



**universitas
MALIKUSSALEH**

TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

**ANALISIS PENGARUH VARIASI WAKTU PEMANGGANGAN
TERHADAP KARAKTERISTIK BIJI KOPI LIBERIKA**

**Diajukan sebagai syarat yang diperlukan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Disusun Oleh:

**IRYAN SYAHPUTRA
190120114**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
LHOKSEUMAWE
2024**

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Iryan Syahputra
NIM : 190120114
Jurusan/Prodi/Bidang : Teknik Mesin/Konversi Energi

Dengan ini menyatakan skripsi yang berjudul Analisis Pengaruh Variasi Waktu Pemanggangan Terhadap Karakteristik Biji Kopi Liberika adalah hasil kerja tulisan saya sendiri didampingi dosen pembimbing bukan hasil plagiat dari karya tulis ilmiah orang lain. Tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari sumber lain yang saya kutip tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan plagiarisme.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, jika di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Tugas Akhir (skripsi) yang saya tulis adalah plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku, dan saya bertanggung jawab secara mandiri tidak ada sangkut pautnya dengan pembimbing dan kelembagaan Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh

Lhokseumawe, 30 Januari 2024
Saya yang membuat pernyataan



Iryan Syahputra
NIM. 190120114

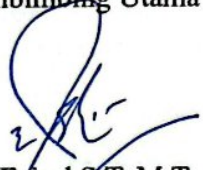
LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Judul Proposal TGA (Skripsi) : Analisis Pengaruh Variasi Waktu
Pemanggangan Terhadap Karakteristik Biji
Kopi Liberika
Nama : Iryan Syahputra
NIM : 190120114
Jurusan/Prodi/Bidang : Teknik Mesin/Konversi Energi
Tanggal Sidang : 24 Januari 2024


Lhokseumawe, 30 Januari 2024

Menyetujui,

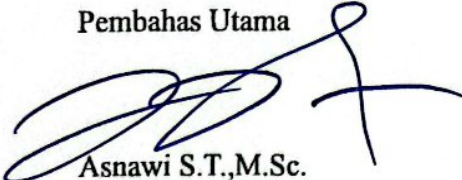
Pembimbing Utama


Dr. Faisal S.T., M.T.
NIP. 197702022006041015

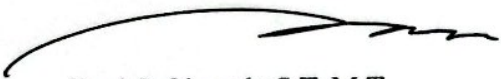
Pembimbing Pendamping


Suryadi S.T., M.Eng.
NIP. 198005192008121001

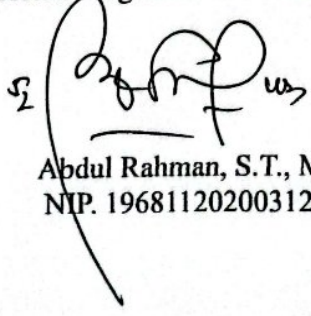
Pembahas Utama


Asnawi S.T., M.Sc.
NIP. 198002272006041010

Pembahas Pendamping


Ferri Safriwardy S.T., M.T.
NIP. 196710302002121001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin


Abdul Rahman, S.T., M.Eng
NIP. 196811202003121001

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Berdasarkan hasil ujian Sidang Tugas Akhir Program Studi Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh pada tanggal 24 Januari 2024 dengan ini dinyatakan telah memenuhi persyaratan akademik:

Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Analisis Pengaruh Variasi waktu Pemanggangan Terhadap Karakteristik Biji kopi Liberika.
Nama Mahasiswa : Iryan Syahputra
NIM : 190120114
Tempat/Tanggal Lahir : Panggautan, 08 Oktober 2001
Program Studi/Bidang : Teknik Mesin/Teknik Konversi Energi
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh
Pembimbing Utama : Dr. Faisal, S.T., M.T.
Pembimbing Pendamping : Suryadi, S.T., M.Eng.
Ketua Penguji : Asnawi, S.T., M.Sc.
Anggota Penguji : Ferri safriwardy, S.T., M.T.

Lhokseumawe, 30 Januari 2024

Penulis,



Iryan syahputra
NIM 190120114

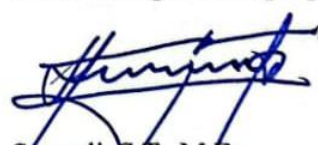
Menyetujui:

Pembimbing Utama,



Dr. Faisal, S.T., M.T.
NIP 197702022006041015

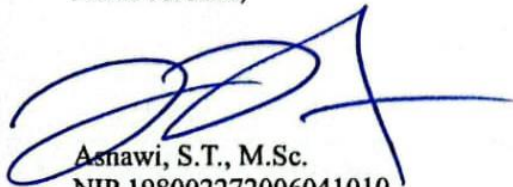
Pembimbing Pendamping,



Suryadi, S.T., M.Eng.
NIP 198005192008121001

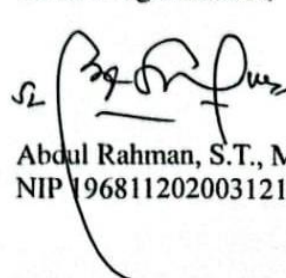
Mengetahui:

Ketua Jurusan,



Asnawi, S.T., M.Sc.
NIP 198002272006041010

Ketua Program Studi,



Abdul Rahman, S.T., M.Eng.
NIP 196811202003121001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbi'l'alamin, segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayah kepada hamba-hamba-Nya terkhusus penulis baik itu kesempatan, kesehatan, keselamatan serta akal yang sehat sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (skripsi) sebagaimana sesuai yang diharapkan. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shalallahu 'Alaihi Wa Sallam*, manusia mulia yang telah membawa kita dari alam kegelapan menuju alam yang terang-benderang atau alam kebodohan menuju alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti yang saat ini kita rasakan.

Alhamdulillah penulis telah dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir (skripsi) yang berjudul **“Analisis Pengaruh Variasi Waktu Pemanggangan Terhadap Karakteristik Biji Kopi Liberika”** yang merupakan salah satu syarat yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Teknik Mesin agar dapat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Malikussaleh. Maka pada kesempatan kali ini juga dengan tulus dan kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua Orang Tua, ayahanda Kaizar dan ibunda Maswida yang tidak terbalas kasih sayangnya, serta Kakak Asdar Ilmi, Abang Yusril Ananda, dan kedua Adik saya Dinda Nazila dan Keisyia Adifa. Rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis tujukan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Herman Fithra, S.T., M.T., IPM., ASEAN, Eng. selaku Rektor Universitas Malikussaleh.
2. Bapak Dr. Muhammad Daud, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
3. Bapak Asnawi S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh dan sekaligus sebagai Dosen Pembahas Utama Proposal Tugas Akhir saya.
4. Bapak Nurul Islami ST., M.Sc. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.

5. Bapak Abdul Rahman, ST., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
6. Bapak Alchalil, S.T., M.T, selaku Kepala Laboratorium Bidang Konversi Energi dan Kontruksi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
7. Bapak Dr. Faisal, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh yang telah membimbing dan memberi masukan dalam penyusunan laporan ini.
8. Bapak Suryadi, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Pendamping Tugas Akhir saya.
9. Bapak Ferri Safriwardy, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Pendamping Tugas Akhir saya.
10. Seluruh dosen dan staf pengajar serta Administrasi Program Studi Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.
11. Trian Ramadhan selaku rekan penelitian saya.
12. Seluruh teman-teman yang telah mendukung dan membantu dalam memecahkan masalah-masalah yang penulis hadapi selama penulisan tugas akhir.

Penulis juga menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir (skripsi), sehingga penulis sangat menerima kritik dan saran dari pembaca yang dapat membangun demi kesempurnaan laporan proposal penelitian tugas akhir ini. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Lhokseumawe, 24 Januari 2024

Penulis



Iryan Syahputra
Nim : 190120114

LEMBAR PERSEMBAHAN

BISMILLAHIRRAHMANIRRAHIM

“Barang siapa yang menempuh jalan untuk menuntut ilmu (belajar) maka Allah memudahkan jalannya menuju Surga”
(HR.Muslim)

ALHAMDULILLAH

Saya ucapkan dengan rasa syukur saya kepada Allah yang Maha Esa, saya diberi kesempatan untuk menuntut ilmu di bangku kuliah hingga selesai.
Untuk menuntut ilmu (belajar) maka Allah memudahkan

Sebuah karya yang sangat sederhana ini tulus
kupersembahkan kepada:

Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa mencurahkan kasih dan sayang serta do'a yang selalu dipanjatkan kepada Allah SWT untuk kebaikan dan kesuksesan anak-anaknya. Kepada kakak dan abang yang selalu menjadi support system sekaligus berperan sebagai sahabat yang tidak pernah meninggalkan kepada partner yang akan hidup bersama yang sangat bersabar mendengar keluhan pada pengerjaan skripsi ini dan enggan untuk pergi

Sahabatku:

Buat sahabatku semua yang terbaik yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, dan teman-teman Teknik Mesin 2019, serta abang-abang senior juga adik-adik junior yang selalu memberi motivasi, nasihat, dukungan moral serta moril yang membuatku selalu semangat dan pantang menyerah dalam setiap permasalahanku.

Dosen Tugas Akhir:

Kepada Bapak Dr.Faisal,S.T.,M.T dan Bapak Suryadi,S.T.,M.Eng serta Bapak Asnawi,S.T.,M.Sc dan Bapak Ferri Safriwardy,S.T.,M.T yang sudah sangat banyak membantu saya baik dalam penulisan Tugas Akhir ataupun dalam permasalahan akademik di Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh

Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah dan Tuhanmulah yang Maha Pemurah, yang mengajar (manusia) dengan perantaraan qalam. Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya

(Al Alaq ayat 1-5)

ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu komoditas perdagangan paling diminati dan paling banyak dihasilkan di Indonesia. Kopi liberika merupakan salah satu jenis kopi di Indonesia yang mulai dikembangkan. Salah satu proses terpenting dalam meningkatkan kualitas kopi dan menciptakan cita rasa yang nikmat adalah proses pemanggangan. Penggunaan temperatur dan waktu harus diperhatikan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi waktu pemanggangan terhadap karakteristik biji kopi liberika. Penelitian ini mempergunakan eksperimen dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Bahan baku yang digunakan adalah *green bean* liberika, sedangkan perlakuan menggunakan variasi waktu 8, 10, dan 12 menit. Sebanyak 200 g biji kopi dipanggang pada temperatur 220°C, masing-masing 5 kali pengulangan untuk variasi waktu 8, 10, dan 12 menit. Selama proses pemanggangan dicatat perubahan temperature drum dan biji serta suara dan massa terhadap waktu. Setelah proses selesai kopi segera didinginkan. Tiap sampel ditentukan *crack*, nilai rendemen, energi aktivasi dan laju reaksi, volume dan massa jenis, ruang warna (RGB, CIE Lab, dan agtron), struktur kristal XRD, pH, serta uji organoleptik. Variasi waktu menghasilkan karakteristik produk biji kopi panggang yang berbeda-beda seperti rendemen, volume jenis, massa jenis, energi aktivasi, warna, struktur kristal bubuk kopi, pH, aroma, dan citarasa kopi liberika. Pemanggangan selama 12 menit adalah perlakuan yang dinilai paling baik dalam menghasilkan karakter biji kopi liberika, yaitu dengan rendemen 87.78%, volume jenis 2.08 cm³/g, massa jenis 0.53 g/ cm³, pH 5.16, dan organoleptik memperoleh nilai 8 menit (65.00), 10 menit (76.00), dan 12 menit (78.25).

Kata kunci : *Pemanggangan, biji kopi, variasi waktu, karakteristik*

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL PROPOSAL TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sejarah Kopi	5
2.2 Tanaman Kopi	6
2.3 Kopi Liberika	6
2.4 Standar Mutu Kopi	8
2.5 Pengolahan Kopi	9
2.6 Pemanggangan (Roasting) Kopi	11
2.6.1 Reaksi Maillard	15
2.6.2 Teknik panggang (roasting)	16
2.6.3 Hal yang harus diperhatikan dalam pemanggangan	18
2.7 Rendemen <i>Roasting</i> Kopi	19

2.8	Energi Aktivasi	19
2.9	Densitas dan Volume Jenis	22
2.10	Uji Proksimat	22
2.11	Ukuran Kristalin (XRD)	23
2.12	Karakteristik Fisik-Kimia Biji Kopi Liberika	23
2.13	Organoleptik atau Citarasa	26
BAB III METODE PENELITIAN		29
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	29
	3.1.1 Tempat	29
	3.1.2 Waktu	29
3.2	Bahan dan Peralatan	29
	3.2.1 Bahan	29
	3.2.2 Peralatan	30
3.3	Variabel Penelitian	31
	3.3.1 Variabel bebas	31
	3.3.2 Variabel terikat	31
	3.3.3 Variabel kontrol	31
3.4	Flowchart Penelitian	31
3.5	Rancangan Penelitian	32
3.6	Tahap Kegiatan Penelitian	32
	3.6.1 Proses analisis bahan baku (<i>liberica green coffee bean</i>)	32
	3.6.2 Proses <i>roasting</i> kopi	32
	3.6.3 <i>First crack</i> dan <i>second crack</i>	33
	3.6.4 Nilai rendemen	33
	3.6.5 Energi aktivasi dan laju reaksi	33
	3.6.6 Volume dan massa jenis	34
	3.6.7 Uji warna (<i>colour</i>)	35
	3.6.8 Uji struktur kristal bubuk kopi dengan metode XRD	35
	3.6.9 Uji pH air seduhan kopi	36
	3.6.10 Uji organoleptik atau citarasa	36
	3.6.11 Analisis statistik dan uji hipotesis	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Proses Pemanggangan	38
4.1.1 Profil temperatur terhadap waktu	38
4.1.2 <i>First crack</i> dan <i>second crack</i>	40
4.1.3 Profil massa terhadap waktu	44
4.2 Nilai Rendemen (Yield)	46
4.3 Energi Aktivasi	48
4.4 Volume dan Massa Jenis	50
4.5 Pengukuran Warna	53
4.5.1 CIE L*a*b	53
4.5.2 RGB (Red Green Blue)	55
4.5.3 Agtron	56
4.6 Analisa Struktur Kristalin Bubuk Kopi dengan Metode XRD	57
4.7 Keasamaan (pH)	62
4.8 Citarasa atau Organoleptik	64
BAB V KESIMPULAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biji kopi liberika	7
Gambar 2.2 Kualitas biji kopi liberika (a) biji rusak karena serangga, (b) penyusutan karena kekeringan dan kurang subur, (c) biji kopi dalam keadaan baik.	9
Gambar 2.3 Tingkatan panggang kopi	12
Gambar 2.4 Kurva profil temperatur dan waktu pemanggangan	14
Gambar 2.5 Proses pemanggangan kopi	15
Gambar 2.6 Mekanisme reaksi Maillard	16
Gambar 2.7 Grafik penurunan fraksi massa terhadap kenaikan $1/T$ temperatur.	21
Gambar 2.8 Perubahan karakteristik fisik kopi selama pemanggangan	25
Gambar 3.1 Rangkaian alat dan proses pengujian pemanggangan kopi yang direncanakan	30
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian	31
Gambar 3.3 Photo proses uji organoleptik hasil pemanggangan kopi a) kopi diseduh dengan air panas, b) setelah busanya terpisah	36
Gambar 4.1 Profil temperatur terhadap waktu pemanggangan biji kopi liberika	39
Gambar 4.2 First crack and second crack selama pemanggangan a) waktu 8 menit, b) waktu 10 menit, c) dan waktu 12 menit.	42
Gambar 4.3 Profil perubahan rata-rata massa terhadap waktu pemanggangan biji kopi liberika a) waktu 8 menit, b) waktu 10 menit, c) waktu 12 menit.	44
Gambar 4.4 Biji kopi liberika setelah proses pemanggangan a) selama 8 menit, b) selama 10 menit, dan c) selama 12 menit.	45
Gambar 4.5 Rendemen biji kopi setelah pemanggangan	46
Gambar 4.6 Kurva penurunan fraksi massa terhadap waktu pemanggangan a) 8 menit, b) 10 menit, c) 12 menit.	49
Gambar 4.7 Volume jenis dan massa jenis biji kopi setelah pemanggangan	52
Gambar 4.8 Grafik warna CIE $L^*a^*b^*$ biji kopi hasil pemanggangan	54
Gambar 4.9 Grafik warna RGB (%) hasil pemanggangan 8, 10, dan 12 menit.	55

Gambar 4.10 Grafik warna agtron hasil pemanggangan 8, 10, dan 12 menit.	56
Gambar 4.11 Kurva XRD biji kopi liberika hasil pemanggangan a) waktu 8 menit, b) waktu 10 menit, c) dan waktu 12 menit.	59
Gambar 4.12 Komposisi Senyawa yang terdapat pada bubuk kopi hasil pemanggangan dengan variasi waktu a) 8 menit, b) 10 menit, dan c) 12 menit.	61
Gambar 4.13 Nilai pH biji kopi liberika setelah pemanggangan 8, 10, dan menit.	62
Gambar 4.14 Penilaian komponen hasil uji organoleptik sampel kopi hasil pemanggangan selama 8, 10, dan 12 menit.	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar mutu kopi (Standar Nasional Indonesia, 2014)	8
Tabel 2.2 Karakteristik fisik-kimia kopi liberika (Ismail, dkk 2013)	24
Tabel 2.3 Klasifikasi dan deskripsi nilai skor cupping berdasarkan SCAA	27
Tabel 3.1 Jadwal kegiatan penelitian	29
Tabel 3.2 Proksimat dan komposisi mineral biji kopi liberika	32
Tabel 4.1 First crack dan development biji kopi hasil pemanggangan selama 8, 10, dan 12 menit.	43
Tabel 4.2 Parameter kinetik pemanggangan dengan variasi waktu.	50
Tabel 4.3 Ukuran kristalinitas kopi liberika hasil pemanggangan dengan variasi waktu.	60

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Keterangan Penunjukkan Dosen Pembimbing Proposal
- Lampiran 2. Kartu Kegiatan Konsultasi Tugas Akhir
- Lampiran 3. Data Penelitian
- Lampiran 4. Data Analisa Statistik
- Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 6. Lembar Persetujuan Responden
- Lampiran 7. Surat *Ethical Clereance*
- Lampiran 8. Transkrip Nilai Semester Berjalan
- Lampiran 9. Bukti Mengikuti Seminar Hasil
- Lampiran 10. Bukti Submit Jurnal
- Lampiran 11. Bukti Toefl
- Lampiran 12. *Curriculum Vitae*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas perdagangan paling diminati setelah minyak bumi (Hu, dkk 2020). Indonesia merupakan salah satu negara yang termasuk empat besar negara pengekspor kopi ke pasar dunia dalam bentuk biji kopi (green bean) (Suprpto dan Astuti, 2023). Kopi memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi berperan penting sebagai sumber devisa Negara dan sebagai sumber penghasilan bagi petani kopi di Indonesia (Murlida, dkk 2021). Menurut data statistik (2021), luas areal perkebunan kopi di Indonesia 1.257.793 Ha, dengan produksi mencapai 786.192 ton. Provinsi Jambi merupakan salah satu daerah yang banyak melakukan budidaya tanaman kopi. Tahun 2017 luas areal jenis kopi robusta yaitu 25.125 Ha, dengan produksi 14.082 ton dan luas areal kopi jenis arabika 1.535 Ha, dengan produksi 241 ton (Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi, 2017). Kopi liberika banyak dibudidayakan di Tanjung Jabung Barat dengan luas areal tanam tahun 2017 mencapai 2.676 Ha, dengan produksi 1.354 ton (Badan Pusat Statistik Tanjung Jabung Barat, 2018).

Selain robusta dan arabika, kopi liberika adalah salah satu alternatif jenis kopi yang mulai diminati dan memperkaya variasi produk kopi. Kopi liberika memiliki kelebihan sendiri tidak sepahit robusta, rasa asam mirip kopi arabika dan kopi liberika memiliki keunggulan yaitu lebih toleran serangan penyakit dan dapat beradaptasi dengan baik pada lahan gambut (Heriana, dkk 2023). Tanaman kopi liberika memiliki akar tunggang sehingga akan menyerap banyak air yang terdapat di daerah dataran rendah atau lahan gambut, sehingga bentuk dari fisik liberika seperti pohon, daun, dan buah memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan jenis kopi lainnya. Selain itu kopi jenis liberika juga mempunyai sifat keunikan atau kekhasan dari rasanya, dimana bila dicicipi maka akan terasa aroma khas dari buah nangka (Muhtaram dan Arida, 2021).

Biji kopi yang telah dipanen memerlukan proses pengolahan. Pengolahan biji kopi ada dua tahapan, yaitu pengolahan kopi primer dan sekunder. Pengolahan

kopi primer meliputi sortasi buah sehat, pengupasan kulit buah kopi, sortasi, pengemasan dan penggudangan. Pengolahan sekunder pada kopi meliputi pemanggangan, pendinginan, penghalusan biji kopi, dan pengemasan. Proses penanganan pasca panen dan pengolahan biji kopi perlu diperhatikan agar dapat mempertahankan kualitas biji kopi tersebut. Salah satu proses terpenting dalam pengolahan biji kopi adalah pemanggangan atau *roasting*. Menurut Heriana dkk (2023), penentu citarasa pada kopi dapat dikategorikan pada 3 tahap yaitu 30% citarasa ditentukan oleh proses pemanggangan, 60% dari proses budidaya hingga pasca panen, dan 10% ditentukan barista pada saat penyudahan kopi. Kualitas biji kopi dapat ditingkatkan bila proses pemanggangan dilakukan pada temperatur dan waktu pemanggangan yang tepat. Proses pemanggangan dilakukan untuk mendapatkan kadar air dan tingkat keasaman yang sesuai dengan SNI 01-2983-1992 (Standar Nasional Indonesia, 1992) dan SNI 01-3542-2004 (Standar Nasional Indonesia, 2004).

Proses pemanggangan adalah proses pembentukan rasa dan aroma pada biji kopi. Selama pemanggangan, senyawa aromatik dihasilkan karena berbagai reaksi, seperti reaksi Maillard, degradasi Strecker, degradasi gula dan pemecahan asam amino yang penting untuk pembentukan warna, rasa dan aroma (Endeshaw dan Belay, 2020). Kenyataannya, biji kopi memiliki perbedaan ragam ukuran, sehingga proses pemanggangan merupakan seni dan memerlukan keterampilan dan pengalaman sebagaimana permintaan konsumen (Edvan, dkk 2016). Namun demikian, proses ini sangat kompleks karena jumlah panas yang dipindahkan ke biji sangat penting. Menurut Hariyanto dkk (2019), secara garis besar tingkat kematangan biji kopi dapat dihasilkan dengan tiga teknik *roasting* yang berbeda seperti *fast roasting* (*roasting* cepat) dimana temperatur diperbesar dan waktu dipercepat atau lebih singkat, *slow roasting* (*roasting* lambat) dengan menggunakan temperatur yang lebih kecil dan waktu yang lebih lama dan *complex roasting* (*roasting* sederhana) dengan *balance* antar waktu dan temperatur.

Selain temperatur, waktu merupakan salah satu parameter yang sangat mempengaruhi karakteristik dan kualitas kopi. Berdasarkan hasil studi literatur belum banyak penelitian yang spesifik tentang hal ini, terutama untuk jenis kopi

liberika. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan penelitian analisis pengaruh variasi waktu terhadap karakteristik biji kopi liberika. Penelitian ini secara khusus akan berkontribusi terhadap optimalisasi profil temperatur terhadap waktu pemanggangan untuk biji kopi liberika.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh waktu terhadap karakteristik proses pemanggangan biji kopi liberika seperti profil temperatur terhadap waktu, *first crack* dan *second crack*, serta profil massa terhadap waktu, energi aktivasi dan laju reaksi.
2. Bagaimana pengaruh waktu pemanggangan terhadap karakteristik biji kopi liberika seperti warna (RGB atau *Red Green Blue*, Agtron, CIE Lab), struktur kristalin dari uji XRD (X-ray Diffraction Powder), keasaman (pH) dan aroma serta cita rasa kopi liberika hasil *roasting* melalui uji organoleptik.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh waktu pemanggangan terhadap proses pemanggangan biji kopi liberika seperti profil temperatur terhadap waktu, *first crack* dan *second crack*, serta profil massa terhadap waktu, energi aktivasi dan laju reaksi.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu pemanggangan terhadap karakteristik biji kopi liberika seperti warna (RGB atau *Red Green Blue*, Agtron, CIE Lab), struktur kristalin dari uji XRD (X-ray Diffraction Powder), keasaman (pH) dan aroma serta cita rasa kopi liberika hasil *roasting* melalui uji organoleptik.

1.4 Manfaat penelitian

Hasil penelitian bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan khususnya terhadap proses pemanggangan kopi jenis liberika. Hasil penelitian juga bermanfaat untuk masyarakat, yaitu untuk para *roaster*, pebisnis kopi, penikmat kopi, *cupper team*.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis menetapkan beberapa batasan masalah penelitian yang diantaranya adalah:

1. Temperatur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 220°C.
2. Lama waktu pemanasan yang akan dilakukan pada pengujian yaitu 8, 10, dan 12 menit.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Kopi

Kopi (*Coffea* sp.) merupakan tanaman penghasil sebuah minuman dengan berbagai proses dan ekstraksi biji tanaman kopi (Ristiana, 2017). Kopi pertama kali ditemukan di Ethiopia berjenis kopi arabika pada abad ke-9 pertama kali oleh seorang penggembala yang menyadari domba-domba gembalanya penuh semangat atau terlalu aktif setelah memakan biji-bijian berukuran kecil yang tumbuh di sekitar tempat penggembalaannya bernama Kaffa, kemudian muncul istilah coffee dan sejak itulah kopi mulai dikenal. Kata '*coffee*' itu sendiri berasal dari bahasa arab '*quahweh*' artinya penghilang rasa ngantuk yang biasanya disematkan terhadap minuman anggur. Karena minuman anggur dilarang untuk Muslim disana nama itu diganti menjadi *coffee*, dan kata itu sendiri tidak jauh dari kata *Kahweh* dalam istilah Turki kemudian menjadi *cafe* (Perancis), *caffè* (Italia), *Kaffee* (Jerman), *koffie* (Belanda) dan *coffee* (Inggris), dan *Coffea Latin* untuk genus botani (Smith, 1985).

Di Indonesia sendiri, kopi mulai diperkenalkan secara bertahap oleh VOC pada tahun 1696-1699 (Gumulya dan Helmi, 2017). Tahun 1696 kopi dengan jenis arabika dibawa oleh Belanda dari Malabar, India ke Jawa dan ditanam di perkebunan Kedawung, Jakarta. Pembudidayaannya belum berhasil karena terjadi bencana alam pada saat itu (Afriliana, 2018). Tahun 1699, Belanda melakukan percobaan penanaman kembali di tempat sama dengan berjenis arabika, kemudian berkembang dengan sangat baik. Setelah satu abad menguasai pasar Indonesia, tepatnya pada abad ke-18 mengalami kegagalan panen akibat penyakit pada daun kopi tersebut yang disebabkan oleh jamur *Hemileia Vastarix B et Br*. Setelah mengalami kegagalan yang begitu besar akibat dari penyakit tersebut yang belum diketahui pencegahannya, pada abad ke-19 mulai digantikan oleh jenis robusta yang lebih tahan terhadap penyakit dan lebih mudah ditanam di tempat yang lebih rendah. Oleh karna itu, kopi di Indonesia lebih didominasi oleh robusta (Gumulya dan Helmi, 2017).

2.2 Tanaman Kopi

Tanaman kopi termasuk dalam *famili Rubiaceae* (suku kopi-kopian) termasuk dalam *genus Coffea* memiliki ratusan jenis yang tersebar di berbagai daerah (Hamon, dkk 2017). Ciri-ciri daunnya berwarna hijau gelap dan mengkilat, panjangnya kisaran 10-15 cm, mempunyai lebar 6 cm, bunganya berwarna putih dan berbau harum. Biji dengan panjang kisaran 1,5 cm berbentuk oval, biji mudanya berwarna hijau, dan kekuningan kemudian kemerah-merahan ketika matang, dan menjadi hitam ketika kering. Biasanya dikotil tapi 5-10% merupakan monokotil yang disebut *peaberries* (Marpaung dan Arianto, 2018).

Secara umum ada tiga jenis kelompok kopi, yaitu kopi arabika, kopi robusta, dan kopi liberika (Ismail, dkk 2013). Tiga dari 125 spesies kopi yang saat ini lebih dikenali ditanam yaitu kopi arabika, kopi robusta, dan kopi liberika yang ditanam pada tingkat yang lebih rendah, berasal dari Afrika di wilayah intertropis (Gomez, dkk 2016). Di Indonesia salah satu daerah penghasil kopi terbanyak yaitu provinsi Sumatera Selatan dengan hasil produksi sebanyak 211.681 ton dengan luas lahan 267.784 hektar (Badan Pusat Statistik, 2021).

2.3 Kopi Liberika

Kopi liberika berasal dari daerah Afrika (Hamon, dkk 2017). Pada abad ke-19 kopi liberika dibawa ke Indonesia oleh bangsa Belanda dan menjadi awal mula kopi ini populer (Afriliana, 2018). Varietas kopi yang paling mudah dikenali adalah kopi liberika dengan dua varietas yaitu *liberica coffea var. liberica* dan *liberica coffea var. dewevrei* atau lebih sering dikenal dengan kopi ekselsa (Herawati, dkk 2022). *Coffea liberica var. liberica* atau yang sering disebut juga dengan nama kopi angka karna memiliki sifat rasa dan aroma yang khas seperti buah angka (Wibowo, dkk 2021).

Kopi liberika memiliki ketahanan yang tinggi terhadap karat daun, penyakit yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix* (Bai, dkk 2022). Selain itu diminati karna kematangan buahnya berkelompok, bobot biji tinggi dan rendah kafein (Hamon, dkk 2017). Oleh karna itu, kopi jenis Liberika mulai banyak dibudidayakan dan telah menjadi komoditas unggulan daerah di beberapa kabupaten seperti Tanjung

Jabung Barat, Jambi dan Kepulauan Meranti, Riau (Mawardhi dan Setiadi, 2018). Berikut sistematika kopi liberika yaitu *Kingdom* : *Plantae* (Tumbuhan), *Subkingdom* : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh), *Super Divisi* : *Spermatophyta* (Menghasilkan biji), *Divisi* : *tracheophyta* (Tumbuhan berbunga), *Kelas* : *Magnoliopsida* (berkeping dua / dikotil), *Sub Kelas* : *Asteridae*, *Ordo* : *Rubiales*, *Famili* : *Rubiaceae* (suku kopi-kopian), *Genus* : *Coffea*, *Spesies* : *Coffea Liberica*. Secara lebih jelas kopi liberika dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Biji kopi liberika

Kopi liberika memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan jenis kopi lainnya. Bentuk biji bulat oval (panjang 0,83–1,10 cm, lebar 0,61 cm), dengan rendemen rata-rata 9,03%. Kopi liberika lebih mudah beradaptasi, dapat tumbuh di dataran rendah kurang dari 800 mdpl, dan masih bisa tumbuh dan berkembang di dataran tinggi mencapai 1200 meter (Haniefan dan Basunanda, 2022). Temperatur yang baik untuk pertumbuhannya ada pada kisaran 27-30°C dengan curah hujan 1500-2500 mm per tahun. Tanaman ini bisa tumbuh dengan baik pada lahan kurang sinar maupun penuh dengan sinar matahari. Kopi liberika bisa tumbuh dan berkembang pada tanah yang kurang subur. Tanaman ini bisa tumbuh di berbagai jenis tanah dan juga mampu bertahan terhadap kekeringan maupun lembab. Umumnya tanaman kopi membutuhkan karakteristik tanah gembur, subur, banyak mengandung humus, mempunyai tekstur yang baik dan pH tanah yang dibutuhkan tanaman kopi yaitu 5,5-5,6 (Bai, dkk 2022).

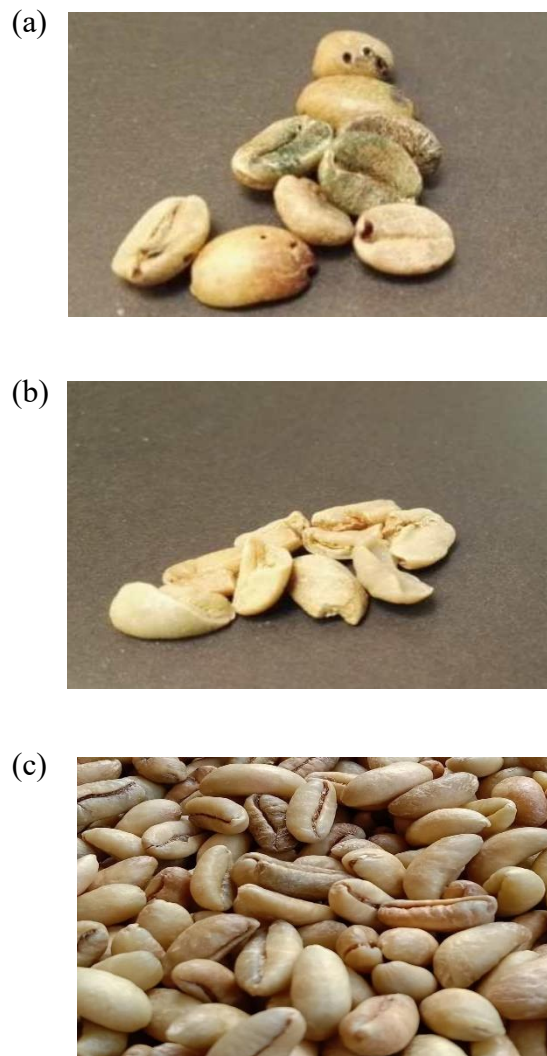
2.4 Standar Mutu Kopi

Kualitas kopi yang baik sangat dipengaruhi oleh varietas, agroekologi (jenis tanah, iklim, pemupukan), waktu panen, cara pemetikan, proses fermentasi, dan cara penyimpanan (Wibowo, dkk 2021). Beberapa pokok telah diatur melalui ketetapan mengenai Standar Nasional Indonesia (SNI) biji kopi nomor 2983-2014. Berdasarkan cara pengolahannya, kopi dapat digolongkan kedalam kopi pengolahan kering dan kopi pengolahan basah. Berdasarkan nilai cacatnya, kopi dapat digolongkan menjadi 4 tingkat mutu. Standar mutu kopi dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Standar mutu kopi (Standar Nasional Indonesia, 2014)

No	Kriteria	Satuan	Persyaratan
1	Serangga hidup		Tidak ada
2	Biji berbau busuk & berbau kapang		Tidak ada
3	Kadar air	% fraksi massa	Maks. 12.5
4	Kadar kotoran	% fraksi massa	Maks. 0.5

Beberapa proses pengolahan yang dilakukan terhadap biji kopi sebelum dipanggang dengan memperhatikan kualitas biji kopi tersebut mulai dari karakteristik berupa keadaan fisik biji kopi. Gambar 2.2 menunjukkan kondisi biji kopi mulai dari yang baik hingga yang rusak atau cacat. Proses pengeringan biji kopi pada umumnya menggunakan cara alami dengan memanfaatkan energi matahari untuk menjemur biji kopi. Penjemuran dilakukan untuk buah setelah pasca panen, hal ini dilakukan untuk mendapatkan rasa yang khas dan natural dari biji kopi. Proses pengeringan ini biasanya digunakan untuk biji kopi arabika, robusta dan juga terhadap liberika.



Gambar 2.2 Kualitas biji kopi liberika (a) biji rusak karena serangga, (b) penyusutan karena kekeringan dan kurang subur, (c) biji kopi dalam keadaan baik.

Selain teknik pengeringan, ada beberapa proses atau tahap yang perlu dilakukan untuk menghasilkan kualitas kopi yang baik yaitu ada proses pencucian (wash processing), proses semi pengeringan untuk kopi madu (honey processing) dan proses alami (Poltronieri dan Rossi, 2016).

2.5 Pengolahan Kopi

Salah satu aspek yang sangat penting yang dapat mempengaruhi citarasa dan kualitas biji kopi, sekitar 60% dari kualitas *green bean* ditentukan oleh aktivitas proses pasca panen salah satunya adalah pengolahan dan pengeringan (Hazar, dkk

2022). Kualitas kopi yang unik dipengaruhi dari pengolahan yang khusus yaitu pengolahan basah seperti setengah dicuci (*semiwash*), dicuci penuh (*fullwash*) dan kering biasanya disebut proses alami (Sinaga, dkk 2021).

Metode basah merupakan metode yang paling sering digunakan dalam pengolahan kopi. Buah kopi yang dipanen selanjutnya dibersihkan dengan air dengan teknik basah untuk menghilangkan kontaminan kotoran pasca panen. Kulit luar dan sebagian besar *pulp* atau daging buah dibuang dengan cara *pulping*. Kopi yang masih memiliki sisa lendir difermentasi selama 12-48 jam (Sinaga dan Julianti, 2021). Fermentasi dapat memberikan kualitas yang sangat baik pada aroma kopi setelah proses menghilangkan lendir dalam pengolahan basah (Lee, dkk 2015). Ampas sisa dari pengolahan akan terdegradasi selama proses fermentasi, membuatnya lebih mudah dibersihkan dan siap untuk dicuci hingga biji kopi tersebut bersih. Kemudian dilakukan pengeringan terhadap biji kopi dengan cara penjemuran di bawah terik matahari hingga kadar air mencapai 12% untuk pengolahan *fullwash* dan 35-40% untuk pengolahan *semiwash* (Hazar, dkk 2022). Setelah itu, dilakukan penggilingan atau *huller* kopi untuk metode basah. Biji kopi dengan pengolahan *semiwash* dilanjutkan dengan proses pengeringan yang kedua dengan menjemur di bawah sinar matahari sampai kadar air sebanyak 13% lebih sedikit (Sinaga dan Julianti, 2021).

Metode pengolahan natural atau disebut juga pengolahan kering (*dry process*) merupakan metode yang paling sering digunakan dan lebih mudah dilakukan. Buah kopi setelah pasca panen segera dikeringkan dengan proses penjemuran di bawah sinar matahari. Pada metode ini buah kopi harus sering dibersihkan dengan menyapu bagian yang dijemur dan dibolak balik agar pengeringan lebih rata untuk mencegah fermentasi atau perubahan warna (Ghosh dan Venkatachalapathy, 2014). Kopi dilakukan penjemuran sampai memperoleh kadar air 12-13% untuk dilakukan pengupasan di mesin *huller* menjadi *green bean*. Tujuan dari teknik ini adalah untuk memberi kopi kompleksitas rasa dan intensitas tubuh yang lebih kuat. Kelebihan *dry process* adalah *taste* kopi lebih *fruity* (Supriana, dkk 2020).

Pengolahan kopi *honey*, buah kopi dikupas atau *pulping*, kemudian dikeringkan bersamaan dengan lapisan lendir (*mucilage*) yang melindungi biji kopi. Selama proses pengeringan, lapisan ini terus menyerap kelembapan dari udara, membuatnya semakin lengket dan teksturnya lebih mirip madu. Saat kopi dikeringkan, gula dan keasaman yang tersimpan di lapisan lendir ini menjadi lebih pekat. Akibatnya, gula akan *injeks* masuk ke dalam biji kopi. Alhasil, rasa yang dihasilkan dari pengolahan ini biasanya memiliki citarasa manis, dan keasaman yang sempurna (Wulandari, dkk 2021).

2.6 Pemanggangan (Roasting) Kopi

Proses pemanggangan merupakan proses termodinamika yang mengumpulkan sejumlah energi panas pada bahan yang menyebabkan terjadinya penyerapan panas dari daerah pemanggangan ke biji kopi, sehingga berlangsung reaksi fisik, kimia, dan fisio-kimia pada biji kopi (Mehaya dan Mohammad, 2020). Pemanggangan ini akan menyebabkan terjadi perubahan fisik terhadap karakteristik *green bean* seperti kadar air, bentuk, berat jenis, struktur, dan warna (Tarigan, dkk 2022). Dalam proses ini, beberapa zat muncul atau dihilangkan, sehingga akan membentuk citarasa, keasaman dan tubuh (Tfouni, dkk 2013).

Proses pemanggangan memiliki 3 skala tingkatan diantaranya yaitu tingkat panggang paling rendah (*light roast*) dengan menggunakan temperatur sekitar 193°C - 199°C, Tingkat panggang sedang (*medium roast*) dengan temperatur sekitar 204°C, dan tingkat pemanggangan paling tinggi (*dark roast*) dengan temperatur 205°C sampai 220°C (Fajriana, dkk 2018). Tingkat pemanggangan paling rendah atau *light roast* dapat mengurangi kadar air sebesar 5%, tingkat pemanggangan sedang (*medium roast*) mengurangi kadar air sebesar 8% dan tingkat pemanggangan paling tinggi (*dark roast*) dapat mengurangi kadar

air sebesar 13% - 20% (Sutarsi, dkk 2016). Pemanggangan dengan temperatur tinggi akan mengakibatkan biji kopi berwarna coklat kehitaman tergantung dari lama pemanggangan dan kapasitas mesin pemanggangan. Menurut Fajriana dkk (2018), temperatur pemanggangan yang dipakai akan mempengaruhi kadar air, keasaman, rasa, aroma, dan warna. Pemanggangan akan mengurangi

kadar air, menimbulkan perubahan warna, dan membentuk aroma spesifik. Skala tingkatan pemanggangan kopi dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tingkatan panggang kopi

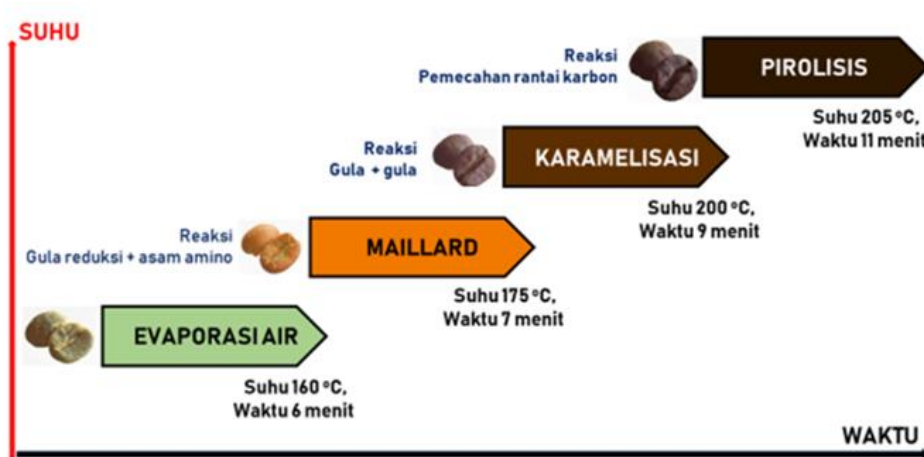
Secara umum terdapat empat reaksi fisik dan kimiawi yang akan berlangsung selama pemanggangan yaitu :

1. Evaporasi air, terjadi perpindahan panas dari permukaan alat panggang pada biji kopi yang masuk yang menyebabkan perubahan temperatur pada biji tersebut. Perubahan temperatur bahan tersebut disebabkan panas *sensible*. Kondisi ini akan berakhir ketika keadaan mulai jenuh saat temperatur biji kopi terus meningkat sampai mendekati temperatur pemanggangan. Keadaan seperti ini menyebabkan evaporasi atau penguapan yang mengakibatkan terjadi perubahan massa air dalam biji kopi tersebut (Suaniti, dkk 2022).
2. Reaksi Maillard, biasanya terjadi pada temperatur melebihi 180°C yang memungkinkan terjadinya beberapa reaksi lanjutan lainnya seperti karamelisasi, dan pirolisis (Tamanna dan Mahmood, 2015). Reaksi Maillard adalah pelepasan asam amino dan gula pereduksi (Tarigan, dkk 2022). Fase pertama karamelisasi terjadi karena pemecahan senyawa protein menjadi asam amino. Pada saat bersamaan, karbohidrat sederhana dipecah menjadi monosakarida, glukosa, dan fruktosa. Fase kedua melibatkan sintesis senyawa asam amino alfa dan senyawa karbonil untuk menghasilkan senyawa *volatile*, termasuk senyawa pirazin dan piridin *non volatile*. Pirazin memiliki ambang batas aroma paling rendah dan berperan penting dalam pembentukan aroma, sehingga uap pirazin dapat dengan mudah dideteksi oleh indera penciuman. Piridin bertindak sebagai senyawa yang berkontribusi terhadap rasa pahit pada saat yang sama. Warna biji kopi berubah

menjadi coklat kekuningan. Fase ketiga merupakan tahap terakhir dari urutan reaksi Maillard, yaitu pembentukan senyawa melanin. Senyawa ini merupakan produk reaksi kondensasi dari beberapa produk reaksi Maillard fase kedua, yang berkontribusi pada pembentukan citarasa dan warna lebih kecokelatan. Kombinasi temperatur dan waktu yang optimum akan menghasilkan biji dengan aroma kuat dan rendemen yang tetap tinggi sedangkan *overroasted* mengakibatkan aroma pada biji hilang digantikan dengan aroma asap atau gosong dengan rendemen rendah.

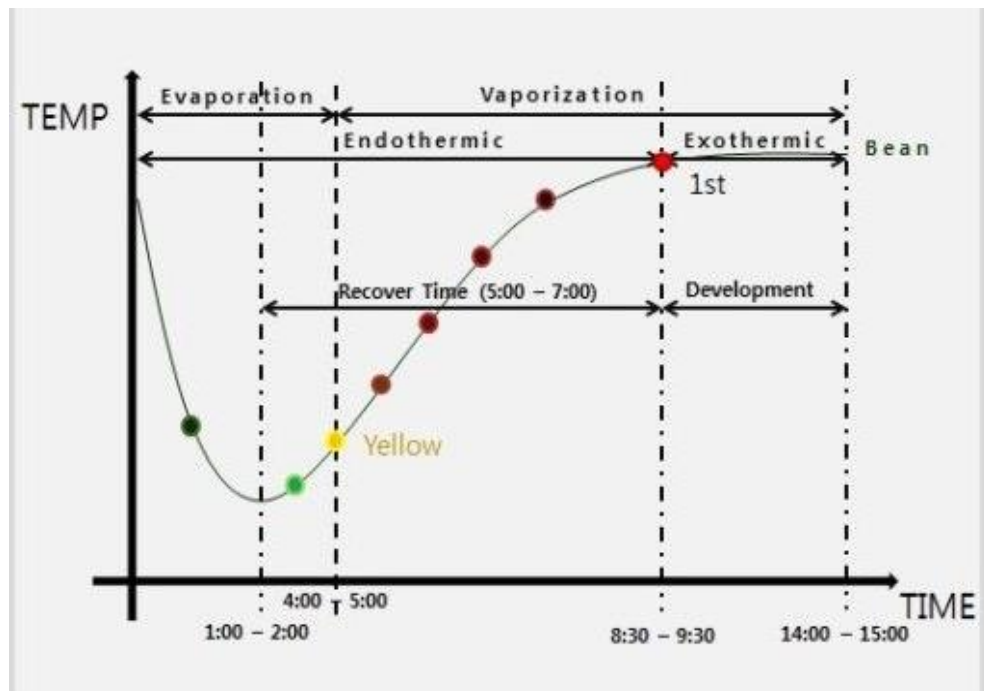
3. Reaksi karamelisasi dilakukan pada temperatur 170-200°C selama 9 menit, karamelisasi adalah fase dimana kandungan penyusun gula mulai terlepas dan warna perlahan berubah. Fruktosa terlepas saat mencapai temperatur 103°C, glukosa saat temperatur 146-150°C dan sukrosa pada temperatur 186°C. Indikatornya, mulai dari temperatur 150°C sampai terjadinya *crack* pertama. Reaksi karamelisasi terjadi setelah reaksi Maillard (kandungan asam amino pada biji kopi menurun). Senyawa gula (sukrosa) akan mengalami degradasi kehilangan molekul air sehingga menjadi senyawa karamel bila dipanaskan sampai temperatur 170°C. Senyawa ini mengubah warna biji kopi menjadi coklat tua.

4. Reaksi pirolisis, senyawa organik kompleks dalam biji kopi terurai menjadi senyawa gas dan karbon padat sederhana pada temperatur tinggi dengan kondisi sedikit oksigen. Gas pirolisis disimpan di dinding sel biji kopi yang kuat dan kedap air. Dengan meningkatkan temperatur dan waktu pemanggangan maka tekanan gas pirolisis meningkat, dan akhirnya dapat menguraikan dinding sel dan menghasilkan suara retak (Gloess, dkk 2014). Hal ini dikarenakan, besarnya tekanan uap air di dalam biji menyebabkan dinding sel selulosa retak, istilah ini sering disebut *first crack*. Temperatur pemanggangan yang lebih tinggi mengakibatkan biji kopi lebih cepat *popping* karena tekanan CO₂ pada dinding selulosa sehingga terjadinya letupan kedua yang disebut *second crack* (Margarita, dkk 2012). Setelah proses selesai, biji kopi harus segera didinginkan untuk menghentikan reaksi lanjutan (Gloess, dkk 2014). Untuk profil temperatur dan waktu pemanggangan dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Kurva profil temperatur dan waktu pemanggangan

Kopi yang disangrai akan melalui tahap *endothermic* dan *eksotermic*. Proses *endothermic* merupakan fase awal kopi ketika di panggang sering disebut dengan tahap *yellowing* karena terjadi penyerapan panas yang menyebabkan *green bean* secara perlahan mengering, warna berubah menjadi kuning muda dan kulit ari mulai terlepas. Fase *eksotermic* merupakan fase *green bean* akan melepaskan kalor, ini terjadi ketika biji kopi sudah mengalami letupan *atau crack* berlangsung selama 15-20 detik fase ini biasa disebut fase *brown stage*. Kopi akan mengalami fase *development bean* yaitu biji kopi mulai mengembang atau merekah. Konsekuensi dari fase ini perubahan kepadatan biji, turbulensi di dalam ruangan, dan dampaknya pada aliran udara dari waktu ke waktu (Dippong, dkk 2022). Ciri-cirinya tercium bau harum dari biji kopi, terasa renyah saat digigit dan saat dikunyah terdapat ‘*bite*’ dan asam, dengan dipengaruhi oleh temperatur dan waktu yang tepat pada fase ini ketika sudah mencapai tahap ini perlu dilakukan fase pendinginan. Pendinginan adalah fase menurunkan temperatur panggang kurang dari 30 detik (di bawah 175°C) dan biji kopi mencapai temperatur ruangan kurang dari 3 menit. Untuk mengurangi penambahan tingkat kematangan berlanjut. Untuk lebih lanjut dapat digambarkan pada Gambar 2.5.



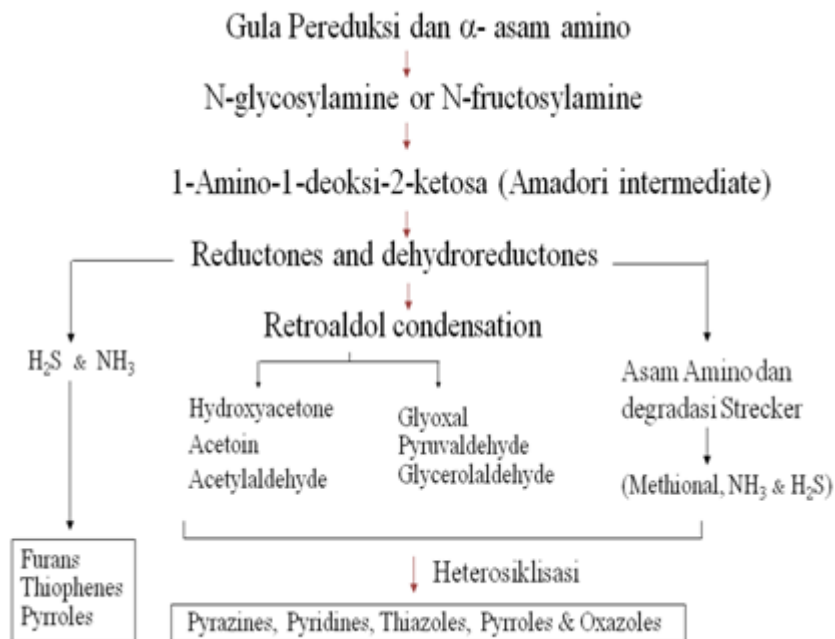
Gambar 2.5 Proses pemanggangan kopi

Pemanggangan dengan temperatur tinggi dan waktu yang relatif singkat akan menghasilkan kandungan kafein yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan temperatur rendah dengan waktu yang lama. Kualitas akhir biji kopi panggang dipengaruhi oleh temperatur dan waktu yang digunakan. Meskipun transfer panas selama pemanggangan dapat dilakukan secara konduksi, konveksi, dan radiasi, proses konveksi lebih memegang peranan terpenting dalam transfer panas pemanggangan kopi (Baggenstoss, dkk 2008).

2.6.1 Reaksi Maillard

Fenomena reaksi Maillard pertama kali ditemukan pada tanah, yaitu pada sedimen pasir laut seperti polimer nitrogen dan gula pereduksi yang berasal dari organisme laut. Adanya polimer yang mengandung nitrogen dan gula pereduksi serta terjadi pemanasan, sehingga dapat terjadi suatu reaksi yang dinamakan reaksi Maillard. Louis-Camille Maillard adalah orang yang pertama menemukan reaksi Maillard tahun 1912 dan mengamati pembentukan warna coklat dari reaksi antara gula pereduksi dengan asam amino (Rosida, 2008). Reaksi Maillard berkontribusi terhadap pembentukan aroma, warna, rasa dan perubahan tekstur bahan pangan

terolah dengan panas dan tersimpan dalam waktu yang relatif lama diketahui sekitar 40 tahun kemudian, yakni pada tahun 1950-an. Reaksi Maillard dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Mekanisme reaksi Maillard

(Rosida, 2008)

Menurut Rosida (2008), reaksi Maillard dibagi menjadi tiga tahap: tahap awal, intermediet dan tahap akhir. Pada tahap awal terjadi pembentukan *glikosilamin* N-tersubstitusi dan penyusunan ulang (rearrangement) *glikosilamin*. Pada tahap intermediet (tahap antara) berlangsung reaksi dehidrasi membentuk *furfural* (-3H₂O) atau membentuk *reduktion* (-2H₂O) terjadi fisis yang melibatkan interaksi asam amino dengan senyawa-senyawa dikarbonil baik *dehidroreduktion* maupun produk-produk fisis, *dehidroreduktion* atau *aldehid Strecker* menjadi produk-produk berberat molekul tinggi (melanoidin) melalui interaksinya dengan senyawa amino.

2.6.2 Teknik panggang (roasting)

Proses pemanggangan adalah proses pembentukan rasa dan aroma pada biji kopi. Selama pemanggangan, senyawa aromatik dihasilkan karena berbagai reaksi,

seperti reaksi Maillard, degradasi Strecker, degradasi gula dan pemecahan asam amino yang penting untuk pembentukan warna, rasa dan aroma (Endeshaw dan Belay, 2020). Proses pemanggangan memerlukan ketrampilan dan pengalaman dalam melakukan pemanggangan karena ketepatan terhadap temperatur dan lama pemanggangan sangat dibutuhkan (Edvan, dkk 2016).

a. *Fast roast*

Jenis kopi yang akan didapatkan dengan teknik ini adalah kopi dengan aroma dan rasa asam yang optimal, dimana pada saat proses panggang digunakan temperatur yang tinggi baik dengan membesarkan api atau menaikkan temperatur bergantung pada alat yang digunakan. Prosedur yang digunakan adalah dimulai dengan mengatur temperatur awal sesuai dengan kerapatan biji kopi kemudian mengatur aliran udara agar drum dapat dipanaskan dengan merata serta mencegah biji kopi mengalami pirolis. Harus dilakukan antisipasi dengan menghitung waktu sangrai untuk dapat mengetahui fase transisi. Proses harus segera diakhiri saat kopi mengalami letupan pertama atau beberapa detik setelahnya. Resiko dari teknik ini adalah bagian luar kopi akan lebih cepat matang dibandingkan dengan bagian dalamnya yang mungkin belum matang (Hariyanto, dkk 2019).

b. *Slow roast*

Teknik ini akan menghasilkan kopi dengan cita rasa yang manis yang mana diperoleh dengan mengatur nyala api dan gas dalam keadaan sedang serta temperatur yang diinginkan akan tercapai dalam waktu yang cukup lama. Prosedur yang harus dilakukan adalah dengan mengatur temperatur sesuai dengan densitas kopi yang akan disangrai. Memastikan waktu pemulihan berkisar 5-7 menit atau 7-8 menit untuk pemanggangan yang lebih lama dengan mengatur tekanan udara serta tekanan gas. Memastikan fase transisi panas terjadi dengan baik dengan sumber api yang sesuai dan waktu yang pas. Proses diakhiri pada saat kopi telah memasuki setengah fase pengembangan sampai beberapa detik memasuki letupan kedua atau dapat dibiarkan lebih lama jika menginginkan hasil yang sangat matang. Resiko dari teknik ini adalah kopi bisa hangus karena dimasak dengan api sedang dalam waktu yang lama, serta menyebabkan aroma dan keasaman kopi menghilang.

c. *Complex roast*

Tujuan dari teknik ini adalah untuk menciptakan kopi dengan kompleksitas dan *balance* yang maksimal. Keadaan ini diperoleh dalam kondisi menggunakan pola *hybrid power transfer*. Prosedur yang dapat dilakukan adalah dengan membuat profil *roasting* berdasarkan evaluasi dari sensori dasar, kemudian dilakukan penyesuaian pada tekanan udara dan panas untuk menghindari *pirolization* dari biji kopi. Mengantisipasi transisi panas dengan waktu yang cukup untuk meningkatkan kadar keasaman dan kompleksitas. Kunci dari rasa manis yang kompleks adalah terletak pada proses pengembangan biji dan kunci dari aroma yang kaya serta rasa asam yang cukup adalah tekanan panas di awal proses *roasting*. Resiko yang harus di waspadai adalah tingkat konsistensi dan kemungkinan dilakukan pengulangan.

2.6.3 Hal yang harus diperhatikan dalam pemanggangan

a. Target temperatur

Dengan menentukan karakteristik kopi yang diinginkan, maka bersamaan dengan tujuan tersebut harus ditentukan temperatur akhir saat memanggang. jenis kematangan biji kopi *light*, *medium* dan *dark* memiliki target temperatur akhir yang berbeda yang dapat ditentukan dari warna saja, tapi jika demikian tidak adak keakuratan temperatur. Target temperatur akhir yang ideal berdasarkan kadar *density*. Biji kopi dengan *destiny medium* memiliki target temperatur akhir 185-195°C.

b. Penentuan waktu

Penentuan waktu ini yang mebedakan teknik *roasting*. Waktu singkat akan menghasilkan karakteristik kopi dengan sama halnya *fast roasting*, waktu yang *medium* sama halnya dengan teknik *complex roasting*, dan waktu yang lama sama halnya dengan teknik *slow roasting*. Sebagai contoh, jika temperatur akhir yang ingin dicapai adalah 195°C maka variasi yang dapat dipilih adalah 9-10 menit atau teknik *fast roasting*, 12-13 menit atau sama dengan teknik *medium roasting* dan waktu 14-16 menit sama halnya dengan teknik *slow roasting*. Perbedaan waktu bergantung pada karakter kopi yang diinginkan.

c. Pembagian waktu (tentukan developing time)

Sebagaimana yang sudah dijelaskan di awal, bahwa *developing time* adalah fase dimana kopi merekah dan berubah warna. Penentuan *developing time* akan berdampak pada tingkat kematangan kopi baik di lapisan bagian dalam atau bagian luar. Waktu ideal *developing time* dimulai sejak letupan pertama hingga selesai proses roasting adalah 22-30%.

2.7 Rendemen *Roasting* Kopi

Rendemen adalah kehilangan berat atau hasil akhir yang dihitung berdasarkan persentase bobot akhir suatu produk yang dihasilkan terhadap bobot bersih bahan baku yang digunakan. Perhitungan rendemen dilakukan pada biji kopi panggang dan dihitung mulai dari kopi *green bean* sampai ketika sudah di panggang (Heriana dkk, 2023). Perhitungan bubuk kopi dihitung mulai dari biji kopi panggang hingga menjadi bubuk kopi. Rendemen dapat dihitung dengan Persamaan 2.1.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{m_t}{m_i} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana m_i adalah massa awal bahan baku sebelum *roasting* (g), dan m_t adalah massa setelah perlakuan proses *roasting* (g).

2.8 Energi Aktivasi

Temperatur sangat mempengaruhi produk yang dihasilkan dari proses pemanggangan karena sesuai dengan persamaan Arrhenius, semakin tinggi temperatur maka nilai konstanta dekomposisi termal semakin besar akibatnya laju pemanggangan bertambah dan konversi naik (Casnan, 2019). Persamaan Arrhenius kinetika reaksi proses pembakaran suatu zat padat dapat dinyatakan dengan bentuk sebagai berikut.

$$\frac{d\alpha}{dt} = k(1 - \alpha)^n \quad (2.2)$$

Dengan α adalah perubahan massa sampel, k adalah konstanta kecepatan reaksi dekomposisi termal, dan n menyatakan orde reaksi.

Konstanta laju reaksi (k) tergantung pada temperatur reaktan. Kondisi ini dapat dijelaskan dalam persamaan Arrhenius. Hubungan konstanta persamaan reaksi dengan temperatur dapat dilihat pada Persamaan 2.3.

$$k = Ae^{-Ea/RT} \quad (2.3)$$

Dari Persamaan 2.3 disubstitusi menjadi Persamaan 2.4.

$$\frac{k}{k_0} = e^{\frac{Ea}{R} \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right]}$$

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{Ea}{RT}}$$

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{Ea}{R} \left(\frac{1}{T} \right)} \quad (2.4)$$

Besarnya energi aktivasi (Ea) Ditetapkan berdasarkan Persamaan 2.5.

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{Ea}{R} \left(\frac{1}{T} \right) \quad (2.5)$$

Dimana k = konstanta laju reaksi, k_0 = faktor frekuensi reaksi, R = konstanta gas (besarnya $1,987 \text{ kal/gr.mol.K}$), A adalah faktor tumbukan (faktor frekuensi) dengan satuan ($L/mol \cdot s$), Ea = energi aktivasi ($kal/gr \cdot mol$), dan T = temperatur mutlak (K).

$$\alpha = \frac{dT}{dt} \quad (2.6)$$

$$\int_{\alpha}^0 \frac{d\alpha}{(1-n)^n} = \frac{A}{\alpha} \int_0^T e^{\frac{E}{RT}} dT \quad (2.7)$$

Sehingga Persamaan 2.7 menjadi :

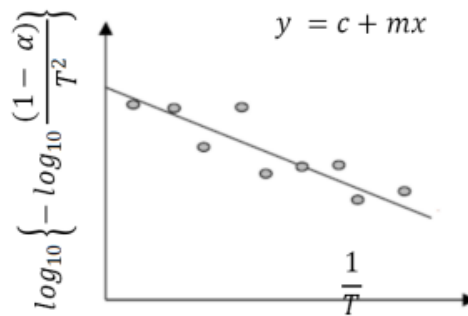
$$\frac{1-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n} = \frac{ART^2}{\alpha E} \left[1 - \frac{2RT}{E} \right] e^{-\frac{E}{RT}} \quad (2.8)$$

$$\log_{10} \left\{ \frac{1-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n} \right\} = \log_{10} \frac{AR}{\alpha E} \left[1 - \frac{2RT}{E} \right] - \frac{E}{2.3RT} \quad (2.9)$$

$$\log_{10} \left\{ -\log_{10} \frac{(1-\alpha)}{T^2} \right\} = \log_{10} \frac{AR}{\alpha E} \left[1 - \frac{2RT}{E} \right] - \frac{E}{2.3RT} \quad (2.10)$$

Persamaan 2.9 merupakan persamaan regresi linear $y = c + mx$ dengan mengasumsikan $Y = \log_{10} \left\{ \frac{1-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n} \right\}$ terhadap $x = 1/T$ sehingga dengan mengasumsikan $n = 1$ maka $Y = \left\{ -\log_{10} \frac{(1-\alpha)}{T^2} \right\}$ terhadap $x = 1/T$. Data analisis dari hasil penelitian adalah dY/dt . Dengan meng-ln kan dari dY/dt maka akan didapat $\ln (dY/dt)$. Hasil dari $\ln (dY/dt)$ kemudian dibuat grafik hubungan antara \ln

(dY/dt) dengan $1/T$. Grafik yang terbentuk merupakan persamaan regresi linear atau persamaan garis lurus seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Grafik penurunan fraksi massa terhadap kenaikan $1/$ temperatur.
(Casnan, 2019)

Grafik penurunan fraksi massa terhadap kenaikan temperatur akan menghasilkan persamaan linear. Persamaan linear yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam persamaan:

$$\log_{10} \left\{ -\log_{10} \frac{(1-\alpha)}{T^2} \right\} = Y$$

$$y = \ln \frac{dY}{dt} \quad (2.11)$$

$$\log_{10} \frac{AR}{\alpha E} \left[1 - \frac{2RT}{E} \right] = c$$

$$\frac{E}{2.3RT} = mx \quad (2.12)$$

dari Persamaan 2.12, karena $1/T$ adalah nilai variabel maka bisa dituliskan:

$$x = \frac{1}{T} \quad (2.13)$$

Sehingga,

$$\frac{E}{2.3RT} = m \quad (2.14)$$

$$E = 2.3Rm \quad (2.15)$$

$$A = m \exp(c) \quad (2.16)$$

2.9 Densitas dan Volume Jenis

Densitas kamba merupakan perbandingan bobot bahan dengan volume yang ditempatinya, termasuk ruang kosong yang ditempati, semakin tinggi densitas kamba membuktikan bahwa produk semakin padat (Hatningsih, dkk 2022). Pengukuran densitas kamba ini berfungsi untuk mengukur kualitas dan kerapatan biji kopi yang akan digunakan sebagai sampel penelitian. Pengukuran densitas dilakukan sebanyak dua kali yaitu sebelum dan sesudah biji kopi di *roasting* dengan pengulangan sebanyak lima kali untuk mengetahui perbedaan kerapatan biji sebelum dan sesudah di *roasting*. Volume jenis dapat dihitung melalui Persamaan 2.17.

$$\text{Volume jenis } (v) = \frac{V}{m} \quad (2.17)$$

Volume jenis (v) = V/m , dimana V adalah volume biji kopi (m^3) dan m adalah massa biji kopi (kg).

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{m}{V} \quad (2.18)$$

Densitas (ρ) = m/V , dimana m adalah massa biji kopi (kg) dan V adalah volume biji kopi (m^3)

2.10 Uji Proksimat

Berdasarkan standar mutu kopi melalui Standar Nasional Indonesia (2014), tentang kadar air dan kadar abu dapat di rumuskan melalui Persamaan 2.18 dan 2.19.

a. Kadar air

$$\text{kadar abu } (\%) = \left(\frac{w_2 - w_0}{w_1 - w_0} \right) \times 100\% \quad (2.19)$$

Dimana W_0 adalah bobot piringan kosong dan tutupnya, dinyatakan dalam gram (g), W_1 adalah bobot piringan, tutupnya dan contoh sebelum dikeringkan, dinyatakan dalam gram (g), W_2 adalah bobot piringan, tutupnya dan contoh setelah dikeringkan, dinyatakan dalam gram (g).

b. Kadar abu

$$\text{kadar abu (\%)} = \left(\frac{w_1 - w_2}{w_1 - w_0} \right) \times 100\% \quad (2.20)$$

Dimana W_0 adalah bobot cawan kosong, dinyatakan dalam gram (g), W_1 adalah bobot cawan dan contoh sebelum diabukan, dinyatakan dalam gram (g), W_2 adalah bobot cawan dan contoh setelah diabukan, dinyatakan dalam gram (g).

2.11 Ukuran Kristalin (XRD)

Pola sampel XRD menunjukkan puncak pada sudut difraksi yang menandakan ada perubahan struktur bahan sesudah diproses (Mustapha dkk, 2019). Ukuran kristal dihitung sebagai perbandingan menggunakan Debye–Scherrer melalui Persamaan 2.21.

$$D = \frac{k \cdot \lambda}{\beta \cdot \cos \theta} \quad (2.21)$$

Dimana D adalah ukuran kristal dinyatakan dalam nanometer (nm), k adalah konstanta (0,94 untuk partikel spherical atau bola), λ adalah panjang gelombang radiasi sinar-x ($\text{Cu-K}\alpha = 0,1541 \text{ nm}$), β adalah lebar penuh setengah maksimum atau *full width at half maximum* (FWHM) dari puncak yang intens dan luas dan θ adalah Bragg atau sudut difraksi.

2.12 Karakteristik Fisik-Kimia Biji Kopi Liberika

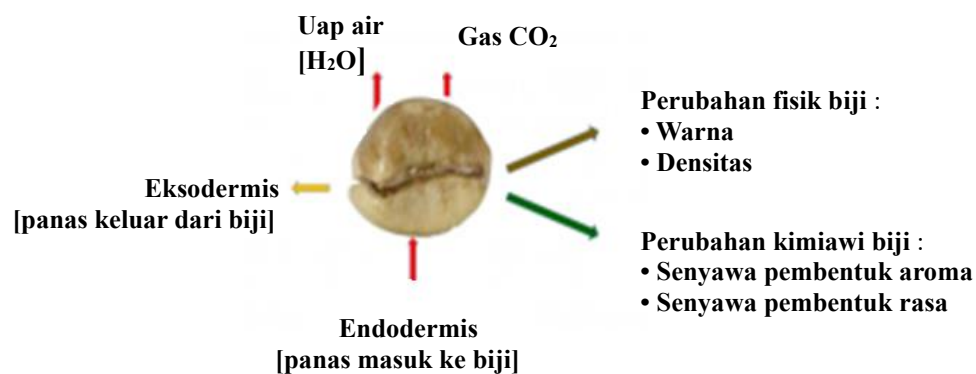
Kopi memiliki aroma dan rasa yang berbeda selama proses pemanggangan, akibat pengaruh dari waktu, temperatur, dan lama pemanggangan (Vignoli, dkk 2014). Biji kopi mentah yang belum dipanggang kaya akan senyawa bioaktif, seperti asam klorogenat, trigonelin, kafein, tokoferol dan diterpen (Bauer, dkk 2018). Pemanggangan yang dilakukan menyebabkan terjadi degradasi senyawa bioaktif dan membentuk senyawa aroma khas pada kopi (Gloess, dkk 2014). Tingkat pemanggangan paling rendah atau *light roast* dapat mengurangi kadar air sebesar 5%, tingkat pemanggangan sedang (*medium roast*) mengurangi kadar air sebesar 8% dan tingkat pemanggangan paling tinggi (*dark roast*) dapat mengurangi kadar air sebesar 13% - 20% (Sutarsi, dkk 2016). Pemanggangan dengan temperatur tinggi akan mengakibatkan biji kopi berwarna coklat kehitaman tergantung dari lama pemanggangan dan kapasitas mesin pemanggangan. Menurut Fajriana dkk

(2018), temperatur pemanggangan yang dipakai akan mempengaruhi kadar air, keasaman, rasa, aroma, dan warna. Pemanggangan akan mengurangi kadar air, menimbulkan perubahan warna, dan membentuk aroma spesifik. Oleh karena itu proses pemanggangan akan mempengaruhi sifat fisik dan kimia pada biji kopi tersebut. Warna kopi seperti *light*, *medium*, dan *dark* menentukan tingkat pemanggangan. Bergantung pada berapa lama biji kopi dipanggang, itu akan mengubah susunan kimiawi, termasuk aktivitas antioksidannya. Berdasarkan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kopi *light roasted* memiliki aktivitas antioksidan lebih banyak daripada kopi *medium* dan *dark roasted* (Vignoli, dkk 2014). Proses panggang berkelanjutan mengakibatkan penurunan aktivitas antioksidan karna degradasi fenolik (Somporn, dkk 2011). Akibat dari reaksi Maillard banyak senyawa-senyawa yang terbentuk, seperti turunan enamiol, analog gula berberat molekul rendah dan produk karbonil tidak jenuh, bereaksi lebih lanjut membentuk polimer berwarna coklat yang disebut melanoidin sebagai produk akhir reaksi Maillard yang memiliki aktivitas antioksidan (Pastoriza dan Rufián-Henares, 2014). Karakteristik fisik-kimia pada biji kopi sangat kompleks dan bermacam-macam tergantung jenis kopi, varietas, lingkungan, dan proses pascapanen seperti yang terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Karakteristik fisik-kimia kopi liberika (Ismail, dkk 2013)

Properti	Simpan per bulan				
	0	2	4	6	8
Kadar air (%)	12,54	11,45	11,90	12,33	11,14
Lemak (%)	9,55	9,41	9,48	10,06	10,13
Protein (%)	14,42	14,47	16,15	14,53	15,43
Kadar abu (%)	3,71	5,45	4,30	5,01	5,21
Serat (%)	19,15	21,51	16,50	17,45	15,45
Dimensi					
Panjang (mm)	11.99	12.07	12.12	12.14	12.14
Lebar (mm)	7.67	7.73	7.76	7.81	7.82
Tebal (mm)	4.67	4.75	4.78	4.81	4.87
Volume (10^{-9} m^3)	225.96	233.1	236.2	239.7	243.3
Warna (<i>colour</i>)					
L*	39.94a	38.18b	39.36a	42.92c	41.28a
a*	12.80a	12.14a	13.08a	13.34a	13.44a
b*	25.08a	25.46a	25.70a	26.32a	25.88a

Berdasarkan hasil penelitian Ismail dkk (2013), beberapa karakter kopi hilang atau berubah karena hasil dari pemanggangan. Secara fisik, bobot lebih ringan dengan curah yang lebih rendah dan kerapatan sebenarnya. Secara kimiawi, biji kopi menjadi lebih kering karena hilangnya kelembapan tetapi kadar abu jadi meningkat. Perubahan karakteristik fisik pada biji kopi hasil pemanggangan dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Perubahan karakteristik fisik kopi selama pemanggangan

Hasil penelitian Murlida dkk (2021), kopi liberika memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan jenis arabika dan robusta. Kopi memiliki manfaat sebagai antioksidan karena memiliki polifenol. Senyawa polifenol merupakan kelompok senyawa metabolit sekunder terbesar dalam tanaman. Beberapa penelitian menunjukkan senyawa polifenol memiliki aktivitas kuat dalam menghambat aktivitas enzim yang berlebihan dan sebagai antioksidan yang baik untuk kesehatan karena dapat mengurangi risiko penyakit jantung dan kanker (Desmiaty, dkk 2019). Golongan fenol dan asam tidak mudah menguap pada kopi yaitu, seperti asam klorogenat, asam kuintat, asam kafeat, dan *riboflavin* (Fereidoon, 2015).

Selanjutnya antioksidan pada kopi berupa kafein. Kafein merupakan salah satu jenis alkaloid yang banyak ditemukan pada biji kopi, daun teh, dan biji cokelat. Berbentuk senyawa bebas maupun berbentuk kombinasi dengan klorogenat sebagai kalium kafein klorogenat (Fajriana, dkk 2018). Hasil penelitian Gramling dkk

(2019), bahwa kafein memiliki pengaruh terhadap citarasa. Kafein memiliki manfaat secara klinis, seperti menstimulasi susunan syaraf pusat, relaksasi otot polos terutama otot polos bronkus dan stimulasi otot jantung. Selain kafein, yang terdapat juga pada kopi yaitu asam klorogenat. Jumlah asam klorogenat sebagai senyawa fenol atau antioksidan tergantung penyerapan dari saluran cerna. Beberapa efek baik asam klorogenat terhadap kesehatan diantaranya mencegah *genotoksisitas monokloramin* pada mukosa lambung, menjaga kesehatan hati dan kandung empedu serta mengurangi resiko diabetes melitus II (Naveed, dkk 2018).

Salah satu komponen kimia yang berperan dalam pembentukan citarasa yaitu pH. Menurut Wei (2019), pH awal yang lebih rendah secara signifikan dapat menghambat pencokelatan pada saat pemanggangan dan pH yang lebih tinggi dapat mempengaruhi pembentukan rasa ketika memasuki proses reaksi Maillard. Keasaman kopi disebabkan pH yang lebih rendah, nilai pH yang tinggi atau rendah pada kopi terbentuk dari kandungan asam yang ada dalam kopi. Ada enam asam organik yang terdapat pada tiap seduhan kopi yaitu *tartaric, formic, citric, malic, lactic dan quinic*. Proses pemanggangan mengakibatkan dekafeinasi biji kopi yang menyebabkan degradasi asam sitrat dan malat serta terjadinya pembentukan asam kuinat, tartarat, laktat, dan format dalam minuman kopi yang berperan dalam pembentukan citarasa asam pada kopi (Prakash, dkk 2022). Kopi seduhan yang dipanggang memiliki kapasitas antioksidan lebih tinggi daripada seduhan kopi yang tidak diproses melalui pemanggangan serta nilai pH biji kopi juga dipengaruhi oleh lokasi atau tempat tumbuh tanaman, besar kecilnya temperatur pemanggangan, jenis alat panggang (Jeszka-Skowron dan Zgoła-Grzeškowiak, 2017). Nilai pH dipengaruhi oleh kandungan berbagai asam, seperti kafein, asam klorogenat, dan zat asam lainnya (Faisal, dkk 2023).

2.13 Organoleptik atau Citarasa

Kualitas kopi yang telah melalui beberapa proses dapat ditentukan analisis fisik dan sensorik citarasa (Worku, dkk 2016). Evaluasi sensorik dapat dilihat sebagai disiplin ilmu bagaimana pengukuran membangkitkan dan menginterpretasikan karakteristik makanan dan bahan yang dirasakan oleh indra

manusia. Uji organoleptik merupakan suatu pengukuran objektif dari atribut sensoris, menggunakan indra peraba, pengecap, penciuman dan penglihatan. Metode yang paling umum digunakan untuk menilai kualitas secangkir kopi adalah analisis sensori, di mana ada Panelis khusus untuk uji citarasa atau *cupping* kopi yang disebut dengan *Q-grader*. *Q-grader* merupakan panelis bersertifikat yang telah menjalani pelatihan dan sertifikasi oleh *Specialty Coffee Association* (SCA) (Rodrigues, dkk 2020). Standar evaluasi yang paling banyak dipakai yaitu “*Coffee Cupping Protocol dari Specialty Coffee Association of America*”, yang mencakup sepuluh sensorik indikator seperti aroma atau *fragrance, flavor, aftertaste, acidity, body, overall, clean cup, uniformity, sweetness and balance* (Hu, dkk 2020). Skala yang digunakan adalah 6.00-10.00 dengan interval sebesar 0,25 dan untuk 6,00-6,75 baik, 7,00-7,75 sangat baik, 8,00-8,75 sangat baik, dan 9,00-10,00 luar biasa (Specialty Coffee Association of America, 2015). Nilai total tes adalah jumlah sepuluh nilai atribut dikurangi jumlah cacat. Klasifikasi dan deskripsi Skor *cupping* dapat dilihat pada Tabel 2.3. Berdasarkan perlakuannya, kopi ditimbang dan dimasukkan ke dalam sebuah wadah yang seragam. Pengujian kualitas sensorik diawali dengan penilaian terhadap aroma (wewangian) bubuk kopi kering. Kopi kemudian diseduh dengan perbandingan 8,25 gram bubuk kopi dan 125 mL air pada suhu 92-95°C. Tiga orang Q-grader bersertifikat dari Tim Gayo *Cupper*, Takengon Indonesia, melakukan penilaian kualitas kopi. Pengujian atribut dilakukan secara berurutan sesuai prosedur SCAA (Abubakar dkk, 2023).

Tabel 2. 3 Klasifikasi dan deskripsi nilai skor *cupping* berdasarkan SCAA

Rentang skor	Deskripsi	Kualitas klasifikasi
90.00-100.00	Outstanding	Specialty
85.00-89.99	Excellent	
80.00-84.99	Very Good	
<80.00	Below Specialty Quality	Not specialty

Reaksi atau respon yang dirasakan karena adanya stimulus dapat berupa sikap menyukai atau tidak menyukai benda penyebab rangsangan. Kemampuan rangsangan meliputi kemampuan mendeteksi, mengenali, membedakan,

membandingkan, dan mengekspresikan suka atau tidak suka (hedonik) melalui penyeduhan. Ada tiga proses yang terjadi selama penyeduhan, yaitu *wetting*, ekstraksi dan hidrolisis. *Wetting* adalah proses dimana air diserap oleh bubuk kopi. Ukuran dan bentuk partikel, kelembapan awal, porositas, kelarutan gas, tekanan, dan pembengkakan partikel semuanya berdampak pada proses absorpsi. Komponen volatil dan gas dari bubuk kopi akan menguap begitu bersentuhan dengan air sedangkan komponen aroma akan larut dengan air seduhan. Proses ekstraksi akan optimal dan terjadi reaksi hidrolisis (Fibrianto dan Ramanda, 2018). Teknik penyeduhan kopi dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain :

a. Teknik *siphon*

Teknik siphon menggunakan alat yang memanfaatkan tekanan dari uap air yang akan masuk kedalam pipa kecil (funnel) yang mengalirkan air panas menuju container kopi. Air yang sudah naik ke atas akan mengekstrak kopi, jika api dimatikan, otomatis air kopi dapat turun kembali ke container air (Fibrianto dan Ramanda, 2018).

b. Teknik *french press*

Teknik french press dilakukan dengan metode penekanan pada tutup coffee maker untuk menyaring ampas bubuk kopi (Fibrianto dan Ramanda, 2018).

c. Teknik tubruk

Secangkir gilingan kopi diisi dengan air mendidih, yang kemudian dituangkan ke dalam cangkir dan dibiarkan meresap selama waktu yang telah ditentukan untuk mengekstrak isi bubuk kopi. Kopi yang baru diseduh perlu didiamkan beberapa saat agar ampas kopi dapat mengendap seluruhnya (Fibrianto dan Ramanda, 2018).

d. Teknik *drip*

Teknik drip menggunakan kertas saring dan gravitasi untuk menyeduh kopi. Air panas yang dituangkan keatas bubuk kopi dan kertas saring akan mengekstrak senyawa flavor (Fibrianto dan Ramanda, 2018).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Penelitian utama ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh yang terletak di Jl. Batam, Kampus Bukit Indah, Kecamatan Muara Satu, Kota Lhokseumawe. Pengujian XRD dilakukan di Laboratorium FMIPA Institut Teknologi Kalimantan dan pengujian organoleptik dilakukan oleh *Gayo Cuppers Team* yang ber alamat di Jalan Abdul Wahab, Gunung Balohen Bersatu Kebayakan, Aceh Tengah.

3.1.2 Waktu

Pelaksanaan penelitian ini direncanakan selama 4 bulan yang dimulai dari kajian studi literatur dan di akhir dengan sidang akhir yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 yang merupakan tabel pelaksanaan kegiatan.

Tabel 3.1 Jadwal kegiatan penelitian

No	Tahapan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Studi literatur																	
2	Pembuatan proposal																	
3	Seminar proposal penelitian																	
4	Persiapan bahan baku dan alat pengujian																	
5	Tahap pengujian																	
6	Analisa data dan penulisan laporan																	
7	Seminar hasil dan sidang akhir																	

3.2 Bahan dan Peralatan

3.2.1 Bahan

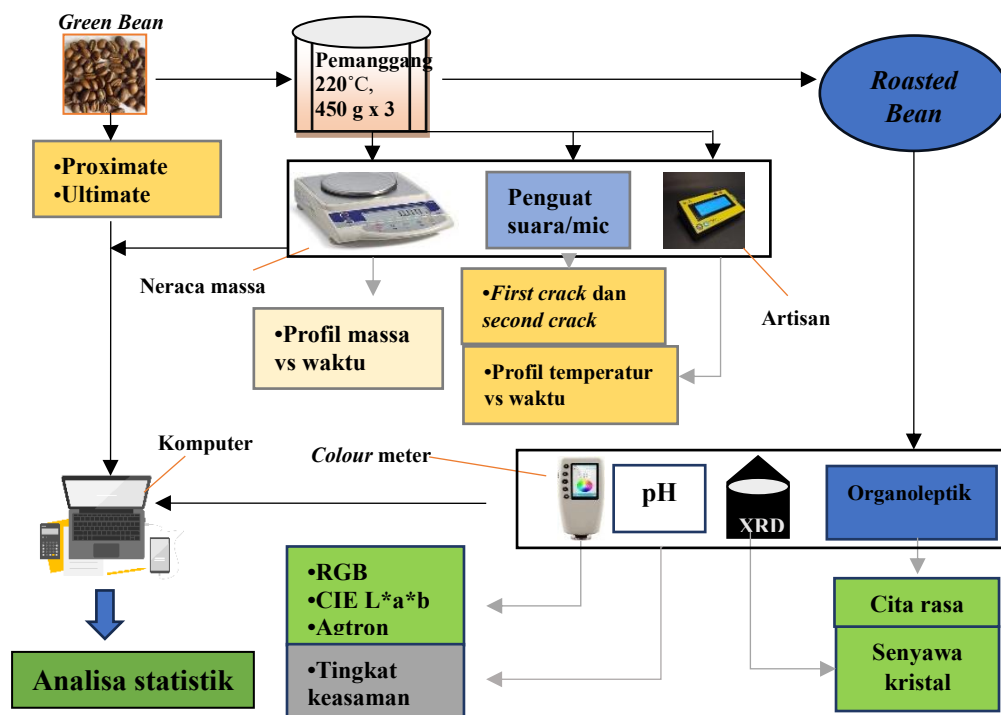
Adapun bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah biji kopi liberika dalam bentuk *green bean* yang telah disortir yang dibeli dari toko online.

Adapun sifat-sifat *proximate* analisis dari biji kopi liberika adalah diperlihatkan pada Tabel 3.2.

3.2.2 Peralatan

Alat pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- | | | | |
|---|-----------------------------|----|--|
| 1 | Mesin <i>roaster</i> kopi | 7 | Coloring meter. |
| 2 | Artisan (alat merekam data) | 8 | Alat analisis serbuk kopi XRD |
| 3 | Termokopel | 9 | Alat analisis kandungan kopi LC-MS atau (UV-VIS) |
| 4 | Stop watch | 10 | pH meter |
| 5 | Mic/Penguat suara | 11 | Neraca massa |
| 6 | Plastik siper | | |



Gambar 3.1 Rangkaian alat dan proses pengujian pemanggang kopi yang direncanakan

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel bebas

Adapun variabel bebas pada penelitian ini adalah waktu. temperatur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 8 menit, 10 menit, 12 menit.

3.3.2 Variabel terikat

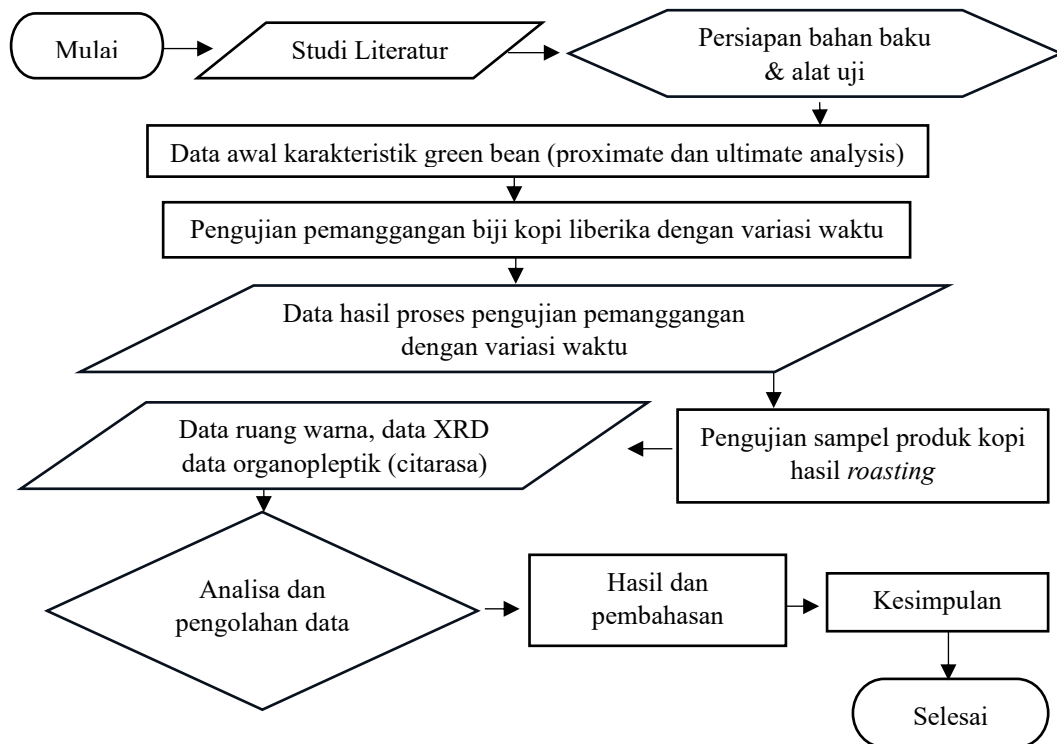
Pada penelitian ini variabel yang akan diamati berdasarkan pengaruh variabel bebas dilakukan adalah karakteristik kopi liberika.

3.3.3 Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah faktor lain diluar variabel penelitian yang diteliti, tetapi dapat mempengaruhi hasil penelitian. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah alat pengujian.

3.4 Flowchart Penelitian

Tahapan-tahapan untuk melakukan pengujian dapat dilihat dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan acak lengkap (RAL) karna penelitian bersifat sederhana metode *roasting* dengan tiga variasi waktu *roasting* yaitu 8 menit, 10 menit, dan 12 menit, dengan temperatur *roasting* sebesar 220°C. Lalu parameter yang akan diamati berupa variasi waktu terhadap karakteristik proses dan karakteristik biji kopi liberika hasil *roasting* baik berupa karakter fisik dan kimia dari pemanggangan tersebut. Dilakukan analisis kimia untuk mendapatkan waktu optimum.

3.6 Tahap Kegiatan Penelitian

3.6.1 Proses analisis bahan baku (liberica green coffee bean)

Analisis karakteristik awal *green bean* berdasarkan parameter uji *proximate* dan *ultimate* berdasarkan data yang diperoleh melalui studi literatur dan pengujian sampel.

Tabel 3.2 Proksimat dan komposisi mineral biji kopi liberika (Prakash dkk, 2022)

Proksimat (%)	
Carbohydrate	57.19
Crude Protein	4.08
Crude Fiber	18.95
Crude Fat	0.08
Ash Content	6.82
Caffeine	0.04
Moisture Content	12.16
Mineral (g/mg)	
Sodium	1051.04
Potassium	305.12
Calcium	407.86
Magnesium	41.83
Phosphorus	43.69
Manganese	12.62
Copper	0.15
Zinc	2.41
Iron	28.86
Nickel	0.03

3.6.2 Proses *roasting* kopi

Proses panggang biji kopi Liberika menggunakan 1200W *coffee roaster electric*. Pengujian dilakukan dengan tiga variasi waktu panggang yaitu 8 menit, 10 menit, dan 12 menit, dengan temperatur panggang tetap sebesar 220°C. Jumlah kopi

yang di *Roasting* sebanyak 200 gram setiap variasi. Setiap sampel dipisahkan dengan plastik siper dan diberi kode (A,B,C). Pemanggangan ini akan terjadi *first crack* dan *second crack* maka dibutuhkan alat pengeras berupa mic dan alat perekam dengan spesifikasi note 10 dengan apk *sound effect*. Langkah selanjutnya akan dilakukan pengujian sampel hasil pemanggangan untuk menentukan energi aktivasi, rendemen, keasaman (pH) dan volume jenis yang masing-masing sampel per variasi waktu dilakukan pengulangan sebanyak lima kali pengulangan.

3.6.3 *First crack dan second crack*

Retakan pertama merupakan peristiwa antara permulaan pemanggangan dan berakhirnya proses pemanggangan dimana tekanan uap yang terakumulasi menyebabkan biji pecah dan mengeluarkan uap beserta senyawa-senyawa volatil lainnya. Fase pertama ini terutama bersifat endotermik karena pemanasan air, sehingga memerlukan masukan energi yang tinggi pada awal proses pemanggangan. Temperatur pemanggangan yang lebih tinggi mengakibatkan biji kopi lebih cepat *popping* karena tekanan CO₂ pada dinding selulosa sehingga terjadinya letupan kedua yang disebut *second crack*. Sebaliknya, pada akhir proses penyangraian kopi, kebutuhan masukan panas menjadi jauh lebih rendah, karena proses itu sendiri menjadi semakin eksotermis. Proses ini akan direkam menggunakan alat perekam dan mic untuk mendapatkan hasil maksimal dan data yang didapatkan berupa gelombang bunyi rekaman.

3.6.4 Nilai rendemen

Rendemen adalah kehilangan berat atau hasil akhir yang dihitung berdasarkan persentase bobot akhir suatu produk yang dihasilkan terhadap bobot bersih bahan baku yang digunakan. Perhitungan rendemen dilakukan pada biji kopi panggang dan dihitung mulai dari kopi green bean sampai ketika sudah di panggang (Heriana dkk, 2023).

3.6.5 Energi aktivasi dan laju reaksi

Proses kehilangan massa terhadap temperatur dan waktu pemanggangan dengan berbagai tahapan perubahan fasa material akibat proses pemanasan. Kurva profil massa memperlihatkan kehilangan massa sebagai fungsi dari suhu dan waktu

pemanggangan. Umumnya proses pemanggangan meliputi 3 tahap, yaitu tahap pengeringan, tahap devolatilisasi dan tahap pembakaran arang/oksidasi arang yang akan menyisakan abu. Tahap pertama adalah pemanasan awal dan pengeringan, dimana terjadi penguapan sejumlah air yang terkandung dalam zat padat. Tahap kedua adalah proses devolatilisasi, dimana terjadi pengurangan massa zat padat secara cepat akibat terlepasnya zat volatil. Tahap ketiga adalah oksidasi arang sehingga menyisakan abu (Casnan, 2019). Temperatur tetap sebesar 220°C dengan variasi waktu akan menyebabkan perubahan massa dan selanjutnya dianalisa menggunakan melalui *microsoft excel* menggunakan persamaan arhenius.

3.6.6 Volume dan massa jenis

Massa biji kopi setelah dipanggang telah mengalami pengurangan dan terapung jika dimasukkan langsung ke dalam air. Oleh karena itu, proses pengukuran volume biji kopi tidak dapat secara langsung dilakukan dengan memasukkannya ke dalam air yang ada di dalam gelas ukur. Saringan foot klep atau saringan check valve logam yang biasa digunakan pada instalasi pompa air digunakan sebagai kemasan sekaligus pemberat biji-biji kopi untuk pengukuran volumenya. Pengukuran volume benda yang tidak beraturan dapat menggunakan hukum Archimedes dengan memasukkan benda tersebut ke dalam air dalam suatu gelas ukur. Perbedaan volume air akhir dengan volume air awal sebelum benda dimasukkan ke dalam gelas ukur merupakan volume dari benda tersebut. Perbedaan volume akhir dan awal yang ditunjukkan dengan perubahan level air dalam gelas ukur dan dikurangi dengan volume kemasan pemberat dalam keadaan kosong merupakan volume dari biji kopi. Proses pengukuran massa biji kopi dengan neraca digital dilakukan sebelum proses pengukuran volumenya. Kemasan pemberat dalam keadaan kosong diukur massanya terlebih dahulu. Biji kopi kemudian dimasukkan dalam kemasan pemberat dan diukur massanya. Masa biji kopi merupakan selisih antara massa biji kopi beserta kemasan pemberat dikurangi dengan massa kemasan pemberat dalam keadaan kosong. Berdasarkan data massa dan volume biji kopi maka massa jenis biji kopi dapat ditentukan. Massa jenis biji kopi merupakan ratio antara massa dengan volume biji kopi

3.6.7 Uji warna (colour)

Warna biji kopi hasil pemanggangan dengan lima variasi waktu diperoleh lima sampel. Selanjutnya lima sampel tersebut diukur dengan coloring meter menggunakan versi aplikasi: v1.0.2, yang memiliki spesifikasi sebagai berikut, tipe kamera tunggal, resolusi 64 megapiksel. CPU: MediaTek Helio G95 Octa Max 2.05GHz, RAM 8 GB, Memori Internal 128 GB dan GPU: ARM Mali-G76 MC4. Peralatan dioperasikan di ruang laboratorium dengan pencahayaan dari penerangan dalam ruangan dengan daya lampu terukur 285 Lux ($1.4173E-05$ Watt/cm²) untuk mengukur warna di berbagai ruang yang ditangkap oleh kamera secara langsung. Ruang warna yang didukung meliputi RGB: *Red Green Blue* atau *Additive Color*, dan CIE L*a*b*. CIE adalah singkatan *Commission Internationale d'Eclairage*, L* adalah komponen pencahayaan (lightness) atau kecerahan yang berkisar antara 0 hingga 100, sedangkan parameter a* hijau ke merah, dan b* biru ke kuning adalah dua komponen kromatik dengan -120 sampai+120 (León, dkk 2006). Data ditampilkan di layar dalam bentuk grafik dan numerik, kemudian direkam dalam rentang waktu beberapa menit dan disimpan dalam bentuk *file excel*. Selanjutnya, hasilnya diekspor ke komputer melalui perangkat *Bluetooth* untuk dianalisis.

3.6.8 Uji struktur kristal bubuk kopi dengan metode XRD

Pada Biji kopi hijau liberica dengan kadar air sekitar 12% dipanggang pada temperatur 220 °C, dipilih waktu pemanggangan 8 menit, 10 menit, dan 12 menit dari percobaan menggunakan kriteria warna visual (terang, sedang dan gelap) dari proses pemanggangan biji kopi. Biji kopi panggang kemudian digiling menjadi bubuk. Untuk menentukan struktur kristal digunakan *X-ray powder diffraction* (XRD) *PAnalytical Xpert3 goniometer* PW 3050/60 tipe Bragg-Brentano. Analisis XRD dilakukan untuk mengevaluasi kristalinitas Liberika kopi bubuk (Heriyanti, dkk 2019).

3.6.9 Uji pH air seduhan kopi

Sampel disiapkan dalam gelas kimia 100 ml. Sebelum mengukur, pH meter harus dikalibrasi hingga pH 7 dengan larutan buffer. elektroda pH dicelup ke dalam sampel, putar elektroda sampai homogen dan tunggu sampai diperoleh pembacaan yang stabil dan hasil pengujian dicatat. Setiap kali hendak mengukur pH sampel lain, pH meter telah dibersihkan dengan air suling sebelumnya. Alat ukur juga menunjukkan udara sekitar nilai temperatur dari ruangan tempat pengukuran dilakukan keluar. (Faisal, dkk 2023).

3.6.10 Uji organoleptik atau citarasa

Sensori kopi liberika dilakukan dengan uji cupping yang dilakukan oleh tenaga ahli yang telah mendapat sertifikat dari *Specialty Coffee Association of America* (SCAA) dan anggota *Tim Gayo Cuppers*. Sebanyak 15 sampel biji kopi pemanggangan diuji secara organoleptik. Penilaian organoleptik terhadap rasa dan aroma kopi seduh dilakukan sesuai dengan standar SCAA. Gambar 3.3 menunjukkan proses uji organoleptik hasil pemanggangan biji kopi.

a.



b.



Gambar 3.3 Photo proses uji organoleptik hasil pemanggangan kopi a) kopi diseduh dengan air panas, b) setelah busanya terpisah

Atribut yang dinilai antara lain, *fragrance, flavor, aftertaste, acid, bitter, mouthfeel, uniformity, balance, clean cups, dan overall*. Total skor dibagi menjadi empat skala yaitu 6,00–6,75 baik, 7,00–7,75 sangat baik, 8,00–8,75 sangat baik, dan 9,00–9,75 luar biasa Hasil dari evaluasi sensori didapatkan dalam bentuk analisis deskriptif yang berbentuk sarang laba-laba terhadap sampel yang sudah diujikan sebanyak tiga variasi waktu.

3.6.11 Analisis statistik dan uji hipotesis

Hasil pengukuran terhadap parameter pengujian di analisis menggunakan Software *Statistical Product and Service Solutions (SPSS)* versi 25. Analisis data diawali dengan dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas. Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas maka akan dilanjutkan dengan metode selanjutnya dengan menggunakan uji anova atau Kruska Wallis dengan taraf signifikan 5% ($p=0.05$). Bila hasil dari analisis sidik ragam memperlihatkan pengaruh nyata ($p<0,05$). Maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test (DMRT)* untuk melihat hasil signifikan dari setiap perlakuan.

Hipotesis merupakan hasil dari suatu masalah yang masih bersifat dugaan sementara karena masih perlu membuktikan keabsahannya. Hipotesis penelitian ini yaitu variasi waktu berpengaruh terhadap karakteristik proses dan karakteristik biji kopi liberika hasil *roasting*. Rumusan hipotesis terdiri dari H_0 (nol) dan H_1 . H_0 dikatakan apabila tidak terdapat pengaruh dari variasi waktu *roasting* terhadap karakteristik proses pemanggangan dan karakteristik biji kopi liberika. Sedangkan H_1 dikatakan apabila terdapat pengaruh dari variasi waktu terhadap karakteristik proses dan karakteristik biji kopi liberika. Pengambilan kesimpulan dalam penelitian ini melalui taraf nyata (signifikan). Hipotesis statistik yang diajukan yaitu:

1. Apabila nilai signifikan hasil \leq nilai signifikan ketetapan ($p=0.05$), maka H_0 ditolak, H_1 diterima.
2. Apabila nilai signifikan hasil \geq nilai signifikan ketetapan ($p=0.05$), maka H_0 diterima, H_1 ditolak.

BAB IV

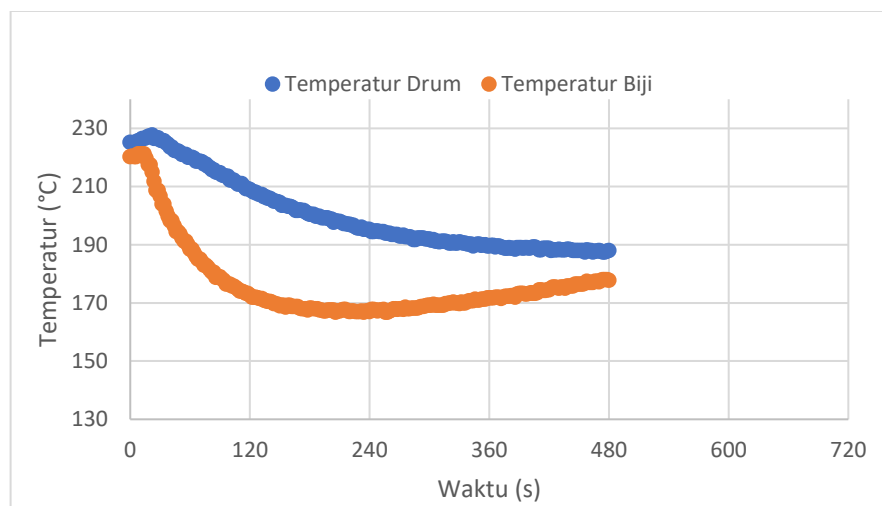
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pemanggangan

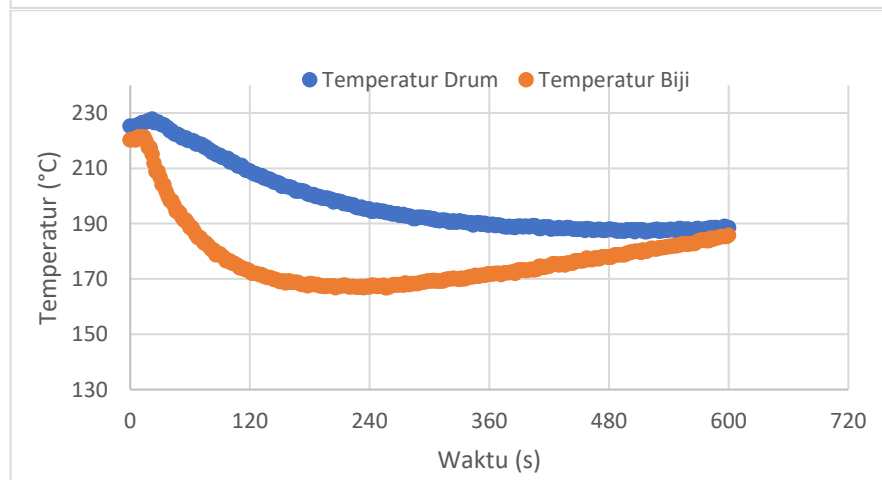
4.1.1 Profil temperatur terhadap waktu

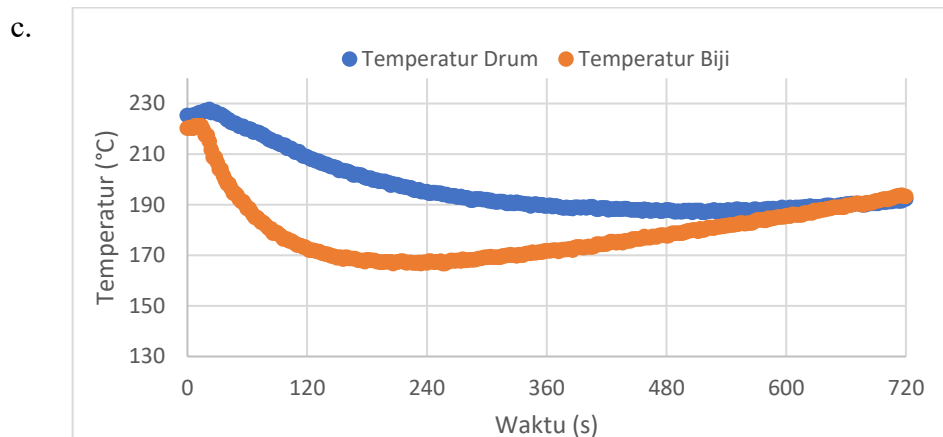
Ketika proses pemanggangan biji kopi, terjadi perpindahan panas dari permukaan pemanas ke dalam biji kopi. Panas yang masuk ke biji menyebabkan perubahan temperatur terhadap biji tersebut. Kondisi akan berlangsung sampai keadaan temperatur dari biji terus meningkat mendekati temperatur pemanggangan menyebabkan terjadinya perubahan massa (air) yang terkandung dalam biji kopi.

a.



b.





Gambar 4.1 Profil temperatur terhadap waktu pemanggangan biji kopi liberika a) pemanggangan dengan waktu 8 menit, b) dengan waktu 10 menit, c) dan pemanggangan dengan waktu 12 menit.

Kondisi tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.1 yaitu kurva perubahan temperatur pemanggang dan temperatur biji terhadap waktu pemanggangan. Pada kurva 8, 10, dan 12 menit terlihat bahwa terjadi perubahan temperatur pada biji kopi saat dipanggang yang diawali dengan penurunan temperatur pada drum yang menandai terjadinya penyerapan panas dari biji kopi terhadap pemanggang sehingga kenaikan pada temperatur biji terjadi pada selang waktu 0 sampai 8, 10, dan 12 menit dan terlihat pada grafik temperatur biji dan drum bersentuhan pada waktu 10 dan 12 menit. Hal tersebut disebabkan karena besarnya temperatur biji sudah hampir mencapai temperatur pemanggang yang disebabkan oleh lamanya pemanggangan.

Profil pemanggangan kopi liberika konsisten dengan arabika dan kopi robusta seperti yang dijelaskan pada penelitian sebelumnya (Perdana et al., 2018). Penurunan temperatur pemanggangan terkait dengan proses pengeringan dan ditandai dengan penurunan dalam massa kopi. Menurut pengamatan yang dilakukan Rivera dkk (2011), massa biji kopi menurun dari massa awalnya karena proses endotermik, dehidrasi, degradasi karbohidrat, dan reaksi pirolisis. Setelah beberapa lama, biji kopi mengalami perubahan warna dari hijau menjadi kuning karena reaksi Millard, perubahan enzimatik, dan reaksi karamelisasi (Brondi dkk, 2017). Pemanggangan akibat reaksi pencoklatan dan pirolisis non enzimatis juga terjadi perubahan besar pada warna biji (Heriyanti et al., 2019). Proses

memanggang diakhiri dengan perubahan warna menjadi gelap coklat dan biji kopi menjadi berminyak pada waktu yang lama. Hal ini terjadi akibat pecahnya selulosa di dinding sel biji kopi. Pecahnya selulosa terjadi karena penumpukan gas CO₂, yang mana tekanan gasnya jauh lebih kuat daripada ketahanan dinding selulosa.

Hasil analisa statistik pada temperatur biji dilakukan uji normalitas skewness kurtois menunjukkan data tidak berdistribusi normal artinya data tidak memenuhi prasyarat uji parametrik, sehingga data harus diuji dengan metode non parametrik dalam hal ini uji korelasi yang sesuai adalah uji rank Spearman. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai r_{xy} adalah 1,000 artinya adalah korelasi sangat tinggi atau sangat terpercaya dan nilai r adalah positif artinya hubungan antara waktu berbanding lurus dengan besarnya kenaikan temperatur pemanggangan kopi.

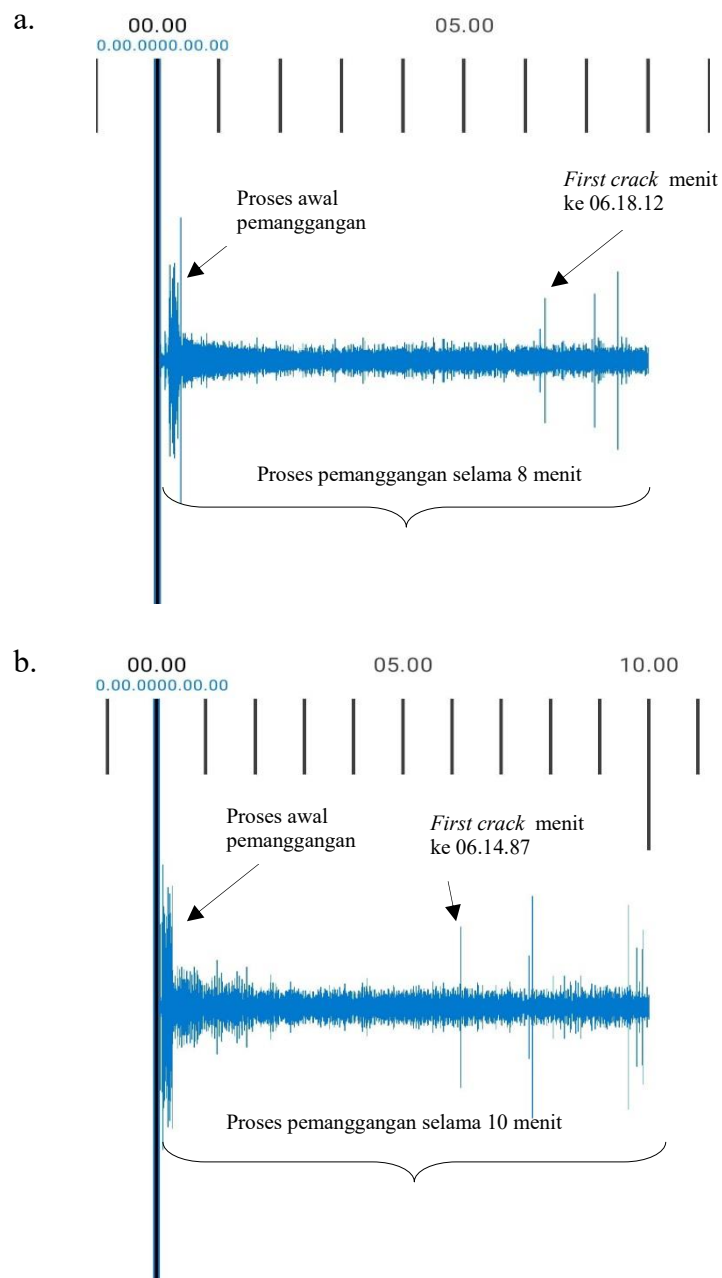
Hasil analisa statistik pada temperatur biji dan drum dilakukan uji normalitas skewness kurtois menunjukkan data tidak berdistribusi normal artinya data tidak memenuhi prasyarat uji parametrik, sehingga data harus diuji dengan metode non parametrik dalam hal ini uji korelasi yang sesuai adalah uji rank Spearman. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai r_{xy} adalah 0,806 artinya adalah Korelasi tinggi atau korelasi yang diinginkan dan nilai r adalah positif Artinya hubungan antara temperatur drum berbanding lurus dengan temperatur biji.

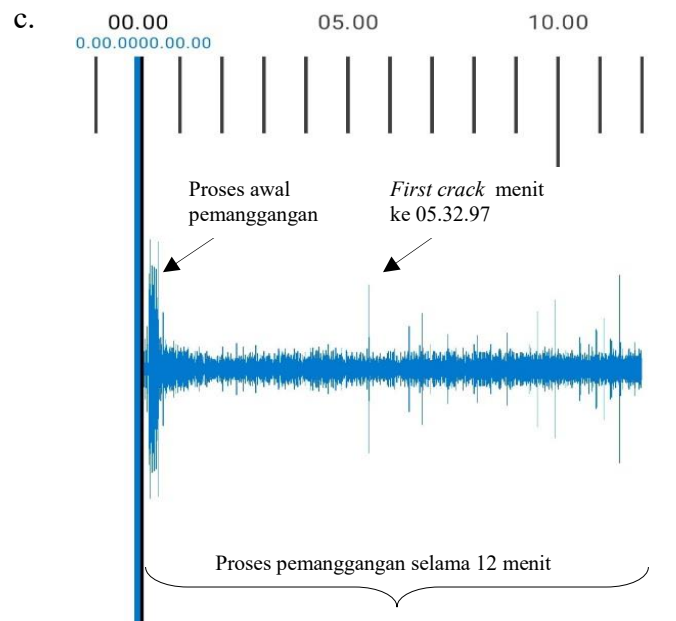
Berdasarkan penelitian yang dilakukan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Perdana dkk (2018) bahwa waktu berpengaruh nyata terhadap penurunan dan kenaikan temperatur pemanggangan kopi.

4.1.2 *First crack dan second crack*

First crack merupakan peristiwa antara permulaan pemanggangan dan terhentinya proses pemanggangan dimana tekanan uap yang terakumulasi menyebabkan biji pecah-pecah dan mengeluarkan uap bersama dengan senyawa volatil lainnya. Dapat dilihat pada Gambar 4.2 dimana pada pemanggangan dengan waktu 8, 10, dan 12 menit masing-masing mendapati terjadinya *first crack* saat pemanggangan berlangsung. Terlihat pada perlakuan dengan waktu 8 menit terjadinya *first crack* menit ke-6.18.12, sedangkan pada perlakuan 10, dan 12 menit mengalami *first crack* lebih cepat yaitu masing-masing pada menit 6.14.87 dan

5.32.97. *Second crack* pada penelitian ini belum bisa dideteksi, karena *cracking* (*first crack*) yang terjadi tidak seragam pada waktu bersamaan. Sebagian *crack* terjadi lebih cepat sebagian lainnya terjadi lebih lambat. Sebagian *first crack* beririsan dengan *second crack*. Kemungkinan *second crack* terjadi setelah sebagian *first crack* telah terjadi sedangkan sebagian *first crack* baru terjadi bersamaan dengan *second crack* lainnya. Sebagian hanya mengalami *first crack* tanpa sempat terjadi *second crack* karena waktu pemanasan yang belum cukup.





Gambar 4.2 *First crack and second crack* selama pemanggangan a) waktu 8 menit, b) waktu 10 menit, c) dan waktu 12 menit.

Fase pertama atau *first crack* ini bersifat endotermik. Hal ini disebabkan adanya pemanasan air sehingga memberikan kebutuhan input energi yang tinggi pada awal proses pemanggangan. Sebaliknya, pada akhir proses pemanggangan biji kopi, kebutuhan masukan panas jauh lebih rendah, karena proses itu sendiri menjadi semakin eksotermik. Panas tambahan atau berkelanjutan membuat biji kopi menjadi suatu keadaan pirolisis dimana senyawa organik kompleks dalam biji kopi terurai menjadi senyawa gas dan karbon padat sederhana pada temperatur tinggi dengan kondisi sedikit oksigen sehingga besarnya tekanan uap air di dalam biji dan menyebabkan dinding sel selulosa retak. *First crack* akan berpengaruh terhadap pembentukan aroma, Dimana reaksi kimia yang berperan penting dalam proses ini adalah reaksi Maillard di mana asam amino dan gula bereaksi membentuk berbagai komponen dan khususnya aroma spesifik kopi. Jadi, Waktu yang berlalu dari *first crack* hingga akhir proses pemanggangan menjadi waktu dimana kecepatan pembentukan aroma paling tinggi (Münchow dkk, 2020). *First crack* terdengar saat pemanggangan berlangsung yang diikuti dengan yang disebut “waktu pengembangan”, yang menunjukkan fase di mana biji kopi menjalani proses

perubahan kimia dan fisika paling signifikan. Seperti yang ditunjukkan Gambar 4.2 fase waktu pengembangan sesuai dengan total durasi proses pemanggangan dikurangi waktu retak pertama seperti yang terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 *First crack* dan *development* biji kopi hasil pemanggangan selama 8, 10, dan 12 menit.

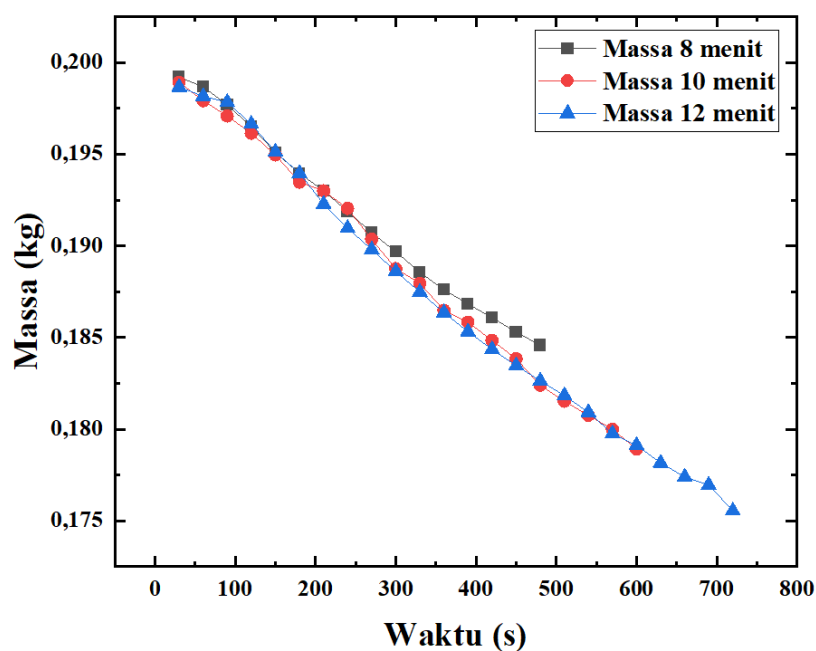
Perlakuan	<i>First crack</i>	<i>Development bean</i>	<i>End</i>	<i>Start temperature (°C)</i>
8 menit	06.18.12	01.42.88	08:00	220
10 menit	06.14.87	03.46.13	10:00	220
12 menit	05.32.97	06.28.03	12:00	220

Tabel 4.1 menunjukkan waktu terjadinya *first crack* dan *development bean* berdasarkan variasi waktu, pemanggangan dengan variasi waktu 8, 10, dan 12 menit memberikan perbedaan terhadap waktu *first crack* dan *development bean*. Pemanggangan dengan perlakuan 8 menit cenderung lebih lama mendapati *first crack* dan memiliki waktu *development* yang singkat/pendek. Perlakuan 10 menit cenderung hampir sama dengan perlakuan 8 menit terhadap *first crack* tetapi memiliki waktu *development* yang jauh lebih lama. Perlakuan 12 menit merupakan perlakuan yang lebih baik dari perlakuan 8 dan 10 menit karena reaksi yang terjadi pada biji kopi berlangsung lebih lama sehingga proses pemanggangan berjalan lebih efektif dibandingkan perlakuan 8 dan 10 menit.

Berdasarkan penelitian dilakukan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Münchow dkk (2020) bahwa pemanggangan dengan temperatur yang tinggi dan waktu yang lama sangat berpengaruh nyata terhadap waktu *first crack* dan *development bean*.

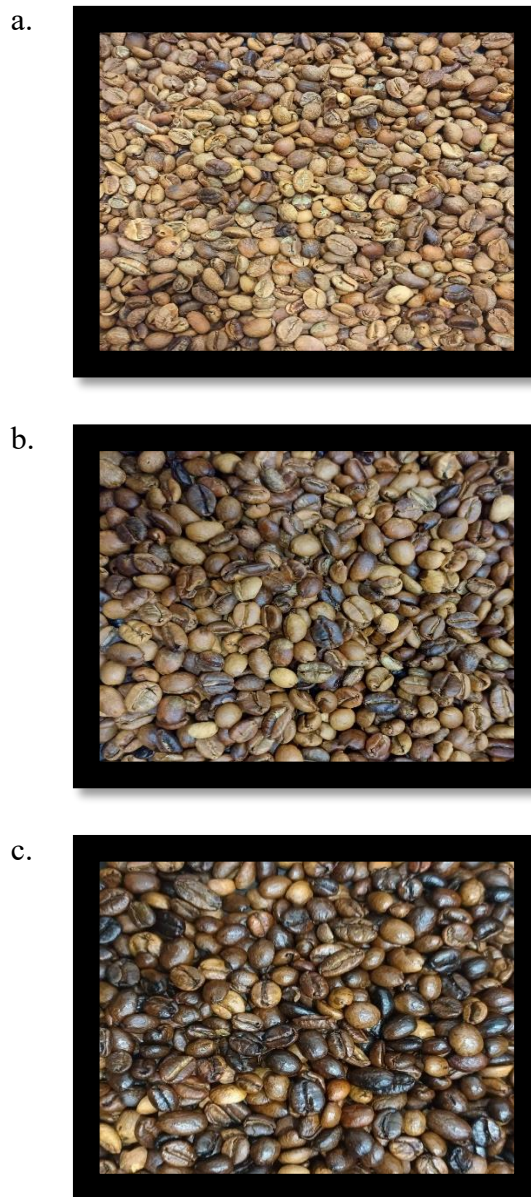
4.1.3 Profil massa terhadap waktu

Hasil penurunan massa selama pemanggangan ditunjukkan pada Gambar 4.3, dengan garis putus-putus menampilkan penurunan massa. Nilai rata-rata kehilangan massa pemanggangan dengan perlakuan 8, 10, dan 12 menit per 30 detik adalah 0.8%, 1.1%, dan 1.3%, masing-masing sesuai dengan pemanggangan *light*, *mild*, dan *dark*. Perlu diperhatikan untuk menyebutkan bahwa temperatur pemanggangan disajikan berpengaruh signifikan terhadap perilaku penurunan massa biji kopi. Pada waktu 8 menit, penurunan massa biji kopi terjadi lebih sedikit karena pengaruh dari lamanya pemanggangan selama 8 menit, yang menyebabkan penghilangan air dan zat-zat yang mudah menguap pada kopi mentah cenderung lebih sedikit dibandingkan waktu 10 menit dan 12 menit.



Gambar 4.3 Profil perubahan rata-rata massa terhadap waktu pemanggangan biji kopi liberika selama 8, 10, dan 12 menit.

Selain itu, perilaku penurunan massa biji kopi dijelaskan secara memuaskan oleh garis putus-putus pada Gambar 4.3. Saat memanggang dengan waktu 12 menit, peningkatan signifikan terjadi dalam laju penurunan massa biji. Penurunan massa biji kopi yang dapat dikaitkan dengan penguapan air, pelepasan intensif senyawa organik, karbon dioksida, dan reaksi pemanggangan lainnya (Franca et al., 2009).



Gambar 4.4 Biji kopi liberika setelah proses pemanggangan a) selama 8 menit, b) selama 10 menit, dan c) selama 12 menit.

Gambar 4.4 menunjukkan penampakan biji kopi liberika setelah melalui proses pemanggangan, terdapat perbedaan warna disetiap perlakuan, semakin lama waktu yang digunakan maka warna kopi akan semakin gelap. Terjadinya perubahan warna yang semakin gelap dikarenakan terjadinya reaksi Maillard atau reaksi *browning*. Reaksi Maillard memberikan kontribusi penting dalam pembentukan aroma dan senyawa antioksidatif. Reaksi tersebut terjadi antara gula dan asam

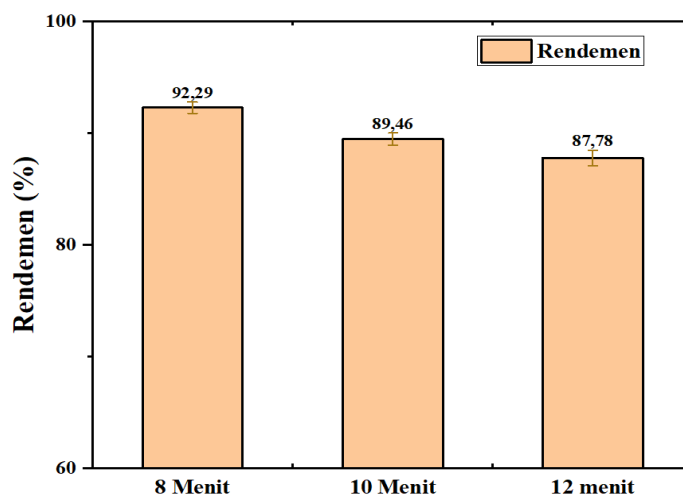
amino yang hasil akhirnya adalah melanoidin. Adanya melanoidin ini ditunjukkan dengan perubahan warna coklat pada biji kopi yang dipanaskan.

Hasil analisa statistik pada temperatur dilakukan uji normalitas skewness kurtois menunjukkan data berdistribusi normal namun data tidak linier, maka dilakukan uji rank spearman menunjukkan Dimana nilai r_{xy} adalah -1,000 artinya adalah korelasi sangat tinggi atau sangat terpercaya dan nilai r adalah negatif artinya hubungan antara waktu pemanggangan berbanding terbalik dengan penurunan massa kopi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh heriana dkk (2023) bahwa semakin lama pemanggangan berlangsung akan berpengaruh terhadap penurunan massa kopi liberika.

4.2 Nilai Rendemen (Yield)

Rendemen merupakan kehilangan massa atau hasil akhir yang dihitung berdasarkan persentase massa akhir biji kopi yang sudah dipanggang terhadap massa bersih biji kopi sebelum dipanggang. Biji kopi selama proses pemanggangan terjadi perubahan kimia dan fisik yang mengakibatkan penurunan massa yang signifikan akibat penguapan seperti air dan senyawa kimia yang mudah menguap (Heriana dkk, 2023). Oleh karena itu, hasil lebih rendah pada tingkat waktu panggang yang lebih lama dan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.5 Rendemen biji kopi setelah pemanggangan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa rendemen produk hasil pemanggangan kopi liberika dipengaruhi oleh variasi waktu dengan temperatur pemanggangan tetap. Dari hasil penelitian dijelaskan pada waktu 8 menit memiliki nilai rendemen paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 92,29% pada temperatur 220°C, penyebabnya karna terjadinya penyusutan air selama pemanggangan tanpa terlalu banyak penguapan zat volatil dari biji, penyebab sedikit penyusutan biji karena waktu pemanggangan yang singkat. Biji kopi yang dihasilkan dengan waktu dan temperatur pemanggangan yang singkat akan menyebabkan susut massa biji kopi kurang sempurna dan juga penguapan zat volatil pada biji kopi tidak maksimal. Rendemen kopi liberika menurun dengan bertambahnya waktu pemanggangan, pada menit ke-10 dan ke-12 mengalami penurunan rendemen, yaitu sebesar 89,46 dan 87,78%. Terjadi penurunan massa sampel yang dihasilkan pada waktu 8, 10, dan 12 menit dengan nilai 7,71, 10,54, dan 12,22%. Pengurangan massa biji kopi pun terbagi menjadi tingkat sangrai gelap >21%, sedang 14–21%, dan terang 10–14% (Wei dan Tanokura, 2015).

Tinggi temperatur dan waktu pemanggangan yang begitu lama maka rendemen yang diperoleh sangatlah rendah dan dapat terlihat pada pemanggangan pada waktu 12 menit dengan temperatur pemanggangan 220°C, nilai rendemen yang diperoleh sangat rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. yaitu 87,78%. Hal ini kemungkinan disebabkan karena senyawa volatil yang menguap lebih banyak sehingga rendemennya berkurang dan adanya penguapan air. Rendemen yang tinggi atau rendah pada kopi panggang karena adanya penguapan zat-zat yang mudah menguap seperti ester, alkohol, keton, furfural dan aldehida (Heriana dkk, 2023). Selain dipengaruhi oleh penguapan senyawa volatil, pirolisis senyawa hidroksida juga mempengaruhi rendemen yang membuat massa pada biji kopi panggang menjadi turun.

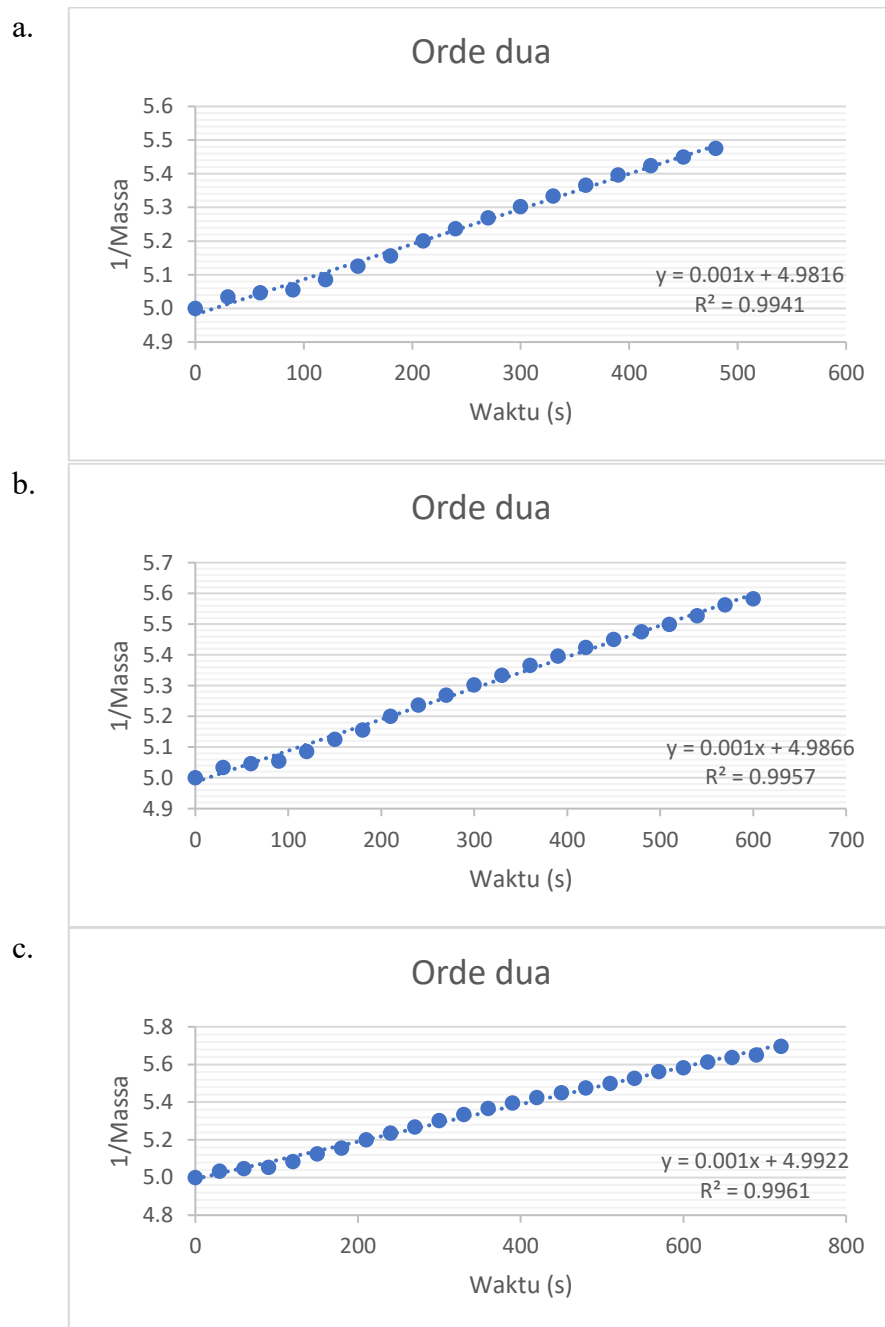
Hasil analisa statistik pada rendemen menunjukkan sig (p) adalah $0,200 > \alpha$ (0,05) artinya data keseluruhan berdistribusi normal, uji homogenitas menunjukkan sig (p) adalah $0,794 > \alpha$ (0,05) artinya data secara keseluruhan homogen. Maka dilakukan uji ANOVA dan diperoleh sig (p) yaitu $0,087 > \alpha$ (0,05) maka H_0 diterima

,maka dapat diambil kesimpulan bahwa waktu tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata rendemen kopi.

Berdasarkan dari hasil yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Heriana dkk (2023) menyatakan perlakuan temperatur dan lama roasting berpengaruh nyata terhadap rendemen biji kopi liberika.

4.3 Energi Aktivasi

Proses pemanggangan biji kopi menjelaskan proses kehilangan massa terhadap temperatur dan waktu dengan berbagai tahapan perubahan fasa material akibat lama proses pemanggangan. Kurva untuk mendapatkan persamaan regresi linear sebagai referensi untuk menghitung faktor eksponensial pada proses pemanggangan biji kopi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan Tabel 4.2. Hasil pengolahan data proses pemanggangan menunjukkan perbedaan nilai faktor eksponensial (A). Pada Gambar 4.5 Grafik perubahan massa dan kelajuan peluruhan massa kopi dengan variasi waktu 8, 10, dan 12 menit. Temperatur yang tinggi dan lamanya pemanggangan sangat berpengaruh terhadap nilai A . Pada pemanggangan dengan waktu 12 menit dengan memperoleh nilai A tinggi, hal ini menunjukkan semakin besar nilai A maka semakin besar juga kecepatan reaksinya (Casnan, 2019). Pemanggangan yang lama menyebabkan penghilangan uap air dari biji kopi sehingga kecepatan reaksi nya cukup tinggi. Selama pemanggangan berlangsung terjadi tahap transisi pada 155-170 °C, hal ini dimungkinkan karena hilangnya uap air (jika ada), hilangnya massa bahan volatile, gas CO₂, dan lain-lain.



Gambar 4.6 Kurva penurunan fraksi massa terhadap waktu pemanggangan a) 8 menit, b) 10 menit, c) 12 menit.

Data perubahan massa dan kelajuan penurunan massa biji kopi menunjukkan adanya perbedaan antara perubahan massa dengan waktu yang singkat dan dengan waktu yang lama, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5. Nilai penurunan massa dari hasil pengolahan data menunjukkan semakin tinggi temperatur dan lama proses pemanggangan, maka massa biji kopi semakin turun. Dengan bertambah lama pemanggangan menyebabkan panas yang lebih banyak dan meningkatnya

temperatur biji kopi, maka zat-zat yang terkandung didalamnya akan terurai dengan sempurna (Casnan, 2019). Kurva penurunan massa terhadap variasi waktu diolah dengan menggunakan persamaan 2.10 untuk mendapatkan persamaan regresi linear sebagai referensi untuk menghitung faktor eksponensial pada proses pemanggangan biji kopi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6 dan Tabel 4.2. Nilai faktor eksponensial (A) pada proses pemanggangan biji kopi pada 8 menit yaitu 145,70/min, sedangkan pada 10 menit yaitu 146,43/min menunjukkan nilai yang hampir sama dengan pemanggangan pada 12 menit yaitu 147,26/min, dengan nilai A yang semakin tinggi maka kecepatan reaksi dekomposisi akan semakin besar. Didapatkan kecepatan reaksi tertinggi pada pemanggangan dengan waktu 12 menit dengan nilai 147.26/min dan didapatkan kecepatan reaksi terendah yaitu pada pemanggangan dengan waktu 8 menit yaitu 145.70/min. Perbedaan tersebut terjadi karena pengaruh dari perubahan massa atau fraksi massa per satuan waktu yang berbeda.

Tabel 4.2 Parameter kinetik pemanggangan dengan variasi waktu.

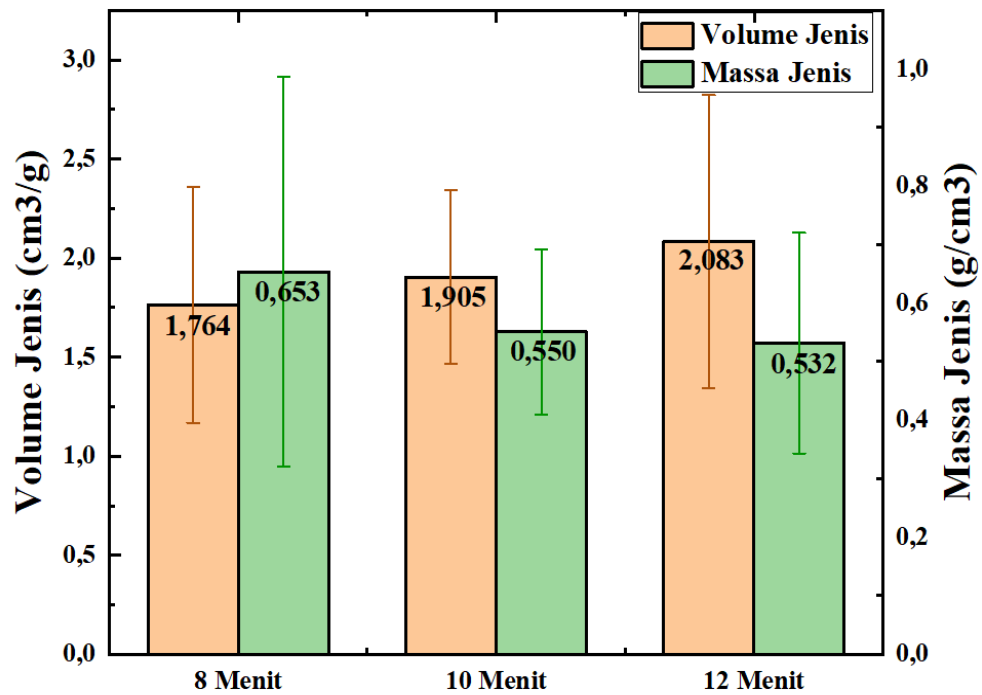
Waktu (min)	Persamaan linier	Faktor eksponensial (A) (Min-1)	Koefisien relevansi (R_2)	k (Min-1)
8	$y = 0.001x + 4.9816$	145.707327	0.9941	145.707327
10	$y = 0.001x + 4.9866$	146.437688	0.9957	146.437391
12	$y = 0.001x + 4.9922$	147.2600395	0.9961	147.2597409

Berdasarkan penelitian yang dilakukan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Casnan (2019) bahwa temperatur, waktu, dan laju pemanasan memberikan pengaruh nyata terhadap kinetika reaksi pemanggangan.

4.4 Volume dan Massa Jenis

Proses pemanggangan merupakan proses termodinamika yang mengumpulkan sejumlah energi panas pada pemanggang yang menyebabkan terjadinya penyerapan panas dari daerah pemanggangan ke biji kopi, sehingga berlangsung reaksi fisika, kimia, dan fisio-kimia pada biji kopi yang salah satu perubahan yang terjadi adalah pada strukturnya. Pemanggangan menyebabkan

penurunan massa dari kopi sehingga dengan lama pemanggangan berlangsung biji kopi akan mekah atau mengalami *development* karena dari pengurangan massa tersebut. Gambar 4.6 menunjukkan volume jenis dan massa jenis biji kopi setelah pemanggangan, dapat dilihat bahwa setiap variasi waktu memiliki jumlah masing-masing. Pada pemanggangan dengan variasi waktu memiliki jumlah volume jenis $8 < 10 < 12$ menit, volume jenis dengan perlakuan 8 menit memiliki jumlah yang lebih rendah dibandingkan perlakuan 10 dan 12 menit sedangkan jumlah massa jenis biji kopi hasil pemanggangan $12 < 10 < 8$ menit, memiliki jumlah yang berbanding terbalik dengan volume jenis setelah dilakukan pengukuran terhadap biji kopi hasil pemanggangan tersebut. Hasil penurunan massa jenis menunjukkan semakin lama dipanggang maka berat kopi akan mengalami penurunan dikarenakan kadar air dalam biji kopi sudah mulai mengalami penurunan dan kenaikan volume jenis menunjukkan semakin lama dipanggang maka berat kopi akan mengalami penurunan dan mengalami *development* atau pengembangan pada biji kopi. Hal ini menunjukkan semakin lama biji kopi itu diroasting maka semakin baik hasil dari pemanasan. Hal ini menunjukkan semakin lama biji kopi itu diroasting maka semakin baik hasil dari pemanggangan kopi tersebut.



Gambar 4.7 Volume jenis dan massa jenis biji kopi setelah pemanggangan 8, 10, dan 12 menit.

Massa jenis biji kopi berhubungan dengan jumlah massa yang hilang dalam proses pemanggangan yang menyebabkan terjadi pengeringan dimana biji kopi mengalami dehidrasi, melepaskan uap dan memulai perluasan matriks padat. CO₂ yang terbentuk dilepaskan sebagai produk reaksi, berkontribusi pada matriks ekspansi yang merupakan keseimbangan pembentukan uap air dan CO₂ sebagai penggerak dan keadaan transisi bahan dinding sel sebagai gaya penahan. Bustos-Vanegas dkk (2018), mengamati bahwa transisi tersebut seperti kaca meregang. Kopi dipanggang di temperatur tinggi dengan waktu yang lama memiliki ekspansi volumetrik yang tinggi, meningkatnya jumlah kehilangan massa, dan pori-pori besar. Pelepasan uap air dan CO₂ yang dihasilkan selama reaksi eksotermik merupakan penyebab utama terjadinya hal ini hilangnya biji secara massal selama pemanggangan sehingga konduktivitas termal diperkirakan akan menurun selama proses pemanggangan karena peningkatan porositas struktur mikro.

Hasil analisa statistik pada volume jenis menunjukkan sig (p) adalah $p > \alpha$ (0,05) artinya data keseluruhan berdistribusi normal, uji hominitas menunjukkan

sig (p) adalah $0,578 > \alpha (0,05)$ artinya data secara keseluruhan homogen. Maka dilakukan uji ANOVA dan diperoleh sig (p) yaitu $0,711 > \alpha (0,05)$ maka H_0 diterima, maka dapat diambil kesimpulan bahwa waktu tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata volume jenis kopi.

Hasil analisa statistik pada massa jenis menunjukkan sig (p) adalah $p < \alpha (0,05)$ artinya data tidak berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji kruska-walis dan diperoleh sig (p) yaitu $0,832 > \alpha (0,05)$ maka H_0 diterima, dapat diambil kesimpulan bahwa waktu tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata volume jenis kopi.

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bustos-Vanegas dkk (2018) bahwa temperatur dan waktu pemanggangan yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata penurunan pada massa jenis dan kenaikan volume jenis biji kopi.

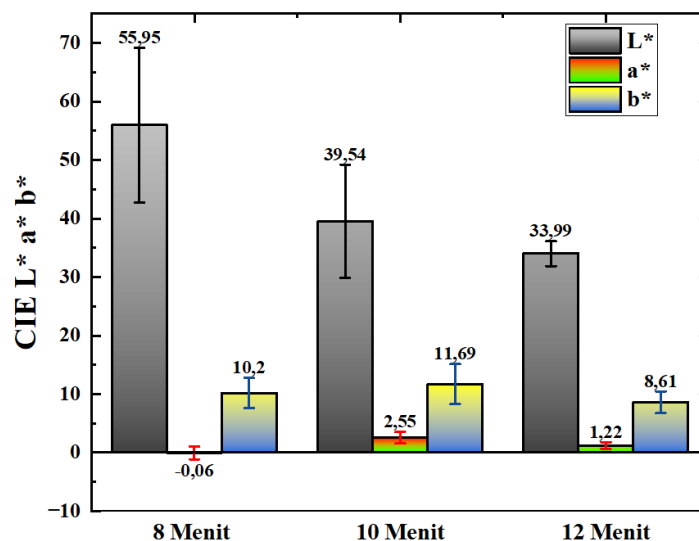
4.5 Pengukuran Warna

4.5.1 CIE L*a*b*

Pemanggangan pada temperatur yang tinggi dengan waktu yang lama menyebabkan terjadinya perubahan fisik dan kimia pada biji kopi. Salah satu perubahan fisik yang terjadi adalah perubahan warna. Warna merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas suatu produk. Warna biji kopi panggang dapat memberikan indikasi dan dampak yang baik terhadap rasa dan aroma.

Gambar 4.7 menunjukkan perbandingan grafik ruang warna CIE L*a*b* biji kopi yang dipanggang terhadap variasi waktu pemanggangan selama 8, 10, dan 12 menit. Berdasarkan hasil ruang warna kopi L* biji hasil pemanggangan yaitu $12 < 10 < 8$ menit, dimana $a^* < b^*$ untuk 8, 10, dan 12 menit. Perubahan di nilai L*a*b* berhubungan dengan senyawa yang terlibat dalam pembentukan melanoidin, yaitu karbohidrat dan protein. Perubahan warna juga dipengaruhi oleh reaksi yang terjadi berbanding lurus dengan energi aktivasi menyebabkan terjadinya pergerakan reaksi atom pada biji kopi sehingga terjadi perbedaan warna berfluktuasi yang terdeteksi saat pengukuran. Pemanggangan tersebut menunjukkan bahwa semakin lama

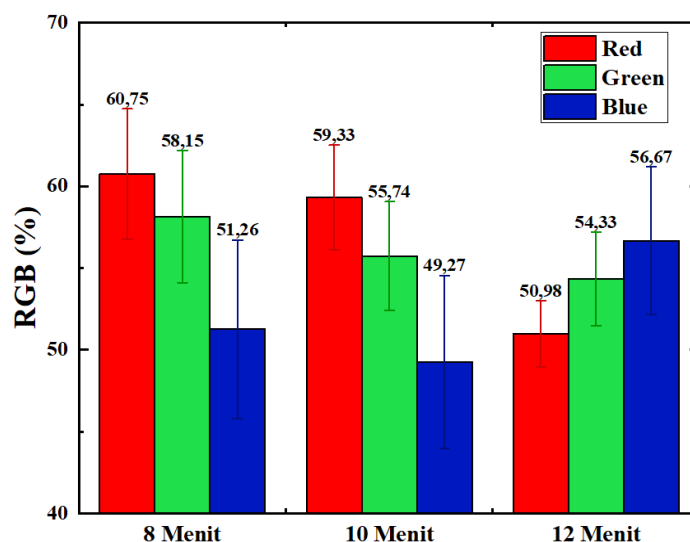
waktu pemanggangan maka nilai L^* semakin rendah diperoleh, dimana *dark roast* berkisar antara 14,2 hingga 15,5; sedang 16,8–21.5, dan ringan 24,2–30,2 (Dias dan Benassi, 2015).



Gambar 4.8 Grafik warna CIE $L^*a^*b^*$ biji kopi hasil pemanggangan 8, 10, dan 12 menit.

Hasil analisa statistik pada warna $L^*a^*b^*$ masing-masing menunjukkan sig (p) adalah $p < \alpha$ (0,05) artinya data tidak berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji kruska-walis dan diperoleh $L^*a^*b^*$ masing-masing sig (p) yaitu $0,102 > \alpha$ (0,05), $0,010 < \alpha$ (0,05), $0,264 > \alpha$ (0,05), maka H_0 diterima pada nilai L^* dan b^* , sedangkan H_1 pada a^* , dari secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa waktu tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata warna L^* dan b^* tetapi berpengaruh nyata terhadap rata-rata a^* pada kopi. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian bertentangan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Dias dan Benassi, 2015) bahwa waktu pemanggangan memberikan pengaruh signifikan terhadap rata-rata ruang warna $L^*a^*b^*$. Pemanggangan biji kopi akan mengubah secara kimiawi kandungan-kandungan dalam biji kopi disertai susut bobotnya, bertambah besarnya ukuran biji kopi dan perubahan warna bijinya. Pada tingkat panggang gelap ukuran biji kopi akan semakin besar dan massa akan menurun sehingga menyebabkan volume jenis naik dan densitas biji kopi semakin menurun (Tarigan et al., 2022).

4.5.2 RGB (Red Green Blue)



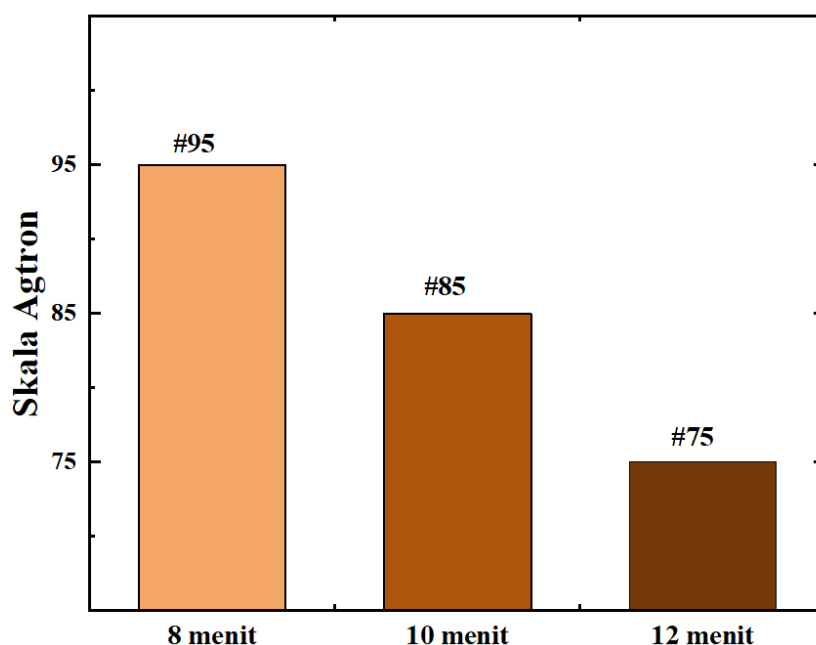
Gambar 4.9 Grafik warna RGB (%) hasil pemanggangan 8, 10, dan 12 menit.

Gambar 4.8 menunjukkan perbandingan persentase (%) RGB (Red Green Blue) warna dihasilkan dari pemanggangan biji kopi terhadap variasi waktu 8, 10, dan 12 menit. Nilai persentase warna RGB yang dihasilkan dari pemanggangan biji kopi dengan variasi waktu adalah $12 < 10 < 8$, dimana $\% R > G > B$ untuk 8 dan 10 menit, dan $\% R < G < B$ untuk 12 menit. Perubahan fisik dan kimia biji kopi mengalami termal proses adalah fenomena yang kompleks dan menarik. Warna adalah satu-satunya skala yang digunakan untuk mengukur derajat perubahan akibat arus proses pemanggangan. Perubahan warna juga dipengaruhi oleh reaksi yang terjadi berbanding lurus dengan energi aktivasi menyebabkan terjadinya pergerakan reaksi atom pada biji kopi sehingga terjadi perbedaan warna berfluktuasi yang terdeteksi saat pengukuran. Warna biji kopi dengan variasi waktu 8, 10, dan 12 menit diukur dengan L^* (kecerahan) berkisar antara 55–39 dari sangat terang ke gelap. Itu skala ketetapan menghasilkan nilai untuk biji kopi panggang dengan tingkat ringan 86–93, sedang 67–72, dan gelap 33–45 (Faisal et al., 2023) dan (Sarghini et al., 2019).

Hasil analisa statistik pada warna *red green blue* masing-masing menunjukkan sig (p) adalah $p < \alpha$ (0,05) artinya data tidak berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji kruska-walis dan diperoleh *Red green blue* masing-

masing sig (p) yaitu $0,009 < \alpha (0,05)$, $0,249 > \alpha (0,05)$, $0,141 > \alpha (0,05)$, maka H_0 diterima pada nilai *green* dan *blue*, sedangkan H_1 pada *red* dari secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa waktu tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata warna *green* dan *blue* tetapi berpengaruh nyata terhadap rata-rata *red* pada kopi. Hal ini bertentangan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (González dkk, 2019) bahwasanya lama pemanggangan berpengaruh signifikan terhadap rata-rata ruang warna RGB (Red, Green, Blue).

4.5.3 Agtron



Gambar 4.10 Grafik warna *agtron* hasil pemanggangan 8, 10, dan 12 menit.

Tingkat pemanggangan kopi berdasarkan skala warna atau tabel disebut sistem klasifikasi warna *agtron* dari *Specialty Coffee Association of America* (SCAA), sebuah sistem dengan beberapa warna pemanggangan dari terang ke gelap untuk menyederhanakan dan menstandarkan proses pemanggangan biji kopi. Angka *agtron* terdiri dari skala 0 sampai 100. Penentuan warna semakin gelap jenis sangrai maka nilainya semakin rendah dan dapat dilihat pada Gambar 4.9 merupakan nilai warna *agtron* biji kopi hasil pemanggangan dengan variasi waktu 8, 10, dan 12 menit. Pemanggangan dengan perlakuan 8 menit terlihat lebih cerah dibandingkan dengan waktu 10 dan 12 menit dan memperoleh nilai *agtron* #95,

sedangkan pemanggangan perlakuan 10 menit memperoleh nilai agtron #85, dan pemanggangan dengan perlakuan 12 menit memperoleh nilai agtron #75 yang terlihat lebih gelap dibanding pemanggangan dengan waktu 8 dan 10 menit.

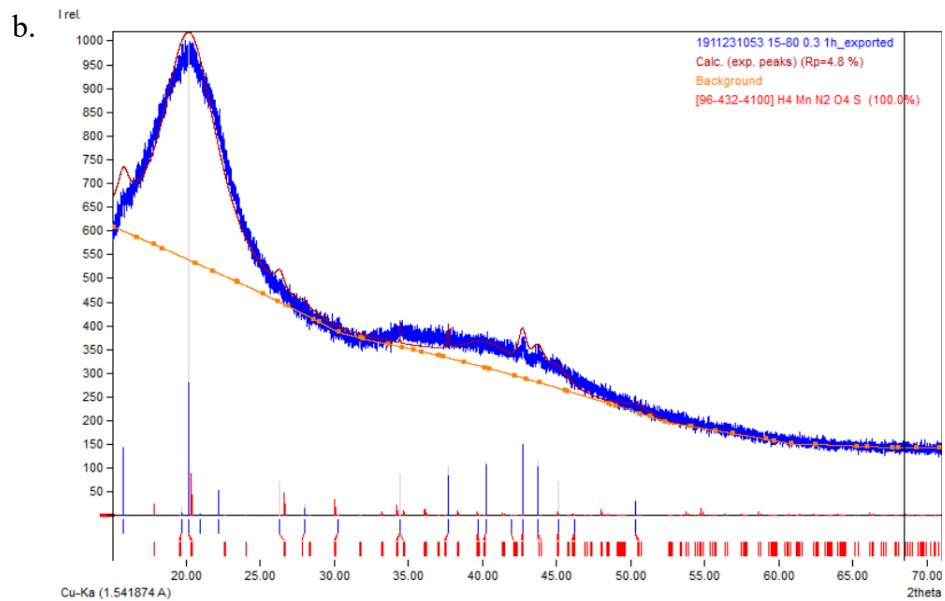
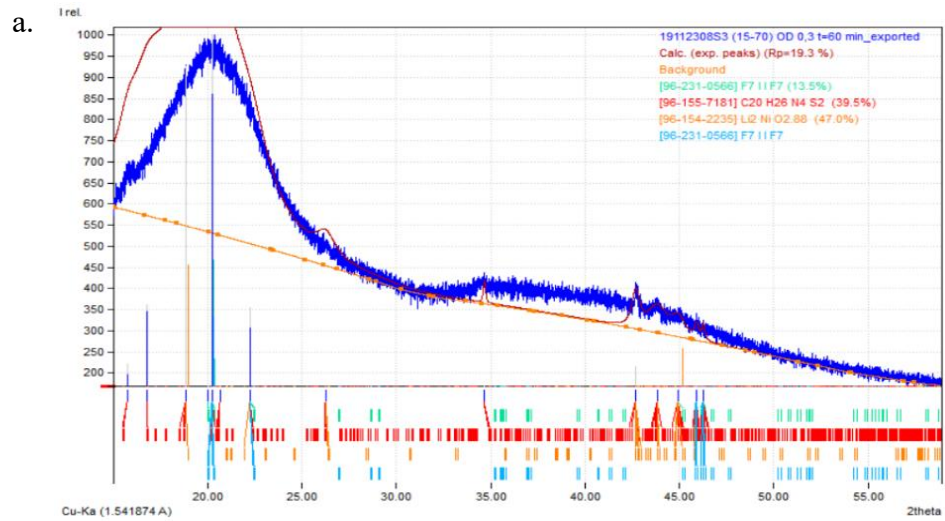
Profil agtron hasil pemanggangan biji kopi bervariasi dari sangat terang (*very light*) hingga sangat gelap (*very dark*). Nilai agtron berdasarkan *Specialty Coffee Association of America* dari #95 hingga #85 merupakan *very light to light*, dari #85 hingga #75 *light to moderately light*, dari #75 hingga #65 *moderately light to medium light*, dari #65 hingga #55 adalah *medium light to medium*, dari #55 hingga #45 *medium to moderately dark*, dari #45 hingga #35 adalah *moderately dark to dark*, dan dari #35 hingga #25 *dark to very dark* (Agtron dan SCAA, 2010). Peningkatan pada temperatur pada biji kopi yang terus menerus menyebabkan terjadi degradasi senyawa pembentuk rasa seperti gula, amina, dan CGA atau asam klorogenat sehingga menghasilkan senyawa rasa dalam jumlah besar menimbulkan reaksi Maillard antara gula dan amina dimulai, dan produk reaksi Maillard, melanoidin kopi, membuat warna biji kopi menjadi lebih gelap (Hudik, 2020).

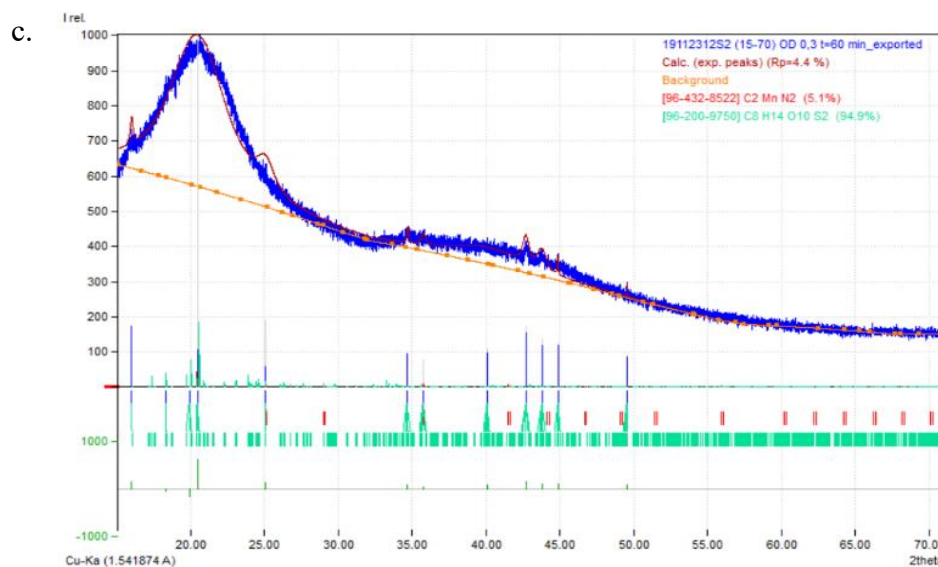
Berdasarkan penelitian yang dilakukan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Heriana dkk (2023) bahwa waktu penyangraian dan kombinasi temperatur berpengaruh pada warna kopi yang dihasilkan, temperatur yang makin tinggi serta waktu pemanggangan yang lama maka warna kopi semakin gelap.

4.6 Analisa Struktur Kristalin Bubuk Kopi dengan Metode XRD

Analisis XRD dilakukan untuk mengevaluasi kristalinitas kopi bubuk Liberika. Berdasarkan penelitian sebelumnya *green bean* kopi liberika menunjukkan struktur bersifat amorf sedangkan kopi Liberika panggang menunjukkan struktur kristal yang ditunjukkan oleh puncak 2θ yang memperoleh puncak tertinggi sebagai penerima kristal puncak sukrosa (Perdana dkk, 2018). Gambar 4.10 menunjukkan puncak kristalinitas yang terjadi pada berdasarkan variasi waktu pemanggangan dapat terlihat kopi Liberika panggang menunjukkan struktur kristal yang ditunjukkan oleh puncak 2θ sama dengan 20.11342° untuk pemanggangan dengan waktu 8 menit, selanjutnya 2θ sama dengan 20.09319°

untuk pemanggangan dengan waktu 10 menit, dan 2θ sama dengan 20.16468 untuk pemanggangan dengan waktu 12 menit sebagai penerima puncak sukrosa.





Gambar 4.11 Kurva XRD biji kopi liberika hasil pemanggangan a) waktu 8 menit, b) waktu 10 menit, c) dan waktu 12 menit.

Perubahan fasa dari amorf menjadi kristal Hal ini disebabkan oleh proses pemanggangan. Peningkatan temperatur menyebabkan masuknya molekul air ke dalam struktur kristalnya (Heriyanti dkk, 2019). Puncak kristal biji kopi terdapat kristal sukrosa dan kristal selulosa tahan terhadap serangan berbagai macam senyawa kimia karena hidrogen kuat interaksi antar serat mikron. Sebaliknya, hemiselulosa dan konstituen lain dari struktur amorf lebih mudah terdegradasi dan rentan terhadap serangan kimia. Biji kopi dengan perlakuan panas akan menjadi bagian kristal karena pada proses pemanggangan dihilangkan molekul air dimasukkan ke dalam fraksi kristal dan mengubah beberapa fase struktur α -polimorfik menjadi struktur β -kristal (Perdana dkk, 2018). Tabel 4.3 menunjukkan rata-rata ukuran kristalin kopi liberika hasil pemanggangan. Rata-rata ukuran kristalin 1.08-1.35 nm yang dihitung menggunakan persamaan Debye–Scherrer dan nilai parameter lainnya seperti panjang gelombang dan faktor bentuk tetap konstan. Seperti terlihat pada Tabel 4.3 hasil perhitungan ukuran kristalin dirangkum dari rumus Scherrer dan dihubungkan menggunakan software Origin Pro 2023. Secara umum, ukuran partikel rata-rata lebih besar pada pH rendah tetapi terjadi penurunan ukuran kristal pada pH lebih tinggi dari sebelumnya. Hal ini mungkin disebabkan

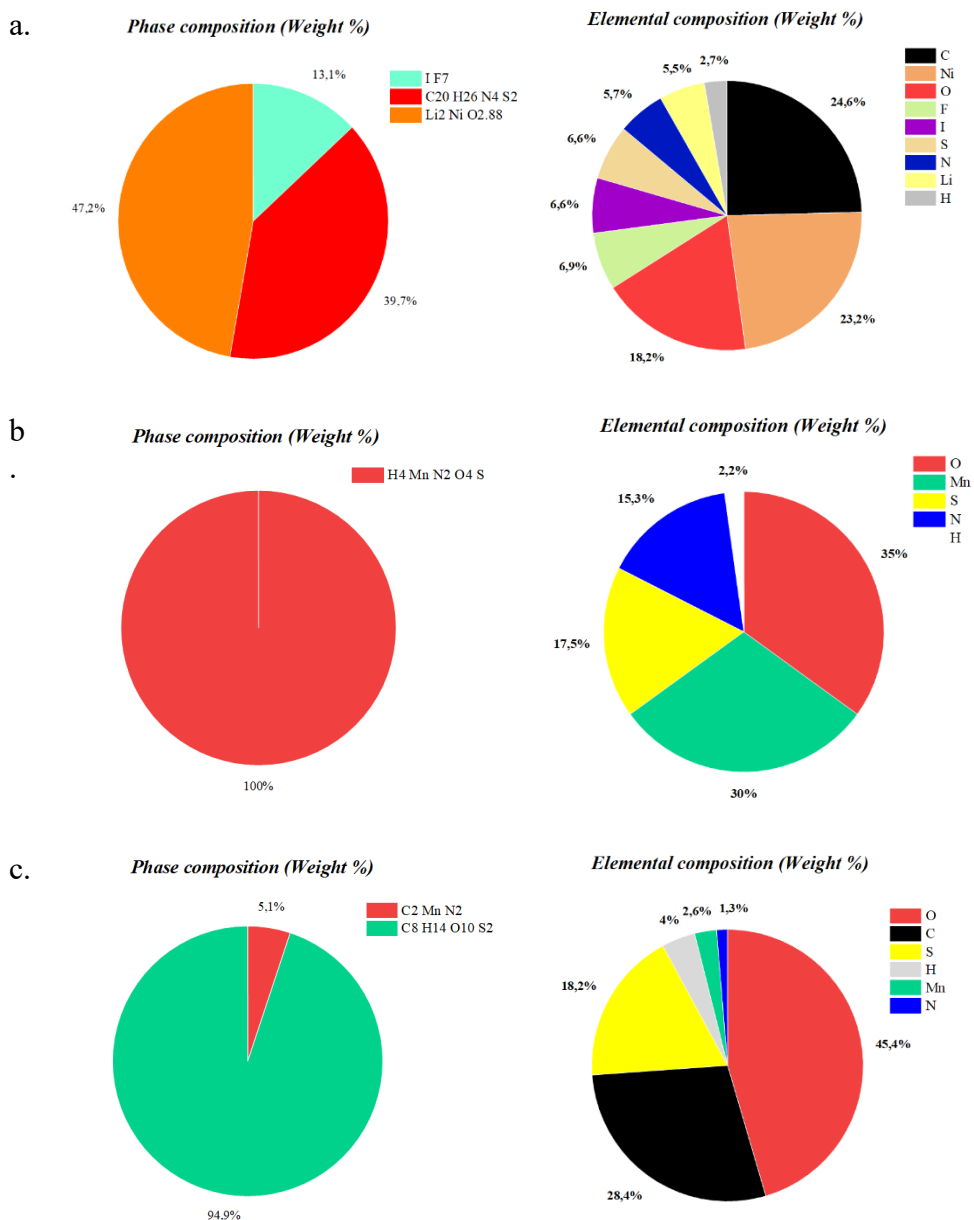
oleh partikel halus senyawa yang dihasilkan pada nilai pH tinggi dan augmentasi dalam rasio prekursor terhadap volume natrium hidroksida. Dalam penelitian ini, ini menyiratkan bahwa Scherrer's formula cocok untuk penentuan ukuran partikel bubuk kopi karena ditemukan adanya peningkatan kristalin pada pemangangan dengan variasi waktu. Dengan demikian, regangan bisa saja terjadi karena perubahan ukuran dan struktur mikro partikel.

Tabel 4.3 Ukuran kristalinitas kopi liberika hasil pemanggangan dengan variasi waktu.

Waktu	Posis puncak 2theta	FWHM	Ukuran kristal D (nm)	Ukuran rata-rata kristal D (nm)
8 menit	15.10089	4.90204	1.707883405	1.08648585
	20.11342	5.56158	1.515582184	
	34.99391	4.78644	1.818083089	
	40.38586	14.50871	0.609499794	
	40.38603	14.60568	0.605453534	
	53.49195	13.04723	0.712325041	
	24.44367	13.34015	0.636573905	
10 menit	15.4412	3.61437	2.317263197	1.355180324
	20.09319	5.49103	1.535006692	
	34.46736	4.52982	1.91832129	
	34.46736	12.17378	0.713800491	
	40.14158	7.80558	1.132029653	
	40.84282	5.46621	1.620156354	
12 menit	26.26439	34.13265	0.249684589	1.208767731
	15.04715	4.58812	1.824623876	
	20.16468	6.23399	1.352216021	
	25.70589	8.36288	1.017929016	
	34.85394	2.18135	3.987806901	
	36.405	17.3285	0.504182255	
	41.90883	35.90991	0.247488254	
	44.07566	5.18206	1.727829125	
	44.08204	141.8776	0.063110146	
44.93879	58.42519	0.153723983		

Gambar 4.10 dan 4.11 hubungan rasio puncak dengan persentase (%) komposisi senyawa yang terdapat pada bubuk kopi hasil pemanggangan. Berdasarkan penelitian sebelumnya terdapat elemen yang dominan pada bubuk kopi panggang yaitu unsur C, O, dan K dengan beberapa mineral, diantaranya Na, Mg, K, Ca, Fe, Zn dan Cu (Heriyanti et al., 2019). Terlihat pada Gambar 4.11 ada beberapa unsur yang sangat dominan dan beberapa unsur tidak dapat dianalisis menggunakan analisis XRD karena detail yang didapatkan kurang efisien mengamati struktur secara rinci melalui puncak-puncak yang ada. Unsur yang

terlihat pada pemanggangan dengan perlakuan 8 menit didominasi unsur C (24,6%), Ni (23,2%), dan O (18,2%), untuk pemanggangan 10 menit didominasi unsur O (35%), Mn (30%), S (17,5%), dan N (15,3%), dan pemanggangan dengan perlakuan 12 menit didominasi oleh unsur O (45,4%), C (28,4%), dan S (18,2%) sedangkan terdapat unsur tambahan yang muncul dengan jumlah sedikit seperti F, I, Li, dan H.

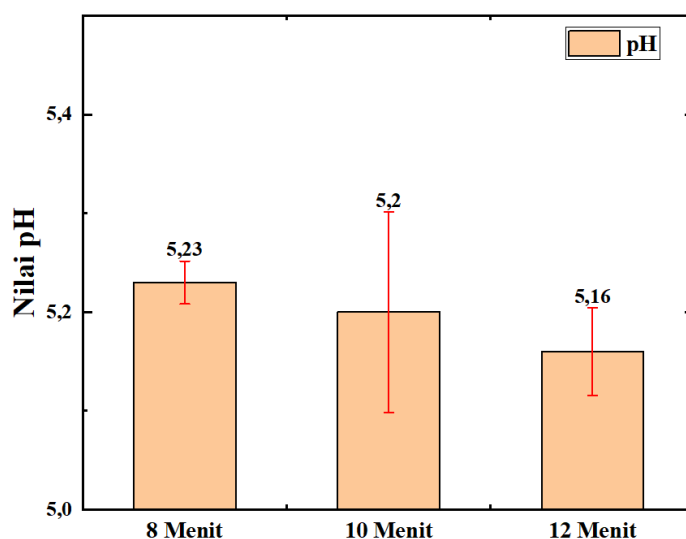


Gambar 4.12 Komposisi Senyawa yang terdapat pada bubuk kopi hasil pemanggangan dengan variasi waktu a) 8 menit, b) 10 menit, dan c) 12 menit.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Heriyanti dkk (2019) bahwa semakin tinggi temperatur dan waktu pemanggangan akan berpengaruh nyata terhadap struktur dan komposisi pada biji kopi liberika.

4.7 Keasamaan (pH)

Keasaman atau pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki suatu zat, larutan atau benda. Nilai pH pada umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti temperatur, temperatur proses dekomposisi organik, konsentrasi CO₂, karbonat dan bikarbonat.



Gambar 4.13 Nilai pH biji kopi liberika setelah pemanggangan 8, 10, dan 12 menit.

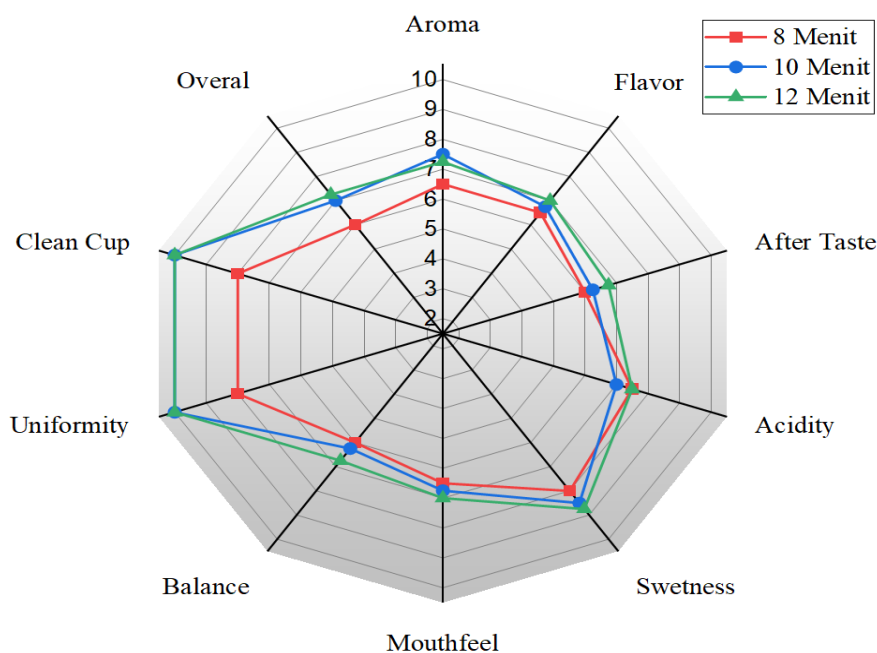
Pada Gambar 4.11 menunjukkan bahwa pH cairan dengan variasi waktu mempunyai pH berbeda, paling tinggi pada pemanggangan selama 8 menit dengan nilai (5,23), diikuti waktu 10 menit (5,20) dan 12 menit (5,16). Hasil ini menunjukkan kecenderungan penurunan pH dan reaktivitas waktu. Pemanggangan dengan waktu 12 menit membuat nilai pH lebih rendah dan tingkat keasamannya lebih tinggi dibandingkan pemanggangan dengan waktu 8 menit dan 10 menit.. Perbedaan nilai mempengaruhi warna, tekstur dan rasa. Lama pemanggangan menyebabkan terjadinya perbedaan dan penurunan tingkat keasaman disebabkan karena menguapnya senyawa asam akibat pemanasan terhadap biji kopi tersebut.

Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti temperatur, temperatur proses dekomposisi organik, konsentrasi CO₂, karbonat dan bikarbonat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa temperatur tidak menjadi faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai pH biji kopi hasil pemanggangan dari setiap variasi waktu. Dekomposisi Proses ini terutama terjadi pada komponen organik hemiselulosa untuk menghasilkan karboksil dan karbonil. Kehadiran O₂ mempengaruhi reaksi dan kecepatan proses dekomposisi. PH atau keasaman kopi panggang disebabkan oleh pembentukan asam alifatik selama pemanggangan. Kopi panggang mengandung komponen makro seperti karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan senyawa bioaktif juga seperti asam klorogenat, trigonelin, kafein, tokoferol, dan diterpen (Tarigan et al., 2022).

Hasil analisa statistik pada pH menunjukkan sig (p) adalah $p > \alpha$ (0,05) artinya data keseluruhan berdistribusi normal, uji homogenitas menunjukkan sig (p) adalah $0,001 < \alpha$ (0,05) artinya data tidak homogen. Maka dilanjutkan dengan uji kruska-walis dan diperoleh sig (p) yaitu $0,117 > \alpha$ (0,05) maka H₀ diterima, maka dapat diambil kesimpulan bahwa waktu tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata pH kopi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Heriana dkk (2023) bahwa temperatur dan variasi waktu memberikan pengaruh nyata terhadap keasaman atau pH kopi liberika, semakin lama waktu pemanggangan, maka semakin rendah nilai pH pada kopi. Dan penelitian ini bertentangan dengan penelitian yang dilakukan oleh Abubakar dkk (2021), bahwa Semakin tinggi temperatur dan semakin lama waktu pemanggangan, maka semakin tinggi pula nilai pH seduhan kopi tersebut (semakin rendah derajat keasamannya).

4.8 Citarasa atau Organoleptik



Gambar 4.14 Penilaian komponen hasil uji organoleptik sampel kopi hasil pemanggangan selama 8, 10, dan 12 menit.

Gambar 4.12 menunjukkan skor sepuluh komponen hasil uji organoleptik sampel biji kopi hasil pemanggangan dengan variasi waktu 8, 10, dan 12 menit. Pemanggangan dengan perlakuan waktu 12 menit menyebabkan peningkatan aroma, *flavor*, *aftertaste*, *acidity*, *sweetness*, *mouthfeel*, *balance*, *uniformity*, *clean cup* dan *overall*. Pemanggangan dengan perlakuan 10 menit terjadi peningkatan dari perlakuan 8 menit dan memiliki aroma yang lebih baik dari perlakuan 8 dan 12 menit. Sedangkan perlakuan 8 menit memiliki skor yang lebih rendah dibandingkan perlakuan 10 dan 12 menit, tetapi memiliki keasamaan atau *acidity* lebih tinggi dibanding perlakuan 10 menit dan sam dengan 12 menit. Artinya Waktu pemanggangan 12 menit dapat memberikan rasa dan aroma terbaik.

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa temperatur dan lama pemanggangan mempengaruhi aroma, rasa, sisa rasa, keasaman, dan body, sehingga menghasilkan keseimbangan dan keseluruhan (Abubakar dkk, 2021). Selain itu pemrosesan awal (penggilingan dan penyeduhan) dan metode pengolahan juga mempengaruhi aroma dan rasa kopi (Bhumiratana dkk, 2011).

Kandungan asam yang dominan menimbulkan rasa asam yang tidak enak, sedangkan kandungan lemak, protein, dan hidrokarbon kompleks berkontribusi terhadap *body*. Penelitian ini menunjukkan bahwa lama pemanggangan mempengaruhi komponen penilaian organoleptik. Gambar 4.12 menunjukkan hasil uji organoleptik biji kopi hasil pemanggangan dengan variasi waktu. Nilai total dan rata-rata biji kopi hasil dengan waktu 12 menit lebih baik dibandingkan waktu 10 dan 8 menit. Berdasarkan pengujian sampel biji kopi memiliki tingkat pemanggangan yang tergolong *light*, *medium*, dan *dark roast* seluruh skala SCAA untuk sampel biji kopi dengan variasi waktu 8, 10, dan 12 menit disetujui, dan semua sampel tersebut disetujui karena memiliki skor yang lebih baik. Temperatur pemanggangan yang sedikit diatas 200°C mempunyai keuntungan, karena dapat memicu reaksi Maillard lebih lanjut antara monosakarida dan asam amino untuk membentuk rasa baru. Terjadi reaksi karamelisasi antar senyawa monosakarida sehingga menimbulkan rasa manis Sensasi yang muncul pada temperatur pemanggangan ini adalah berkurangnya keasaman dan kepahitan pada biji kopi (Abubakar et al., 2021). Temuan ini konsisten dengan Rekomendasi yang menyarankan waktu pemanggangan tidak boleh kurang dari 8 menit dan tidak lebih dari 12 menit (SCAA, 2009). Jika kurang dari 8 menit dapat menimbulkan rasa asam yang kurang nyaman. Asam klorogenat berkontribusi terhadap rasa nikmat biji kopi serta manfaat kesehatan antioksidan (Faisal dkk, 2023). Selain itu, penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa kandungan asam klorogenat yang berlebihan tidak menghasilkan rasa yang lebih enak. Terlalu banyak keasaman dapat memberikan sensasi asam minuman kopi (Batali et al., 2021). Variasi waktu pemanggangan menyebabkan perbedaan aroma dan rasa biji kopi. Berdasarkan hasil uji organoleptik nilai pada biji kopi dengan waktu 12 menit lebih tinggi dibandingkan dengan waktu 8 dan 10 menit.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Abubakar dkk (2021) bahwa interaksi temperatur dan waktu yang berbeda mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap kualitas citarasa kopi.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemanggangan dengan waktu yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik proses pemanggangan biji kopi liberika seperti profil temperatur dan waktu, *first crack* dan *second crack*, serta profil massa terhadap waktu dan energi aktivasi. Temperatur dan waktu sangat berkaitan memiliki korelasi sangat tinggi, sehingga semakin lama pemanggangan menyebabkan temperatur biji kopi semakin naik, terjadi penurunan massa signifikan, *first crack* terjadi lebih awal, dan laju reaksi yang diperoleh lebih besar.
2. Pemanggangan dengan waktu yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik biji kopi liberika seperti volume jenis, massa jenis, warna (RGB atau *Red Green Blue*, Agtron, CIE Lab), struktur kristalin dari uji XRD (X-ray Diffraction Powder), keasaman (pH) dan aroma serta cita rasa kopi liberika hasil *roasting* melalui uji organoleptik. Pengaruh terjadi karena perubahan yang diberikan selama pemanggangan mengakibatkan terjadinya reaksi yang menyebabkan sifat fisikokimia biji kopi berubah signifikan. Reaksi tersebut diurutkan dari penguapan atau evaporasi air, reaksi Maillard, kemudian seiring waktu yang semakin lama sehingga terjadinya reaksi karamelisasi menyebabkan perubahan pada warna biji kopi dan dilanjutkan dengan reaksi pirolisis ditandai dengan *first crack* dan *development bean* yang mengubah struktur kopi tersebut. Waktu memberikan kontribusi sangat penting terhadap karakteristik biji kopi yang dihasilkan, sehingga diperoleh waktu yang terbaik pada temperatur 220°C yaitu selama 12 menit dengan rendemen 87,78%, volume jenis 2,08 cm³/g, massa jenis 0,53 g/cm³, warna L*a*b* (33.99, 1.22, 8.61), warna RGB % (50.98, 54.33, 56.67), dan warna agtron (#75), serta pH 5,61, dan organoleptik memperoleh total nilai (78.25).

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan mengenai penelitian ini sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi waktu pemanggangan terhadap karakteristik biji kopi liberika dengan variasi yang lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
2. Diperlukan pengujian kadar kafein, trigonolin dan kandungan asam klorogenat untuk mengetahui data yang lebih lengkap lagi dari pengaruh waktu pemanggangan yang berbeda untuk mendapatkan standar kualitas hasil panggang kopi liberika dan analisis kimia lainnya berupa analisis asam klorogenat dan trigonellin menggunakan HPLC atau LCMS sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap variasi waktu pemanggangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriliana, A. (2018). Teknologi pengolahan kopi terkini (Edisi Pert). Deepublish.
- Abubakar, Y., Hasni, D., Widayat, H. P., Muzaifa, M., dan Rinaldi, D. (2023). *Influence of Cultivars and Cultivation Land Slope on Sensory Quality of Gayo Arabica Coffee*. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 12(2), 156–168. <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.industria.2023.012.02.5>
- Abubakar, Y., Sabariana, S., Rasdiansyah, R., dan Hasni, D. (2021). *Sensory characteristic of espresso coffee prepared from Gayo arabica coffee roasted at various times and temperatures*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 667(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/667/1/012048>
- Badan Pusat Statistik. (2021). Statistik kopi indonesia. BPS-Statistics Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi. (2017). Luas tanaman dan produksi perkebunan menurut jenis tanaman dan kabupaten/kota (hektar).
- Badan Pusat Statistik Tanjung Jabung Barat. (2018). Luas Area, Produksi dan Jumlah Petani Kabupaten Tanjung Jabung Barat.
- Baggenstoss, J., Poisson, L., Paegi, R., Perren, R., dan Escher, F. (2008). *Coffee roasting and aroma formation: application of different time-temperature conditions*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5836–5846. <https://doi.org/10.1021/jf800327j>
- Bai, X., Zheng, H., Huang, X., Li, J., Guo, T., Luo, Q., Zhang, Z., Wu, W., dan Yi, K. (2022). *The complete chloroplast genome of Coffea liberica (Gentianales: Rubiaceae)*. *Mitochondrial DNA Part B: Resources*, 7(8), 1454–1456. <https://doi.org/10.1080/23802359.2022.2107459>
- Batali, M. E., Cotter, A. R., Frost, S. C., Ristenpart, W. D., dan Guinard, J.-X. (2021). *Titrateable Acidity, Perceived Sourness, and Liking of Acidity in Drip Brewed Coffee*. *ACS Food Science & Technology*, 1(4), 559–569. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.0c00078>
- Bauer, D., Abreu, J., Jordão, N., da Rosa, J. S., Freitas-Silva, O., dan Teodoro, A. (2018). *Effect of roasting levels and drying process of coffea canephora on the quality of bioactive compounds and cytotoxicity*. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(11). <https://doi.org/10.3390/ijms19113407>
- Bhumiratana, N., Adhikari, K., dan Chambers, E. (2011). *Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee*. *Lwt*, 44(10), 2185–2192. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.001>
- Brondi, A. M., Torres, C., Garcia, J. S., dan Trevisan, M. G. (2017). *Differential scanning calorimetry and infrared spectroscopy combined with chemometric analysis to the determination of coffee adulteration by corn*. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 28(7), 1308–1314.

<https://doi.org/10.21577/0103-5053.20160296>

- Bustos-Vanegas, J. D., Corrêa, P. C., Martins, M. A., Baptestini, F. M., Campos, R. C., de Oliveira, G. H. H., dan Nunes, E. H. M. (2018). *Developing predictive models for determining physical properties of coffee beans during the roasting process. Industrial Crops and Products*, 112(October), 839–845. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.015>
- Casnan, C. (2019). Kinetika Reaksi Proses Pirolisis Pada Sekam Padi. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 15(3), 104. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i3.4602>
- Desmiaty, Y., Elya, B., Saputri, F. C., Dewi, I. I., dan Hanafi, M. (2019). Pengaruh metode ekstraksi terhadap kandungan senyawa polifenol dan aktivitas antioksidan pada rubus fraxinifolius. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 17(2), 227. <https://doi.org/10.35814/jifi.v17i2.755>
- Dias, R. C. E., dan Benassi, M. de T. (2015). *Discrimination between arabica and robusta coffees using hydrosoluble compounds: Is the efficiency of the parameters dependent on the roast degree? Beverages*, 1(3), 127–139. <https://doi.org/10.3390/beverages1030127>
- Dippong, T., Dan, M., Kovacs, M. H., Kovacs, E. D., Levei, E. A., dan Cadar, O. (2022). *Analysis of Volatile Compounds, Composition, and Thermal Behavior of Coffee Beans According to Variety and Roasting Intensity. Foods*, 11(19). <https://doi.org/10.3390/foods11193146>
- Edvan, B. T., Edison, R., dan Same, M. (2016). Pengaruh Temperatur dan Lama Pemanggangan pada Mutu Kopi Robusta (*Coffea robusta*). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 4(1), 31–40. <https://doi.org/10.25181/aip.v4i1.34>
- Endeshaw, H., dan Belay, A. (2020). *Optimization of the roasting conditions to lower acrylamide content and improve the nutrient composition and antioxidant properties of Coffea arabica. PLoS ONE*, 15(8 August), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237265>
- Faisal, Khairil, Husin, H., dan Abubakar, Y. (2023). *The effect of atmospheric media variations on the characteristics of torrefied coffee beans. Results in Engineering*, 17(December 2022), 100826. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100826>
- Fajriana, N. H., Fajriati, I., Kimia, J., Sains, F., Teknologi, D., Islam, U., Sunan, N., dan Yogyakarta, K. (2018). Analisis Kadar Kafein Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Pada Variasi Temperatur Sangat Secara Spektrofotometri Ultra Violet. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 3(02), 148–162. <http://dx.doi.org/10.23960%2Faec.v3i2.2018.p>
- Fereidoon Shahidi. (2015). *Handbook of Antioxidants for Food Preservation*. Woodhead Publishing.
- Fibrianto, K., dan Ramanda, M. P. (2018). Perbedaan Ukuran Partikel Dan Teknik Penyeduhan Kopi Terhadap Persepsi Multisensoris: Tinjauan Pustaka. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 6(1), 12–16.

<https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.01.2>

- Franca, A. S., Oliveira, L. S., Oliveira, R. C. S., Agresti, P. C. M., dan Augusti, R. (2009). *A preliminary evaluation of the effect of processing temperature on coffee roasting degree assessment*. *Journal of Food Engineering*, 92(3), 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.12.012>
- Ghosh, P., dan Venkatachalapathy, N. (2014). *Processing and Drying of Coffee - A review*. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3(12), 784–794. <https://doi.org/10.31873/ijearth>
- Gloss, A. N., Vietri, A., Wieland, F., Smrke, S., Schönbacher, B., López, J. A. S., Petrozzi, S., Bongers, S., Kozirowski, T., dan Yeretziyan, C. (2014). *Evidence of different flavour formation dynamics by roasting coffee from different origins: On-line analysis with PTR-ToF-MS*. *International Journal of Mass Spectrometry*, 365–366, 324–337. <https://doi.org/10.1016/j.ijms.2014.02.010>
- Gomez, C., Despinoy, M., Hamon, S., Hamon, P., Salmon, D., Akaffou, D. S., Legnate, H., de Kochko, A., Mangeas, M., dan Poncet, V. (2016). *Shift in precipitation regime promotes interspecific hybridization of introduced Coffea species*. *Ecology and Evolution*, 6(10), 3240–3255. <https://doi.org/10.1002/ece3.2055>
- González, J. C. S., Martínez, E. I., dan Hernández, J. G. (2019). Control of the Coffee Roasting Stage Using Artificial Vision Techniques. *Coffee Science*, 33–37. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25186/cs.v14i1>
- Gramling, L., Kapoulea, E., dan Murphy, C. (2019). Taste perception and caffeine consumption: An fMRI study. *Nutrients*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/nu11010034>
- Gumulya, D., dan Helmi, I. S. (2017). Kajian budaya minum kopi indonesia. *Jurnal Dimensi Seni Rupa Dan Desain*, 13(2), 153–172. <https://doi.org/10.25105/dim.v13i2.1785>
- Hamon, P., Grover, C. E., Davis, A. P., Rakotomalala, J. J., Raharimalala, N. E., Albert, V. A., Sreenath, H. L., Stoffelen, P., Mitchell, S. E., Couturon, E., Hamon, S., de Kochko, A., Crouzillat, D., Rigoreau, M., Sumirat, U., Akaffou, S., dan Guyot, R. (2017). Genotyping-by-sequencing provides the first well-resolved phylogeny for coffee (*Coffea*) and insights into the evolution of caffeine content in its species: GBS coffee phylogeny and the evolution of caffeine content. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 109, 351–361. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.02.009>
- Haniefan, N., dan Basunanda, P. (2022). Eksplorasi dan identifikasi tanaman kopi liberika di kecamatan sukorejo, kabupaten kendal. *Vegetalika*, 11(1), 11–18. <https://doi.org/10.22146/veg.44325>
- Hariyanto, B., Fanani, dan Nugroho, S. E. (2019). Peningkatan Kinerja Alat Penyangrai Kopi Type Pemanas Elemen Ke Type Infra Red Gas Burner Terkoneksi Laptop. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat Dan*

Penelitian Pranata Laboratorium Pendidikan Politeknik Negeri Jember Tahun, 279–283.

- Hatiningsih, S., Mayun Permana, I. D. G., Admadi Harsojuwono, B., Wayan Gunam, I. B., dan Wahyu Adi, N. (2022). Pengaruh penambahan lactobacillus fermentum ck165 dan lama fermentasi terhadap karakteristik fisik kopi arabika (coffea arabica) asal kintamani, bangli. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 11(3), 506. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i03.p11>
- Hazar, S., Rahmawati Sadiyah, E., A. Kodir, R., Herawati, L., G. Cahyadi, S., dan T. Fauzi, L. (2022). *Antioxidant Properties of Coffee Arabica from the Arjasari District that is Processed Naturally, Semi-Washed and Full-Washed. KnE Life Sciences*, 2022, 103–110. <https://doi.org/10.18502/cls.v7i5.12515>
- Herawati, D., Loisanjaya, M. O., Kamal, R. H., Adawiyah, D. R., dan Andarwulan, N. (2022). *Profile of Bioactive Compounds, Aromas, and Cup Quality of Excelsa Coffee (Coffea liberica var. dewevrei) Prepared from Diverse Postharvest Processes. International Journal of Food Science*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2365603>
- Heriana, Sukainah, A., dan Wijaya, M. (2023). Pengaruh Temperatur dan Waktu Penyangraian Terhadap Kadar Kafein dan Mutu Sensori Kopi Liberika (Coffea liberica) Bantaeng. *PATANI (Pengembangan Teknologi Pertanian Dan Informatika)*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.47767/patani.v6i1.442>
- Heriyanti, Panggabean, Y., Pangestu, E. T., Asyhar, R., dan Sutrisno. (2019). *Initial roasting temperature effect on thermal behaviour and characteristic of liberica coffee. Coffee Science*, 501–508. <https://doi.org/10.25186/cs.v14i4.1626>
- Hu, G., Peng, X., Gao, Y., Huang, Y., Li, X., Su, H., dan Qiu, M. (2020). *Effect of roasting degree of coffee beans on sensory evaluation: Research from the perspective of major chemical ingredients. Food Chemistry*, 331(January). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127329>
- Ismail, I., Anuar, M. S., dan Shamsudin, R. (2013). *Effect on the physico-chemical properties of liberica green coffee beans under ambient storage. International Food Research Journal*, 20(1), 255–264. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.011>
- Jeszka-Skowron, M., dan Zgoła-Grzeškowiak, A. (2017). Usage of Capillary Isotachopheresis and Antioxidant Capacity Measurement in Analysis of Changes in Coffee Properties After Roasting, Steaming and Decaffeination. *Food Analytical Methods*, 10(5), 1245–1251. <https://doi.org/10.1007/s12161-016-0679-z>
- Lee, L. W., Cheong, M. W., Curran, P., Yu, B., dan Liu, S. Q. (2015). *Coffee fermentation and flavor - An intricate and delicate relationship. Food Chemistry*, 185, 182–191. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.124>
- León, K., Mery, D., Pedreschi, F., dan León, J. (2006). *Color measurement in*

- L*a*b* units from RGB digital images. Food Research International*, 39(10), 1084–1091. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.006>
- Margarita, P.-H. L., Karla, C.-Q., Ángel, M.-J. L., dan Nohemí, G. M. (2012). *Phenolic characterization, melanoidins, and antioxidant activity of some commercial coffees from Coffea arabica and Coffea canephora. Journal of the Mexican Chemical Society*, 56(4), 430–435. <https://doi.org/10.29356/jmcs.v54i2.950>
- Marpaung, R., dan 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. <https://doi.org/10.33087/jagro.v3i2.63>
- Mawardhi, A. D., dan Setiadi, D. (2018). Strategi Pemanfaatan Lahan Gambut melalui Pengembangan Agroforestri Kopi Liberika (Coffea liberica) Strategy on Peatland Utilisaton through Development of Coffea Liberica Agroforestry. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2018*, 43–51.
- Mehaya, F. M., dan Mohammad, A. A. (2020). *Thermostability of bioactive compounds during roasting process of coffee beans. Heliyon*, 6(11), e05508. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05508>
- Muhtaram, Z., dan Arida, A. (2021). Analisis Kelayakan Finansial Usahatani Kopi Liberika Di Kecamatan Tangse Kabupaten Pidie (Financial analysis of Liberica Coffe Farming System In Tangse Sub-district, Pidie District). *JFP Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), 265–274. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18256>
- Münchow, M., Alstrup, J., Steen, I., dan Giacalone, D. (2020). *Roasting conditions and coffee flavor: A multi-study empirical investigation. Beverages*, 6(2), 1–14. <https://doi.org/10.3390/beverages6020029>
- Murlida, E., Noviasari, S., Nilda, C., Rohaya, S., Rahmi, F., dan Muzaiifa, M. (2021). *Chemical characteristics of cascara tea from several varieties of coffee in Aceh Province. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 667(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/667/1/012078>
- Mustapha, S., Ndamitso, M. M., Abdulkareem, A. S., Tijani, J. O., Shuaib, D. T., Mohammed, A. K., dan Sumaila, A. (2019). *Comparative study of crystallite size using Williamson-Hall and Debye-Scherrer plots for ZnO nanoparticles. Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 10(4). <https://doi.org/10.1088/2043-6254/ab52f7>
- Naveed, M., Hejazi, V., Abbas, M., Kamboh, A. A., Khan, G. J., Shumzaid, M., Ahmad, F., Babazadeh, D., FangFang, X., Modarresi-Ghazani, F., WenHua, L., dan XiaoHui, Z. (2018). *Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research. Biomedicine and Pharmacotherapy*, 97(August 2017), 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.10.064>
- Pastoriza, S., dan Rufián-Henares, J. A. (2014). *Contribution of melanoidins to the*

- antioxidant capacity of the Spanish diet. Food Chemistry, 164*(April), 438–445. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.118>
- Perdana, B. M., Manihuruk, R., Ashyar, R., Heriyanti, dan Sutrisno. (2018). *Evaluation of the effect of roasting process on the energy transition and the crystalline structures of Arabica, Robusta, and Liberica coffee from Jambi Indonesia. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 345*(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/345/1/012021>
- Poltronieri, P., dan Rossi, F. (2016). *Challenges in Specialty Coffee Processing and Quality Assurance. Challenges, 7*(2), 19. <https://doi.org/10.3390/challe7020019>
- Prakash, I., R. S. S., P. S. H., Kumar, P., Om, H., Basavaraj, K., dan Murthy, P. S. (2022). *Metabolomics and volatile fingerprint of yeast fermented robusta coffee: A value added coffee. Lwt, 154*(October 2021), 112717. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112717>
- Ristiana, D. (2017). *Aktivitas Antioksidan Dan Kadar Fenol Berbagai Ekstrak Daun Kopi (Coffea Sp.): Potensi Aplikasi Bahan Alami Untuk Fortifikasi Pangan. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 6*(2), 89–92. <https://doi.org/10.17728/jatp.205>
- Rivera, W., Velasco, X., Gálvez, C., Rincón, C., Rosales, A., dan Arango, P. (2011). *Effect of the roasting process on glass transition and phase transition of Colombian Arabic coffee beans. Procedia Food Science, 1*, 385–390. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.059>
- Rodrigues, S. D., Coelho, V. S., Freitas, V. V., Brioschi, A., Brioschi Júnior, D., Guarçoni, R. C., Pereira, L. L., Eller, M. R., dan Cardoso, W. S. (2020). *Sensory q-grader evaluation of fermented Arabica coffees by yeast (Saccharomyces cerevisiae) and lactic bacteria (pediococcus acidilactici) cultures. Coffee Science, 15*(1), 1–9. <https://doi.org/10.25186/v15i.1690>
- Rosida, F. D. (2008). *Reaksi Maillard Mekanisme Peran Dalam Pangan dan Kesehatan* (Edisi pert). Yayasan Humaniora.
- Sarghini, F., Fasano, E., De Vivo, A., dan Tricarico, M. C. (2019). *Influence of roasting process in six coffee Arabica cultivars: Analysis of volatile components profiles. Chemical Engineering Transactions, 75*(September 2018), 295–300. <https://doi.org/10.3303/CET1975050>
- Sinaga, H., Nurminah, M., dan Hilman, A. (2021). *Gayo coffee processing with natural, semi-washed and full-washed methods. E3S Web of Conferences, 332*, 01012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202133201012>
- Sinaga, S. H., dan Julianti, E. (2021). *Physical characteristics of Gayo arabica coffee with semi-washed processing. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 782*(3). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/782/3/032093>
- Smith, R. F. (1985). *A History of Coffee. Coffee, 1–12*. <https://doi.org/10.1007/978->

1-4615-6657-1_1


- Somporn, C., Kamtuo, A., Theerakulpisut, P., dan Siriamornpun, S. (2011). *Effects of roasting degree on radical scavenging activity, phenolics and volatile compounds of Arabica coffee beans (Coffea arabica L. cv. Catimor)*. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(11), 2287–2296. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02748.x>
- Specialty Coffee Association of America. (2015). *Specialty Coffee Association of America Cupping Protocols (pp. 1–6)*. Specialty Coffee Association of America.
- Standar Nasional Indonesia. (1992). kopi Instan. 01-2983-1992. Badan standar nasional
- Standar Nasional Indonesia. (2004). Kopi Bubuk. 01-3542-2004. Badan standar nasional
- Suaniti, N. M., Saraswati, A. A. S. D., dan Putra, A. A. B. (2022). Analisis kafein dalam kopi arabika (*coffea arabica l.*) Pada berbagai temperatur penyangraian dengan metode spektrofotometer uv-vis dan gc-ms. *Jurnal Kimia*, 16(1), 115. <https://doi.org/10.24843/jchem.2022.v16.i01.p15>
- Suprpto, Y., dan Astuti, E. (2023). *SEIKO : Journal of Management & Business Analisis Kegiatan Ekspor Kopi Indonesia Dalam Pasar Global*. 6(1), 216–221. <https://doi.org/10.37531/sejaman.v6i1.4282>
- Supriana, N., Ahmad, U., Samsudin, S., dan Purwanto, E. H. (2020). Pengaruh Metode Pengolahan dan Temperatur Penyangraian terhadap Karakter Fisiko-Kimia Kopi Robusta. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 7(2), 61. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v7n2.2020.p61-72>
- Sutarsi, Rhosida, E., dan Taruna, I. (2016). Penentuan tingkat panggang kopi berdasarkan sifat fisik kimia menggunakan mesin penyangrai tipe rotari. *Jurnal Apta*, 5(1), 306–312. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/79885>
- Tamanna, N., dan Mahmood, N. (2015). *Food processing and maillard reaction products: Effect on human health and nutrition*. *International Journal of Food Science*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/526762>
- Tarigan, E. B., Wardiana, E., Hilmi, Y. S., dan Komarudin, N. A. (2022). *The changes in chemical properties of coffee during roasting: A review*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012115>
- Tfouni, S. A. V., Serrate, C. S., Leme, F. M., Camargo, M. C. R., Teles, C. R. A., Cipolli, K. M. V. A. B., dan Furlani, R. P. Z. (2013). *Polycyclic aromatic hydrocarbons in coffee brew: Influence of roasting and brewing procedures in two Coffea cultivars*. *Lwt*, 50(2), 526–530. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.015>
- Vignoli, J. A., Viegas, M. C., Bassoli, D. G., dan Benassi, M. de T. (2014). *Roasting*

process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. Food Research International, 61, 279–285. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.006>.

- Wei, C. K., Ni, Z. J., Thakur, K., Liao, A. M., Huang, J. H., dan Wei, Z. J. (2019). *Color and flavor of flaxseed protein hydrolysates Maillard reaction products: effect of cysteine, initial pH, and thermal treatment. International Journal of Food Properties, 22(1), 84–99. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1573830>*
- Wibowo, N. A., Mangunwardoyo, W., Santoso, T. J., dan Yasman. (2021). *Effect of fermentation on sensory quality of liberica coffee beans inoculated with bacteria from saliva arctictis binturong raffles, 1821. Biodiversitas, 22(9), 3922–3928. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220938>*
- Worku, M., Duchateau, L., dan Boeckx, P. (2016). *Reproducibility of coffee quality cupping scores delivered by cupping centers in Ethiopia. Journal of Sensory Studies, 31(5), 423–429. <https://doi.org/10.1111/joss.12226>*
- Wulandari, S., Ainuri, M., dan Sukartiko, A. C. (2021). *Biochemical content of Robusta coffees under fully-wash, honey, and natural processing methods. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 819(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012067>*

LAMPIRAN

1. Surat Keterangan Penunjukkan Dosen Pembimbing Proposal



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Batam, Blang Pulo, Muara Satu – Lhokseumawe – Aceh (24352)
Telepon. (0645) 41373-40915 Faks. 0645-44450
Laman: <http://teknik.unimal.ac.id> Email: ft@unimal.ac.id

SURAT PENUNJUKAN PEMBIMBING PROPOSAL PENELITIAN
Nomor : 219/UN45.1.1/KM.00.00/2023

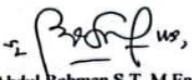
Schubungan dengan kegiatan pelaksanaan Proposal Penelitian mahasiswa atas :

Nama	: Iryan Syahputra
Nim	: 190120114
Bidang	: Konversi Energi
Pada Semester	: Genap
Tahun Akademik	: 2022/2023

Dengan ini menunjukkan Bapak Dr. Faisal , S.T.,M.T Nip. 197702022006041015 Sebagai pembimbing Utama Proposal Penelitian dan Bapak Suryadi, S.T.,M.Eng Nip. 198005192008121001. Sebagai pembimbing Pendamping Proposal Penelitian mahasiswa tersebut diatas. Berdasarkan surat tugas ini, proses bimbingan terhadap mahasiswa tersebut ditetapkan, dan akan ditetapkan kembali melalui Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik.


Demikian surat ini dikeluarkan dan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

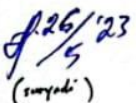
Lhokseumawe, 11 April 2023
Ketua Prodi Teknik Mesin


Abdul Rahman, S.T., M.Eng
Nip : 196811202003121001

Tembusan :


- Dosen Pembimbing
- Administrasi Prodi
- Mahasiswa Bersangkutan


(Faisal.)


26/5/23
(Suryadi)

CS Dipindai dengan CamScanner




2. Kartu Kegiatan Konsultasi Tugas Akhir



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN – PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
 Jl. Batam, Blang Pulo, Muara Satu- Lhokseumawe – Aceh (24352)
 Tel. (0645)41373-40915, Faks. (0645)44450
 website: <https://tm.unimal.ac.id>, e-mail: teknikmesin@unimal.ac.id

KARTU KEGIATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

A. Identitas Mahasiswa			Kode Form	
Nama	Iryan Syahputra		JTM.03/TGA	
NIM	190120114			
Konsentrasi Bidang (KDK)	Konversi Energi			
Dosen Pembimbing I	Dr. Faisal, S.T., M.T.			
Dosen Pembimbing II	Suryadi, S.T., M.Eng.			

No	Hari/ Tanggal	Materi Bimbingan	Koreksi dan Arahan	Tanda Tangan Pembimbing
1	Selasa, 6/6/2023	Mengenai Perawatan BAB III	Penambahan & perambakan tabel rancangan penaitian	
2	Selasa, 23/05/2023	latar belakang dan Topik utama/judul	Pembuatan latar belakang dan judul yang akan dibahas	
3	Selasa 19/06/2023	Bab II Tentang Trigonometri	Penambahan bab Pembahasan & rumus	
4				

3. Data Penelitian

a. Rancangan penelitian (data awal, dan karakteristik proses)

Data awal			
Jenis Kopi	Liberika		
Massa Awal Biji Kopi (kg)	0,2		
Data <i>Proximate</i> (%)	<i>Moisture in Air Dried</i>	12,16	
	<i>Ash</i>	6,82	
	Protein	4,08	
	Karbohidrat	57,19	
Mineral (g/mg)	<i>Sodium</i>	1051,04	
	<i>Potassium</i>	305,12	
	<i>Calcium</i>	407,86	
	<i>Magnesium</i>	41,83	
	<i>Phosphorus</i>	43,69	
	<i>Manganese</i>	12,62	
	<i>Copper</i>	0,15	
	<i>Zinc</i>	2,41	
Temperatur Lingkungan (°C)	32		
<i>Humidity</i> (%)	74		
Temperatur <i>Roasting</i> (°C)	220		
Waktu (menit)	8	10	12
Profil Temperatur vs Waktu			
<i>First Crack</i> (Menit ke-)	06:18	06:14	05:32
<i>Second Crack</i> (Menit ke-)			
Massa Akhir (kg)	0,184	0,178	0,175
Rendemen atau <i>yield</i> (%)	92,29	89,46	87,78
Energi Aktivasi (J/mol)	0,001987	0,001987	0,001987
Volume Jenis (cm ³ /g)	1,764	1,905	2,083
Massa Jenis (g/cm ³)	0,653	0,550	0,532

b. Rancangan penelitian (data karakteristik biji kopi liberika hasil pengujian)

Ruang Warna			
Waktu (menit)	8	10	12
Ruang warna RGB	60,75	59,33	50,98
Ruang warna CIE L*a*b*	55,94	39,54	33,99
Ruang warna Skala Agtron	#95	#85	#75
Senyawa kristalin dan pH			
XRD	1,08648585	1,355180324	1,20876773
pH	5,23	5,20	5,16
Aroma dan Cita Rasa			
<i>Fragrance</i>	6.50	7.50	7.25
<i>Flavor</i>	6.50	6.75	7.00
<i>Aftertaste</i>	6.00	6.25	6.75

<i>Acid</i>	7.50	7.00	7.50
<i>Bitter</i>	8.00	8.50	8.75
<i>Mouthfeel</i>	6.50	6.75	7.00
<i>Balance</i>	6.00	6.25	6.75
<i>Uniformity</i>	8.00	10.00	10.00
<i>Clean cups</i>	8.00	10.00	10.00
<i>Overall</i>	6.00	7.00	7.25

c. Data rendemen

Data Rendemen

Massa Awal	Massa Akhir		
	8 Menit	10 Menit	12 Menit
0.2	0.1768	0.1712	0.1654
0.2	0.186	0.1766	0.1752
0.2	0.1827	0.182	0.1732
0.2	0.1892	0.179	0.1824
0.2	0.1882	0.1858	0.1816
Rata-rata	0.18458	0.17892	0.17556
Rendemen (%)	92.29	89.46	87.78

d. Data energi aktivasi

Data Energi Aktivasi pada Waktu 8 menit

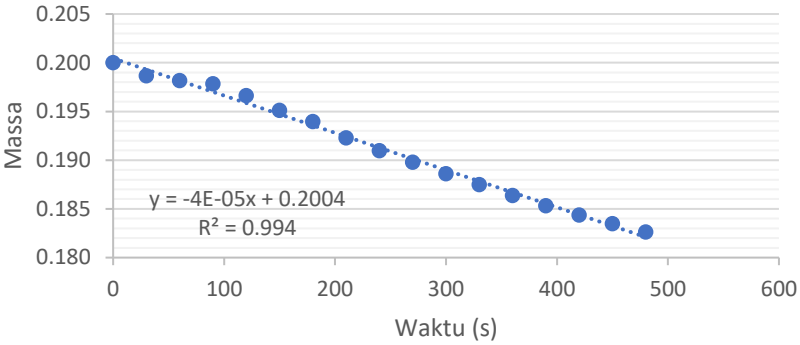
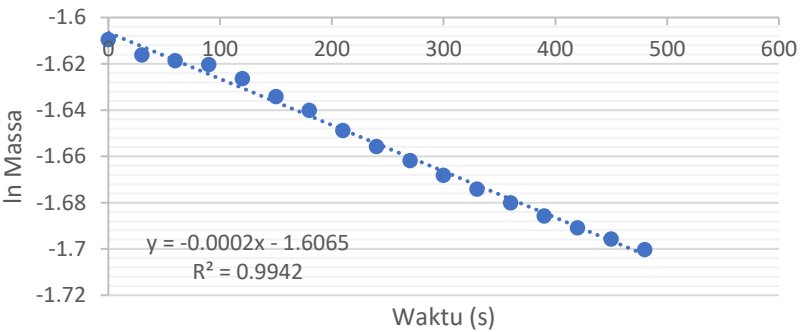
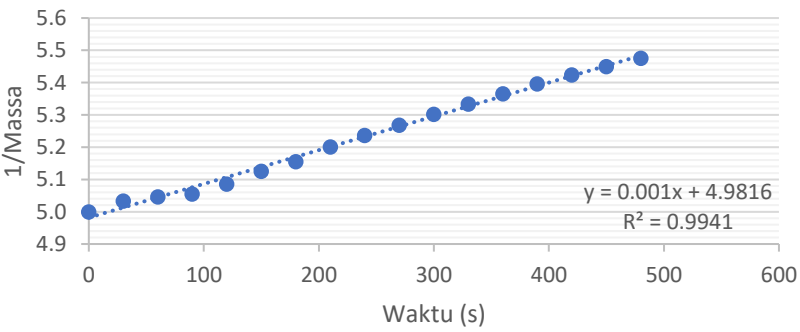
Waktu	Massa (kg)	ln massa	1/massa
0	0.200	-1.60944	5.0000
30	0.1992	-1.61345	5.02008
60	0.19868	-1.61606	5.033219
90	0.19768	-1.62111	5.058681
120	0.19652	-1.62699	5.088541
150	0.19508	-1.63435	5.126102
180	0.19396	-1.6401	5.155702
210	0.193	-1.64507	5.181347
240	0.19188	-1.65089	5.211591
270	0.19072	-1.65695	5.243289
300	0.18968	-1.66242	5.272037
330	0.18856	-1.66834	5.303352
360	0.1876	-1.67344	5.33049
390	0.18788	-1.67195	5.322546
420	0.18668	-1.67836	5.35676
450	0.18588	-1.68265	5.379815
480	0.18458	-1.68967	5.417705

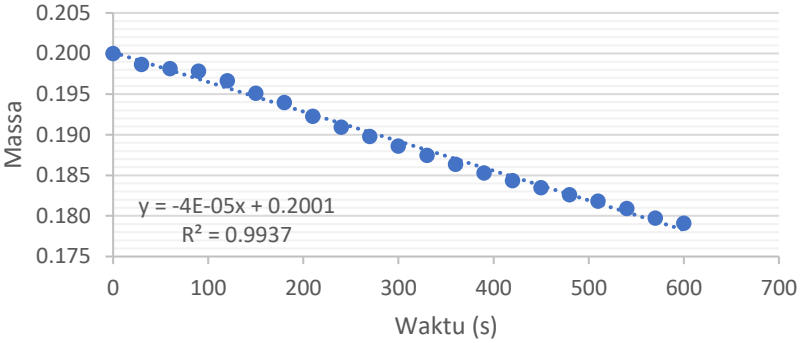
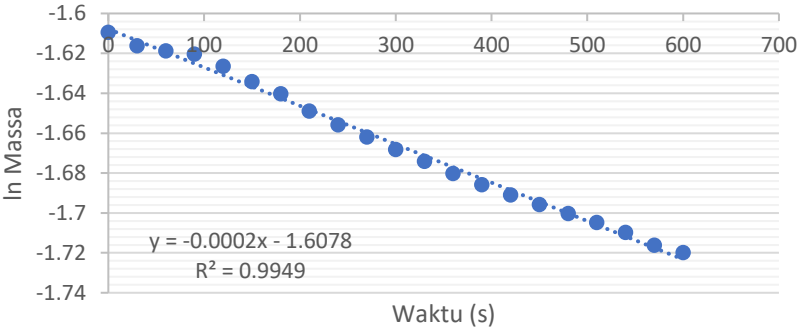
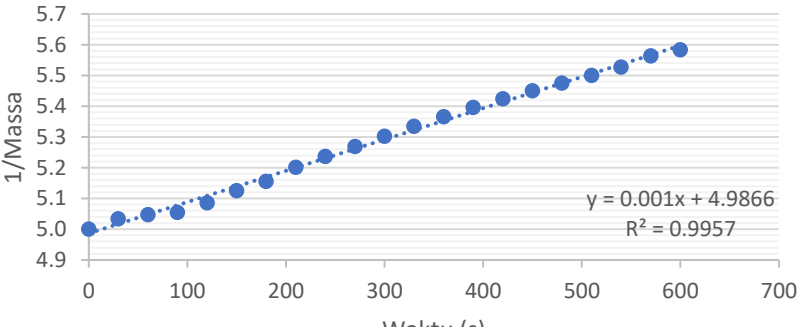
Data Energi Aktivasi pada Waktu 10 menit

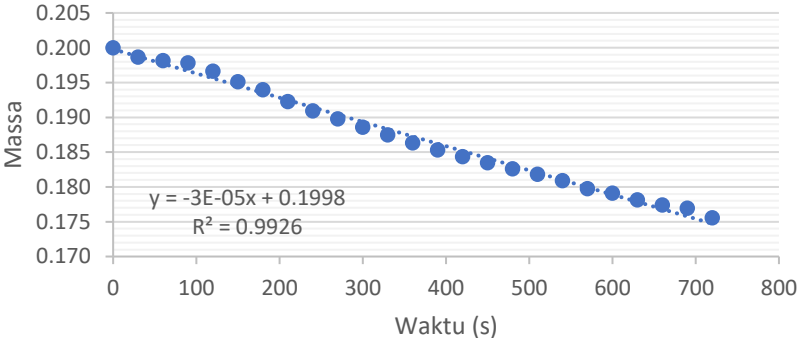
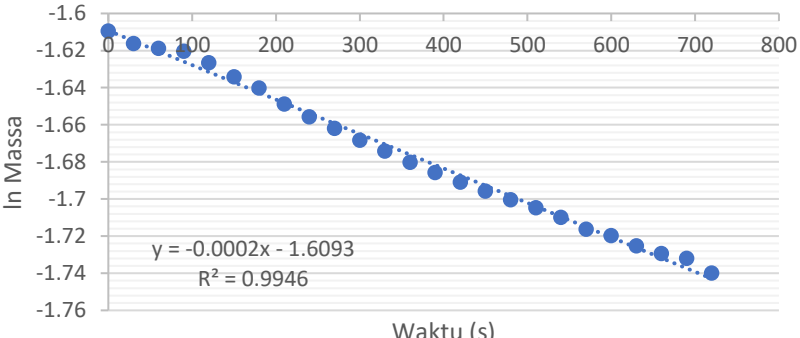
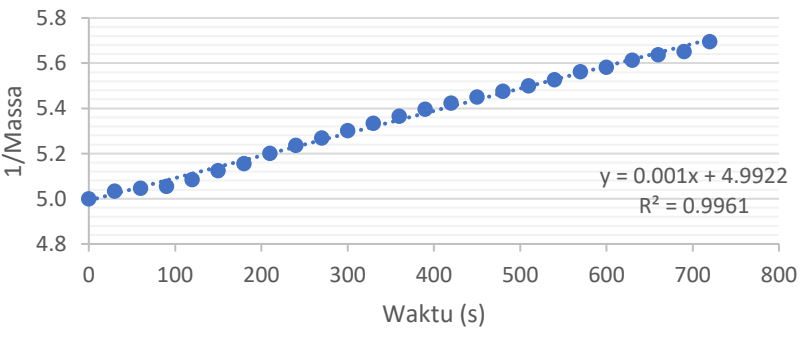
Waktu	Massa (kg)	ln massa	1/massa
0	0.200	-1.60944	5.00000
30	0.19892	-1.61485	5.027147
60	0.19792	-1.61989	5.052546

90	0.19708	-1.62415	5.074082
120	0.19614	-1.62893	5.098399
150	0.19496	-1.63496	5.129257
180	0.19352	-1.64237	5.167425
210	0.19316	-1.64424	5.177055
240	0.19224	-1.64901	5.201831
270	0.19048	-1.65821	5.249895
300	0.18888	-1.66664	5.294367
330	0.18796	-1.67153	5.320281
360	0.18648	-1.67943	5.362505
390	0.18584	-1.68287	5.380973
420	0.18484	-1.68826	5.410084
450	0.18384	-1.69369	5.439513
480	0.1824	-1.70155	5.482456
510	0.18152	-1.70639	5.509035
540	0.18076	-1.71059	5.532197
570	0.180	-1.7148	5.555556
600	0.17892	-1.72082	5.58909

Data Energi Aktivasi pada Waktu 12 menit			
Waktu	Massa (kg)	ln massa	1/massa
0	0.200	-1.60944	5.000000
30	0.19866	-1.61616	5.033726
60	0.19816	-1.61868	5.046427
90	0.19784	-1.6203	5.05459
120	0.19664	-1.62638	5.085435
150	0.19512	-1.63414	5.125051
180	0.19396	-1.6401	5.155702
210	0.19228	-1.6488	5.200749
240	0.19096	-1.65569	5.236699
270	0.1898	-1.66178	5.268704
300	0.1886	-1.66813	5.302227
330	0.18748	-1.67408	5.333902
360	0.18636	-1.68007	5.365958
390	0.18532	-1.68567	5.396072
420	0.18436	-1.69086	5.42417
450	0.18348	-1.69565	5.450185
480	0.18264	-1.70024	5.475252
510	0.18184	-1.70463	5.49934
540	0.18092	-1.7097	5.527305
570	0.17976	-1.71613	5.562973
600	0.17912	-1.7197	5.582849
630	0.17816	-1.72507	5.612932
660	0.1774	-1.72935	5.636979
690	0.17696	-1.73183	5.650995
720	0.17556	-1.73977	5.696058

No	Grafik Energi Aktivasi pada Waktu 8 menit
1	<p style="text-align: center;">Orde nol</p>  <p style="text-align: center;">Waktu (s)</p>
2	<p style="text-align: center;">Orde satu</p>  <p style="text-align: center;">Waktu (s)</p>
3	<p style="text-align: center;">Orde dua</p>  <p style="text-align: center;">Waktu (s)</p>

No	Grafik Energi Aktivasi pada Waktu 10 menit
1	<p style="text-align: center;">Orde nol</p>  <p style="text-align: center;">Waktu (s)</p>
2	<p style="text-align: center;">Orde satu</p>  <p style="text-align: center;">Waktu (s)</p>
3	<p style="text-align: center;">Orde dua</p>  <p style="text-align: center;">Waktu (s)</p>

No	Grafik Energi Aktivasi pada Waktu 12 menit
1	<p style="text-align: center;">Orde nol</p>  <p style="text-align: center;">Waktu (s)</p>
2	<p style="text-align: center;">Orde satu</p>  <p style="text-align: center;">Waktu (s)</p>
3	<p style="text-align: center;">Orde dua</p>  <p style="text-align: center;">Waktu (s)</p>

d. Data profil temperatur drum, biji dan waktu

e. Data massa dan waktu

Waktu	8 menit 1	8 menit 2	8 menit 3	8 menit 4	8 menit 5	Mean Mass
30	0.1982	0.199	0.1996	0.1998	0.1994	0.1992
60	0.1976	0.1992	0.1986	0.1992	0.1988	0.19868
90	0.1962	0.1982	0.197	0.1978	0.1992	0.19768
120	0.1944	0.197	0.1958	0.1972	0.1982	0.19652
150	0.193	0.1956	0.1942	0.1956	0.197	0.19508
180	0.1914	0.1946	0.193	0.1948	0.196	0.19396
210	0.1904	0.1934	0.1918	0.1936	0.1958	0.193
240	0.1882	0.1926	0.1904	0.1926	0.1956	0.19188
270	0.186	0.192	0.1892	0.1918	0.1946	0.19072
300	0.1844	0.1912	0.188	0.19	0.1948	0.18968
330	0.183	0.1908	0.187	0.1892	0.1928	0.18856
360	0.1822	0.1894	0.186	0.1886	0.1918	0.1876
390	0.1806	0.1884	0.185	0.1942	0.1912	0.18788
420	0.1794	0.1876	0.1842	0.193	0.1892	0.18668
450	0.1786	0.1878	0.1832	0.1914	0.1884	0.18588
480	0.1768	0.186	0.1827	0.1892	0.1882	0.18458

Waktu	10 menit 1	10 menit 2	10 menit 3	10 menit 4	10 menit 5	Mean Mass
30	0.1984	0.199	0.1994	0.1984	0.1994	0.19892
60	0.197	0.198	0.1982	0.197	0.1994	0.19792
90	0.1962	0.1962	0.1978	0.1966	0.1986	0.19708
120	0.194	0.1954	0.1965	0.1958	0.199	0.19614
150	0.1922	0.1942	0.196	0.1942	0.1982	0.19496
180	0.191	0.1922	0.1944	0.1928	0.1972	0.19352
210	0.1916	0.1912	0.1956	0.1908	0.1966	0.19316
240	0.1922	0.1896	0.1926	0.191	0.1958	0.19224
270	0.1862	0.1882	0.193	0.19	0.195	0.19048
300	0.1836	0.187	0.1918	0.1876	0.1944	0.18888
330	0.1822	0.1854	0.1914	0.1874	0.1934	0.18796
360	0.1794	0.1848	0.1894	0.1862	0.1926	0.18648
390	0.1782	0.1836	0.1904	0.1852	0.1918	0.18584
420	0.1774	0.1824	0.1894	0.184	0.191	0.18484
450	0.1762	0.1812	0.1886	0.183	0.1902	0.18384
480	0.175	0.1806	0.1856	0.1816	0.1892	0.1824
510	0.1738	0.1796	0.185	0.1808	0.1884	0.18152
540	0.1728	0.1788	0.1842	0.1804	0.1876	0.18076
570	0.172	0.1778	0.1834	0.1798	0.187	0.18

600	0.1712	0.1766	0.182	0.179	0.1858	0.17892
-----	--------	--------	-------	-------	--------	---------

Waktu	12 menit 1	12 menit 2	12 menit 3	12 menit 4	12 menit 5	mean mass
30	0.197	0.1997	0.1978	0.1996	0.1992	0.19866
60	0.1962	0.199	0.198	0.1988	0.1988	0.19816
90	0.1946	0.1994	0.1986	0.1982	0.1984	0.19784
120	0.1926	0.1986	0.1968	0.1974	0.1978	0.19664
150	0.1906	0.1968	0.1948	0.1966	0.1968	0.19512
180	0.1886	0.1952	0.1942	0.1958	0.196	0.19396
210	0.187	0.1938	0.1916	0.195	0.194	0.19228
240	0.1854	0.1924	0.189	0.1942	0.1938	0.19096
270	0.1836	0.1906	0.1884	0.1934	0.193	0.1898
300	0.1808	0.1896	0.1878	0.1926	0.1922	0.1886
330	0.1798	0.1882	0.186	0.192	0.1914	0.18748
360	0.1784	0.187	0.1848	0.1912	0.1904	0.18636
390	0.1774	0.1858	0.183	0.1906	0.1898	0.18532
420	0.1758	0.1848	0.1826	0.1896	0.189	0.18436
450	0.1752	0.1834	0.1818	0.1888	0.1882	0.18348
480	0.1744	0.1828	0.1804	0.1882	0.1874	0.18264
510	0.1738	0.1816	0.1798	0.1874	0.1866	0.18184
540	0.1722	0.1806	0.1792	0.1866	0.186	0.18092
570	0.171	0.1798	0.1772	0.1856	0.1852	0.17976
600	0.1704	0.179	0.1768	0.1848	0.1846	0.17912
630	0.1694	0.1776	0.176	0.184	0.1838	0.17816
660	0.168	0.1772	0.1754	0.1834	0.183	0.1774
690	0.1674	0.1762	0.1764	0.1822	0.1826	0.17696
720	0.1654	0.1752	0.1732	0.1824	0.1816	0.17556

f. Data ruang warna CIE L*a*b*

Perlakuan	L*	a*	b*	Rata-Rata L*	Rata-Rata a*	Rata-Rata b*
8 menit (U1)	61.22	1.31	9.98	55.95	-0.06	10.20
8 Menit (U2)	55.99	-0.92	11.29			
8 Menit (U3)	62.34	0.43	13.94			
8 Menit (U4)	66.92	-1.34	7.96			
8 Menit (U5)	33.31	0.21	7.82			
10 Menit (U1)	35.00	1.86	13.27	39.54	2.55	11.69
10 Menit (U2)	33.32	1.79	10.21			
10 Menit (U3)	56.21	4.19	16.54			
10 Menit (U4)	39.65	2.05	7.41			
10 Menit (U5)	33.53	2.87	11.02			
12 Menit (U1)	35.89	2.18	9.80	33.99	1.22	8.61
12 menit (U2)	30.86	0.81	8.96			
12 Menit (U3)	34.18	0.72	8.87			
12 Menit (U4)	33.13	1.28	10.01			
12 Menit (U5)	35.88	1.13	5.40			

g. Data ruang warna RGB

Perlakuan	R	G	B	Rata-Rata R	Rata-Rata G	Rata-Rata B
8 menit (U1)	65.98	61.96	53.81	60.75	58.14	51.25
8 Menit (U2)	58.19	55.20	45.43			
8 Menit (U3)	56.43	53.15	45.28			
8 Menit (U4)	59.40	58.14	56.19			
8 Menit (U5)	63.75	62.27	55.56			
10 Menit (U1)	57.47	54.13	47.63	59.33	55.74	49.26
10 Menit (U2)	54.83	52.83	46.94			
10 Menit (U3)	62.48	61.41	58.53			
10 Menit (U4)	59.95	55.33	45.30			
10 Menit (U5)	61.93	55.00	47.93			
12 Menit (U1)	49.93	54.66	56.92	50.98	54.33	56.67
12 menit (U2)	54.00	58.00	60.98			
12 Menit (U3)	49.91	56.00	61.18			
12 Menit (U4)	52.00	52.00	51.33			
12 Menit (U5)	49.05	51.00	52.93			

h. Data pH

Data Pengujian pH Produk Kopi Liberika			
No	Perlakuan Pemanggangan		
	8 menit	10 menit	12 menit
1	5.21	5.12	5.13
2	5.25	5.28	5.17
3	5.24	5.15	5.11
4	5.24	5.34	5.21
5	5.2	5.12	5.09
Rata-Rata	5.23	5.20	5.16

i. Data organoleptik

No	Atribut	Perlakuan Pemanggangan		
		8 menit	10 menit	12 menit
1	Aroma	6.50	7.50	7.25
2	Flavor	6.50	6.75	7.00
3	After Taste	6.00	6.25	6.75
4	Acidity	7.50	7.00	7.50
5	Swetness	8.00	8.50	8.75
6	Mouthfeel	6.50	6.75	7.00
7	Balance	6.00	6.25	6.75
8	Uniformity	8.00	10.00	10.00
9	Clean Cup	8.00	10.00	10.00
10	Overall	6.00	7.00	7.25

4. Data Analisa Statistik

a. Korelasi waktu dengan temperatur

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	51629.325	1	51629.325	504.308	.000 ^b
	Residual	24468.022	239	102.377		
	Total	76097.347	240			

a. Dependent Variable: Temperatur Pemanggangan 8 menit

b. Predictors: (Constant), Waktu Pemanggangan 8 menit

Statistics

Unstandardized Predicted Value		
N	Valid	241
	Missing	120
Skewness		0.000
Std. Error of Skewness		0.157
Kurtosis		-1.200
Std. Error of Kurtosis		0.312

rasio skewness -8.65E-16

rasio kurtois -3.841544

Correlations				
			Rangking Waktu	Rangking Temperatur
Spearman's rho	Rangking Waktu	Correlation Coefficient	1.000	1.000**
		Sig. (2-tailed)		0.000
		N	241	241
	Rangking Temperatur	Correlation Coefficient	1.000**	1.000
		Sig. (2-tailed)	0.000	
		N	241	241

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

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	14118.121	1	14118.121	84.415	.000 ^b
	Residual	50006.617	299	167.246		
	Total	64124.738	300			

a. Dependent Variable: Temperatur pemanggangan 10 menit

b. Predictors: (Constant), Waktu pemanggangan 10 menit

Statistics		
Unstandardized Predicted Value		
N	Valid	301
	Missing	60
Skewness		0.000
Std. Error of Skewness		0.140
Kurtosis		-
Std. Error of Kurtosis		1.200
		0.280

rasio skewness -2.98092E-14

rasio kurtois -4.284620427

Correlations				
			Rangking Waktu	Rangking Temperatur
Spearman's rho	Rangking Waktu	Correlation Coefficient	1.000	1.000**
		Sig. (2-tailed)		0.000
		N	301	301
	Rangking Temperatur	Correlation Coefficient	1.000**	1.000
		Sig. (2-tailed)	0.000	
		N	301	301

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

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	31506.808	1	31506.808	237.776	.000 ^b
	Residual	47569.789	359	132.506		
	Total	79076.597	360			

a. Dependent Variable: Temperatur Pemangangan 12 menit

b. Predictors: (Constant), Waktu Pemangangan 12 menit

Statistics		
Unstandardized Predicted Value		
N	Valid	361
	Missing	0
Skewness		0.000
Std. Error of Skewness		0.128
Kurtosis		-
Std. Error of Kurtosis		1.200
		0.256

rasio skewness -1.56846E-14

rasio kurtois -4.685969911

Correlations				
			Rangking Waktu	Rangking Temperatur
Spearman's rho	Rangking Waktu	Correlation Coefficient	1.000	1.000**
		Sig. (2-tailed)		0.000
		N	361	361
	Rangking Temperatur	Correlation Coefficient	1.000**	1.000
		Sig. (2-tailed)	0.000	
		N	361	361

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

b. Korelasi Temperatur drum dengan temperature biji

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	69950.849	1	69950.849	2719.964	.000 ^b
	Residual	6146.498	239	25.718		
	Total	76097.347	240			

a. Dependent Variable: Temperatur Biji 8 Menit

b. Predictors: (Constant), Temperatur Drum 8 Menit

Statistics		
Unstandardized Residual		
N	Valid	241
	Missing	390
Skewness		0.873
Std. Error of Skewness		0.157
Kurtosis		0.230
Std. Error of Kurtosis		0.312

rasio

skewnes 5.5678

rasio kurtois 0.735493

Correlations				
			Temperatur Drum	Temperatur Biji
Spearman's rho	Temperatur Drum	Correlation Coefficient	1.000	.830**
		Sig. (2-tailed)		0.000
		N	241	241
	Temperatur Biji	Correlation Coefficient	.830**	1.000
		Sig. (2-tailed)	0.000	
		N	241	241

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

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	38531.099	1	38531.099	450.143	.000 ^b
	Residual	25593.639	299	85.597		
	Total	64124.738	300			

a. Dependent Variable: Temperatur Biji 10 Menit

b. Predictors: (Constant), Temperatur Drum 10 Menit

Statistics		
Unstandardized Residual		
N	Valid	301
	Missing	330
Skewness		0.763
Std. Error of Skewness		0.140
Kurtosis		0.267
Std. Error of Kurtosis		0.280

rasio

skewnes 5.432094

rasio kurtois 0.954606

Correlations				
			Temperatu r Drum 10 Menit	Temperatu r Biji 10 Menit
Spearman's rho	Temperatu r Drum 10 Menit	Correlatio n Coefficient	1.000	.171**
		Sig. (2- tailed)		0.003
		N	301	301
	Temperatu r Biji 10 Menit	Correlatio n Coefficient	.171**	1.000
		Sig. (2- tailed)	0.003	
		N	301	301

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

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	70786.836	1	70786.836	3065.526	.000 ^b
	Residual	8289.761	359	23.091		
	Total	79076.597	360			

a. Dependent Variable: Temperatur Biji 12 Menit

b. Predictors: (Constant), Temperatur Drum 12 Menit

Statistics		
Unstandardized Residual		
N	Valid	361
	Missing	270
Skewness		1.007
Std. Error of Skewness		0.128
Kurtosis		1.230

Std. Error of Kurtosis	0.256
------------------------	-------

rasio
 skewness 7.843168
 rasio kurtois 4.804307

Correlations				
			Temperatu r Drum 12 Menit	Temperatur Biji 12 Menit
Spearman's rho	Temperatu r Drum 12 Menit	Correlatio n Coefficient	1.000	.806**
		Sig. (2- tailed)		0.000
		N	361	361
	Temperatu r Biji 12 Menit	Correlatio n Coefficient	.806**	1.000
		Sig. (2- tailed)	0.000	
		N	361	361

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

c. Korelasi waktu dengan penurunan massa

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	334.959	1	334.959	1412.584	.000 ^b
	Residual	3.320	14	0.237		
	Total	338.279	15			

a. Dependent Variable: Penurunan Massa

b. Predictors: (Constant), Waktu 8 menit

Statistics		
Unstandardized Predicted Value		
N	Valid	16
	Missing	8
Skewness		0.000
Std. Error of Skewness		0.564
Kurtosis		-1.200
Std. Error of Kurtosis		1.091

rasio skewness -1.01822E-14

rasio kurtois -1.100136355

Correlations				
			Waktu 8 menit	Penurunan Massa
Spearman's rho	Waktu 8 menit	Correlation Coefficient	1.000	-.998**

		Sig. (2-tailed)		0.000
		N	17	17
	Penurunan Massa	Correlation Coefficient	-.998**	1.000
		Sig. (2-tailed)	0.000	
		N	17	17

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

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	788.169	1	788.169	5594.801	.000 ^b
	Residual	2.536	18	0.141		
	Total	790.705	19			

a. Dependent Variable: Penurunan Massa

b. Predictors: (Constant), Waktu 10 menit

Statistics		
Unstandardized Predicted Value		
N	Valid	20
	Missing	4
Skewness		0.000
Std. Error of Skewness		0.512
Kurtosis		-1.200
Std. Error of Kurtosis		0.992

rasio skewness -1.94365E-15

rasio kurtois -1.20920981

Correlations				
			Waktu 10 menit	Penurunan Massa
Spearman's rho	Waktu 10 menit	Correlation Coefficient	1.000	-1.000**
		Sig. (2-tailed)		
		N	20	20
	Penurunan Massa	Correlation Coefficient	-1.000**	1.000
		Sig. (2-tailed)		
		N	20	20

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

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1248.816	1	1248.816	2604.903	.000 ^b
	Residual	10.547	22	0.479		

Total	1259.363	23			
-------	----------	----	--	--	--

a. Dependent Variable: Penurunan Massa

b. Predictors: (Constant), Waktu 12 menit

Statistics		
Unstandardized Predicted Value		
N	Valid	24
	Missing	0
Skewness		0.000
Std. Error of Skewness		0.472
Kurtosis		-
Std. Error of Kurtosis		0.918

rasio skewness 1.36415E-14

rasio kurtois -1.307507044

Correlations				
			Waktu 12 menit	Penurunan Massa
Spearman's rho	Waktu 12 menit	Correlation Coefficient	1.000	-1.000**
		Sig. (2-tailed)		
		N	24	24
	Penurunan Massa	Correlation Coefficient	-1.000**	1.000
		Sig. (2-tailed)		
		N	24	24

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

c. Pengaruh waktu terhadap rendemen

Tests of Normality							
Waktu Pemangangan		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Rendemen	8.00	0.212	5	.200*	0.911	5	0.473
Rendemen	10.00	0.137	5	.200*	0.995	5	0.993
Rendemen	12	0.208	5	.200*	0.924	5	0.556

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Rendemen	Based on Mean	0.235	2	12	0.794
	Based on Median	0.236	2	12	0.793

	Based on Median and with adjusted df	0.236	2	11.598	0.793
	Based on trimmed mean	0.259	2	12	0.776

ANOVA					
Rendemen					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	51.952	2	25.976	3.008	0.087
Within Groups	103.632	12	8.636		
Total	155.584	14			

Rendemen			
Duncan ^a			
Waktu Pemangangan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
12.00	5	87.7800	
10.00	5	89.4600	89.4600
8.00	5		92.2900
Sig.		0.384	0.154

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

d. Pengaruh waktu terhadap volume jenis

Tests of Normality							
Waktu Pemanggangan		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Volume Jenis	Pemanggangan 8 menit	0.314	5	0.120	0.900	5	0.410
	Pemanggangan 10 menit	0.209	5	.200*	0.944	5	0.694
	pemanggangan 12 menit	0.212	5	.200*	0.927	5	0.575

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Volume Jenis	Based on Mean	0.574	2	12	0.578
	Based on Median	0.423	2	12	0.665

	Based on Median and with adjusted df	0.423	2	10.525	0.666
	Based on trimmed mean	0.609	2	12	0.560

ANOVA					
Volume Jenis					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.256	2	0.128	0.351	0.711
Within Groups	4.380	12	0.365		
Total	4.636	14			

Volume Jenis			
Duncan ^a			
	N	Subset for alpha = 0.05	
Waktu Pemanggangan		1	
Pemanggangan 8 menit	5		1.7646
Pemanggangan 10 menit	5		1.9051
pemanggangan 12 menit	5		2.0838
Sig.			0.442

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

e. Pengaruh waktu terhadap massa jenis

Tests of Normality							
Waktu Pemanggangan		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Massa Jenis	Pemanggangan 8 menit	0.410	5	0.006	0.717	5	0.014
	Pemanggangan 10 menit	0.258	5	.200 [*]	0.903	5	0.427
	pemanggangan 12 menit	0.262	5	.200 [*]	0.902	5	0.420

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test Statistics ^{a,b}	
	Massa Jenis
Kruskal-Wallis H	0.321
df	2
Asymp. Sig.	0.852

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Waktu Pemanggangan

f. Pengaruh waktu terhadap ruang warna Lab

Tests of Normality							
Waktu pemanggangan		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Warna L*	Perlakuan 8 Menit	0.301	5	0.157	0.812	5	0.102
	Perlakuan 10 Menit	0.296	5	0.177	0.746	5	0.027
	Perlakuan 12 Menit	0.215	5	.200*	0.904	5	0.434
Warna a*	Perlakuan 8 Menit	0.200	5	.200*	0.954	5	0.763
	Perlakuan 10 Menit	0.290	5	0.196	0.826	5	0.129
	Perlakuan 12 Menit	0.262	5	.200*	0.869	5	0.263
Warna b*	Perlakuan 8 Menit	0.210	5	.200*	0.916	5	0.504
	Perlakuan 10 Menit	0.178	5	.200*	0.986	5	0.965
	Perlakuan 12 Menit	0.356	5	0.037	0.780	5	0.055

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test Statistics ^{a,b}			
	Warna L*	Warna a*	Warna b*
Kruskal-Wallis H	4.560	9.260	2.660
df	2	2	2
Asymp. Sig.	0.102	0.010	0.264

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Waktu pemanggangan

g. Pengaruh waktu terhadap ruang warna RGB

Tests of Normality							
Waktu pemanggangan		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Red	Perlakuan 8 Menit	0.233	5	.200*	0.933	5	0.615

	Perlakuan 10 Menit	0.192	5	.200*	0.931	5	0.602
	Perlakuan 12 Menit	0.299	5	0.164	0.892	5	0.369
Green	Perlakuan 8 Menit	0.228	5	.200*	0.908	5	0.455
	Perlakuan 10 Menit	0.349	5	0.046	0.817	5	0.112
	Perlakuan 12 Menit	0.192	5	.200*	0.960	5	0.806
Blue	Perlakuan 8 Menit	0.280	5	.200*	0.790	5	0.067
	Perlakuan 10 Menit	0.400	5	0.009	0.732	5	0.020
	Perlakuan 12 Menit	0.230	5	.200*	0.885	5	0.330

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test Statistics ^{a,b}			
	Red	Green	Blue
Kruskal-Wallis H	9.500	2.780	3.920
df	2	2	2
Asymp. Sig.	0.009	0.249	0.141

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Waktu pemanggangan

h. Pengaruh waktu terhadap pH

Tests of Normality							
Waktu Pemanggangan		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH	Perlakuan 8 Menit	0.310	5	0.131	0.871	5	0.272
	Perlakuan 10 Menit	0.296	5	0.176	0.828	5	0.134
	Perlakuan 12 Menit	0.198	5	.200*	0.957	5	0.787

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pH	Based on Mean	12.113	2	12	0.001
	Based on Median	1.821	2	12	0.204
	Based on Median and with adjusted df	1.821	2	5.517	0.247

	Based on trimmed mean	10.725	2	12	0.002
--	-----------------------	--------	---	----	-------

Test Statistics ^{a,b}	
	pH
Kruskal-Wallis H	4.288
df	2
Asymp. Sig.	0.117

a. Kruskal Wallis Test



b. Grouping Variable: Waktu Pemanggangan

5. Dokumentasi Penelitian

a. Persiapan proses pemanggangan biji kopi

<p>Biji hijau kopi liberika</p>	
	<p>Proses menimbang biji hijau sebanyak 200 g per sampel</p>
<p>Biji hijau dikemas kedalam plastik agar aroma tetap terjaga</p>	

b. Proses pemanggangan biji kopi

<p>Pemanggangan dilakukan dengan mengamati beberapa parameter penting yaitu kelembapan, temperatur ruangan, dan ketertiban</p>	
	<p>Pemanggangan berlangsung sesuai variasi waktu</p>

c. Proses pendinginan kopi setelah pemanggangan

Pendinginan dilakukan secepat mungkin agar zat volatil pembentuk aroma tidak terlalu banyak menguap

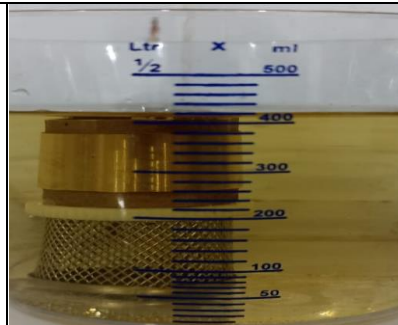


Dilakukan sampai temperatur kopi mendekati 50 °C



d. Pengukuran volume jenis

Volume awal ditentukan

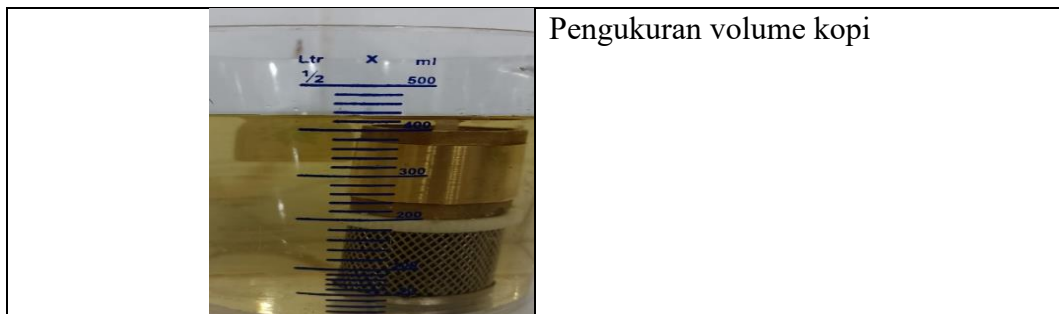


Penimbangan saringan pemberat kopi

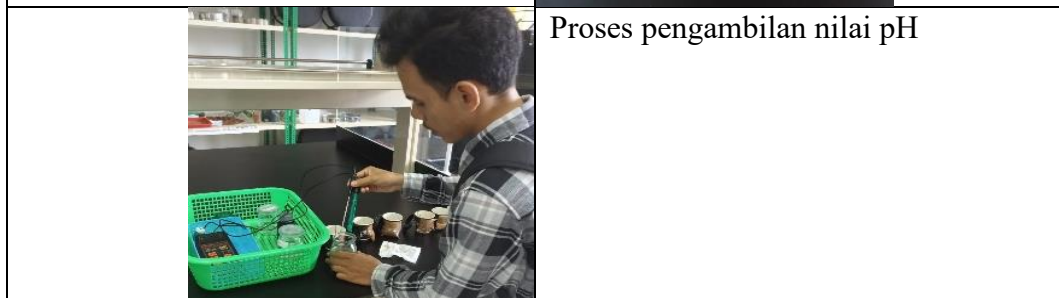
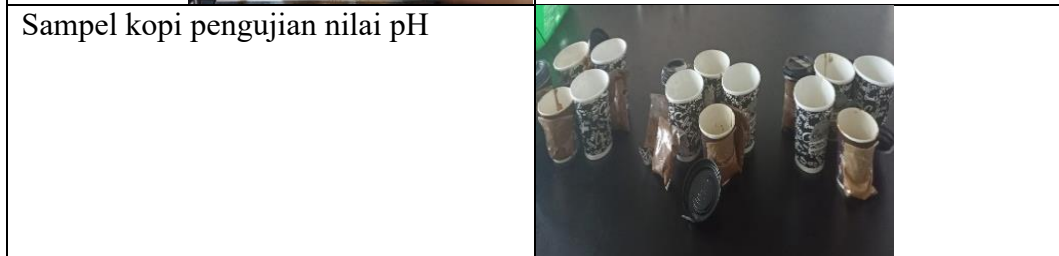
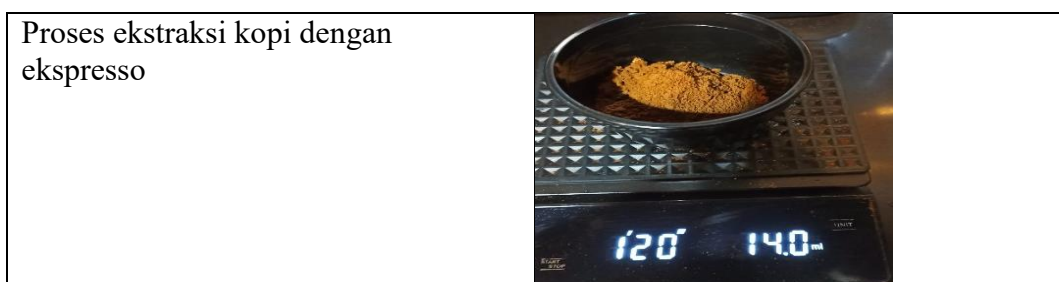


Penimbangan kopi beserta saringan





e. Pengujian pH



6. Lembar persetujuan responden

LEMBAR PERSETUJUAN MENJADI RESPONDEN (INFORMED CONSENT)

Nama : Fitra Cahyadi
Jenis Kelamin : Laki-laki
Jabatan : Ketua *Gayo Cuppers Team*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini mewakili *Gayo Cuppers Team*, telah membaca dan memahami penjelasan tentang surat pengantar responden. Kami menyatakan bersedia menjadi responden terhadap penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe dengan judul "Analisis Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Pemanggangan terhadap Karakteristik Biji Kopi Liberika".

Saya memahami bahwa keikutsertaan kami sebagai responden besar manfaatnya bagi peningkatan dan pengembangan ilmu pengetahuan dan penelitian ini tidak berdampak negatif kepada kami.

Cuppers:

Bener Meriah, 17 November 2023

Mahdi Cupper GCT
Azwar Pratama Cupper GCT
M.Imron Rosyadi Cupper MDC


Fitra Cahyadi
Responden
Gayo Cuppers Team

7. Surat Ethical Clearance



UMSU
Unggul | Cerdas | Terampil

KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FACULTY OF MEDICINE UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL
"ETHICAL APPROVAL"
No : 1103/KEPK/FKUMSU/2023

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
The Research protocol proposed by

Peneliti Utama : Iryan Syahputra
Principal in investigator

Nama Institusi : Universitas Malikussaleh
Name of the Institution University of Malikussaleh

Dengan Judul
Title

"ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PEMANGGANGAN TERHADAP KARAKTERISTIK BIJI KOPI LIBERIKA"
"ANALYSIS OF THE EFFECT OF TEMPERATURE VARIATION AND ROASTING TIME ON THE CHARACTERISTICS OF LIBERICA COFFEE BEANS"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai ilmiah
3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Resiko, 5) Bujukan / Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan
7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assesment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion / Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicator of each standard


Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 20 November 2023 sampai dengan tanggal 20 November 2024
The declaration of ethics applies during the periode November 20, 2023 until November 20, 2024

Medan, 20 November 2023
Ketua

Dr. dr. Nurhidly, MKT



8. Transkrip Nilai Semester Berjalan




**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Batam, Blang Pulo, Muara Satu - Lhokseumawe - Aceh (24152)
Telepon 0645 41373 40915 Faks 0645 4445
Laman: <http://teknik.unimal.ac.id> Email: ft@unimal.ac.id


TRANSKRIP AKADEMIK
Nomor :

NAMA MAHASISWA : IRYAN SYAHPUTRA
 NOMOR INDIK MAHASISWA : 190120114
 NOMOR IJAZAH NASIONAL :
 TEMPAT TANGGAL LAHIR : PANGGAUTAN, 08 OKTOBER 2001
 PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
 JENJANG PENDIDIKAN : STRATA 1
 TANGGAL LULUS :
 NOMOR AKREDITASI PRODI : 2611/SK/BAN-PT/AK-ISK/SI/IV/2022
 JUDUL SKRIPSI : ANALISA PENGARUH VARIASI WAKTU PENANGGANGAN TERHADAP KARAKTERISTIK BUI KOPI LIBERIKA

SMT	KODE	MATA KULIAH	HM	K	AM	SMT	KODE	MATA KULIAH	HM	K	AM
I	MKU 112	Pendidikan Agama Islam I	B	2	6,00	VI	TMS0163	Bahan Bakar dan Pembakaran	B*	3	9,90
	MKU 212	Bahasa Indonesia	B*	2	7,00		TMS0263	Motor Bakar	B	3	9,00
	MKU 312	Bahasa Inggris	B*	2	7,00		TMS0162	Pengendalian Panas II	B	2	6,00
	MKU 612	Pengantar Ketenagalistrikan	B*	2	7,00		TMS0262	Mesin Konversi Energi II	B*	2	6,60
	TMS 412	Fisika I	B*	2	7,00		TMS0362	Mekatronika II	B*	2	6,60
	TMS 512	Fisika II	A	3	12,00		TMS0462	Gitaran Mekanik	B	2	6,00
	TMS 613	Kalkulus I	A	3	12,00		TMS0562	Tribologi dan Perawatan	A	2	7,40
	TMS 713	Menggambar Teknik	A	2	8,00		TMS0663	Perancangan Mesin	B*	3	9,90
	TMS0512	Pergerakan Teknik Mesin	A	2	8,00		TMS0761	Praktikum Proses Manufaktur	A	1	3,70
	MKU 722	Pendidikan Agama Islam II	B	2	6,00		MKU0773	Kuliah Kerja Nyata	A	3	11,10
MKU0622	Teologi Informatika & Kewirausahaan	A	2	8,00	TMS0173	Alat Penukar Kalor	A	3	11,10		
II	TMS 123	Fisika II	B*	3	10,50	TMS0273	Energi Terbakukan	A	3	11,10	
	TMS 223	Kalkulus II	A	3	12,00	TMS0172	Manajemen Industri	A	2	8,00	
	TMS 323	Statika Struktur	B*	3	10,50	TMS0272	Metodologi Penelitian	A	2	8,00	
	TMS 422	Teknik Tenaga Listrik	B	2	6,00	TMS0371	Praktikum Fenomena Dasar Mesin	A	1	3,70	
	TMS 522	Menggambar Mesin	B	2	8,00	TMS0471	Praktikum Prestasi Mesin	A	1	3,70	
	TMS 723	Bahan Teknik I	B*	3	10,50	TMS0571	Proposal Penelitian	E	1	0,00	
	TMS0423	Kinematika dan Dinamika I	B	3	9,00	TMS0672	Kerja Praktek	A	2	7,40	
	TMS0133	Termodinamika Teknik I	B	3	9,00	VIII	TMS0165	Tugas Akhir	E	5	0,00
	TMS0232	Material Teknik II	B*	2	7,00	Jumlah Kredit Kumulatif : 144 Jumlah Nilai Mulu : 481,00 Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) : 3,34 Predikat : MEMUASKAN					
	TMS0333	Mekanika Kekuatan Material	A	3	12,00						
III	TMS0433	Elemen Mesin I	B*	3	10,50						
	TMS0532	Kinematika dan Dinamika II	A	2	7,40						
	TMS0632	Statistika Teknik	B*	2	7,00						
	TMS0732	Analisa Numerik	A	2	8,00						
	TMS0833	Matematika Teknik Mesin I	B	3	9,00						
	TMS0931	Praktikum Fisika	B*	1	3,50						
	TMS0142	Termodinamika Teknik II	B	2	6,00						
	TMS0242	Proses Manufaktur I	B	2	6,00						
	TMS0343	Elemen Mesin II	B	3	9,00						
	TMS0443	Mekanika Fluida I	B*	3	9,90						
IV	TMS0543	Logika Pemrograman	B	3	9,00						
	TMS0643	Matematika Teknik Mesin II	B*	3	9,90						
	TMS0841	Praktikum Pengujian Material	A	1	4,00						
	TMS0153	Pengendalian Panas I	A	3	11,10						
	TMS0252	Mesin Konversi Energi I	A	2	8,00						
	TMS0353	Proses Manufaktur II	B	3	9,00						
	TMS0452	Mekanika Fluida II	B*	2	6,60						
	TMS0552	Sistem Kendali	A	2	8,00						
	TMS0652	Metrolog Industri dan Kontrol Kualitas	A	2	7,40						
	TMS0752	Pengukuran Teknik	B*	2	6,60						
V	TMS0852	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	A	2	8,00						
	TMS0952	Mekatronika I	A	2	7,40						




Lhokseumawe, 19 Oktober 2023
Ketua Program Studi



Abdul Rahman, S.T.M.Eng
NIP. 196811202003121001

9. Bukti Mengikuti Seminar Hasil

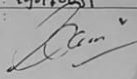
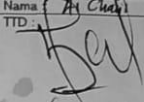
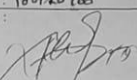
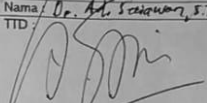
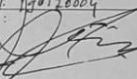
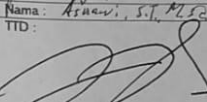
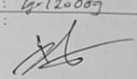
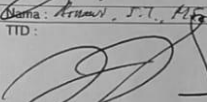
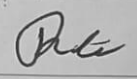
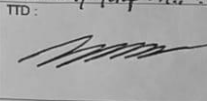


KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN – PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
 Jl. Batam, Blang Pulo, Muara Satu- Lhokseumawe – Aceh (24352)
 Tel. (0645)41373-40915, Faks. (0645)44450
 website: <https://tm.unimal.ac.id>, e-mail: teknikmesin@unimal.ac.id

PRESENSI

Bukti Mengikuti Seminar Hasil Tugas Akhir

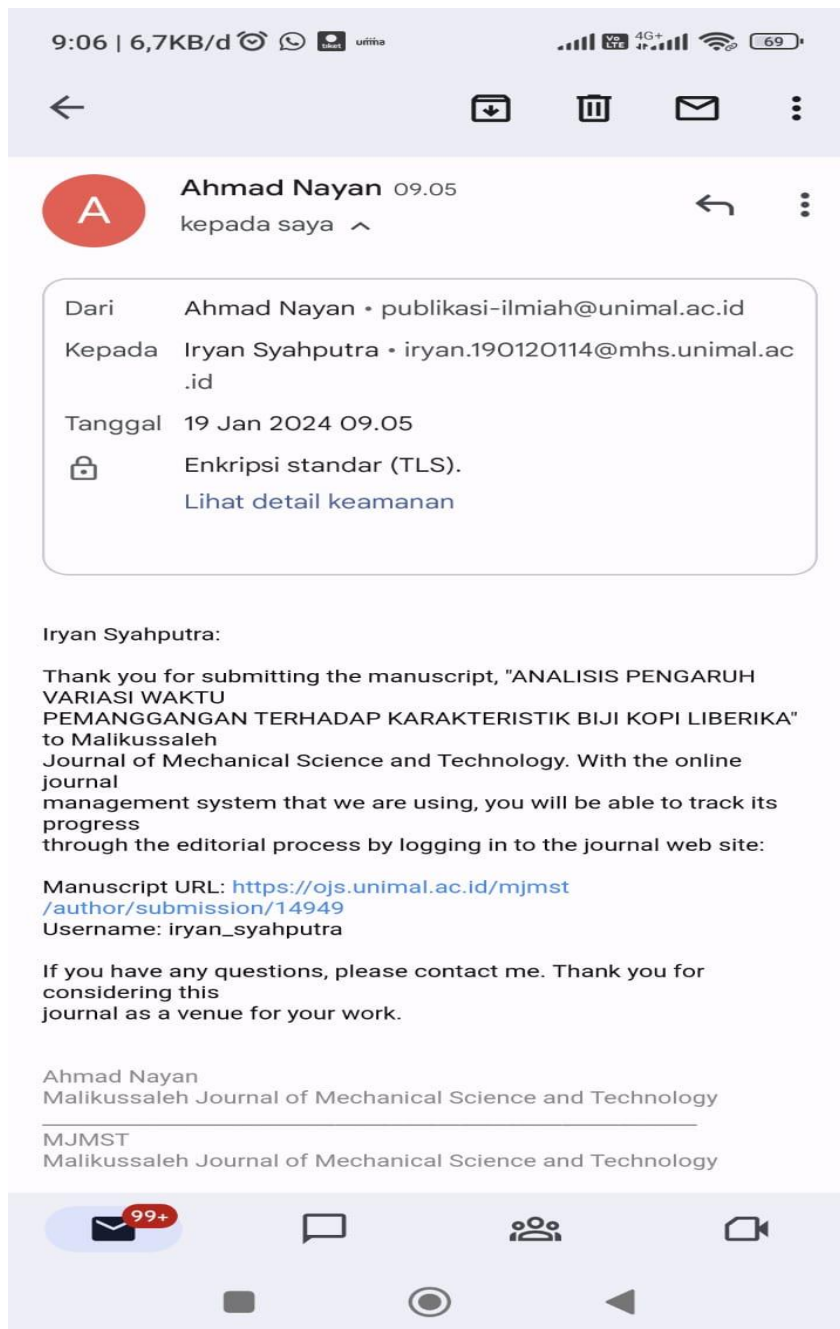
A. Identitas Mahasiswa			Form	
Nama	Iryan Sijahputra			
N I M	190120031			
Konsentrasi Bidang	Konversi Energi		JTM.06/TGA	

B. Kegiatan Seminar yang Diikuti				
No	Waktu Kegiatan	Judul Tugas Akhir	Mahasiswa Seminar (Tanda Tangan)	Dosen Ketua Seminar (Tanda Tangan)
	Hari : <u>Senin</u> Tanggal : <u>11/07/2023</u>	<u>Sifat fisik & thermal biobioink rumpun raja hasil forefaksi menggunakan retort kun</u>	Nama : <u>Aidi Winand</u> NIM : <u>190120031</u> TTD : 	Nama : <u>Arif Chidi</u> TTD : 
	Hari : <u>Senin</u> Tanggal : <u>17/07/2023</u>	<u>Pengaruh Variasi kadar Peroksid & Uraan kadar partikel terhadap sifat fisik & thermal Biopast berbahan dasar anyam limbah kelapa md</u>	Nama : <u>Jaya Rizki Anwar</u> NIM : <u>190120103</u> TTD : 	Nama : <u>Dr. Adh. Saizwan, S.T, M.T</u> TTD : 
	Hari : <u>Jumat</u> Tanggal : <u>21/07/2023</u>	<u>Analisa Perbandingan Sulfat kalsi 15° & 25° terhadap keanangan asitan udara menggunakan orifice plate flow meter</u>	Nama : <u>Diaa Huda Khas</u> NIM : <u>190120084</u> TTD : 	Nama : <u>Arhavi, S.T, M.T</u> TTD : 
	Hari : <u>Jumat</u> Tanggal : <u>21/07/2023</u>	<u>Pengaruh Variasi suhu boiler 35° & 45° orifice plate flow meter terhadap keanangan udara</u>	Nama : <u>Fiki Huda Ht</u> NIM : <u>190120089</u> TTD : 	Nama : <u>Arhavi, S.T, M.T</u> TTD : 
	Hari : Tanggal : <u>5/01/2024</u>	<u>Rancang bangun prototipe elevator 3 lantai berbasis mikrokontroler arduino uno atmega 328</u>	Nama : <u>Ridho Rianda</u> NIM : <u>190120040</u> TTD : 	Nama : <u>Edy Yusuf S.T, M.T</u> TTD : 
	Hari : Tanggal :		Nama : NIM : TTD :	Nama : TTD :
	Hari : Tanggal :		Nama : NIM : TTD :	Nama : TTD :

Catatan:

1. Lembaran presensi ini merupakan bukti hadir sebagai peserta seminar hasil tugas akhir.
2. Diperlukan Sebagai salah satu syarat untuk dapat mengajukan pendaftaran seminar proposal dan hasil tugas akhir.
3. Diisi dan disimpan oleh mahasiswa yang bersangkutan, dan diserahkan pada saat pendaftaran seminar proposal dan tugas akhir.
4. Lembaran ini diprint pada KERTAS KUNING

10. Bukti Submit Jurnal



11. Bukti Toefl

	<p>MINISTRY OF EDUCATION, CULTURES, RESEARCH, AND TECHNOLOGY UNIVERSITAS MALIKUSSALEH LANGUAGE CENTER Kampus Bukit Indah, Jl. Irian no 09, PO BOX 141 Lhokseumawe http://www.unimal.ac.id Email: phsaha.unimal@gmail.com</p>
<p>TEST SCORE RECORD Certificate Number :66/UN45.17/BS/XI/2023 This is to Certify</p>	
<p>Iryan Syahputra</p>	
<p>Place/ Date of Birth :Panggautan/ October 8, 2001.</p>	
<p>Has achieved the following test scores on the paper-based TOEFL</p>	
Section	Scaled Scores
Listening Comprehension	46
Structure and Written Expression	42
Reading Comprehension and Vocabulary	48
Total Scores	453
<p>For internal purposes Date of the test November 17, 2023. Valid through November 17, 2025.</p>	<p>Director,  Teuku Kemal Fasya, M.Hum Reg. 19750409 200501 1 003</p>

12. Curriculum Vitae

CURRICULUM VITAE

IRYAN SYAHPUTRA

I am twenty-one years old. I am an active student at malikussaleh university. In 2022, I joined an internship programme in madiun. I am a person who can work well as part of a team and independently. I am also hardworking and want to learn Consistent in work, communication and can solve a problem. I also have skills in running ms. Office and technical drawing.

PROFILE

Date of Birth : Panggautan, 08 Oktober 2001
Gender : Male
Address : Panggautan , kecamatan Natal
Marital Status : Single
Height : 161 cm
Weight : 52 kg
Nationality : Indonesian
Religion : Islam

CONTACT

+6281275447128
tinxins@gmail.com
Putraa_syah01

SOFT SKILLS

Public Speaking
Problem Solving
Leadership
Time Management
Public Relation

HARD SKILLS

Ms Word	<div style="width: 80%;"></div>
Ms Excel	<div style="width: 70%;"></div>
Ms Powerpoint	<div style="width: 85%;"></div>
Autodesk Inventor	<div style="width: 60%;"></div>
Solidwork	<div style="width: 50%;"></div>

HOBBIES

Painting
Traveling
Music

EDUCATION

2007-2013
SDN 358 Natal

2013-2016
MTs Muhammadiyah 20 Natal

2016-2019
MAS Kulliyatul Mubalighien Muhammadiyah Padang Panjang

2019-Present
University Malikussaleh

ORGANIZATIONAL EXPERIENCE

Member IMM | 2019-2022
University Malikussaleh

- Assisting members for each programme plan
- Providing ideas and suggestions for work programmes organisation and assist in every activity that is held

Secretary for Religious Affairs | 2020-2022
Student assosiation west coast of Mandailing

- Organising activities for every Islamic holiday celebration
- Organised meeting activities with alumni, and professors from the mandailing region

Member HMJ | 2021-2022
University Malikussaleh

- Providing ideas and suggestions for work programmes organisation and assist in every activity that is held

WORKING EXPERIENCE

August 2022-December 2022
Internship at PT Railway Industry Madiun

- Analyse how trains are made, train operations, and types of trains produced
- Analyse the elements of train engines, electric and hybrid trains, train productivity, and business processes at PT INKA and its subsidiaries
- Know about improvements at PT INKA

LANGUAGE

Indonesian	<div style="width: 100%;"></div>
English	<div style="width: 30%;"></div>