisan lendir (*mucilage*) mengalami peningkatan dengan cepat, sehingga menyebabkan buah kopi yang matang akan terasa manis. Hasil dari pemecahan (degradasi) sukrosa dan komponen gula yang terkandung di dalam lapisan lendir (*mucilage*) akan menghasilkan beberapa komponen senyawa asam (asam laktat, asam butirat, dan propionate). Kadar gula kopi yang tinggi ataupun rendah dapat memberikan pengaruh terhadap karakteristik rasa dari kopi. Tingginya kandungan gula dapat menyamarkan adanya rasa asam pada seduhan kopi (Dalimunthe dkk., 2021).

4.4.4 Keseluruhan (*overall*)

Data rata-rata tingkat kesukaan panelis uji organoleptik keseluruhan (*overall*) pada kopi arabika (*Coffea arabica*) didapatkan dari total skor setiap parameter aroma (*fragrance*), keasaman (*acidity*), dan kemanisan (*sweetness*) dengan kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi tersaji pada **Lampiran 7**.



Gambar 4. 1 Tingkat Kesukaan Panelis Uji Organoleptik Keseluruhan (Overall) pada Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dengan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dikemukakan bahwa data nilai uji organoleptik keseluruhan (*overall*) tertinggi dengan perlakuan konsentrasi 25% dan Lama fermentasi 48 jam (K1L4), yaitu 11,4. Nilai uji organoleptik keseluruhan (*overall*) terendah dengan perlakuan konsentrasi 75% dan lama fermentasi 12 jam (K3L1), yaitu 7,3. Keseluruhan (*overall*) adalah penilaian yang menggambarkan seluruh aspek sampel kopi yang dirasakan oleh setiap panelis (UCDA, 2010). Menurut Aslani dan Angraeni (2023) menyatakan bahwa warna,

aroma, dan rasa pada kopi yang dilakukan fermentasi akan mempengaruhi kenikmatan rasa seduhan kopi.

4.5 Kajian Keislaman

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan mikroorganisme untuk fermentasi kopi memberikan pengaruh terhadap mutu kopi arabika (*Coffea arabica*). Mutu kopi arabika yang dilakukan fermentasi menggunakan mikroorganisme memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan tanpa perlakuan fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa penciptaan mikroorganisme merupakan salah satu tanda kekuasaan Allah SWT. Sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. an-Nahl [16]: 13:

وَمَا ذَرَأَا لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ۖ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ

Artinya: “Dan Dia (menundukkan pula) apa yang Dia ciptakan untuk kamu di bumi ini dengan berlain-lainan macamnya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran.” (QS. an-Nahl [16]: 13).

Asy-Syaukani (2012), makna dari (وَمَا ذَرَأَا لَكُمْ فِي الْأَرْضِ) adalah Allah SWT menciptakan dan menundukkan makhluk-makhluk di langit dan bumi. Kemudian makna dari (أَلْوَانُهُ) adalah bentuk dan ragamnya, sehingga semua penciptaan Allah SWT dengan beragam bentuk dan macamnya merupakan tanda kebesaran Allah SWT dan keberadaan-Nya sebagai Maha Pencipta. Kementerian Agama Republik Indonesia (2011) juga menjelaskan bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai hewan, tumbuhan dan lainnya dengan menakjubkan, sehingga menjadi salah satu cara Allah SWT menyatakan kebesaran-Nya sebagai Maha Pencipta.

Fermentasi kopi merupakan salah satu teknologi hasil dari akal dan pemikiran manusia untuk memahami proses ilmiah yang terjadi di alam. Manusia diberikan keistimewaan berupa akal dan pikiran untuk memahami ilmu dan

ciptaan Allah SWT. Allah SWT memerintahkan manusia untuk berpikir dan menggunakan akalnya untuk memahami alam semesta dan tanda-tanda kebesaran-Nya. Sebagaimana firman Allah dalam QS, Ali ‘Imran [3]: 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا
مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.” (QS. Ali ‘Imran [3]: 190-191).

Susanto (2022) menjelaskan bahwa dalam penciptaan langit dan bumi memiliki tanda-tanda dari kekuasaan Allah SWT. Tanda-tanda tersebut dapat diartikan oleh *ulul albab* (orang-orang yang berfikir). Allah SWT menerangkan karakteristik dari *ulul albab*, yaitu pertama, manusia yang senantiasa berdzikir kepada Allah SWT dalam keadaan apapun. Kedua, manusia yang senantiasa berfikir, bertafakur, dan bertadabur atas ayat-ayat Allah SWT. *Ulul albab* adalah akal yang sempurna dan bersih yang dapat ditemukan berbagai keistimewaan dan keagungan tentang sesuatu. Kementerian Agama Republik Indonesia (2011) juga menjelaskan bahwa manusia ditugaskan untuk melakukan pengamatan terhadap semua hal menggunakan akal dan pikiran. Berbagai percobaan atau lainnya dilakukan untuk mendapatkan ilmu-ilmu yang telah disediakan Allah, sehingga setelah ilmu pengetahuan diperoleh maka manusia dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

Penggunaan mikroorganisme untuk fermentasi kopi tidak menyebabkan kerusakan lingkungan. Allah SWT telah menjelaskan dalam al-Quran tentang adanya bentuk kehidupan hasil ciptaan Allah yang berukuran sangat kecil. Mikroorganisme (jasad renik) tersebut memiliki peran dan fungsinya masing-masing dalam menjaga keseimbangan kehidupan di bumi. Sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. al-Haqqah [69]: 38-39:

فَلَا أُقْسِمُ بِمَا تُبْصِرُونَ ﴿٣٨﴾ وَمَا لَا تُبْصِرُونَ ﴿٣٩﴾

Artinya: “Maka aku bersumpah demi apa yang kamu lihat, dan demi apa yang tidak kamu lihat.” (QS. al-Haqqah [69]: 38-39).

Shihab (2002) menjelaskan bahwa apa yang diuraikan pada QS. al-Haqqah [69]: 38-39 tersebut berkaitan dengan banyak hal yang belum terlihat di alam nyata. QS. al-Haqqah [69]: 38-39 menegaskan tentang kebenaran al-Quran dalam menyebutkan wujud yang terlihat oleh manusia maupun yang tidak terlihat. Kementerian Agama Republik Indonesia (2011) juga menjelaskan bahwa manusia diberikan penjelasan tentang adanya bentuk kehidupan hasil ciptaan Allah yang berukuran sangat kecil. Mikroorganisme (jasad renik) memiliki ukuran yang sangat kecil dan baru bisa terlihat dengan menggunakan bantuan kaca pembesar. Mikroorganisme (jasad renik) memiliki peran dan fungsinya masing-masing, seperti penggunaan mikroorganisme untuk fermentasi kopi dalam menghasilkan mutu kopi yang lebih baik. Fermentasi kopi menghasilkan limbah yang apabila diolah dapat bermanfaat bagi manusia sebagai pakan ternak dan pupuk organik (Halimatussa'diyah dkk., 2024).

Perciptaan segala sesuatu di langit dan bumi merupakan tanda dari kebesaran dan kekuasaan Allah SWT yang tidak terhingga, sehingga dapat memiliki tujuan dibalik ciptaan-Nya. Merunungkan penciptaan-Nya merupakan

perintah manusia untuk memahami hakikatnya dan untuk lebih mendekatkan diri kepada Allah SWT. Sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. al-Baqarah [2]: 164:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya: “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.” (QS. al- Baqarah [2]: 164).

Ath-Thabari (2007), makna dari (لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ) yaitu tanda dan bukti bagi orang-orang yang berakal bahwa Pencipta semuanya adalah Tuhan Yang Maha Esa. Allah SWT telah menginformasikan bahwa QS. al- Baqarah [2]: 164 tersebut dinyatakan untuk menjadi pelajaran bagi orang-orang yang berakal agar memikirkan dengan baik dan seksama. Sya’rani (2017) juga menjelaskan bahwa Allah SWT telah menerangkan tentang apa yang diciptakan oleh-Nya adalah hal yang tidak sia-sia, melainkan memiliki tujuan di balik ciptaan-Nya. Oleh karena itu, Allah SWT memerintahkan kepada manusia untuk membaca dan belajar tentang fenomena alam, misalnya pergantian siang dan malam, diciptakannya hewan, tumbuhan, dan manusia. Semua ciptaan-Nya merupakan fenomena yang harus dipelajari oleh manusia untuk memikirkan ciptaan-Nya dan mencapai tujuan sebagai makhluk ciptaan Allah SWT.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt terdapat pengaruh berbeda nyata ($\text{Sig} < 0,05$) terhadap nilai derajat keasaman (pH), kadar air, kadar kafein.
2. Perlakuan lama fermentasi terdapat pengaruh berbeda nyata ($\text{Sig} < 0,05$) terhadap nilai derajat keasaman (pH), kadar air, kadar kafein.
3. Kombinasi perlakuan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dan lama fermentasi terdapat pengaruh berbeda nyata ($\text{Sig} < 0,05$) terhadap nilai derajat keasaman (pH), kadar air, kadar kafein. Nilai derajat keasaman (pH) pada semua sampel kopi arabika hasil fermentasi sesuai dengan persyaratan mutu untuk kopi bubuk berdasarkan SNI 01-3542-2004. Nilai kadar air (%) semua sampel kopi arabika hasil fermentasi sesuai dengan persyaratan mutu I dan II untuk kopi bubuk berdasarkan SNI 01-3542-2004. Nilai kadar kafein (%) pada sampel kopi arabika hasil fermentasi selain perlakuan K1L1, K1L2, dan Kontrol, sesuai dengan persyaratan mutu I dan II untuk kopi bubuk berdasarkan SNI 01-3542-2004.
4. Mutu kopi dengan aroma (*fragrance*) terbaik menggunakan perlakuan K1L4 dan K2L4 didapatkan rata-rata skor 3,80 (cukup). Mutu kopi dengan keasaman (*acidity*) terbaik menggunakan perlakuan K1L4 didapatkan rata-rata skor 4,07 (suka). Mutu kopi dengan kemanisan (*sweetness*) terbaik menggunakan perlakuan K4L4 didapatkan rata-rata skor 4,00 (suka).

Kemudian nilai keseluruhan (*overall*) terbaik adalah perlakuan K1L4 dengan total skor 11,4.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan untuk penelitian lebih lanjut adalah diperlukan adanya perbaikan prosedur fermentasi dengan memperhatikan setiap langkah-langkah prosedur. Kemudian, perlu dipertimbangkan kembali pengaruh faktor lingkungan, seperti suhu dan kelembaban, sehingga dapat membantu menghasilkan kualitas kopi yang lebih konsisten dan lebih baik. Serta, perlu adanya penelitian dengan menggunakan varietas kopi lainnya, mengingat bahwa respon terhadap fermentasi dapat berbeda antar varietas kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abriyani, E., Putri, N. S., Rosidah, R. S. N., & Ismanita, S. S. 2022. Analisis Kafein Menggunakan Metode Uv-Vis: Tinjauan Literatur. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*. 4(6):12732-12739.
- Abriyani, E., Wibiksana, K. T., Syahfitri, F., Apriliyanti, N., & Salmaduri, A. R. 2023. Metode Spektrofotometri Uv-Vis dalam Analisis Penentuan Kadar Vitamin C pada Sampel yang akan Diuji. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*. 5(1):1610-1613.
- Achadiyah, S. 2017. *Teknologi Pengolahan Kopi dan Kakao*. Yogyakarta: Penerbit Instiper Yogyakarta.
- Adrianto, R., Agrippina, F. D., Wiraputra, D., & Andaningrum, A. Z. 2020. Penurunan Kadar Kafein pada Biji Kopi Robusta Menggunakan Fermentasi dengan Bakteri Asam Laktat *Leuconostoc mesenteroides* (B-155) dan *Lactobacillus plantarum* (B-76) Mentasi dengan Bakteri Asam Laktat. *Indonesian Journal of Industrial Research*. 31(2):163-169.
- Afrianti, H. 2013. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Afriyanti, D. 2020. Fermentasi In Vitro Dengan Menggunakan Isolat BAL (Bakteri Asam Laktat) Dari Kotoran Luwak Pada Kopi Lokal Jember. *Laporan Penelitian*.
- Agustina, R., Nurba, D., Antono, W., & Septiana, R. 2019. Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik-Kimia Kopi Arabika dan Kopi Robusta. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Untuk Masyarakat*. 53(9):285-299.
- Alnopri, P., & Hermawan, B. 2011. Idiotipe Kopi Arabika Tanaman Belum Menghasilkan pada Lingkungan Dataran Rendah dan Menengah. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 4(2):62-69.
- Al-Rosyid, L. M., & Komarayanti, S. 2021. Teknologi Wet Process Sebagai Upaya Mereduksi Kadar Air dalam Proses Produksi Kopi (Studi Kasus: Dusun Sumbercandik, Desa Panduman, Kec. Jelbuk, Kab. Jember). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 27(2):23-35.
- Al-Sheikh, Abdullah bin Muhammad bin Abdurahman bin Ishaq. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir*. Terjemahan M. Abdul Ghoffar M.A Jilid Ke-1. Jakarta: Pustaka Imam asy-Syafi'i.
- Anindita, N. S., & Anwar, M. 2021. Viabilitas dan Aktivitas Antibakteri *Bifidobacterium bifidum* dalam Susu Bifidus dengan Suplementasi Ekstrak Cengkeh (*Syzygium aromaticum*). *Jurnal Agritech*. 41(3).
- Anjum, N., Maqsood, S., Masud, T., Ahmad, A., Sohail, A., & Momin, A. 2014. *Lactobacillus acidophilus*: Characterization of The Species and application in Food Production. *Critical reviews in food science and nutrition*. 54(9):1241-1251.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. AOAC Inc., Washington.
- Ardiansyah, D., Tjota, H., & El Kiyat, W. 2018. Peran Enzim dalam Meningkatkan Kualitas Kopi. *Jurnal Agri-Tek: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Eksakta*. 19(2).

- Ardilla, Y. A., Anggreini, K. W., Puri, T., & Rahmani, D. 2022. Peran Bakteri Asam Laktat Indigen Genus *Lactobacillus* Pada Fermentasi Buah Durian (*Durio zibethinus*) Sebagai Bahan Pembuatan Tempoyak. *Berkala Ilmiah Biologi*. 13(2):42-52.
- Arumsari, A. G., Surya, R., Irmasuryani, S., & Sapitri, W. 2021. Analisis Proses Roasting pada Kopi. *Jurnal beta kimia*. 1(2):98-101.
- Arwangga, A. F., Asih, I. A. R. A., & Sudiarta, I. W. 2016. Analisis Kandungan Kafein Pada Kopi Di Desa Sesaot Narmada Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Kimia*. 10(1):110-114.
- Asfaw, M. D., Kassa, S. M., Lungu, E. M., & Bewket, W. 2019. Effects of Temperature and Rainfall in Plant–Herbivore Interactions at Different Altitude. *Ecological modelling*. 406:50-59.
- Aslani, E., & Angraeni, L. 2023. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia dan Organoleptik Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) di KBQ Baburrayan Aceh Tengah. *Jurnal Pertanian Agros*. 25(1):313-322.
- Asmediana, A., Hastuti, P., & Supriyadi. 2017. Perubahan Komponen Rasa Gurih dalam Cabuk yang Mengalami Penyimpanan dan Pemanasan Berulang. *Agroindustrial Technology Journal*. 1(1):1-9.
- Asni, N. & Meilin, A. 2015. *Teknologi Penanganan Pascapanen Dan Pengolahan Hasil Kopi Liberika Tungkal Komposit (Libtukom)*. Jambi: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi.
- Asy-Syaukani, Imam. 2011. *Tafsir Fathul Qadir Jilid 8*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Asy-Syaukani, Imam. 2012. *Tafsir Fathul Qadir*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Ath-Thabari, Abu Ja'far Muhammad Bin Jarir. 2007. *Tafsir Ath-Thabari Jilid 21*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Ath-Thabari, Abu Ja'far Muhammad bin Jarir. 2009. *Tafsir Ath-Thabari Jilid 20*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Azizah, M., Sutamihardja, R. T. M., & Wijaya, N. 2019. Karakteristik Kopi Bubuk Arabika (*Coffea arabica* L) Terfermentasi *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Sains Natural*. 9(1):37-46.
- Bahrumi, P., Ratna, R., & Fadhil, R. 2022. Levelisasi Penyangraian Kopi: Suatu Kajian. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 7(1):522-525.
- Barus, W. B. J. 2019. Pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan Terhadap Mutu Bubuk Kopi. *Wahana Inovasi: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UISU*. 8(2):111-115.
- Batt, C. A., & Tortorello, M. L. 2014. *Encyclopedia of Food Microbiology*. ScienceDirect.
- Bayu, N., & Ratna, A. 2011. Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan Soft Drink. *Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*. 1-9.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2004. *SNI 01-3542-2004. Kopi Bubuk*. Jakarta.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2006. *SNI 01-2346-2006. Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori*. Jakarta.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2008. *SNI 01-2907-2008. Biji Kopi*. Jakarta.
- Budi, D., Mushollaeni, W., Yusianto, Y., & Rahmawati, A. 2020. Karakterisasi kopi bubuk robusta (*Coffea canephora*) Tulungrejo terfermentasi dengan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Agroindustri*. 10(2):129-138.

- Budiarto, T., Ayun, L., & Nurulhaq, M. I. 2023. Pemberdayaan Petani pada Pengolahan Pascapanen Kopi Arabika Proses Full Wash (*Coffea arabica* L.) di Desa Kalisat Kidul, Kecamatan Kalibening, Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Resolusi Konflik, CSR dan Pemberdayaan (CARE)*. 8(1):11-20.
- Budiman, H. 2012. *Prospek Tinggi Bertanam Kopi*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Bull, M., Plummer, S., Marchesi, J., & Mahenthiralingam, E. 2013. The Life History of *Lactobacillus Acidophilus* as A Probiotic: A Tale of Revisionary Taxonomy, Misidentification and Commercial Success. *FEMS microbiology letters*. 349(2):77-87.
- Cahyadi, M. D. A., Tarjoko, T., & Purwanto, P. 2021. Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Sifat Fisiologi dan Hasil Kopi Arabika (*Coffea arabica*) di Dataran Tinggi Desa Sarwodadi Kecamatan Pejawaran Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Ilmiah Media Agrosains*. 7(1):1-7.
- Dalimunthe, H., Mardalih, D., & Ulfah, M. 2021. Modifikasi Proses Pengolahan Kopi Arabika Menggunakan Metode Honey Process. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Jurnal Teknik Pertanian)*. 10(3):317-326.
- Daud, A., Suriati, S., & Nuzulyanti, N. 2019. Kajian Penerapan Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri. *Lutjanus*. 24(2):11-16.
- El Syam, R. S., & Nugroho, M. Y. A. 2023. Makna Filosofis dalam Secangkir Kopi Kehidupan. *Journal of Creative Student Research*. 1(5): 01-14.
- Ernawari, Rr., Arief, R. W., & Slameto. 2008. *Teknologi Budidaya Kopi Poliklonal*. Jakarta: Agro Inovasi
- Fajriana, N. H., & Fajriati, I. 2018. Analisis Kadar Kafein Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) pada Variasi Temperatur Sangrai Secara Spektrofotometri Ultra Violet. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 3(2).
- Farah, A., & dos Santos, T. F. 2015. *The Coffee Plant and Beans: An Introduction. in Coffee in Health and Disease Prevention*. Amsterdam: Elsevier Inc.
- Farah, A., De Paulis, T., Moreira, D. P., Trugo, L. C., & Martin, P. R. 2006. Chlorogenic Acids and Lactones in Regular and Water-Decaffeinated Arabica Coffees. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(2):374-381.
- Farida, A., Ristanti, E., & Kumoro, A. C. 2013. Penurunan Kadar Kafein dan Asam Total Pada Biji Kopi Robusta Menggunakan Teknologi Fermentasi Anaerob Fakultatif dengan Mikroba Nopkor MZ-15. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(2):70-75.
- Fauzi, M., Witono, Y., & Pradita, A. 2016. Karakteristik Organoleptik Hasil Blending dari Berbagai Tingkat Sangrai Kopi Luwak In Vitro. *Prosiding Seminal Nasional APTA, Jember*.
- Fawzan, A. A., Darma, G. C. E., & Soewondo, B. P. 2019. Formulasi Minuman Kopi Probiotik dengan Kultur Starter *Lactobacillus acidhopillus* sebagai Minuman Fungsional. *Prosiding Farmasi*. 5(2).
- Febrianti, D., Prastowo, S. H. B., & Supriadi, B. 2019. Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Fermentasi Biji Kopi. *FKIP e-PROCEEDING*. 4(1):54-56.

- Ferreira, T., Shuler, J., Guimarães, R., & Farah, A. 2019. *Coffee: Production, Quality and Chemistry (Introduction to Coffee Plant and Genetics)*. Publisher: Royal Society of Chemistry.
- Fuquay, J. W., McSweeney, P. L., & Fox, P. F. 2011. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. ScienceDirect.
- Ghoddusi, H. B., Tamime, A. Y., & Ayr, U. K. 2014. *Microflora of The Intestine – Biology of Bifidobacteria*. China: Elsevier.
- Gusnadi, D., Taufiq, R., & Baharta, E. 2021. Uji Oranoleptik dan Daya Terima Pada Produk Mousse Berbasis Tapai Singkong Sebagai Komoditi UMKM di Kabupaten Bandung. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 1(12):2883-2888.
- Hafsah dan Astriana. 2012. Pengaruh Variasi Starter Terhadap Kualitas Yoghurt Susu Sapi. *Jurnal Bionature*. 13(2):96-102.
- Haile, M., & Kang, W. H. 2019. The Role of Microbes in Coffee Fermentation and Their Impact on Coffee Quality. *Journal of Food Quality*. 1-6.
- Hakim, L. 2021. *Agroforestri Kopi: Mendorong Taman Hayati dan Wisata Kopi*. Malang: Media Nusa Creative.
- Halimatussa'diyah, E., Fadilla, A., & Rahma, A. 2024. Cara Pengelolaan Limbah Kopi. *El-Mujtama: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 4(2):743-750.
- Hariyadi, T., Salsabila, Z. N., Maulani, G., & Keryanti, K. 2022. Fermentasi Kopi Arabika Menggunakan Fermentor Skala UMKM. *Jurnal Fluida*. 15(2):106-112.
- Hartati, H., Azmin, N., & Irwansyah, M. 2022. Karakteristik Fisik dan Mutu Organoleptik Kopi Bumi Pajo pada Berbagai Metode Fermentasi. *JUSTER: Jurnal Sains dan Terapan*. 1(2):13-20.
- Hartono, R., & Azimata, R. 2019. *Bahan Ajar Teknologi Bank Darah (TBD): Biologi Sel dan Genetika*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Hasanah, U., Yushardi, & Prihandono, T. 2022. Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan Terhadap Kadar Air dan pH Kopi Liberika (*Coffea var. liberica*). *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika (Orbita)*, 8(2).
- Hayek, S. A., & Ibrahim, S. A. 2013. Current Limitations and Challenges with Lactic Acid Bacteria: A Review. *Food and Nutrition Sciences*. 4:73-87.
- Hendarto, D. R., Handayani, A. P., Esterelita, E., & Handoko, Y. A. 2019. Mekanisme Biokimiawi dan Optimalisasi *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dalam Pengolahan Yoghurt yang Berkualitas. *J. Sains Dasar*. 8(1):13-19.
- Hidayah, H., Nurhalimah, N., Nurhamidah, W., & Mindawati, E. (2024). Analisa Kafein pada Tumbuhan dengan Metode Hplc: Literature Review Article. *Jurnal Kesehatan Tambusai*. 5(1):130-137.
- Hugenholtz, J., Sybesma, W., & Nierob, G. M. 2002. Metabolic Engineering of Lactic Acid Bacteria for The Production of Nutraceuticals. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 82:217-235.
- Izzati, H., Jalaluddin, J., Ginting, Z., Kurniawan, E., & Sulhatun, S. 2022. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Mutu Kopi Menggunakan Bakteri Asam Laktat dari Yakult. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*. 2(3):61-74.

- Kayaputri, I. L., Amalia, R. I., & Khairunnisa, F. 2022. Pemanfaatan Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dalam Pembuatan Minuman Yoghurt sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*. 3(2):49.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. 2011. *Tafsir Ilmi Tumbuhan dalam Perspektif Al-Quran dan Sains*. Jakarta: Latnah Pentashihan Mushaf Al-Quran.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. 2015. *Tafsir Ilmi Jasad Renik dalam Perspektif Al-Quran dan Sains*. Jakarta: Latnah Pentashihan Mushaf Al-Quran.
- Khapre, Y., Kyamuhangire, W., Njoroge, E. K., & Kathurima, C. W. 2017. Analysis of The Diversity of Some Arabica and Robusta Coffee from Kenya and Uganda by Sensory and Biochemical Components and Their Correlation To Taste. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*. 11(10):39-43.
- Kieliszek, M., Pobiega, K., Piwowarek, K., & Kot, A. M. 2021. Characteristics of the Proteolytic Enzymes Produced by Lactic Acid Bacteria. *Molecules*. 26(7):1858.
- Kuna, M. R. 2023. Penetapan Kadar Produk Makanan Asam Cuka (CH_3COOH) Yang Beredar Dipasaran. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*. 6(2):111-115.
- Kusmiah, N., Waris, A., & Manggabarani, I. 2021. Efektifitas Fermentor Fuzzy Digital terhadap Kualitas Mutu Biji Kopi. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*. 6(2):80-84.
- Kusmiyati, K., & Heratri, A. 2020. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Komponen Flavor Kopi Bioluwak Robusta menggunakan Bakteri dari Usus Luwak. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 3(1):35-42.
- Larassati, D. P., Kustyawati, M. E., Sartika, D., & Suharyono, A. S. 2021. Efek Fermentasi Basah Menggunakan Kultur *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Sifat Kimia dan Sensori Kopi Robusta (*Coffea canephora*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*. 10(4):449-458.
- Latunra, A. I. 2011. Pemetaan Potensi Kopi Arabika Tipika (*Coffea arabica* L. var typical) Melalui Kajian Fenotipik dan Analisis DNA Molekuler SSRs dalam Upaya Konservasi Plasma Nutfah di Sulawesi Selatan. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin. Disertasi*.
- Lee SJ, Kim MK, & Lee K.-G. 2007. Efek Proses Penggilingan dan Pemanggang Kopi Terbalik pada Sifat Fisikokimia Termasuk Profil Senyawa Volatil. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 44:97-102.
- Lubis, S. 2022. Makanan Halal dan Makanan Haram dalam Perspektif Fiqih Islam. *Jurnal Ilmiah Al-Hadi*. 7(2):12-30.
- Mahardhika, D. A., Antonius, A. H., & Dwiloka, B. 2022. Perbedaan Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Produk Kopi Rempah dari Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dan Kopi Robusta (*Coffea robusta*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 11(4).
- Mangiwa, S., Futwembun, A., & Awak, P. M. 2015. Kadar Asam Klorogenat (CGA) dalam Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica*) Asal Wamena, Papua. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*. 3(2):313-317.

- Marcella, R., & Mulyanti, D. 2022. Aspek Bioteknologi dan Kehalalan Kopi Luwak serta Korelasi Manfaatnya untuk Kesehatan. *Jurnal Riset Farmasi*. 69-76.
- Marcone, M. F. 2004. Composition and Properties of Indonesian Palm Civet Coffee (Kopi Luwak) and Ethiopian Civet Coffee. *Food Research International*. 37(9):901-912.
- Marpaung, R., & Arianto, K. 2018. Karakteristik Fisik Bubuk Kopi dan Mutu Organoleptik Seduhan Bubuk Kopi Liberika Tungkal Komposit (Libtukom) Pada Beberapa Metode Fermentasi. *Jurnal Media Pertanian*. 3(2):72-78.
- Martauli, E. D. 2018. Analisis Produksi Kopi di Indonesia. *Journal of Agribusiness Sciences*. 1(2):112-120.
- Masriany, M., Sari, A., & Armita, D. 2020. Diversitas Senyawa Volatil dari Berbagai Jenis Tanaman dan Potensinya Sebagai Pengendali Hama yang Ramah Lingkungan. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. 6(1).
- Mayrowani, H. 2013. Analisis Kadar Kafein Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.) pada Variasi Temperatur Sangrai Secara Spektrofotometri Ultra Violet. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 31(1):31-49.
- Megah, A. F. Z. Syakbaniah dan Ratnawulan 2009. *Perbandingan Karakteristik Fisis Kopi Robusta dan Kopi Arabika*. Fillar of Physics. 2.
- Meriatna, M., & Lestari, R. 2019. Pembuatan Asam Asetat dari Air Cucian Kopi Robusta dan Arabika dengan Proses Fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 7(1):61-72.
- Miswanto, A., & Musaffa, M. U. A. 2023. Investigating Al-Istihalah in the Provisions of Shariah Texts: A Study on Models of Transformation from Impure (Najis) to Pure (Halal) Substances, or Vice Versa. *Az-Zarqa': Jurnal Hukum Bisnis Islam*. 15(1):1-25.
- Mugiawati, R. E., Suwarno, & Nur, H. 2013. Kadar Air dan pH Silase Rumput Gajah Pada Hari Ke-21 dengan Penambahan Jenis Additive dan Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 1(1):201-207.
- Mulato, S. 2020. Jabaran Kriteria SNI Kopi Bubuk 01-3542-2004. Diambil dari <https://www.cctcid.com/2020/12/29/jabaran-kriteria-mutu-sni-kopi-bubuk/>
- Mulato, S., & Suharyanto, E. 2012. *Kopi, Seduhan dan Kesehatan*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Mulkan, A., & Zulfadli, T. 2021. Pengaruh Penggunaan Blower pada Kolektor Surya Sebagai Alat Alternatif untuk Meningkatkan Kualitas Hasil Pengeringan Biji Kopi di Daerah Aceh. *Jurnal Polimesin*. 19(1):35-39.
- Murthy, P. S. & Naidu, M. M. 2011. Improvement of Robusta Coffee Fermentation with Microbial Enzymes. *European Journal of Applied Sciences*. 3(4):130–138.
- Muzaifa, M., Hasni, D., Patria, A., & Febriani, A. A. 2019. Phenotypic Identification of Lactic Acid Bacteria from Civet (*Paradoxorus hermaphroditus*). *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. 9(5):1681.
- Ningrumsari, I., & Herlinawati, L. 2019. Peranan *Lactobacillus acidophilus* dalam Pakan Terfermentasi Untuk Meningkatkan Kualitas Daging Ayam Broiler (Protein, Kolesterol). *Jurnal Pertanian*. 10(2):93-101.

- Novita, E., Syarief, R., Noor, E., & Mulato, S. 2010. Peningkatan Mutu Biji Kopi Rakyat dengan Pengolahan Semi Basah Berbasis Produksi Bersih. *Jurnal agroteknologi*. 4(1):76-90.
- Nurdiansyah, Y., Wardana, I., Tajuddin, M., & Al, N. I. A. I. I. 2018. Menentukan Bibit Kopi yang Cocok Ditanam di Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember Menggunakan Metode Forward Chaining. *INFORMAL: Informatics Journal*. 2(3):148-153.
- Nurin, L. A., Amalia, R., Arisna, T. S., Sulistyanto, W. N., & Trimulyono, G. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat yang Berperan dalam Fermentasi Tumpi Jagung Bahan Pakan Ternak. *Sains dan Matematika*. 6(1).
- Oktadina, F. D., Argo, B. D., & Hermanto, M. B. 2013. Pemanfaatan Nanas (*Annanas Comosus* L. Merr) untuk Penurunan Kadar Kafein dan Perbaikan Cita Rasa Kopi (*Coffea* sp.) dalam Pembuatan Kopi Bubuk. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 1(3).
- Omega, F. A., & Wibisono, Y. 2023. Kajian Lama Fermentasi Terhadap Kadar Kafein, Etanol dan pH Bubuk Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Argopuro. *JOFE: Journal of Food Engineering*. 2(1):34-44.
- Orla-Jensen, S. (1924). La Classification des Bactéries Lactiques. *Le Lait*. 4(36):468-474.
- Pamungkas, M. T., Masrukan, M., & Kuntjahjawati, S. A. R. 2021. Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian (Roasting) Terhadap Sifat Fisik dan kimia pada Seduhan Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) dari Kabupaten Gayo, Provinsi Aceh. *Agrotech: Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*. 3(2):1-10.
- Panggabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Pasaribu, R. R. B., Mariana, E., & Yurliasni, Y. 2023. Pengaruh Kombinasi Starter *Bifidobacterium longum* dan *Lactobacillus acidophilus* Terhadap Kualitas Susu Fermentasi. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Agribisnis Peternakan (Stap)*. 10:135-142.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 49/Permentan/OT.140/4/2014. *Pedoman Teknis Budidaya Kopi yang Baik (Good Agriculture Practices/GAP on Coffee)*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Petracco, M. 2005. Our Everyday Cup of Coffee: The Chemistry Behind Its Magic. *Journal of Chemical Education*. 82(8):1161.
- Poerwanty, H., & Nildayanti, N. 2021. Pengaruh Suhu dan Lama Fermentasi Kopi Terhadap Kadar Kafein. *Agroplanta: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya dan Pengelolaan Tanaman Pertanian dan Perkebunan*. 10(2):124-130.
- Pradana, T. G., Rusdhi, A., & Purba, I. P. 2023. Deteksi Bakteri Proteolitik dari Ileum Gallus Gallus Sebagai Kandidat Agen Probiotik Pakan Fermentasi Unggas. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*. 1561-1567.
- Prasetyo, T. F., Isdiana, A. F., & Sujadi, H. 2019. Implementasi Alat Pendeteksi Kadar Air pada Bahan Pangan Berbasis Internet of Things. *SMARTICS Journal*. 5(2):81-96.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubijo, S., Indrawanto, C., & Munarso, S. J. 2010. *Budidaya Dan Pasca Panen Kopi*. Jakarta: Eksa Media.
- Prastujati, A. U., Hilmi, M., & Khirzin, M. H. 2018. Pengaruh Konsentrasi Starter Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Total Asam Tertitrasi (TAT) Whey Kefir. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*. 1(2):63-69.

- Pratiwi, I. S. E., Darusman, F., Shalannandia, W. A., & Lantika, U. A. 2020. Peranan Probiotik dalam Yogurt sebagai Pangan Fungsional terhadap Kesehatan Manusia. *Prosiding Farmasi*. 6(2):1119-1124.
- Pratiwi, P., Yanto, S., & Sukainah, A. 2023. Pengaruh Lama Fermentasi Alami Terhadap Mutu Kopi Robusta Asal Bantaeng. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 9(2):263-272.
- Purba, R. R. T. P., & Andaka, G. 2018. Dekafeinasi Biji Kopi Robusta Melalui Proses Ekstraksi Dengan Pelarut Aquadest (Variabel Jumlah Pelarut Dan Kecepatan Pengaduk Terhadap Kadar Kafein Terekstraksi). *Jurnal Inovasi Proses*. 3(1):10-15.
- Purnama, T. 2023. Uji Skrining Fitokimia Ekstrak Supernatan dari Bakteri Endofit Kulit Pisang. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*. 8(1):44-50.
- Purnamayanti, N. P. A., Gunadnya, I. B. P., & Arda, G. 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Karakteristik Fisik dan Mutu Sensori Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*). *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*. 5(2):39-48.
- Putri, A., Darma, G. C. E., Saadiyah, E. R. 2019. Pembuatan Serbuk Kopi Fermentasi dengan Penambahan *Saccharomyces cerevisiae* dan Metode "Three-Piece-Water-Filled Cup Airlock System". *Prosiding Farmasi*. 5(2).
- Putri, D., & Perdinan. 2018. Analisis Ketersediaan Air Wilayah Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Domestik (Studi Kasus: Kabupaten Malang). *Jurnal Agromet*. 32(2):93-102.
- Pyar, H., & Peh, K. K. 2014. Characterization and Identification of Lactobacillus Acidophilus Using Biolog Rapid Identification System. *Int J Pharm Pharm Sci*. 6(1):189-93.
- Rahardjo, P. 2012. *Kopi*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup.
- Rahardjo, P. 2021. *Panduan Berkebun Kopi*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup.
- Raharjo, B., & Agustini, F. 2020. Metode Forward Chaining pada Sistem Pakar Penilaian Kualitas Biji Kopi Berbasis Web. *International Journal of Natural Science and Engineering*. 4(2):73-82.
- Rahayu, W. P., Nurosiyah, S., & Widyanto, R. 2019. *Evaluasi Sensori*. Tangerang: Penerbit Universitas Terbuka.
- Rahmawati, I., & Gustiani, L. T. 2023. Analisis Kafein pada Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) Gununghalu Teknik Light Roasting, Medium Roasting, dan Dark Roasting. *Jurnal Kimia Padjadjaran*. 2(2):66-73.
- Ramadhan, I. L., Irianto, H., & Qonita, R. R. A. 2023. Analisis Pengendalian Mutu Kopi dengan Menggunakan Diagram Fishbone Berdasarkan Standar SCA (Specialty Coffee Association) pada Kopi Arabika Palintang, Bandung Timur. *Agrista*. 11(2).
- Ramanda, E., Hasyim, A. L., & Lestari, D. A. H. 2016. Analisis Daya Saing dan Mutu Kopi di Kecamatan Sumberjaya Kabupaten Lampung Barat. *JIIA*. 4(3).
- Ramdhini, R. N., Manalu, A. I., Isrianto, I. P. R. P. L., Wilujeng, N. H. P. S., Erdiandini, I., Sutrisno, S. R. F. P. E., Hulu, I. L., Utomo, S. P. B., Surjaningsih, D. R. 2021. *Anatomi Tumbuhan*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Randriani, E., & Dani. 2019. *Pengenalan Varietas Unggul Kopi*. Jakarta: IAARD Press.

- Ribeiro, L. S., da Cruz Pedrozo Miguel, M. G., Martinez, S. J., Bressani, A. P. P., Evangelista, S. R., Silva e Batista, C. F., & Schwan, R. F. 2020. The Use of Mesophilic and Lactic Acid Bacteria Strains as Starter Cultures for Improvement of Coffee Beans Wet Fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 36:1-15.
- Risna, Y. K., Sri-Harimurti, S. H., Wihandoyo, W., & Widodo, W. 2022. Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri Asam Laktat dari Saluran Pencernaan Itik Lokal Asal Aceh. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*. 24(1):1-7.
- Rolfe, M. D., Rice, C. J., Lucchini, S., Pin, C., Thompson, A., Cameron, A. D., Alston, M., Stringer, M. F., Betts, R. P., Baranyi, J., & Peck, M. W. 2012. Lag Phase Is a Distinct Growth Phase That Prepares Bacteria for Exponential Growth and Involves Transient Metal Accumulation. *Journal of Bacteriology*. 194(3):686-701.
- Rosalinda, S., Febriananda, T., & Nurjanah, S. 2021. Penggunaan Berbagai Konsentrasi Kulit Buah Pepaya dalam Penurunan Kadar Kafein pada Kopi. *Jurnal Teknotan*. 15(1).
- Rubiyo, R., & Towaha, J. 2013. Pengaruh Fermentasi Terhadap Citarasa Kopi Luwak Probiotik. *Journal of Industrial and Beverage Crops*. 4(2):175-182.
- Samaranayake, L. 2012. *Essential Microbiology for Dentistry*. 4th Edition. China: Elsevier.
- Sani, A. M., Sukainah, A., & Wijaya, M. 2023. Fermentasi Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) menggunakan *Aspergillus niger* dalam Upaya Menurunkan Kandungan Kafein. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 9(1):83-96.
- Santina, R. O., Hayati, F., & Oktariana, R. 2021. Analisis Peran Orangtua dalam Mengatasi Perilaku Sibling Rivalry Anak Usia Dini. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan*. 2(1).
- Saputra, A. P. A., Baco, A. R., & Asyik, N. 2020. Fermentasi Ragi Tape (*Saccharomyces cereviceae*), Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organleptik Produk Kopi Bubuk Robusta (*Coffea canephora*). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan (JSTP)*. 5(6):3412-3423.
- Sari, N. A. Y., Tambunan, I. J., Dachi, K., & Julianty, S. M. 2021. Fermentasi Seduhan Kopi Arabika dengan Bakteri *Lactobacillus casei* Dan Ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan Uji Toksisitas. *Jurnal Indah Sains dan Klinis*. 2(3):7-16.
- Sari, W. P., Sunarharum, W. B., & Maligan, J. M. 2023. Kajian Literatur: Profiling Komponen Aroma Kopi Robusta. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan*. 1(1):111-120.
- Saripah, S., Aini, A. F., Manfaati, R., & Hariyadi, T. 2021. Pengaruh Suhu Lingkungan dan Waktu Fermentasi Biji Kopi Arabika Terhadap Kadar Kafein, Etanol, dan pH. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. 12:124-128.
- Senditya, M., Hadi, M. S., Estiasih, T., & Saparianti, E. 2014. Efek Prebiotik dan Sinbiotik Simplisia Daun Cincau Hitam (*Mesona palustris* BL) Secara In Vivo. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3):141-150.
- Setiani, B. E., Bintoro, V. P., & Fauzi, R. N. 2021. Pengaruh Penambahan Sari Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Sebagai Bahan Penggumpal Alami

- Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Tahu Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. 16(1):18-34.
- Setiawati, M. R., Suryatmana, P., Herdiyantoro, D., & Ilmiyati, Z. 2014. Karakteristik Pertumbuhan dan Waktu Generasi Isolat *Azotobacter* sp. dan Bakteri Endofitik Asal Ekosistem Lahan Sawah. *Jurnal Agroekoteknologi*. 6(1).
- Sharma, R., Garg, P., Kumar, P., Bhatia, S. K., & Kulshrestha, S. (2020). Microbial Fermentation and Its Role in Quality Improvement of Fermented Foods. *Fermentation*. 6(4):106.
- Shihab, M. Q. 2002. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Quran*. Tangerang: Lentera Hati.
- Sibarani, A. E. E. B., Rahmawati, R., & Saputra, F. 2023. Identification of Lactic Acid Bacteria from Pandan Civet Feces (*P. hermaphroditus*) in West Kalimantan Based on Phenotypic Similarity. *Jurnal Biologi Tropis*. 23(4): 37-49.
- Sinaga, K., Indriana, M., Febriani, Y., & Zulfikar, Z. 2023. Pengaruh Fermentasi Tepung Kulit Kopi Oleh *Aspergillus oryzae* dengan Penambahan Dua Variasi Konsentrasi Urea dan Amonium Sulfat Terhadap Penurunan Serat Kasar. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*. 6(1):167-177.
- 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.
- Specialty Coffee Association (SCA). 2018. *Coffee Standards*. A Specialty Coffee Association Resource.
- Subekti, N., Maulana, S., Findayani, A., Rozi, F., & Setyanto, H. 2023. Pemanfaatan Mesin Grandling untuk Penggilingan Biji Kopi pada Kelompok Petani Kopi di Desa Kalisidi, Kabupaten Semarang. *Jurnal Abdimas*. 27(1):1-9.
- Sukainah, A., Sukmawati, & Patang. 2023. Pemanfaatan Bakteri Asam Laktat Indigenous Kopi Robusta Sebagai Starter Pada Fermentasi Kopi Arabika Asal Toraja. *Jurnal Patani: Pengembangan Teknologi Pertanian dan Informatika*. 6(2):26-31.
- Sulistyaningtyas, A. R. 2017. Pentingnya Pengolahan Basah (*Wet Processing*) Buah Kopi Robusta (*Coffea robusta* Lindl. ex. de. Will) Untuk Menurunkan Resiko Kecacatan Biji Hijau Saat Coffee Grading. In *prosiding seminar nasional & internasional*. 1(1).
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. UNESA Press. Surabaya.
- Supriyadi, H., Randriani, E., & Towaha, J. 2016. Korelasi antara Ketinggian Tempat, Sifat Kimia Tanah, dan Mutu Fisik Biji Kopi Arabika di Dataran Tinggi Garut. *Jurnal TIDP*. 3(1):45–52.
- Suryono, C., Ningrum, L., & Dewi, T. R. 2018. Uji Kesukaan dan Organoleptik Terhadap 5 Kemasan dan Produk Kepulauan Seribu Secara Deskriptif. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*. 5(2):95-106.
- Susanti, H., Araaf, N. P. M., & Kusbandari, A. 2020. Perbandingan Metode Spektrofotometri UV dan HPLC pada Penetapan Kadar Kafein dalam Kopi. *Majalah Farmasetika*. 4(1):28-33.

- Susanto, B. 2022. Konsep Ulul Albab Dalam Al-Quran Surat Ali Imran Ayat 190-195 dan Relevansinya dengan Tujuan Pendidikan Agama Islam. *GUAU: Jurnal Pendidikan Profesi Guru Agama Islam*. 2(1):71-80.
- Suwasono, S., Masahid, A. D., Pertiwi, R. I. P., & Soemarno, D. 2023. Aplikasi Starter Bakteri Asam Laktat Bentuk Sel Bebas Pada Fermentasi Kopi Arabika Argopuro. *National Multidisciplinary Sciences*. 2(3):199-208.
- Sya'rani, M. 2017. Nilai Dasar Pendidikan dalam Al-Quran. *TAJDID: Jurnal Pemikiran Keislaman Dan Kemanusiaan*. 1(2):190-199.
- Syah, R., & Rahmi, N. 2020. Analisis Terhadap Pandangan Ulama Tentang Kehalalan Kopi Luwak. *Proceeding IAIN Batusangkar*. 1(2):187-193.
- Syaiful, A. Z., Hermawati, H., & Sonda, M. 2022. Pengaruh Lama Pengaktifan Ragi Untuk Fermentasi Kulit Kopi Arabika Menjadi Bioetanol. *Jurnal Saintis*. 3(2):37-49.
- Syamsudin, D. W. 2013. Unjuk Kerja Spektrofotometer untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen. *Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. Konversi*. 2(2):2252-7311.
- Syarifuddin, K. A., & Saleha, R. 2023. Analisis Kadar Asam Asetat dan Alkohol pada Apel Manalagi (*Malus sylvestris Mill.*) Berdasarkan Variasi Waktu Fermentasi. *Jurnal Kesehatan Yamas Makassar*. 7(2):46-53.
- Syaukani, M., Wibowo, G. H., Nurullah, F. P., & Riayatsyah, T. M. I. 2024. Studi Pengaruh Temperatur Roasting dan Kecepatan Udara Terhadap Kinerja Mesin Roasting Fluid-Bed Biji Kopi. *Sinergi Polmed: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. 5(1):142-152.
- Syska, K., Istiqomah, K., & Ropiudin, R. 2023. Formulasi dan Karakterisasi Kopi Robusta Specialty dan Gula Kelapa Kristal untuk Meningkatkan Mutu Kopi Robusta Lokal. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*. 2(1):158-167.
- Tandipayuk, H., & Aslamyiah, S. (2020). Fermentasi Tepung Ampas Tahu dengan Cairan Mikroorganisme Mix. Sebagai Bahan Baku Pakan. *Jurnal Agrokomples*. 9(1):9-15.
- Tarwendah, I. P. 2017. Jurnal Review: Studi Komparasi Atribut Sensoris dan Kesadaran Merek Produk Pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(2).
- Tawali, A. B., Abdullah, N., & Wiranata, B. S. 2018. Pengaruh Fermentasi Menggunakan Bakteri Asam Laktat Yoghurt Terhadap Citarasa Kopi Robusta (*Cofee Robusta*). *Jurnal Canrea*. 1(1):90-97.
- Tjahjani, N. P., Chairunnisa, A., & Handayani, H. 2021. Analisis Perbedaan Kadar Kafein Pada Kopi Bubuk Hitam dan Kopi Bubuk Putih Instan Secara Spektrofotometri UV-Vis. *Cendekia Journal of Pharmacy*. 5(1):52-62.
- Towaha, J., & Rubiyo, R. 2016. Mutu Fisik Biji dan Citarasa Kopi Arabika Hasil Fermentasi Mikrob Probiotik Asal Pencernaan Luwak. *J. TIDP*. 3(2):61-70.
- UCDA. 2010. Uganda Coffee Development Authority. *Annual Report*. 20.
- Uganda Coffee Development Authority. 2019. *Arabica Coffee Handbook (A Sustainable Coffee Industry with High Stakeholder Value for Social Economic Transformation)*. Uganda: The Ministry of Agriculture Animal Industry & Fisheries.

- Umar, C. B. P. 2021. Penyuluhan Tentang Pentingnya Peranan Protein dan Asam Amino Bagi Tubuh di Desa Negeri Lima. *Jurnal Pengabdian Ilmu Kesehatan*. 1(3):52-56.
- Usman, D., Supriyadi, A., & Kusdiyantini, E. 2015. Fermentasi Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Menggunakan Isolat Bakteri Asam Laktat dari Feces Luwak dengan Perlakuan Lama Waktu Inkubasi. *Jurnal Akademika Biologi*. 4(3):31-40.
- Utama, Q. D., Zainuri, Z., Paramartha, D. N. A., Widyasari, R., & Aini, N. 2022. Dekafeinasi Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Lombok Menggunakan Sari Labu Siam (*Sechium edule*). *Pro Food*. 8(1):77-87.
- Vuppala, G., Krishna, R., & Murthy, K. 2015. Research and Reviews: Journal of Microbiology and Biotechnology – Fermentation. *Journal of Microbiology and Biotechnology*. 4(1).
- Wachamo, H. L. 2017. Review on Health Benefit and Risk of Coffee Consumption. *Med. Aromat. Plants*. 6(4):1-12.
- Wahyuningsih, N., & Zulaika, E. 2019. Perbandingan Pertumbuhan Bakteri Selulolitik Pada Media Nutrient Broth dan Carboxy Methyl Cellulose. *Jurnal sains dan Seni ITS*. 7(2):36-38.
- Wamuyu, K. A., Richard, K., Mugendi, B. W., & Cecilia, K. 2017. Effect of Different Fermentation Methods on Physicochemical Composition and Sensory Quality of Coffee (*Coffea arabica*). *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*. 11(6):31-36.
- Wang, Y., Wu, J., Lv, M., Shao, Z., Hungwe, M., Wang, J., Bai, X., Xie, J., Wang, Y., & Geng, W. 2021. Metabolism Characteristics of Lactic Acid Bacteria and The Expanding Applications in Food Industry. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 9:612285.
- Widyasari, A., Warkoyo, W., & Mujianto, M. 2023. Pengaruh Ukuran Biji Kopi Robusta pada Kualitas Citarasa Kopi. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 1-14.
- Wilujeng, A. A. T., & Wikandari, P. R. 2013. Pengaruh Lama Fermentasi Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dengan Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus Plantarium* B1765 Terhadap Mutu Produk. *UNISA Journal of Chemistry*. 2(3): 1-10.
- Winanti, A. A., & Handoko, Y. A. 2024. Pengaruh Penambahan Kultur *Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Kualitas Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Agroteknika*. 7(2):124-137.
- Wulandari, S., & Marpaung, M. P. 2022. Penetapan Kadar Alkaloid Infusa Biji Kopi Robusta Sangrai (*Coffea canephora* Pierre Ex. A Froehner) Dengan Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Kesehatan: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*. 12(02):113-119.
- Wuryanti, W. 2008. Pengaruh Penambahan Biotin pada Media Pertumbuhan Terhadap Produksi Sel *Aspergillus Niger*. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*. 10(2):46-50.
- Yanti, D. I. W. Y., & Dali, F. A. 2013. Karakterisasi Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi Selama Fermentasi Bakasang. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(2).

- Yohan, Y., Astuti, F., & Wicaksana, A. 2018. Pembuatan Spektrofotometer Edukasi untuk Analisis Senyawa Pewarna Makanan. *Chimica et Natura Acta*. 6(3):111.
- Yonata, A., & Saragih, D. G. P. 2016. Pengaruh Konsumsi Kafein pada Sistem Kardiovaskular. *Jurnal Majority*. 5(3):43-49.
- Yundika, D., Khairani, K., & Martina, M. 2023. Gambaran Kebiasaan Mengonsumsi Kopi dan Tekanan Darah Pada Lanjut Usia di Kecamatan Syiah Kuala. *Jurnal Ilmu Keperawatan*. 11(1).
- Yuniastri, R., Ismawati, I., & Fajarianingtyas, D. A. 201). Umur Simpan Kopi Lengkuas Instan Menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan Pendekatan Persamaan Arrhenius. *Buana Sains*. 19(2):31-40.
- Zahara, R., Martunis, M., & Sulaiman, M. I. 2023. Karakteristik Sensori Coffee Vinegar dari Kulit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). In *Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Teknologi Hasil Pertanian*. 3.
- Zainuddin, A., & Tomina, S. 2021. Efek Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Kopi Pinogu. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*. 4(1):35-43.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data dan analisis perhitungan nilai derajat keasaman (pH) kopi arabika (*Coffea arabica*)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	U1	U2	U3	
Kontrol	6,6	6,5	6,53	6,54
K1L1	5,51	5,5	5,57	5,53
K1L2	5,28	5,34	5,32	5,31
K1L3	5,09	5,12	5,06	5,09
K1L4	4,78	4,8	4,83	4,80
K2L1	5,3	5,34	5,28	5,31
K2L2	5,16	5,15	5,1	5,14
K2L3	4,88	4,9	4,93	4,90
K2L4	4,75	4,7	4,69	4,71
K3L1	5,13	5,15	5,22	5,17
K3L2	4,92	4,87	4,95	4,91
K3L3	4,73	4,75	4,71	4,73
K3L4	4,5	4,52	4,58	4,53
K4L1	4,9	4,85	4,94	4,90
K4L2	4,8	4,78	4,75	4,78
K4L3	4,52	4,5	4,55	4,52
K4L4	4,35	4,32	4,2	4,29

a. Konsentrasi 25%

Tests of Normality

Perlakuan	n	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai_pH_K1	L1	.337	3	.	.855	3	.253
	L2	.253	3	.	.964	3	.637
	L3	.175	3	.	1.000	3	1.000
	L4	.219	3	.	.987	3	.780

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Nilai_pH_K1

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.332	3	8	.803

ANOVA

Nilai_pH_K1					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.864	3	.288	295.271	.000
Within Groups	.008	8	.001		
Total	.871	11			

Nilai_pH_K1**Duncan**

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
L4	3	4.8033			
L3	3		5.0900		
L2	3			5.3133	
L1	3				5.5267
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Konsentrasi 50%**Tests of Normality**

Perlakuan	n	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai_pH_K2	L1	.253	3	.	.964	3	.637
	L2	.328	3	.	.871	3	.298
	L3	.219	3	.	.987	3	.780
	L4	.328	3	.	.871	3	.298

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances**Nilai_pH_K2**

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.189	3	8	.901

ANOVA

Nilai_pH_K2					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.610	3	.203	223.865	.000
Within Groups	.007	8	.001		
Total	.617	11			

Nilai_pH_K2

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
L4	3	4.7133			
L3	3		4.9033		
L2	3			5.1367	
L1	3				5.3067
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

c. Konsentrasi 75%**Tests of Normality**

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai_pH_K3	L1	.304	3	.	.907	3	.407
	L2	.232	3	.	.980	3	.726
	L3	.175	3	.	1.000	3	1.000
	L4	.292	3	.	.923	3	.463

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Nilai_pH_K3

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.989	3	8	.445

ANOVA

Nilai_pH_K3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.654	3	.218	145.443	.000
Within Groups	.012	8	.001		
Total	.666	11			

Nilai_pH_K3

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
L4	3	4.5333			
L3	3		4.7300		
L2	3			4.9133	
L1	3				5.1667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

d. Konsentrasi 100%

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai_pH_K4	L1	.196	3	.	.996	3	.878
	L2	.219	3	.	.987	3	.780
	L3	.219	3	.	.987	3	.780
	L4	.314	3	.	.893	3	.363

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Nilai pH K4

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.642	3	8	.121

ANOVA

Nilai pH K4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.658	3	.219	91.384	.000
Within Groups	.019	8	.002		
Total	.677	11			

Nilai pH K4

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
L4	3	4.2900			
L3	3		4.5233		
L2	3			4.7767	
L1	3				4.8967
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

e. Lama Fermentasi 12 Jam

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai_pH_L1	K1	.337	3	.	.855	3	.253
	K2	.253	3	.	.964	3	.637
	K3	.304	3	.	.907	3	.407
	K4	.196	3	.	.996	3	.878

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Nilai_pH_L1

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.287	3	8	.834

ANOVA

Nilai_pH_L1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.627	3	.209	125.955	.000
Within Groups	.013	8	.002		
Total	.640	11			

Nilai_pH_L1

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K4	3	4.8967			
K3	3		5.1667		
K2	3			5.3067	
K1	3				5.5267
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

f. Lama Fermentasi 24 Jam

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai_pH_L2	K1	.253	3	.	.964	3	.637
	K2	.328	3	.	.871	3	.298
	K3	.232	3	.	.980	3	.726
	K4	.219	3	.	.987	3	.780

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Nilai_pH_L2

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.295	3	8	.828

ANOVA

Nilai_pH_L2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.508	3	.169	160.010	.000
Within Groups	.008	8	.001		
Total	.517	11			

Nilai_pH_L2

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K4	3	4.7767			
K3	3		4.9133		
K2	3			5.1367	
K1	3				5.3133
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

g. Lama Fermentasi 36 Jam

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai_pH_L3	K1	.175	3	.	1.000	3	1.000
	K2	.219	3	.	.987	3	.780
	K3	.175	3	.	1.000	3	1.000
	K4	.219	3	.	.987	3	.780

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Nilai_pH_L3

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.125	3	8	.943

ANOVA

Nilai_pH_L3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.527	3	.176	273.784	.000
Within Groups	.005	8	.001		
Total	.532	11			

Nilai_pH_L3

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K4	3	4.5233			
K3	3		4.7300		
K2	3			4.9033	
K1	3				5.0900
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

h. Lama Fermentasi 48 Jam

Tests of Normality

Perlakuan	n	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai_pH_L4	K1	.219	3	.	.987	3	.780
	K2	.328	3	.	.871	3	.298
	K3	.292	3	.	.923	3	.463
	K4	.314	3	.	.893	3	.363

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Nilai_pH_L4

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.807	3	8	.108

ANOVA

Nilai_pH_L4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.462	3	.154	63.436	.000
Within Groups	.019	8	.002		
Total	.481	11			

Nilai_pH_L4

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
K4	3	4.2900		
K3	3		4.5333	
K2	3			4.7133
K1	3			4.8033
Sig.		1.000	1.000	.056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

i. Kombinasi Perlakuan Konsentrasi dan Lama Fermentasi

Tests of Normality

Perlakuan	n	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Interaksi	K1L1	.337	3	.	.855	3	.253
	K1L2	.253	3	.	.964	3	.637
	K1L3	.175	3	.	1.000	3	1.000
	K1L4	.219	3	.	.987	3	.780
	K2L1	.253	3	.	.964	3	.637
	K2L2	.328	3	.	.871	3	.298
	K2L3	.219	3	.	.987	3	.780
	K2L4	.328	3	.	.871	3	.298
	K3L1	.304	3	.	.907	3	.407
	K3L2	.232	3	.	.980	3	.726
	K3L3	.175	3	.	1.000	3	1.000
	K3L4	.292	3	.	.923	3	.463
	K4L1	.196	3	.	.996	3	.878
	K4L2	.219	3	.	.987	3	.780
	K4L3	.219	3	.	.987	3	.780
	K4L4	.314	3	.	.893	3	.363

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Interaksi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.323	15	32	.245

ANOVA

Interaksi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.878	15	.325	224.917	.000
Within Groups	.046	32	.001		
Total	4.924	47			

Interaksi

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
K4L4	3	4.2900								
K4L3	3		4.5233							
K3L4	3		4.5333							
K2L4	3			4.7133						
K3L3	3			4.7300						
K4L2	3			4.7767	4.7767					
K1L4	3				4.8033					
K4L1	3					4.8967				
K2L3	3					4.9033				
K3L2	3					4.9133				
K1L3	3						5.0900			
K2L2	3						5.1367	5.1367		
K3L1	3							5.1667		
K2L1	3								5.3067	
K1L2	3								5.3133	
K1L1	3									5.5267
Sig.		1.000	.749	.061	.397	.618	.143	.341	.831	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 2. Data dan analisis perhitungan kadar air (%) kopi arabika (*Coffea arabica*)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	U1	U2	U3	
Kontrol	3,54%	3,52%	3,44%	3,50%
K1L1	2,98%	3,06%	3,04%	3,03%
K1L2	2,66%	2,68%	2,74%	2,69%
K1L3	2,50%	2,44%	2,47%	2,47%
K1L4	2,26%	2,28%	2,32%	2,29%
K2L1	2,72%	2,76%	2,67%	2,72%
K2L2	2,38%	2,44%	2,46%	2,43%
K2L3	2,22%	2,16%	2,18%	2,19%
K2L4	2,02%	2,18%	2,05%	2,08%
K3L1	2,42%	2,38%	2,45%	2,42%
K3L2	2,20%	2,16%	2,19%	2,18%
K3L3	1,92%	1,94%	2,00%	1,95%
K3L4	1,75%	1,76%	1,84%	1,78%
K4L1	2,14%	2,17%	2,04%	2,12%
K4L2	1,84%	1,96%	1,85%	1,88%
K4L3	1,72%	1,88%	1,76%	1,79%
K4L4	1,74%	1,68%	1,65%	1,69%

Rumus kadar air:

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

a. Konsentrasi 25%

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Air_K1	1	.292	3	.	.923	3	.463
	2	.292	3	.	.923	3	.463
	3	.175	3	.	1.000	3	1.000
	4	.253	3	.	.964	3	.637

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_Air_K1

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.388	3	8	.765

ANOVA

Kadar_Air_K1					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.913	3	.304	229.709	.000
Within Groups	.011	8	.001		
Total	.924	11			

Kadar_Air_K1

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
4	3	2.2867			
3	3		2.4700		
2	3			2.6933	
1	3				3.0267
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Konsentrasi 50%

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Air_K2	1	.196	3	.	.996	3	.878
	2	.292	3	.	.923	3	.463
	3	.253	3	.	.964	3	.637
	4	.319	3	.	.885	3	.339

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Air K2

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.022	3	8	.190

ANOVA

Kadar Air K2	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.714	3	.238	79.799	.000
Within Groups	.024	8	.003		
Total	.738	11			

Kadar Air K2

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
4	3	2.0833			
3	3		2.1867		
2	3			2.4267	
1	3				2.7167
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

c. Konsentrasi 75%

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Air_K3	1	.204	3	.	.993	3	.843
	2	.292	3	.	.923	3	.463
	3	.292	3	.	.923	3	.463
	4	.349	3	.	.832	3	.194

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_Air_K3

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.102	3	8	.403

ANOVA

Kadar_Air_K3	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.684	3	.228	156.349	.000
Within Groups	.012	8	.001		
Total	.696	11			

Kadar_Air_K3

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
4	3	1.7833			
3	3		1.9533		
2	3			2.1833	
1	3				2.4167
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

d. Konsentrasi 100%

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Air_K4	1	.301	3	.	.912	3	.424
	2	.358	3	.	.812	3	.144
	3	.292	3	.	.923	3	.463
	4	.253	3	.	.964	3	.637

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Air K4

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.614	3	8	.625

ANOVA

Kadar_Air_K4					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.301	3	.100	22.180	.000
Within Groups	.036	8	.005		
Total	.337	11			

Kadar_Air_K4

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	3	1.6900		
3	3	1.7867	1.7867	
2	3		1.8833	
1	3			2.1167
Sig.		.116	.116	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

e. Lama Fermentasi 12 Jam

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Air_L1	K1	.292	3	.	.923	3	.463
	K2	.196	3	.	.996	3	.878
	K3	.204	3	.	.993	3	.843
	K4	.301	3	.	.912	3	.424

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_Air_L1

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.836	3	8	.511

ANOVA

Kadar_Air_L1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.377	3	.459	190.619	.000
Within Groups	.019	8	.002		
Total	1.396	11			

Kadar_Air_L1

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K4	3	2.1167			
K3	3		2.4167		
K2	3			2.7167	
K1	3				3.0267
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

f. Lama Fermentasi 24 Jam

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Air_L2	K1	.292	3	.	.923	3	.463
	K2	.292	3	.	.923	3	.463
	K3	.292	3	.	.923	3	.463
	K4	.358	3	.	.812	3	.144

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_Air_L2

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.219	3	8	.163

ANOVA

Kadar_Air_L2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.074	3	.358	171.808	.000
Within Groups	.017	8	.002		
Total	1.090	11			

Kadar_Air_L2

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K4	3	1.8833			
K3	3		2.1833		
K2	3			2.4267	
K1	3				2.6933
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

g. Lama Fermentasi 36 Jam

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Air_L3	K1	.175	3	.	1.000	3	1.000
	K2	.253	3	.	.964	3	.637
	K3	.292	3	.	.923	3	.463
	K4	.292	3	.	.923	3	.463

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_Air_L3

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.399	3	8	.143

ANOVA

Kadar_Air_L3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.792	3	.264	100.608	.000
Within Groups	.021	8	.003		
Total	.813	11			

Kadar_Air_L3

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K4	3	1.7867			
K3	3		1.9533		
K2	3			2.1867	
K1	3				2.4700
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

h. Lama Fermentasi 48 Jam**Tests of Normality**

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Air_L4	K1	.253	3	.	.964	3	.637
	K2	.319	3	.	.885	3	.339
	K3	.349	3	.	.832	3	.194
	K4	.253	3	.	.964	3	.637

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_Air_L4

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.001	3	8	.192

ANOVA

Kadar_Air_L4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.678	3	.226	71.191	.000
Within Groups	.025	8	.003		
Total	.703	11			

Kadar_Air_L4

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
K4	3	1.6900		
K3	3	1.7833		
K2	3		2.0833	
K1	3			2.2867
Sig.		.077	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

i. Kombinasi Perlakuan Konsentrasi dan Lama Fermentasi

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Interaksi	K1L1	.292	3	.	.923	3	.463
	K1L2	.292	3	.	.923	3	.463
	K1L3	.175	3	.	1.000	3	1.000
	K1L4	.253	3	.	.964	3	.637
	K2L1	.196	3	.	.996	3	.878
	K2L2	.292	3	.	.923	3	.463
	K2L3	.253	3	.	.964	3	.637
	K2L4	.319	3	.	.885	3	.339
	K3L1	.204	3	.	.993	3	.843
	K3L2	.292	3	.	.923	3	.463
	K3L3	.292	3	.	.923	3	.463
	K3L4	.349	3	.	.832	3	.194
	K4L1	.301	3	.	.912	3	.424
	K4L2	.358	3	.	.812	3	.144
	K4L3	.292	3	.	.923	3	.463
	K4L4	.253	3	.	.964	3	.637

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Interaksi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.512	15	32	.159

ANOVA

Interaksi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.430	15	.429	166.604	.000
Within Groups	.082	32	.003		
Total	6.512	47			

Interaksi

Duncan

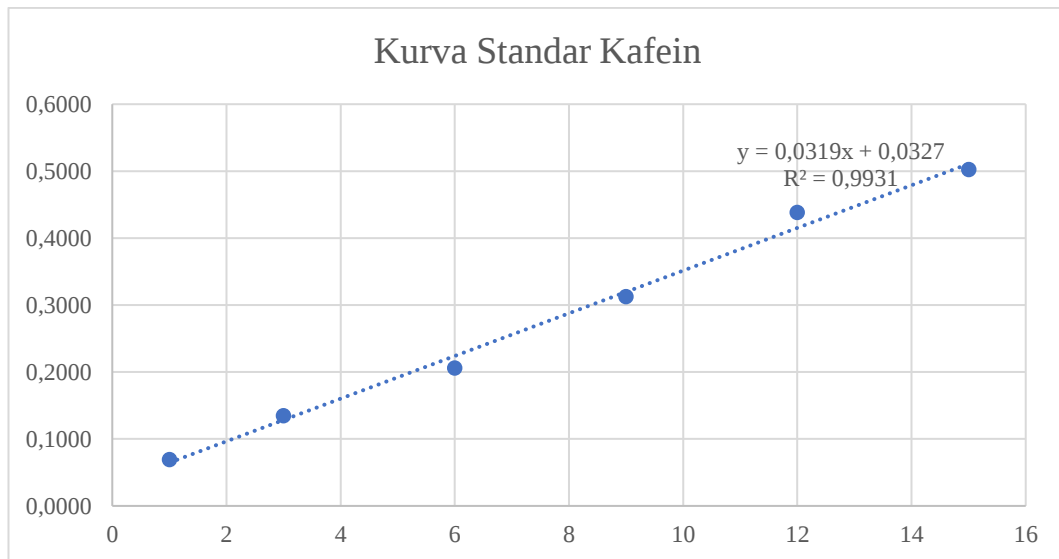
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
K4L4	3	1.6900								
K3L4	3		1.7833							
K4L3	3		1.7867							
K4L2	3			1.8833						
K3L3	3			1.9533						
K2L4	3				2.0833					
K4L1	3				2.1167	2.1167				
K3L2	3					2.1833				
K2L3	3					2.1867				
K1L4	3						2.2867			
K3L1	3							2.4167		
K2L2	3							2.4267		
K1L3	3							2.4700		
K1L2	3								2.6933	
K2L1	3								2.7167	
K1L1	3									3.0267
Sig.		1.000	.936	.101	.427	.119	1.000	.233	.577	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 3. Data dan analisis perhitungan kadar kafein (%) kopi arabika (*Coffea arabica*)

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi		Rata-rata
	U1	U2	
1	0,075	0,063	0,0690
3	0,143	0,126	0,1345
6	0,227	0,185	0,2060
9	0,293	0,332	0,3125
12	0,461	0,415	0,4380
15	0,518	0,487	0,5025

Nilai absorbansi yang diperoleh dari pembacaan gelombang, kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linear, sehingga didapatkan persamaan kurva standar, yaitu $y = ax + b$



Persamaan kurva standar yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah sebagai berikut:

$$y = 0,0319x + 0,0327$$

Perlakuan	Nilai Absorbansi (y)			Rata-rata
	Ulangan			
	U1	U2	U3	
Kontrol	0,677	0,651	0,648	0,659
K1L1	0,581	0,556	0,575	0,571
K1L2	0,565	0,548	0,521	0,545
K1L3	0,515	0,532	0,539	0,529
K1L4	0,518	0,515	0,524	0,519
K2L1	0,528	0,553	0,516	0,532
K2L2	0,435	0,492	0,459	0,462
K2L3	0,431	0,448	0,415	0,431
K2L4	0,429	0,385	0,396	0,403
K3L1	0,512	0,495	0,483	0,497
K3L2	0,456	0,439	0,375	0,423
K3L3	0,341	0,328	0,385	0,351
K3L4	0,274	0,315	0,291	0,293
K4L1	0,459	0,463	0,437	0,453
K4L2	0,369	0,405	0,387	0,387
K4L3	0,343	0,326	0,285	0,318
K4L4	0,297	0,275	0,232	0,268

Nilai absorbansi (y) yang diperoleh dari pembacaan gelombang, kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai konsentrasi (mg/L) (x) dengan menggunakan rumus:

$$y = ax + b$$

$$x = \frac{y - a}{b}$$

Nilai konsentrasi (mg/L) (x) yang diperoleh dari hasil perhitungan, kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai kadar kafein pada setiap sampel bubuk kopi dengan menggunakan rumus:

$$KK = \frac{k \times v \times fp}{bs} \times 100\%$$

Nilai kadar kafein (%) pada setiap sampel bubuk kopi yang diperoleh dari hasil perhitungan, kemudian diubah satuannya dari g menjadi mg.

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	U1	U2	U3	
Kontrol	2,52%	2,42%	2,41%	2,45%
K1L1	2,15%	2,05%	1,91%	2,04%
K1L2	2,09%	2,02%	1,91%	2,01%
K1L3	1,89%	1,96%	1,98%	1,94%
K1L4	1,90%	1,89%	1,93%	1,91%
K2L1	1,94%	2,04%	1,89%	1,96%
K2L2	1,58%	1,80%	1,67%	1,68%
K2L3	1,56%	1,63%	1,50%	1,56%
K2L4	1,55%	1,38%	1,42%	1,45%
K3L1	1,88%	1,81%	1,76%	1,82%
K3L2	1,66%	1,59%	1,34%	1,53%
K3L3	1,21%	1,16%	1,38%	1,25%
K3L4	0,95%	1,11%	1,01%	1,02%
K4L1	1,67%	1,69%	1,58%	1,65%
K4L2	1,32%	1,46%	1,39%	1,39%
K4L3	1,22%	1,15%	0,99%	1,12%
K4L4	1,04%	0,95%	0,78%	0,92%

a. Konsentrasi 25%

Tests of Normality

Perlakuan	n	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Kafein_K1	L1	.314	3	.	.893	3	.363
	L2	.225	3	.	.984	3	.756
	L3	.304	3	.	.907	3	.407
	L4	.292	3	.	.923	3	.463

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_Kafein_K1

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.722	3	8	.240

ANOVA

Kadar_Kafein_K1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.071	3	.024	6.946	.013
Within Groups	.027	8	.003		
Total	.099	11			

Kadar_Kafein_K1

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
L4	3	1.9067	
L3	3	1.9433	
L2	3	2.0067	2.0067
L1	3		2.1100
Sig.		.080	.063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Konsentrasi 50%**Tests of Normality**

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Kafein_K2	L1	.253	3	.	.964	3	.637
	L2	.215	3	.	.989	3	.800
	L3	.187	3	.	.998	3	.915
	L4	.299	3	.	.915	3	.433

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_Kafein_K2

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.360	3	8	.784

ANOVA

Kadar_Kafein_K2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.426	3	.142	18.802	.001
Within Groups	.060	8	.008		
Total	.486	11			

Kadar_Kafein_K2

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
L4	3	1.4500		
L3	3	1.5633	1.5633	
L2	3		1.6833	
L1	3			1.9567
Sig.		.149	.129	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

c. Konsentrasi 75%

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Kafein_K3	L1	.211	3	.	.991	3	.817
	L2	.306	3	.	.905	3	.400
	L3	.302	3	.	.910	3	.417
	L4	.232	3	.	.980	3	.726

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Kafein K3

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.889	3	8	.210

ANOVA

Kadar_Kafein_K3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.064	3	.355	27.414	.000
Within Groups	.104	8	.013		
Total	1.168	11			

Kadar_Kafein_K3

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
L4	3	1.0233			
L3	3		1.2500		
L2	3			1.5300	
L1	3				1.8167
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

d. Konsentrasi 100%

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Kafein_K4	L1	.321	3	.	.881	3	.328
	L2	.175	3	.	1.000	3	1.000
	L3	.267	3	.	.951	3	.576
	L4	.247	3	.	.969	3	.664

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Kafein K4

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.999	3	8	.441

ANOVA

Kadar Kafein K4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.897	3	.299	30.147	.000
Within Groups	.079	8	.010		
Total	.976	11			

Kadar_Kafein_K4

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
L4	3	.9233			
L3	3		1.1200		
L2	3			1.3900	
L1	3				1.6467
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

e. Lama Fermentasi 12 Jam

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Kafein_L1	K1	.314	3	.	.893	3	.363
	K2	.253	3	.	.964	3	.637
	K3	.211	3	.	.991	3	.817
	K4	.321	3	.	.881	3	.328

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_Kafein_L1

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.189	3	8	.901

ANOVA

Kadar_Kafein_L1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.352	3	.117	29.862	.000
Within Groups	.031	8	.004		
Total	.383	11			

Kadar_Kafein_L1

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K4	3	1.6467			
K3	3		1.8167		
K2	3			1.9567	
K1	3				2.1100
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

f. Lama Fermentasi 24 Jam

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Kafein_L2	K1	.225	3	.	.984	3	.756
	K2	.215	3	.	.989	3	.800
	K3	.306	3	.	.905	3	.400
	K4	.175	3	.	1.000	3	1.000

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_Kafein_L2

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.281	3	8	.345

ANOVA

Kadar_Kafein_L2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.631	3	.210	15.674	.001
Within Groups	.107	8	.013		
Total	.738	11			

Kadar_Kafein_L2

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
K4	3	1.3900		
K3	3	1.5300	1.5300	
K2	3		1.6833	
K1	3			2.0067
Sig.		.177	.144	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

g. Lama Fermentasi 36 Jam

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Kafein_L3	K1	.304	3	.	.907	3	.407
	K2	.187	3	.	.998	3	.915
	K3	.302	3	.	.910	3	.417
	K4	.267	3	.	.951	3	.576

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Kafein L3

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.414	3	8	.308

ANOVA

Kadar_Kafein_L3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.211	3	.404	47.959	.000
Within Groups	.067	8	.008		
Total	1.278	11			

Kadar_Kafein_L3

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
K4	3	1.1200		
K3	3	1.2500		
K2	3		1.5633	
K1	3			1.9433
Sig.		.121	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

h. Lama Fermentasi 48 Jam

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Kafein_L4	K1	.292	3	.	.923	3	.463
	K2	.299	3	.	.915	3	.433
	K3	.232	3	.	.980	3	.726
	K4	.247	3	.	.969	3	.664

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_Kafein_L4

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.000	3	8	.193

ANOVA

Kadar_Kafein_L4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.819	3	.606	75.083	.000
Within Groups	.065	8	.008		
Total	1.883	11			

Kadar_Kafein_L4

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
K4	3	.9233		
K3	3	1.0233		
K2	3		1.4500	
K1	3			1.9067
Sig.		.210	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

i. Kombinasi Perlakuan Konsentrasi dan Lama Fermentasi

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Interaksi	K1L1	.314	3	.	.893	3	.363
	K1L2	.225	3	.	.984	3	.756
	K1L3	.304	3	.	.907	3	.407
	K1L4	.292	3	.	.923	3	.463
	K2L1	.253	3	.	.964	3	.637
	K2L2	.215	3	.	.989	3	.800
	K2L3	.187	3	.	.998	3	.915
	K2L4	.299	3	.	.915	3	.433
	K3L1	.211	3	.	.991	3	.817
	K3L2	.306	3	.	.905	3	.400
	K3L3	.302	3	.	.910	3	.417
	K3L4	.232	3	.	.980	3	.726
	K4L1	.321	3	.	.881	3	.328
	K4L2	.175	3	.	1.000	3	1.000
	K4L3	.267	3	.	.951	3	.576
	K4L4	.247	3	.	.969	3	.664

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Interaksi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.361	15	32	.225

ANOVA

Interaksi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.096	15	.406	48.046	.000
Within Groups	.271	32	.008		
Total	6.366	47			

Interaksi

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K4L4	3	.9233										
K3L4	3	1.0233	1.0233									
K4L3	3		1.1200	1.1200								
K3L3	3			1.2500	1.2500							
K4L2	3				1.3900	1.3900						
K2L4	3					1.4500	1.4500					
K3L2	3					1.5300	1.5300	1.5300				
K2L3	3						1.5633	1.5633				
K4L1	3							1.6467				
K2L2	3							1.6833	1.6833			
K3L1	3								1.8167	1.8167		
K1L4	3									1.9067	1.9067	
K1L3	3									1.9433	1.9433	
K2L1	3									1.9567	1.9567	1.9567
K1L2	3										2.0067	2.0067
K1L1	3											2.1100
Sig.		.192	.207	.093	.071	.087	.163	.069	.085	.097	.234	.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 4. Data dan analisis uji organoleptik aroma (fragrance) seduhan kopi arabika arabika (*Coffea arabica*)

Perlakuan	Kode Panelis															Rerata
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
Kontrol	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2,4
K1L1	2	2	2	4	2	2	2	3	2	4	3	3	2	3	3	2,6
K1L2	3	3	2	3	4	3	4	3	3	2	3	3	2	4	3	3,0
K1L3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3,6
K1L4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	5	4	3	4	3,8
K2L1	4	4	2	3	4	4	3	4	4	3	3	2	3	4	4	3,4
K2L2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,0
K2L3	3	2	3	3	3	3	4	2	2	3	3	2	3	3	3	2,8
K2L4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3,8
K3L1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,0
K3L2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,0
K3L3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2,6
K3L4	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2,6
K4L1	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2,4
K4L2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,0
K4L3	3	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2,6
K4L4	4	2	2	4	3	4	2	4	4	2	2	2	3	4	3	3,0

a. Uji organoleptik dilakukan secara statistik non-parametrik *Kruskall Wallis*.

Test Statistics^{a,b}

	Aroma
Chi-Square	134.148
df	15
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

b. Uji lanjut Mann-Whitney

K1L1 >> K1L2 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>76.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>196.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.624</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.104</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.137*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	76.500	Wilcoxon W	196.500	Z	-1.624	Asymp. Sig. (2-tailed)	.104	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.137*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K1L1 >> K1L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>36.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>156.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.376</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.001</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.001*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	36.000	Wilcoxon W	156.000	Z	-3.376	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K1L1 >> K1L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>28.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>148.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.713</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	28.000	Wilcoxon W	148.000	Z	-3.713	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K1L2 >> K1L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>58.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>178.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.487</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.013</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.023*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	58.500	Wilcoxon W	178.500	Z	-2.487	Asymp. Sig. (2-tailed)	.013	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.023*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	76.500																																																																										
Wilcoxon W	196.500																																																																										
Z	-1.624																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.104																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.137*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	36.000																																																																										
Wilcoxon W	156.000																																																																										
Z	-3.376																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	28.000																																																																										
Wilcoxon W	148.000																																																																										
Z	-3.713																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	58.500																																																																										
Wilcoxon W	178.500																																																																										
Z	-2.487																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.013																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.023*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
K1L2 >> K1L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>45.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>165.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.060</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.002</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.004*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	45.000	Wilcoxon W	165.000	Z	-3.060	Asymp. Sig. (2-tailed)	.002	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K1L3 >> K1L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>93.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>213.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.960</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.337</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.436*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	93.000	Wilcoxon W	213.000	Z	-.960	Asymp. Sig. (2-tailed)	.337	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.436*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K2L1 >> K2L2 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>67.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>187.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.255</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.024</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.061*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	67.500	Wilcoxon W	187.500	Z	-2.255	Asymp. Sig. (2-tailed)	.024	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.061*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K2L1 >> K2L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>60.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>180.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.375</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.018</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.029*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	60.000	Wilcoxon W	180.000	Z	-2.375	Asymp. Sig. (2-tailed)	.018	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	45.000																																																																										
Wilcoxon W	165.000																																																																										
Z	-3.060																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	93.000																																																																										
Wilcoxon W	213.000																																																																										
Z	-.960																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.337																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.436*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	67.500																																																																										
Wilcoxon W	187.500																																																																										
Z	-2.255																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.024																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.061*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	60.000																																																																										
Wilcoxon W	180.000																																																																										
Z	-2.375																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.018																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
K2L1 >> K2L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>79.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>199.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.654</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.098</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.174*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	79.500	Wilcoxon W	199.500	Z	-1.654	Asymp. Sig. (2-tailed)	.098	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.174*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K2L2 >> K2L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>90.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>210.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.441</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.150</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.367*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	90.000	Wilcoxon W	210.000	Z	-1.441	Asymp. Sig. (2-tailed)	.150	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.367*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K2L2 >> K2L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>22.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>142.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-4.397</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	22.500	Wilcoxon W	142.500	Z	-4.397	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K2L3 >> K2L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>24.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>144.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-4.015</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	24.000	Wilcoxon W	144.000	Z	-4.015	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	79.500																																																																										
Wilcoxon W	199.500																																																																										
Z	-1.654																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.098																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.174*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	90.000																																																																										
Wilcoxon W	210.000																																																																										
Z	-1.441																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.150																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.367*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	22.500																																																																										
Wilcoxon W	142.500																																																																										
Z	-4.397																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	24.000																																																																										
Wilcoxon W	144.000																																																																										
Z	-4.015																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
K3L1 >> K3L2 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>105.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>210.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>.000</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>1.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>1.000*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	105.000	Wilcoxon W	210.000	Z	.000	Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K3L1 >> K3L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>45.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>165.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.525</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.004*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	45.000	Wilcoxon W	165.000	Z	-3.525	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K3L1 >> K3L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>45.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>165.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.525</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.004*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	45.000	Wilcoxon W	165.000	Z	-3.525	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K3L2 >> K3L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>42.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>147.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.429</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.001</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.005*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	42.000	Wilcoxon W	147.000	Z	-3.429	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.005*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	105.000																																																																										
Wilcoxon W	210.000																																																																										
Z	.000																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	45.000																																																																										
Wilcoxon W	165.000																																																																										
Z	-3.525																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	45.000																																																																										
Wilcoxon W	165.000																																																																										
Z	-3.525																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	42.000																																																																										
Wilcoxon W	147.000																																																																										
Z	-3.429																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.005*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
K3L2 >> K3L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>42.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>147.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.429</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.001</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.005*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	42.000	Wilcoxon W	147.000	Z	-3.429	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.005*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K3L3 >> K3L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>112.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>232.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>.000</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>1.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>1.000*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	112.500	Wilcoxon W	232.500	Z	.000	Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K4L1 >> K4L2 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>67.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>187.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.693</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.007</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.061*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	67.500	Wilcoxon W	187.500	Z	-2.693	Asymp. Sig. (2-tailed)	.007	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.061*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K4L1 >> K4L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^b</th></tr><tr><th></th><th>Aroma</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>90.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>210.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.077</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.281</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.367*</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^b			Aroma	Mann-Whitney U	90.000	Wilcoxon W	210.000	Z	-1.077	Asymp. Sig. (2-tailed)	.281	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.367*	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	42.000																																																																										
Wilcoxon W	147.000																																																																										
Z	-3.429																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.005*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	112.500																																																																										
Wilcoxon W	232.500																																																																										
Z	.000																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	67.500																																																																										
Wilcoxon W	187.500																																																																										
Z	-2.693																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.007																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.061*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^b																																																																											
	Aroma																																																																										
Mann-Whitney U	90.000																																																																										
Wilcoxon W	210.000																																																																										
Z	-1.077																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.281																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.367*																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
K4L1 >> K4L4	K4L2 >> K4L3	K4L2 >> K4L4	K4L3 >> K4L4																																																																								

Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Aroma		Aroma		Aroma		Aroma
Mann-Whitney U	72.000	Mann-Whitney U	45.000	Mann-Whitney U	45.000	Mann-Whitney U	85.500
Wilcoxon W	192.000	Wilcoxon W	165.000	Wilcoxon W	165.000	Wilcoxon W	205.500
Z	-1.832	Z	-3.525	Z	-3.476	Z	-1.204
Asymp. Sig. (2-tailed)	.067	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Asymp. Sig. (2-tailed)	.229
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.098 ^a	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004 ^a	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004 ^a	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.267 ^a
a. Not corrected for ties.		a. Not corrected for ties.		a. Not corrected for ties.		a. Not corrected for ties.	
b. Grouping Variable: Perlakuan		b. Grouping Variable: Perlakuan		b. Grouping Variable: Perlakuan		b. Grouping Variable: Perlakuan	

Lampiran 5. Data dan analisis uji organoleptik keasaman (*acidity*) seduhan kopi arabika arabika (*Coffea arabica*)

Perlakuan	Kode Panelis															Rerata
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
Kontrol	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2,6
K1L1	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	3	3	2	2,8
K1L2	3	3	3	2	3	4	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3,0
K1L3	5	3	4	3	3	3	4	4	3	4	5	4	3	4	3	3,7
K1L4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	3	4	3	4,1
K2L1	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2,4
K2L2	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3,3
K2L3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3,3
K2L4	2	2	4	4	2	2	3	4	3	3	2	3	4	4	3	3,0
K3L1	2	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2,7
K3L2	2	2	4	4	3	4	4	3	2	3	3	2	3	4	2	3,0
K3L3	2	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3,5
K3L4	2	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3,5
K4L1	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2,6
K4L2	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3,7
K4L3	3	4	5	3	4	4	4	3	4	5	4	3	5	3	4	3,9
K4L4	4	3	5	4	4	4	3	4	5	4	4	3	5	4	4	4,0

a. Uji organoleptik dilakukan secara statistik non-parametrik *Kruskall Wallis*.

Test Statistics^{a,b}

	Keasaman
Chi-Square	96.743
df	15
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

b. Uji lanjut Mann-Whitney

K1L1 < K1L2	K1L1 < K1L3	K1L1 < K1L4	K1L2 < K1L3																																																																								
<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>93.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>213.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.004</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.315</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.436^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	93.000	Wilcoxon W	213.000	Z	-1.004	Asymp. Sig. (2-tailed)	.315	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.436 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>45.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>165.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.123</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.002</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.004^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	45.000	Wilcoxon W	165.000	Z	-3.123	Asymp. Sig. (2-tailed)	.002	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>17.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>137.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-4.212</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	17.000	Wilcoxon W	137.000	Z	-4.212	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>58.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>178.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.560</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.010</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.023^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	58.500	Wilcoxon W	178.500	Z	-2.560	Asymp. Sig. (2-tailed)	.010	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.023 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	93.000																																																																										
Wilcoxon W	213.000																																																																										
Z	-1.004																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.315																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.436 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	45.000																																																																										
Wilcoxon W	165.000																																																																										
Z	-3.123																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	17.000																																																																										
Wilcoxon W	137.000																																																																										
Z	-4.212																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	58.500																																																																										
Wilcoxon W	178.500																																																																										
Z	-2.560																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.010																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.023 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											

K1L2 >> K1L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>25.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>145.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.927</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	25.000	Wilcoxon W	145.000	Z	-3.927	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K1L3 >> K1L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>76.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>196.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.674</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.094</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.137^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	76.000	Wilcoxon W	196.000	Z	-1.674	Asymp. Sig. (2-tailed)	.094	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.137 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K2L1 >> K2L2 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>33.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>153.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.711</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.001^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	33.000	Wilcoxon W	153.000	Z	-3.711	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K2L1 >> K2L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>30.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>150.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.785</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	30.000	Wilcoxon W	150.000	Z	-3.785	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	25.000																																																																										
Wilcoxon W	145.000																																																																										
Z	-3.927																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	76.000																																																																										
Wilcoxon W	196.000																																																																										
Z	-1.674																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.094																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.137 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	33.000																																																																										
Wilcoxon W	153.000																																																																										
Z	-3.711																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	30.000																																																																										
Wilcoxon W	150.000																																																																										
Z	-3.785																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
K2L1 >> K2L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>67.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>187.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.030</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.042</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.061^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	67.500	Wilcoxon W	187.500	Z	-2.030	Asymp. Sig. (2-tailed)	.042	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.061 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K2L2 >> K2L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>105.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>225.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.392</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.695</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.775^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	105.000	Wilcoxon W	225.000	Z	-.392	Asymp. Sig. (2-tailed)	.695	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.775 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K2L2 >> K2L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>92.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>212.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.917</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.359</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.412^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	92.500	Wilcoxon W	212.500	Z	-.917	Asymp. Sig. (2-tailed)	.359	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.412 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K2L3 >> K2L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>87.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>207.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.135</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.256</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.305^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	87.500	Wilcoxon W	207.500	Z	-1.135	Asymp. Sig. (2-tailed)	.256	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.305 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	67.500																																																																										
Wilcoxon W	187.500																																																																										
Z	-2.030																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.042																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.061 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	105.000																																																																										
Wilcoxon W	225.000																																																																										
Z	-.392																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.695																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.775 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	92.500																																																																										
Wilcoxon W	212.500																																																																										
Z	-.917																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.359																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.412 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	87.500																																																																										
Wilcoxon W	207.500																																																																										
Z	-1.135																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.256																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.305 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
K3L1 >> K3L2 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>45.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>165.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.994</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.003</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.004^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	45.000	Wilcoxon W	165.000	Z	-2.994	Asymp. Sig. (2-tailed)	.003	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K3L1 >> K3L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>46.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>166.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.093</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.002</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.005^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	46.000	Wilcoxon W	166.000	Z	-3.093	Asymp. Sig. (2-tailed)	.002	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.005 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K3L1 >> K3L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>40.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>160.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.303</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.001</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.002^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	40.500	Wilcoxon W	160.500	Z	-3.303	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K3L2 >> K3L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>77.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>197.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.563</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.118</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.148^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	77.500	Wilcoxon W	197.500	Z	-1.563	Asymp. Sig. (2-tailed)	.118	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.148 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	45.000																																																																										
Wilcoxon W	165.000																																																																										
Z	-2.994																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	46.000																																																																										
Wilcoxon W	166.000																																																																										
Z	-3.093																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.005 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	40.500																																																																										
Wilcoxon W	160.500																																																																										
Z	-3.303																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	77.500																																																																										
Wilcoxon W	197.500																																																																										
Z	-1.563																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.118																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.148 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
K3L2 >> K3L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>72.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>192.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.795</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.073</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.098^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	72.500	Wilcoxon W	192.500	Z	-1.795	Asymp. Sig. (2-tailed)	.073	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.098 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K3L3 >> K3L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>105.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>225.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.331</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.741</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.775^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	105.500	Wilcoxon W	225.500	Z	-.331	Asymp. Sig. (2-tailed)	.741	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.775 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K4L1 >> K4L2 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>22.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>142.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-4.039</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	22.500	Wilcoxon W	142.500	Z	-4.039	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K4L1 >> K4L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>22.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>142.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.985</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	22.500	Wilcoxon W	142.500	Z	-3.985	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	72.500																																																																										
Wilcoxon W	192.500																																																																										
Z	-1.795																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.073																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.098 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	105.500																																																																										
Wilcoxon W	225.500																																																																										
Z	-.331																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.741																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.775 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	22.500																																																																										
Wilcoxon W	142.500																																																																										
Z	-4.039																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	22.500																																																																										
Wilcoxon W	142.500																																																																										
Z	-3.985																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
K4L1 >> K4L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>13.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>133.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-4.326</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	13.500	Wilcoxon W	133.500	Z	-4.326	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K4L2 >> K4L3 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>97.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>217.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.704</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.481</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.539^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	97.500	Wilcoxon W	217.500	Z	-.704	Asymp. Sig. (2-tailed)	.481	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.539 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K4L2 >> K4L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>82.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>202.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.460</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.144</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.217^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	82.500	Wilcoxon W	202.500	Z	-1.460	Asymp. Sig. (2-tailed)	.144	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.217 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		K4L4 >> K4L4 <table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Keasaman</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>100.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>220.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.549</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.583</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.624^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Keasaman	Mann-Whitney U	100.500	Wilcoxon W	220.500	Z	-.549	Asymp. Sig. (2-tailed)	.583	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.624 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	13.500																																																																										
Wilcoxon W	133.500																																																																										
Z	-4.326																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	97.500																																																																										
Wilcoxon W	217.500																																																																										
Z	-.704																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.481																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.539 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	82.500																																																																										
Wilcoxon W	202.500																																																																										
Z	-1.460																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.144																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.217 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Keasaman																																																																										
Mann-Whitney U	100.500																																																																										
Wilcoxon W	220.500																																																																										
Z	-.549																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.583																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.624 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											

Lampiran 6. Data dan analisis uji organoleptik kemanisan (*sweetness*) seduhan kopi arabika arabika (*Coffea arabica*)

Perlakuan	Kode Panelis															Rerata
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
Kontrol	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2,8
K1L1	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2,8
K1L2	4	2	3	2	4	3	4	4	3	2	3	2	3	3	3	3,0
K1L3	4	3	3	3	4	4	3	3	5	3	4	4	3	4	4	3,6
K1L4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3,5
K2L1	3	2	1	3	3	2	3	1	3	3	2	3	2	3	2	2,4
K2L2	4	3	2	3	4	3	4	3	4	2	3	3	4	4	2	3,2
K2L3	4	4	2	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3,4
K2L4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3,4
K3L1	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2,6
K3L2	2	2	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2,8
K3L3	3	2	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3,3
K3L4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3,6
K4L1	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	2,5
K4L2	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3,5
K4L3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3,8
K4L4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,0

a. Uji organoleptik dilakukan secara statistik non-parametrik *Kruskall Wallis*.

Test Statistics^{a,b}

	Manis
Chi-Square	99.958
df	15
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

b. Uji lanjut Mann-Whitney

K1L1 << K1L2 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>96.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>216.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.800</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.424</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.512*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	96.000	Wilcoxon W	216.000	Z	-.800	Asymp. Sig. (2-tailed)	.424	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.512*	K1L1 << K1L3 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>42.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>162.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.415</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.001</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.003*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	42.000	Wilcoxon W	162.000	Z	-3.415	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.003*	K1L1 << K1L4 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>48.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>168.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.219</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.001</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.007*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	48.000	Wilcoxon W	168.000	Z	-3.219	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.007*	K1L2 << K1L3 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>66.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>186.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.072</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.038</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.056*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	66.500	Wilcoxon W	186.500	Z	-2.072	Asymp. Sig. (2-tailed)	.038	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.056*
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	96.000																																																										
Wilcoxon W	216.000																																																										
Z	-.800																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.424																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.512*																																																										
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	42.000																																																										
Wilcoxon W	162.000																																																										
Z	-3.415																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.003*																																																										
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	48.000																																																										
Wilcoxon W	168.000																																																										
Z	-3.219																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.007*																																																										
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	66.500																																																										
Wilcoxon W	186.500																																																										
Z	-2.072																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.038																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.056*																																																										
K1L2 << K1L4 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>74.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>194.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.759</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.079</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.116*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	74.000	Wilcoxon W	194.000	Z	-1.759	Asymp. Sig. (2-tailed)	.079	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.116*	K1L3 << K1L4 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>101.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>221.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.519</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.604</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.653*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	101.500	Wilcoxon W	221.500	Z	-.519	Asymp. Sig. (2-tailed)	.604	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.653*	K2L1 << K2L2 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>55.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>175.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.532</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.011</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.016*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	55.500	Wilcoxon W	175.500	Z	-2.532	Asymp. Sig. (2-tailed)	.011	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.016*	K2L1 << K2L3 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>38.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>158.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.320</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.001</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.001*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	38.500	Wilcoxon W	158.500	Z	-3.320	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001*
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	74.000																																																										
Wilcoxon W	194.000																																																										
Z	-1.759																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.079																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.116*																																																										
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	101.500																																																										
Wilcoxon W	221.500																																																										
Z	-.519																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.604																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.653*																																																										
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	55.500																																																										
Wilcoxon W	175.500																																																										
Z	-2.532																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.016*																																																										
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	38.500																																																										
Wilcoxon W	158.500																																																										
Z	-3.320																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001*																																																										
K2L1 << K2L4 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>55.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>175.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.532</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.011</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.016*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	55.500	Wilcoxon W	175.500	Z	-2.532	Asymp. Sig. (2-tailed)	.011	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.016*	K2L2 << K2L3 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>38.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>158.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.320</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.001</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.001*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	38.500	Wilcoxon W	158.500	Z	-3.320	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001*	K2L2 << K2L4 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>55.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>175.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.532</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.011</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.016*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	55.500	Wilcoxon W	175.500	Z	-2.532	Asymp. Sig. (2-tailed)	.011	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.016*	K2L3 << K2L4 <table><thead><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>38.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>158.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.320</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.001</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.001*</td></tr></tbody></table> a. Not corrected for ties. b. Grouping Variable: Perlakuan	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	38.500	Wilcoxon W	158.500	Z	-3.320	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001*
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	55.500																																																										
Wilcoxon W	175.500																																																										
Z	-2.532																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.016*																																																										
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	38.500																																																										
Wilcoxon W	158.500																																																										
Z	-3.320																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001*																																																										
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	55.500																																																										
Wilcoxon W	175.500																																																										
Z	-2.532																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.016*																																																										
Test Statistics ^a																																																											
	Manis																																																										
Mann-Whitney U	38.500																																																										
Wilcoxon W	158.500																																																										
Z	-3.320																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001*																																																										

<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>36.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>156.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.534</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.001^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	36.000	Wilcoxon W	156.000	Z	-3.534	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>97.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>217.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.681</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.496</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.539^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	97.500	Wilcoxon W	217.500	Z	-.681	Asymp. Sig. (2-tailed)	.496	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.539 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>99.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>219.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.622</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.534</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.595^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	99.000	Wilcoxon W	219.000	Z	-.622	Asymp. Sig. (2-tailed)	.534	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.595 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>109.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>229.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.142</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.887</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.902^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	109.500	Wilcoxon W	229.500	Z	-.142	Asymp. Sig. (2-tailed)	.887	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.902 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	36.000																																																																										
Wilcoxon W	156.000																																																																										
Z	-3.534																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	97.500																																																																										
Wilcoxon W	217.500																																																																										
Z	-.681																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.496																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.539 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	99.000																																																																										
Wilcoxon W	219.000																																																																										
Z	-.622																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.534																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.595 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	109.500																																																																										
Wilcoxon W	229.500																																																																										
Z	-.142																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.887																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.902 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>93.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>213.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-.960</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.337</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.436^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	93.000	Wilcoxon W	213.000	Z	-.960	Asymp. Sig. (2-tailed)	.337	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.436 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>48.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>168.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.994</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.003</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.007^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	48.000	Wilcoxon W	168.000	Z	-2.994	Asymp. Sig. (2-tailed)	.003	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.007 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>27.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>147.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.867</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	27.000	Wilcoxon W	147.000	Z	-3.867	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>64.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>184.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-2.296</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.022</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.045^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	64.000	Wilcoxon W	184.000	Z	-2.296	Asymp. Sig. (2-tailed)	.022	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.045 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	93.000																																																																										
Wilcoxon W	213.000																																																																										
Z	-.960																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.337																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.436 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	48.000																																																																										
Wilcoxon W	168.000																																																																										
Z	-2.994																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.007 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	27.000																																																																										
Wilcoxon W	147.000																																																																										
Z	-3.867																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	64.000																																																																										
Wilcoxon W	184.000																																																																										
Z	-2.296																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.022																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.045 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>40.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>160.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.319</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.001</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.002^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	40.500	Wilcoxon W	160.500	Z	-3.319	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>87.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>207.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.202</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.229</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.305^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	87.000	Wilcoxon W	207.000	Z	-1.202	Asymp. Sig. (2-tailed)	.229	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.305 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>32.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>152.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.679</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	32.000	Wilcoxon W	152.000	Z	-3.679	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>12.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>132.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-4.456</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	12.000	Wilcoxon W	132.000	Z	-4.456	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	40.500																																																																										
Wilcoxon W	160.500																																																																										
Z	-3.319																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	87.000																																																																										
Wilcoxon W	207.000																																																																										
Z	-1.202																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.229																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.305 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	32.000																																																																										
Wilcoxon W	152.000																																																																										
Z	-3.679																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	12.000																																																																										
Wilcoxon W	132.000																																																																										
Z	-4.456																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>120.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-5.078</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.000</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.000^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	120.000	Z	-5.078	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>75.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>195.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.862</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.063</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.126^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	75.000	Wilcoxon W	195.000	Z	-1.862	Asymp. Sig. (2-tailed)	.063	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.126 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>52.500</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>172.500</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.247</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.001</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.011^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	52.500	Wilcoxon W	172.500	Z	-3.247	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.011 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan		<table><tr><th colspan="2">Test Statistics^a</th></tr><tr><th></th><th>Manis</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>90.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>210.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.795</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.073</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.367^a</td></tr><tr><td colspan="2">a. Not corrected for ties.</td></tr><tr><td colspan="2">b. Grouping Variable: Perlakuan</td></tr></table>	Test Statistics ^a			Manis	Mann-Whitney U	90.000	Wilcoxon W	210.000	Z	-1.795	Asymp. Sig. (2-tailed)	.073	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.367 ^a	a. Not corrected for ties.		b. Grouping Variable: Perlakuan	
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	.000																																																																										
Wilcoxon W	120.000																																																																										
Z	-5.078																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	75.000																																																																										
Wilcoxon W	195.000																																																																										
Z	-1.862																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.063																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.126 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	52.500																																																																										
Wilcoxon W	172.500																																																																										
Z	-3.247																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.011 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											
Test Statistics ^a																																																																											
	Manis																																																																										
Mann-Whitney U	90.000																																																																										
Wilcoxon W	210.000																																																																										
Z	-1.795																																																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.073																																																																										
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.367 ^a																																																																										
a. Not corrected for ties.																																																																											
b. Grouping Variable: Perlakuan																																																																											

Lampiran 7. Tingkat Kesukaan Panelis Uji Organoleptik Keseluruhan (Overall) pada Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dengan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt dan Lama Fermentasi

Perlakuan	Rerata skor kesukaan pada setiap parameter			Total skor keseluruhan dari setiap parameter
	Aroma	Keasaman	Kemanisan	
Kontrol	2,4	2,6	2,8	7,8
K1L1	2,6	2,8	2,8	8,2
K1L2	3,0	3,0	3,0	9,0
K1L3	3,6	3,7	3,6	10,9
K1L4	3,8	4,1	3,5	11,4
K2L1	3,4	2,4	2,4	8,2
K2L2	3,0	3,3	3,2	9,5
K2L3	2,8	3,3	3,4	9,5
K2L4	3,8	3,0	3,4	10,2
K3L1	2,0	2,7	2,6	7,3
K3L2	2,0	3,0	2,8	7,8
K3L3	2,6	3,5	3,3	9,4
K3L4	2,6	3,5	3,6	9,7
K4L1	2,4	2,6	2,5	7,5
K4L2	2,0	3,7	3,5	9,2
K4L3	2,6	3,9	3,8	10,3
K4L4	3,0	4,0	4,0	11,0

Keterangan: (K1: Konsentrasi 25%, K2: Konsentrasi 50%, K3: Konsentrasi 75%, K4: Konsentrasi 100%, L1: 12 jam, L2: 24 jam, L3: 36 jam, dan L4: 48 jam).

Lampiran 8. Dokumentasi penelitian





Pemisahan kulit buah kopi menggunakan mesin *pulper*



Fermentasi menggunakan yoghurt



Penjemuran biji kopi yang telah difermentasi



Roasting biji kopi



Penghaluskan biji kopi menggunakan grinder



Perbandingan biji kopi sebelum dan sesudah *roasting*



Pengukuran nilai derajat keasaman (pH)



Uji kadar air menggunakan oven



Penimbangan sampel setelah di oven untuk uji kadar air



Isolasi kandungan kafein kopi arabika



Ekstrak kopi diuapkan menggunakan *rotary evaporator*



Pembuatan larutan baku standar kafein



Pengukuran panjang gelombang
menggunakan spektrofotometer UV-
Vis



Uji organoleptik dilakukan oleh panelis
terlatih



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
 Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Nabila Liza Hayati
NIM : 200602110059
Judul : Pengaruh Konsentrasi dan Lama Fermentasi menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Yoghurt terhadap Mutu Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc	25%	

Mengesahui,
 Ketua Program Studi Biologi

 Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
 NIP. 19741018 200312 2 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200602110059
Nama : NABILA LIZA HAYATI
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd
Dosen Pembimbing 2 : Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Uji Fermentasi Menggunakan Bakteri *Saccharomyces cerevisiae* dan Lactic acid bacteria pada Kopi Arabika Dampit Malang Menggunakan Teknologi Ohmic Heating dalam Menghasilkan Keasaman, Kafein, dan Rasa Kopi

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	13 Juni 2023	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Bimbingan mengenai susunan latar belakang apa yang akan di bahas.	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	01 Agustus 2023	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Bimbingan mengenai susunan latar belakang skripsi yang baik dan benar.	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	01 September 2023	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Bimbingan mengenai metode penelitian yang akan digunakan.	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	12 Oktober 2023	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Bimbingan mengenai metode penelitian.	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	29 November 2023	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Bimbingan mengenai BAB I	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	27 Desember 2023	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Konsultasi BAB I, II, dan III	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	02 Januari 2024	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	Konsultasi BAB I dan BAB II	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	04 Januari 2024	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	Revisi BAB I dan BAB II	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	06 Januari 2024	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Bimbingan dan Revisi BAB I	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	12 Januari 2024	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Konsultasi BAB II	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	13 Januari 2024	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Revisi BAB I dan III	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	06 September 2024	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Penyerahan BAB IV	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
13	03 Oktober 2024	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Konsultasi BAB IV	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
14	08 Oktober 2024	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	Konsultasi Integrasi untuk BAB IV	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
15	09 Oktober 2024	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Konsultasi BAB IV	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
16	16 Oktober 2024	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Revisi BAB IV	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
17	23 Oktober 2024	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Final BAB IV dan V	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
18	29 Oktober 2024	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	Revisi Integrasi BAB IV	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi

19	04 November 2024	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	Final Integrasi BAB IV	Ganjil 2023/2024	Sudah Dioreksi
----	------------------	----------------------------	------------------------	------------------	----------------

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pempimbing 2

Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA



Malang, _____

Dosen Pembimbing 1

Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd