

**PENDUGAAN MASA SIMPAN KOPI HERBAL *PEPPERMINT* (*Mentha piperita L*) METODE *ACCELERATED SHELF LIFE TESTING* (ASLT) MODEL ARRHENIUS**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**SELLI ISMA MARIANA  
1814231015**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## ABSTRACT

### ESTIMATION OF SHELF LIFE PEPPERMINT HERBAL COFFEE USING THE ACCELERATED SHELF LIFE TESTING (ASLT) METHOD WITH THE ARRHENIUS MODEL

By

SELLI ISMA MARIANA

Peppermint Herbal Coffee is a diversification of coffee products in an effort to create value added. Every product will certainly experience a decrease in quality after being produced. Estimation of shelf life is very necessary for producers and consumers because it relates to the quality of the product. One way to determine the shelf life of a product is by estimating. This study uses the *accelerated shelf life testing* (ASLT) method with 3 storage temperatures, namely 15°C, 30°C, and 40°C which were stored for 12 days with a test period of 3 days. The purpose of this study is to determine changes in the quality of peppermint herbal coffee during storage and to determine the estimation of the shelf life of peppermint herbal coffee products using the ASLT method with the Arrhenius model. Research data is obtained through the experimental method by conducting direct observations of the object of research. Peppermint herbal coffee is made by soaking robusta coffee beans in peppermint essential oil. The results evinced that 1) The initial quality characteristics of the peppermint herbal coffee product tested in this study had a water content value of 5.157. %; antioxidant content of 86.465%; and the total number of microbes was  $1,401 \times 10^4$  cfu/mg, and 2) The shelf life of the peppermint herbal coffee product tested was 2.4 months at 15°C; 1.6 months at 30°C; and 1.2 months at 40°C.

Keywords: ASLT, Arrhenius, Peppermint Herbal Coffee

## ABSTRAK

### **PENDUGAAN MASA SIMPAN KOPI HERBAL *PEPPERMINT* (*Mentha piperita* L) METODE *ACCELERATED SHELF LIFE TESTING* (ASLT) MODEL *ARRHENIUS***

Oleh

**SELLI ISMA MARIANA**

Kopi Herbal *Peppermint* merupakan diversifikasi produk kopi dalam upaya penciptaan nilai tambah. Setiap produk akan mengalami penurunan mutu setelah diproduksi. Pendugaan masa simpan sangat diperlukan bagi produsen dan konsumen karena berhubungan dengan mutu dan kualitas produk. Salah satu cara untuk mengetahui masa simpan produk adalah dengan melakukan pendugaan masa simpan. Penelitian ini menggunakan metode percepatan (*accelerated shelf life testing*, ASLT) dengan 3 suhu penyimpanan yaitu 15°C, 30°C, dan 40°C yang disimpan selama 12 hari dengan rentang waktu pengujian 3 hari. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui perubahan mutu kopi herbal *peppermint* selama penyimpanan dan mengetahui pendugaan masa simpan produk kopi herbal *peppermint* menggunakan metode ASLT model Arrhenius. Data penelitian diperoleh melalui metode eksperimen dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap objek penelitian. Pembuatan produk dilakukan dengan cara merendam biji kopi robusta dalam minyak atsiri *peppermint*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) Karakteristik mutu awal produk kopi herbal *peppermint* yang diujikan pada penelitian ini memiliki nilai kadar air 5,157%; kadar antioksidan sebesar 86,465%; dan jumlah total mikroba sebanyak  $1,401 \times 10^4$  cfu/mg, dan 3) Masa simpan produk kopi herbal *peppermint* yang diujikan adalah 2,4 bulan pada suhu 15°C; 1,6 bulan pada suhu 30°C; dan 1,2 bulan pada suhu 40°C.

Kata kunci : ASLT, *Arrhenius*, Kopi Herbal *Peppermint*

**PENDUGAAN MASA SIMPAN KOPI HERBAL *PEPPERMINT* (*Mentha piperita L*) METODE *ACCELERATED SHELF LIFE TESTING* (ASLT) MODEL ARRHENIUS**

**Oleh**

**SELLI ISMA MARIANA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul Skripsi : **PENDUGAAN MASA SIMPAN KOPI HERBAL  
PEPPERMINT (*Mentha piperita L*) METODE  
ACCELERATED SHELF LIFE TESTING (ASLT)  
MODEL ARRHENIUS**

Nama Mahasiswa : **Selli Isma Mariana**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1814231015**

Program Studi : **Teknologi Industri Pertanian**

Jurusan : **Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



**Dr. Dra. Maria Erna K., M.Sc.**  
NIP 19611129 198703 2 002

**Ir. Harun Al Rasyid, M.T.**  
NIP 19620612 198803 1 002

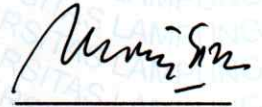
2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

**Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.**  
NIP 19741006 198803 1 005

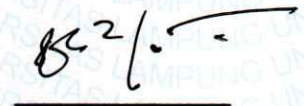
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

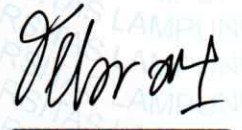
**Ketua : Dr. Dra. Maria Erna K., M.Sc.**



**Sekretaris : Ir. Harun Al Rasyid, M.T.**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Ir. Fibra Nurainy, M.T.A.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
**NIP.19611020 198603 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Juni 2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Selli Isma Mariana NPM 1814231015

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri berdasarkan pada pengetahuan dan penelitian yang telah saya lakukan. Karya ilmiah ini tidak berisi materi yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 27 Juni 2022



**Selli Isma Mariana**  
NPM 1814231015

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama Selli Isma Mariana, dilahirkan di Margorejo pada tanggal 23 Maret 2000 sebagai anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan bapak Iskandar dan Ibu Suwarsini. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Kartikatama, Metro pada tahun 2006, Sekolah Dasar di SDN 5 Metro Barat pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Metro pada tahun 2015, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 3 Metro pada tahun 2018. Selanjutnya penulis tercatat sebagai mahasiswa di Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, program pendidikan Strata (S1) melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2018.

Penulis telah mengikuti program pengabdian langsung kepada masyarakat yaitu Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Februari-Maret 2021 di Kelurahan Mulyojati, Kecamatan Metro Barat, Kota Metro, Lampung. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Salama Nusantara, Wates, Kulon Progo, Yogyakarta pada bulan Agustus-September 2021 dengan judul laporan “Mempelajari Manajemen Pemasaran Teh Mahkota Dewa di PT Salama Nusantara Yogyakarta”.

Selama masa studi penulis pernah menjadi Asisten Praktikum untuk mata kuliah Kimia Dasar II pada tahun 2019 di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penulis juga pernah lolos pendanaan Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) bidang industri makanan dan minuman di Universitas Lampung dengan judul “TOBIS GO” pada tahun 2021.



## SANWACANA

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pendugaan Masa Simpan Kopi Herbal *Peppermint (Mentha piperita L)* Metode *Accelerated Shelf Life Testing (ASLT)* Model Arrhenius”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, petunjuk, arahan, dan saran dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Harun Al Rasyid, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian dan Pembimbing Kedua atas kesabarannya dalam memberikan bimbingan, arahan, dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Dra. Maria Erna K., M.Sc. selaku Pembimbing Utama dan Pembimbing Akademik yang telah dengan sabar membimbing, memberi arahan, bantuan, dan nasihat serta ilmu yang diberikan selama masa studi dan penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Ir. Fibra Nurainy, M.T.A. selaku Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Seluruh Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, ilmu pengetahuan, dan juga bantuannya kepada Penulis serta kepada staf administrasi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
7. Kedua orang tua bapak Iskandar dan ibu Suwarsini, dan keluargaku terimakasih untuk segala doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, pengorbanan yang telah diberikan dengan setulus hati.
8. Qianzi dan Qianzo sikembar lucu terimakasih selalu menghibur disaat Teli sedang penat dengan kehidupan perkuliahan.
9. Teman seperjuangan Penulis, Aldo, Afrilia, Nirma, Naura, Adel, Mala, Regita, Maria, Tasya, terimakasih sudah saling mendukung untuk berproses bersama, mengingatkan, saling meluangkan waktu untuk mendengarkan keluh kesah Penulis.
10. Teman-teman TIP dan THP angkatan 2018 untuk kenangan, dukungan, dan kebersamaannya.
11. Semua pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 27 Juni 2022

Penulis

**Selli Isma Mariana**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Kerangka .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Kopi.....	6
2.2 Kopi Robusta .....	8
2.3 Sifat Fungsional Kopi .....	9
2.4 Kopi Herbal.....	10
2.5 <i>Peppermint (Mentha piperita L.)</i> .....	11
2.6 Antioksidan .....	12
2.6.1 Antioksidan primer .....	13
2.6.2 Antioksidan sekunder .....	13
2.6.3 Antioksidan tersier.....	13
2.7 Penentuan Masa Simpan .....	13
2.8 Ordo Reaksi .....	15
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>17</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
3.2 Bahan dan Alat.....	17
3.3 Metode Penelitian .....	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	18
3.4.1 Pembuatan Kopi Herbal <i>Peppermint</i> .....	18
3.4.2 Karakteristik dan Penurunan Mutu Kopi Herbal <i>Peppermint</i> .....	19
3.4.3 Batas Mutu Kopi Herbal <i>Peppermint</i> .....	19
3.4.4 Pengujian Antioksidan.....	20
3.4.5 Pengujian Kadar Air .....	20

3.4.6 Uji Total Mikroorganisme.....	21
3.4.7 Pengujian Masa Simpan .....	21
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Batas Mutu .....	25
4.2 Perubahan Mutu Kimia dan Mikrobiologi Kopi Herbal <i>Peppermint</i> .....	27
4.2.1 Kadar Antioksidan.....	27
4.2.2 Total Jumlah Mikroorganisme .....	29
4.3 Pendugaan Masa Simpan .....	30
4.3.1 Penentuan Ordo Reaksi .....	31
4.3.2 Perhitungan Masa Simpan Kopi Herbal <i>Peppermint</i> berdasarkan Ordo Nol.....	35
4.3.3 Perhitungan Masa Simpan Kopi Herbal <i>Peppermint</i> berdasarkan Ordo Satu .....	39
<b>V. KESIMPULAN .....</b>	<b>44</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Kandungan Kimia Biji Kopi Robusta .....	9
Tabel 2. SNI 01-2907-2008 Syarat Umum Mutu Biji Kopi Olahan .....	9
Tabel 3. Perbedaan Metode ASLT dan Metode ESS .....	15
Tabel 4. Nilai Mutu Kadar Air .....	26
Tabel 5. Nilai Kadar Antioksidan selama Penyimpanan .....	28
Tabel 6. Jumlah Total Mikroba Kopi Herbal <i>Peppermint</i> .....	29
Tabel 7. Hasil Pengamatan Kadar Air Kopi Herbal <i>Peppermint</i> Selama Penyimpanan di 3 Suhu berbeda .....	31
Tabel 8. Ordo Reaksi Kadar Air Kopi Herbal <i>Peppermint</i> Selama Penyimpanan .....	34
Tabel 9. Plot Arrhenius Perubahan Nilai Kadar Air Selama Penyimpanan (Ordo Nol) .....	35
Tabel 10. Laju Penurunan Mutu berdasarkan Kadar Air .....	37
Tabel 11. Masa Simpan Kopi Herbal <i>Peppermint</i> berdasarkan Ordo Nol.....	38
Tabel 12. Plot Arrhenius Perubahan Nilai Kadar Air Selama Penyimpanan (Ordo Satu) .....	39
Tabel 13. Laju Penurunan Mutu berdasarkan Kadar Air .....	41
Tabel 14. Masa Simpan Kopi Herbal <i>Peppermint</i> berdasarkan Ordo Satu.....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Biji Kopi.....	6
Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Basah ( <i>Wet Process</i> ) .....	7
Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Basah ( <i>Dry Process</i> ) .....	8
Gambar 4. Struktur Molekul Asam Klorogenat.....	10
Gambar 5. Proses Destilasi Uap Minyak Atsiri .....	12
Gambar 6. Pembuatan Kopi Herbal <i>Peppermint</i> .....	18
Gambar 7. Batas Mutu Kopi Herbal <i>Peppermint</i> .....	19
Gambar 8. Grafik regresi linear parameter mutu kopi herbal <i>peppermint</i> (ordo nol).....	22
Gambar 9. Grafik regresi linear parameter mutu kopi herbal <i>peppermint</i> (ordo satu) .....	22
Gambar 10. Grafik hubungan antara nilai $1/T$ dengan $\ln k$ dalam persamaan Arrhenius.....	23
Gambar 11. Skor Hedonik Aroma Kopi Herbal <i>Peppermint</i> .....	26
Gambar 12. Grafik regresi linear parameter mutu kopi herbal <i>peppermint</i> (ordo nol) pada suhu $15^{\circ}\text{C}$ .....	31
Gambar 13. Grafik regresi linear parameter mutu kopi herbal <i>peppermint</i> (ordo satu) pada suhu $15^{\circ}\text{C}$ .....	32
Gambar 14. Grafik regresi linear parameter mutu kopi herbal <i>peppermint</i> (ordo nol) pada suhu $30^{\circ}\text{C}$ .....	32
Gambar 15. Grafik regresi linear parameter mutu kopi herbal <i>peppermint</i> ..... (ordo satu) pada suhu $30^{\circ}\text{C}$ .....	33
Gambar 16. Grafik regresi linear parameter mutu kopi herbal <i>peppermint</i> (ordo nol) pada suhu $40^{\circ}\text{C}$ .....	33
Gambar 17. Grafik regresi linear parameter mutu kopi herbal <i>peppermint</i> (ordo satu) pada suhu $40^{\circ}\text{C}$ .....	34
Gambar 18. Grafik $\ln k$ dan $1/T$ Berdasarkan Kadar Air (Ordo Nol).....	36
Gambar 19. Grafik $\ln k$ dan $1/T$ Berdasarkan Kadar Air (Ordo Satu).....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Kuisisioner Hedonik Kopi Herbal <i>Peppermint</i> .....	51
2. Rekapitulasi Nilai Hedonik terhadap Atribut Aroma Kopi Herbal <i>Peppermint</i> .....	52
3. Proses Pembuatan Kopi Herbal <i>Peppermint</i> .....	53
4. Uji Total Jumlah Mikroorganisme .....	54
5. Uji Aktivitas Antioksidan .....	54
6. Pengujian Kadar Air.....	55
7. Pengujian Organoleptik Atribut Aroma .....	55

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan produk olahan hasil perkebunan yang seringkali diperdagangkan dalam bentuk biji kopi sangrai utuh maupun bubuk karena lebih praktis untuk dibawa serta mudah dalam preparasi. Dewasa ini persaingan industri menuntut para pelaku industri untuk melakukan inovasi produk yang telah ada. Kopi herbal merupakan diversifikasi produk kopi dalam upaya penciptaan nilai tambah. Kopi herbal dibuat dengan mencampurkan berbagai macam rempah-rempah atau tanaman herbal dengan biji kopi. Kopi herbal dipercaya mampu meningkatkan sistem imun dan menjaga tubuh dari berbagai penyakit. Produk kopi herbal telah banyak diteliti seperti kopi jahe (Zulkarnain, 2013), kopi herbal lengkuas (Yuniastri dkk., 2019), dan kopi ginseng (Dewi dkk., 2016). Sementara kopi dengan citarasa *peppermint* belum banyak diungkapkan, oleh karena itu tergolong produk yang belum banyak dikenal luas oleh masyarakat. Kopi herbal dengan citarasa *peppermint* merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan mutu flavor.

Daun *mint* mengandung senyawa mentol, menton, isomenton, piperiton, dan mentil asetat, dimana kandungan mentol merupakan yang paling dominan (Sastrohamidjojo, 2018). Menurut Alankar (2009), *peppermint* memiliki *menthol* serta *pulegone*, polifenol, karoten dan tokoferol yang bertindak sebagai antioksidan. Polifenol merupakan antioksidan terbanyak yang ada pada daun *mint*. Hal ini didukung oleh penelitian Anggraini dkk (2014), bahwa semakin banyak penambahan ekstrak *peppermint* maka aktivitas antioksidan minuman teh daun pegagan semakin meningkat.



Stabilitas mutu produk kopi bubuk ditentukan oleh 2 faktor utama yaitu kelembapan relatif kesetimbangan/ aktivitas air ( $a_w$ ) kemasan dan kadar air kesetimbangan bahan pangan ( $M_e$ ) (Widowati *et.al* 2010). Rentang waktu antara masa produksi dengan masa konsumsi membuat produk kopi perlu disimpan terlebih dahulu. Penurunan mutu produk sangat mungkin terjadi selama masa penyimpanan. Pendugaan masa simpan sebagai cara untuk mengetahui tingkat ketahanan produk.

Produsen perlu mempertimbangkan faktor teknis dan ekonomis untuk menentukan masa simpan produk. Keterangan mengenai masa simpan (masa kadaluarsa) produk merupakan bagian dari konsep pemasaran yang penting secara ekonomi dalam hal pendistribusian produk. Karena pada tahap pendistribusian, produk harus dikemas dengan baik agar tidak terkontaminasi selama perjalanan untuk sampai ke tangan konsumen. Konsumen harus memperhatikan aturan penyimpanan dan konsumsi produk sehingga konsumen bisa mendapatkan kualitas produk sesuai yang tertera pada label dan terjamin keamanannya.

Informasi masa simpan sangat diperlukan bagi produsen maupun konsumen karena berhubungan dengan mutu dan kualitas produk. Produsen memerlukan informasi masa simpan untuk mengatur jangka waktu produksi dan konsumen memerlukan informasi masa simpan agar konsumen yakin dengan keamanan produk untuk dikonsumsi. Selain itu informasi mengenai masa simpan merupakan hal yang wajib dilakukan menurut Undang-Undang Pangan No. 7/1996 serta Peraturan Pemerintah No. 69/1999 tentang Label dan Iklan Pangan, produsen wajib mencantumkan tanggal kadaluarsa pada kemasan produk. Salah satu cara untuk mengetahui pendugaan masa simpan produk adalah dengan melakukan pendugaan masa simpan.

Pendugaan masa simpan dapat dilakukan dengan metode *Extended Storage Studies* (ESS) dan metode percepatan (*accelerated shelf life testing*, ASLT) (Arpah, 2001). ESS disebut metode konvensional penentuan kadaluarsa dengan cara menyimpan produk pada kondisi normal, kemudian diamati perubahan mutu dan masa simpannya. Metode ASLT merupakan penentuan masa simpan produk, dilakukan

dalam waktu singkat dengan akurasi yang baik. Metode ASLT dilakukan dengan mengkondisikan produk pada kondisi lingkungan suhu yang relatif tinggi sehingga titik kritis lebih cepat tercapai (Arif, 2016). Metode ASLT dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan model pendekatan Arrhenius. Pemakaian model Arrhenius didasarkan pada waktu pelaksanaan yang singkat. Senyawa volatil dari minyak *peppermint* memiliki sifat yang mudah menguap sehingga diperlukan perhitungan pendugaan masa simpan sebagai informasi bagi konsumen. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pendugaan masa simpan kopi herbal *peppermint* menggunakan metode ASLT model Arrhenius.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perubahan mutu kopi herbal *peppermint* selama penyimpanan.
2. Mengetahui masa simpan produk kopi herbal *peppermint* menggunakan metode ASLT (*accelerated shelf life testing*) dengan model Arrhenius.

## 1.3 Kerangka

Masa simpan berkaitan dengan waktu saat produk mulai dikemas sampai pada mutu produk yang masih memenuhi syarat dan dalam kondisi baik untuk dikonsumsi. Pengetahuan tentang perhitungan masa simpan sangatlah penting untuk diketahui oleh produsen karena masa simpan merupakan bagian dari mutu produk pangan yang akan mempengaruhi penerimaan produk oleh konsumen (Hine, 1997). Masa simpan dapat dilakukan dengan mengamati produk selama masa penyimpanan selama selang waktu tertentu sampai terjadi perubahan yang sudah tidak bisa diterima lagi oleh konsumen. Hal ini dapat menjadi indikasi bahwa adanya penurunan mutu produk tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian atribut produk sebagai bagian dalam penentuan daya simpannya.

Minuman kopi mempunyai aroma dan rasa yang khas saat penyeduhan sehingga banyak digemari oleh masyarakat. Salah satu bentuk inovasi dari pengolahan biji kopi

yang bisa memberikan nilai tambah adalah kopi herbal *peppermint*. Mustafidah dkk., (2015) menyatakan permasalahan yang sering terjadi pada produk kering adalah sifatnya yang higroskopis atau mudah menyerap air dari udara, adanya transfer uap air pada produk dapat menyebabkan perubahan yang tidak diinginkan yang menyebabkan mutu produk menurun. Hal ini menyebabkan produk menjadi menggumpal akibat adanya penyerapan air dari udara. Kopi herbal *peppermint* memiliki perbedaan dengan kopi pada umumnya, yaitu aroma dari *peppermint*. Aroma dihasilkan dari senyawa-senyawa volatil yang terdapat pada *peppermint*. Parameter aroma menentukan penerimaan konsumen karena aroma menjadi impuls yang menggambarkan tentang karakteristik suatu produk (Ramadhan, 2011).

Kerusakan pangan selama penyimpanan dapat diminimalisir dengan melakukan pengemasan yang sesuai dengan produk yang akan dikemas. Kemasan dapat melindungi produk pangan yaitu dapat mengurangi kerusakan akibat dari cemaran dan gangguan fisik selama proses pasca produksi. Novita dkk., (2021) menyatakan bahwa kopi yang disimpan pada suhu 40°C selama 8 hari dengan kemasan aluminium foil mengalami penurunan mutu nilai citarasa lebih lambat daripada kopi yang disimpan dengan kemasan plastik (PP) yaitu skor sebanyak 75,25 (kemasan aluminium) dan skor sebanyak 68,25 (kemasan plastik PP). Hal ini disebabkan oleh adanya aluminium pada kemasan membuat panas sebagian sulit masuk kedalam biji kopi sehingga dapat memperlambat laju kerusakan kopi.

Penelitian yang telah dilakukan Aulia (2020) menyatakan bahwa konsumen lebih menyukai kopi herbal dengan penambahan minyak atsiri *peppermint* dengan konsentrasi sebanyak 0,5% dengan lama perendaman selama 5 menit, karena jika konsentrasi minyak atsiri *peppermint* melebihi 0,5% cita rasa khas kopi yang disukai konsumen semakin berkurang. Kopi herbal *peppermint* dibuat dengan merendam biji kopi robusta yang telah disangrai kedalam larutan minyak atsiri *peppermint* dengan konsentrasi 0,5% selama 5 menit.

Penentuan masa simpan sangat dipengaruhi oleh suhu penyimpanan, yaitu semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin pendek jangka waktu kadaluarsanya (Hanifa, 2016). Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat. Oleh karena itu, faktor suhu harus diperhitungkan dalam melakukan pendugaan kecepatan penurunan mutu produk selama penyimpanan. Ada dua macam metode dalam penentuan masa simpan produk, yaitu metode konvensional dan metode akselerasi. Metode konvensional dilakukan dengan menyimpan produk sampai produk itu mengalami kerusakan, proses ini memerlukan waktu yang cukup lama. Metode akselerasi atau yang biasa disebut ASLT (*accelerated shelf life testing*) digunakan untuk memperpendek waktu penentuan masa simpan suatu produk, yaitu dengan cara mempercepat terjadinya reaksi penurunan mutu produk pada kondisi penyimpanan yang ekstrim (Kusnandar, 2006). Perhitungan masa simpan dengan metode akselerasi atau ASLT (*accelerated shelf life testing*) dapat ditentukan dengan dua pendekatan yaitu pendekatan kadar air kritis dengan teori difusi yang menggunakan kadar air dan aktivitas air sebagai kriteria kadaluarsa dan pendekatan semi empiris dengan bantuan persamaan Arrhenius yang umumnya menggunakan ordo nol atau ordo satu untuk produk pangan (Syarief et al, 1989).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kopi

Kopi (*Coffea spp*) merupakan tanaman yang termasuk dalam famili Rubiaceae dan genus *Coffea* dengan morfologi tumbuhnya tegak, bercabang, dan dapat tumbuh mencapai 12 m. Buah kopi terdiri atas tiga bagian, yaitu lapisan luar (*exocarp*), lapisan daging (*mesocarp*), dan lapisan kulit tanduk (*endoscarp*). Buah kopi umumnya mengandung dua butir biji (Budiman, 2012). Minuman kopi berasal dari pengolahan biji tanaman kopi yang dikeringkan dan dihaluskan hingga menjadi bubuk yang kemudian diekstraksi.



Gambar 1. Biji Kopi

Ada beberapa jenis kopi yang tersebar di Indonesia antara lain kopi arabika, robusta, dan liberika. Menurut Mulato (2002), kopi memiliki kandungan kafein yang dapat merangsang sistem syaraf pusat dan dalam dosis rendah dapat mengurangi rasa lelah, menyegarkan pikiran, meningkatkan daya pikir dan daya ingat. Kafein terdapat pada bagian biji kopi, kandungan kafein kopi arabika sebesar 1,2% dan kandungan kafein kopi robusta sebesar 2,2% (Ria dan Djumidi, 2000).

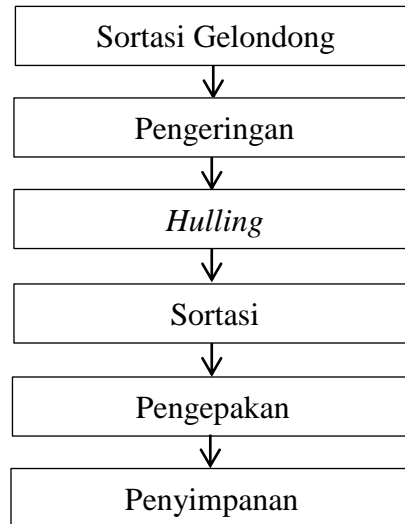
Bonita et al., (2007), menyatakan bahwa berdasarkan cara kerjanya, pengolahan buah kopi dibedakan menjadi 2 macam yaitu pengolahan basah (*wet process*) dan kering (*dry process*). Perbedaan tersebut terletak pada cara kering, pengupasan daging buah, kulit tanduk, dan kulit ari dilakukan setelah kering sedangkan pada cara basah, pengupasan dilakukan sewaktu buah kopi masih basah. Diagram alir pengolahan basah kopi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Basah (*Wet Process*)  
Sumber : Mulato (2012)

Buah kopi mengalami beberapa tahapan sebelum akhirnya menjadi biji kopi bersih atau *green bean*. Pertama, buah kopi dipetik dan disortasi di are perkebunan kopi oleh petani. Selanjutnya buah kopi hasil sortasi tersebut akan dibawa ke area pabrik untuk melalui proses sortasi buah yang bertujuan untuk mendapatkan buah kopi yang seragam, *pulping* (pemisahan kulit dengan pulper), pencucian, pengeringan (penurunan kadar air), *hulling* yang bertujuan untuk memisahkan biji kopi yang sudah kering dari kulit tanduk dan kulit arinya. Selanjutnya, dilakukan sortasi biji kopi untuk memisahkan biji kopi berdasarkan ukuran, cacat biji, dan benda asing,

kemudian dilakukan pengemasan dan penggudangan yang bertujuan untuk memperpanjang daya simpan. Diagram alir pengolahan kering kopi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Basah (*Dry Process*)  
Sumber : Mulato (2012)

Pengolahan secara kering dibagi ke dalam beberapa tahap yaitu sortasi gelondong yaitu sortasi awal buah kopi yang dilakukan di kebun, kemudian dilakukan pengeringan yang bisa dilakukan secara alami menggunakan sinar matahari ataupun cara buatan. *Hulling* pada pengolahan kering bertujuan untuk memisahkan biji kopi dari kulit buah, kulit tanduk, dan kulit arinya. Kemudian dilakukan sortasi dari kotoran dan mengklasifikasikan kopi menurut standar mutu yang ditetapkan. Tahap selanjutnya yaitu pengemasan dan penyimpanan kopi dalam karung yang bersih dan disimpan ditempat yang kering.

## 2.2 Kopi Robusta

Kopi robusta (*Coffea canephora*) adalah salah satu jenis kopi yang menduduki 25% pasar dunia dengan ciri-ciri kopi robusta yaitu memiliki rasa seperti coklat, lebih pahit, dan sedikit asam. Tanaman kopi robusta biasanya dapat berproduksi pada umur 2,5 tahun dengan umur ekonomis hingga 15 tahun. Kopi robusta tahan terhadap karat

daun, tumbuh pada ketinggian 400-700 m di atas permukaan laut dengan temperatur 21°C-24°C (Winarno dan Darsono, 2019). Kandungan Kimia dari biji kopi robusta disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Kimia Biji Kopi Robusta

Komponen	Konsentrasi (g/100g)	
	<i>Green Coffea canephora</i>	Roasted <i>Coffea canephora</i>
Sukrosa	0,9 – 4,0	1,6 – tr
Gula Pereduksi	0,4	0,3
Polisakarida	48 – 55	37
Lignin	3,0	3,0
Pectin	2,0	2,0
Protein	10,0 – 11,0	7,5 – 10
Asam Amino Bebas	0,8 – 1,0	Tidak terdeteksi
Kafein	1,5 – 2,5	2,4 – 2,5
Trigonelline	0,6 – 0,7	0,7 – 0,3

Sumber : Farah, 2012

Tabel 2. SNI 01-2907-2008 Syarat Umum Mutu Biji Kopi Olahan

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

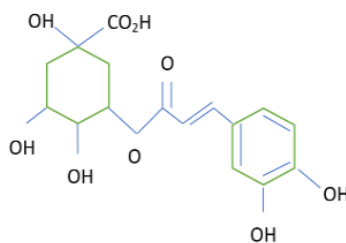
### 2.3 Sifat Fungsional Kopi

Minuman fungsional adalah minuman yang mengandung satu atau lebih komponen pangan yang mempunyai fungsi fisiologis tertentu dan terbukti tidak membahayakan serta memberikan manfaat bagi kesehatan (BPOM, 2011). Fungsi-fungsi fisiologi yang dimiliki oleh minuman fungsional antara lain adalah menjaga daya tahan tubuh, mempertahankan kondisi fisik, mencegah proses penuaan, dan mencegah penyakit yang berkaitan dengan pengaruh minuman. Salah satu minuman fungsional yang sudah diketahui manfaatnya adalah kopi. Kopi memiliki manfaat sebagai antioksidan



karena memiliki polifenol yang dapat merangsang kinerja otak. Menurut Almanda (2009), polifenol merupakan senyawa kimia yang bekerja sebagai antioksidan kuat yang ada dalam kopi. Polifenol yang ada pada kopi diantaranya adalah asam kafeat, asam klorogenat, asam kumarat, asam ferulat, dan asam sinapat (Hecimovic et al., 2011).

Natella, *et al* (2002) menyatakan bahwa kopi mempunyai kapasitas antioksidan 5-8 kali lebih tinggi dibandingkan kapasitas antioksidan pada teh, dan komponen yang paling berperan adalah senyawa polifenol. Salah satu komponen polifenol yang terdapat dalam jumlah banyak di dalam kopi adalah asam klorogenat. Kopi robusta (*Coffea canephora*) mengandung asam klorogenat (CGA) lebih banyak dibandingkan dengan kopi arabika (*Coffea arabika*) dan kopi liberika (*Coffea liberica*) yaitu sekitar 7-14%. Struktur molekul asam klorogenat disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Molekul Asam Klorogenat  
(Sumber : Crozier *et al.*, 2006)

## 2.4 Kopi Herbal

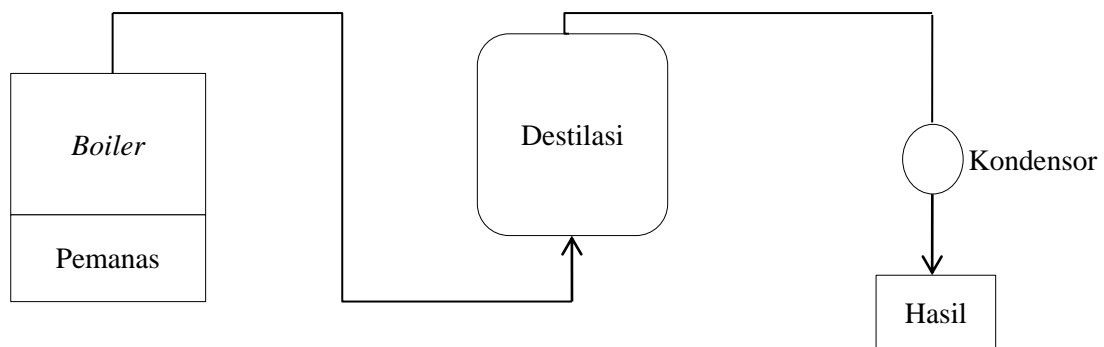
Diversifikasi kopi yang telah dilakukan antara lain kopi dengan penambahan flavor buah dan kopi herbal. Salah satu pengembangan minuman kopi yang memberikan manfaat bagi kesehatan adalah kopi herbal. Kopi herbal dibuat dengan mencampurkan berbagai macam rempah-rempah atau tanaman herbal dengan biji kopi. Kopi herbal dipercaya mampu meningkatkan sistem imun dan menjaga tubuh dari berbagai penyakit seperti flu, influenza, dan batuk karena kandungan herbal didalamnya.

## 2.5 Peppermint (*Mentha piperita L.*)

*Peppermint* merupakan tanaman herbal aromatik penghasil minyak atsiri yang banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri makanan, farmasi, dan kosmetik. Daun *mint* memiliki aroma yang khas, pada daun dan ujung cabang tanaman yang sedang berbunga. Daun *mint* mengandung senyawa mentol, menton, isomenton, piperiton, dan mentil asetat, dimana kandungan mentol merupakan yang paling dominan (Sastrohamidjojo, 2018).

Daun *mint* (*Mentha piperita L.*) banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi, rokok, makanan antara lain untuk pembuatan pasta gigi, minyak angin, balsam, kembang gula dan lain-lain. Berdasarkan penggunaannya sebagai bumbu, *mint* (*Mentha piperita L.*) dapat digunakan untuk bumbu daging, ikan, saus, sup, masakan rebus, cuka, minuman teh, tembakau, dan minuman anggur. Ujung daun yang segar dari seluruh jenis mint juga digunakan dalam minum-minuman, buah, saus apel, es krim, jeli, salad, dan sayur. Sedangkan, dalam dunia kedokteran, kandungan ekstrak minyak daun mint yang mudah menguap yaitu menthol digunakan untuk sakit perut, pereda batuk, inhalasi, *mouthwashes*, pasta gigi, dsb. Daun *mint* (*Mentha piperita L.*) digunakan oleh para herbalis sebagai antiseptik, antipruritik, dan obat karminatif. Sedangkan ekstrak tanamannya memiliki kandungan radioprotektif, antioksidan, antikarsinogenik, antialergik, antispasmodik. Selain itu, aroma dari peppermint dapat digunakan sebagai inhalan untuk sesak napas, bahkan peppermint tea juga digunakan untuk pengobatan batuk, bronchitis, dan inflamasi pada mukosa oral dan tenggorokan.

Destilasi atau penyulingan adalah metode pemisahan kimia-fisika yang digunakan untuk mengambil minyak atsiri. Prinsip kerja dari destilasi adalah pemisahan komponen campuran yang terdiri dari dua cairan atau lebih berdasarkan perbedaan titik didih komponen-komponen senyawa (Putri, dkk., 2021). Proses destilasi uap minyak atsiri disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses Destilasi Uap Minyak Atsiri

*Peppermint* memiliki kekuatan yang sangat tinggi sebagai antioksidan primer yang bereaksi dengan senyawa radikal bebas. Polifenol merupakan komponen yang bertanggung jawab sebagai antioksidan (Nickavar dkk, 2008). Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Anggraini dkk., (2014) yang menyatakan bahwa semakin banyak penambahan ekstrak *peppermint* maka aktivitas antioksidan minuman teh daun pegagan semakin meningkat. Hal ini disebabkan kandungan dari ekstrak *peppermint* memiliki menthol serta pulegone (Alankar, 2009), polifenol (19%), karoten dan tokoferol yang bertindak sebagai antioksidan.

## 2.6 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkap radikal bebas dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan (radikal bebas) sehingga aktivitas senyawa oksidan dapat terhambat (Winarti, 2010). Antioksidan memiliki peran penting untuk mempertahankan mutu produk pangan serta kesehatan dan kecantikan. Pada bidang kesehatan dan kecantikan, antioksidan berfungsi untuk mencegah kanker dan tumor, penyempitan pembuluh darah, dan mencegah terjadinya penuaan dini (Tamat *et al*, 2010). Penelitian Bettina dan Lothar (2006) menyatakan bahwa biji kopi robusta memiliki kandungan polifenol lebih tinggi dari kopi arabika dan berperan sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan dapat menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi dengan cara terbentuknya radikal bebas. Menurut Winarsi (2007), berdasarkan mekanisme kerjanya, antioksidan dibedakan menjadi

tiga kelompok, yaitu antioksidan primer, antioksidan sekunder, dan antioksidan tersier.

### **2.6.1 Antioksidan primer**

Antioksidan yang bekerja dengan cara mencegah terbentuknya radikal bebas baru dan mengubah radikal bebas menjadi molekul yang tidak merugikan. Contohnya adalah transferin, feritin, albumin.

### **2.6.2 Antioksidan sekunder**

Antioksidan sekunder berfungsi untuk menangkap radikal bebas dan mencegah terjadinya reaksi berantai sehingga tidak terjadi kerusakan yang lebih besar. Contohnya adalah vitamin E, vitamin C, dan betakaroten yang didapat dari buah-buahan.

### **2.6.3 Antioksidan tersier**

Antioksidan tersier merupakan senyawa yang akan memperbaiki sel dan jaringan yang rusak karena serangan radikal bebas. Contohnya enzim metionin sulfoksida reduktase yang memperbaiki DNA pada penderita kanker.

## **2.7 Penentuan Masa simpan**

Masa simpan merupakan rentang waktu antara produk mulai diproduksi sampai produk tersebut dikonsumsi dimana produk berada dalam kondisi yang memuaskan pada sifat- sifat penampakan, rasa, aroma, tekstur, dan nilai gizi. Masa simpan produk berkaitan erat dengan nilai kadar air, suhu, dan kelembaban (Harris dan Fadli, 2014). Terdapat enam faktor utama yang mengakibatkan terjadinya penurunan mutu produk pangan yaitu massa oksigen, uap air, cahaya, mikroorganisme, kompresi atau bantingan, dan bahan kimia toksik. Faktor yang sangat berpengaruh terhadap penurunan mutu produk pangan adalah perubahan kadar air dalam produk. Aktivitas air ( $a_w$ ) berkaitan erat dengan kadar air, yang umumnya digambarkan sebagai kurva isothermis serta pertumbuhan bakteri, jamur, dan mikroba lainnya.

Penentuan masa simpan suatu produk bisa dilakukan dengan berbagai metode pengujian. Perubahan mutu suatu produk bisa diukur dari perubahan secara fisik, kimia, maupun tingkat penerimaan secara sensori. Penentuan masa simpan suatu produk dapat dilakukan dengan mengamati produk selama penyimpanan sampai terjadi perubahan yang tidak dapat diterima lagi oleh konsumen. Pendugaan masa simpan juga dapat dilakukan dengan mengamati perubahan yang terjadi pada produk selama selang waktu tertentu. Perubahan yang terjadi dapat mengindikasikan adanya penurunan mutu produk tersebut. Masa simpan produk pangan dapat diduga dan ditetapkan waktu kadaluwarsanya dengan menggunakan dua konsep studi penyimpanan produk pangan yaitu dengan *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Storage Studies* (ASS) (Floros dan Gnanasekharan, 1993).

Penentuan masa simpan produk dengan ESS, yang juga sering disebut sebagai metode konvensional, adalah penentuan tanggal kadaluwarsa dengan cara menyimpan satu seri produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya (*usable quality*) hingga mencapai tingkat mutu kadaluwarsa. Metode ini akurat dan tepat, namun pada awal penemuan dan penggunaan metode ini dianggap memerlukan waktu yang panjang dan analisis parameter mutu yang relatif banyak serta mahal. Metode konvensional biasanya digunakan untuk mengukur masa simpan produk pangan yang telah siap edar atau produk yang masih dalam tahap penelitian. Pengukuran masa simpan dengan metode konvensional dilakukan dengan cara menyimpan beberapa bungkus produk yang memiliki berat serta tanggal produksi yang sama pada beberapa desikator atau ruangan yang telah dikondisikan dengan kelembapan yang seragam. Pengamatan dilakukan terhadap parameter titik kritis atau kadar air (Herawati, 2008).

Penentuan masa simpan produk dengan metode *Accelerated Storage Studies* (ASS) atau sering disebut dengan *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) merupakan metode yang menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat (*Accelerated*) terjadinya reaksi-reaksi penurunan mutu produk pangan. Keuntungan metode ini yaitu waktu pengujian yang relatif singkat, namun tetap memiliki ketepatan dan

akurasi yang tinggi (Arpah, 2001). Metode akselerasi pada dasarnya adalah metode kinetik yang disesuaikan untuk produk pangan tertentu. Penentuan masa simpan produk dengan metode akselerasi dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu pendekatan kadar air kritis dengan teori difusi dengan menggunakan perubahan kadar air dan aktivitas air sebagai kriteria kedaluwarsa, dan pendekatan semiempiris dengan bantuan persamaan Arrhenius, yaitu dengan teori kinetika yang pada umumnya menggunakan ordo nol atau satu untuk produk pangan. Ordo reaksi menyatakan besarnya pengaruh konsentrasi pereaksi pada laju reaksi yang hanya dapat ditentukan secara eksperimen. Perbedaan metode ASLT dan metode ESS disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan Metode ASLT dan Metode ESS

No.	Metode <i>Accelerated Shelf Life Test</i> (ASLT)	Metode <i>Extended Storage Studies</i> (ESS)
1.	Penentuan masa simpan dilakukan dengan menggunakan parameter kondisi lingkungan yang dapat mempercepat proses penurunan mutu ( <i>usable quality</i> ) produk pangan.	Penentuan tanggal kadaluwarsa dengan cara menyimpan satu seri produk pada kondisi normal sehari-hari dan dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya ( <i>usable quality</i> ) hingga mencapai tingkat mutu kadaluwarsa.
2.	Waktu pengujian relatif singkat, namun ketepatan dan akurasinya tinggi.	Metode ini memerlukan waktu yang panjang dan analisis parameter mutu yang relatif banyak serta memerlukan biaya yang mahal.

## 2.8 Ordo Reaksi

Selama penyimpanan akan terjadi reaksi kimia pada produk pangan, sehingga terjadi perubahan nilai parameter mutu. Perubahan nilai parameter tersebut mengikuti pola

reaksi tertentu. Ordo reaksi yang umum terjadi pada produk pangan adalah ordo reaksi 0 dan ordo reaksi 1 (Labuza, 1982).

Persamaan reaksi ordo nol =  $d[A]/dt = k$

Persamaan reaksi ordo satu =  $d[A]/dt = k [A_0]$

Keterangan :

A = nilai akhir parameter mutu setelah waktu t

A<sub>0</sub> = nilai awal parameter mutu

t = waktu penyimpanan (dalam hari)

k = konstanta laju reaksi

Kecepatan perubahan parameter mutu yang mengikuti ordo nol tidak bergantung pada nilai awal dari parameter mutu, sedangkan untuk ordo satu sangat dipengaruhi oleh nilai awal dari parameter mutu, semakin tinggi nilai awal parameter mutu maka kecepatan perubahan parameter mutu juga akan semakin besar. Orde reaksi dari perubahan parameter mutu dapat ditentukan dengan cara mengukur nilai parameter mutu secara periodik selama waktu tertentu. Setelah diperoleh nilai parameter mutu pada beberapa waktu penyimpanan, langkah selanjutnya adalah membuat dua persamaan regresi. Persamaan regresi pertama adalah persamaan regresi antara nilai parameter mutu (sumbu y) dengan waktu penyimpanan (sumbu x), sedangkan persamaan regresi kedua adalah persamaan regresi antara logaritma nilai parameter mutu (sumbu y) dengan waktu penyimpanan (sumbu x) (Labuza, 1982).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Februari 2022 sampai April 2022.

#### 3.2 Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software microsoft excel*, inkubator, timbangan digital, vortex, grinder kopi, gelas ukur, thermometer, erlenmeyer, pengaduk spatula, gelas beaker, spektrofotometer UV-VIS, sealer, cawan petri, cawan porselen, tabung reaksi, dan rak tabung reaksi. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kopi robusta, minyak atsiri *peppermint*, kemasan aluminium, aluminium foil, aquades, methanol, media PCA (*Plate Count Agar*), NaCl (*Sodium Chloride*) dan serbuk DPPH.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode eksperimen dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap objek penelitian. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan menyimpan produk biji kopi herbal *peppermint* dalam suhu 40°C untuk menentukan berapa lama kerusakan pada suhu maksimal yang didapatkan jangka waktu yang diinginkan pada ketiga suhu yang digunakan, kemudian diukur kadar air dalam rentang waktu tertentu dan dilakukan pengujian organoleptik atribut aroma secara berkala untuk mengetahui batas penerimaan produk oleh konsumen. Perkiraan masa simpan dilakukan pada kondisi penyimpanan suhu 15°C, 30°C, dan 40°C. Sampel yang digunakan adalah produk kopi herbal *peppermint* dengan massa 5 gram. Sampel selanjutnya disimpan dalam

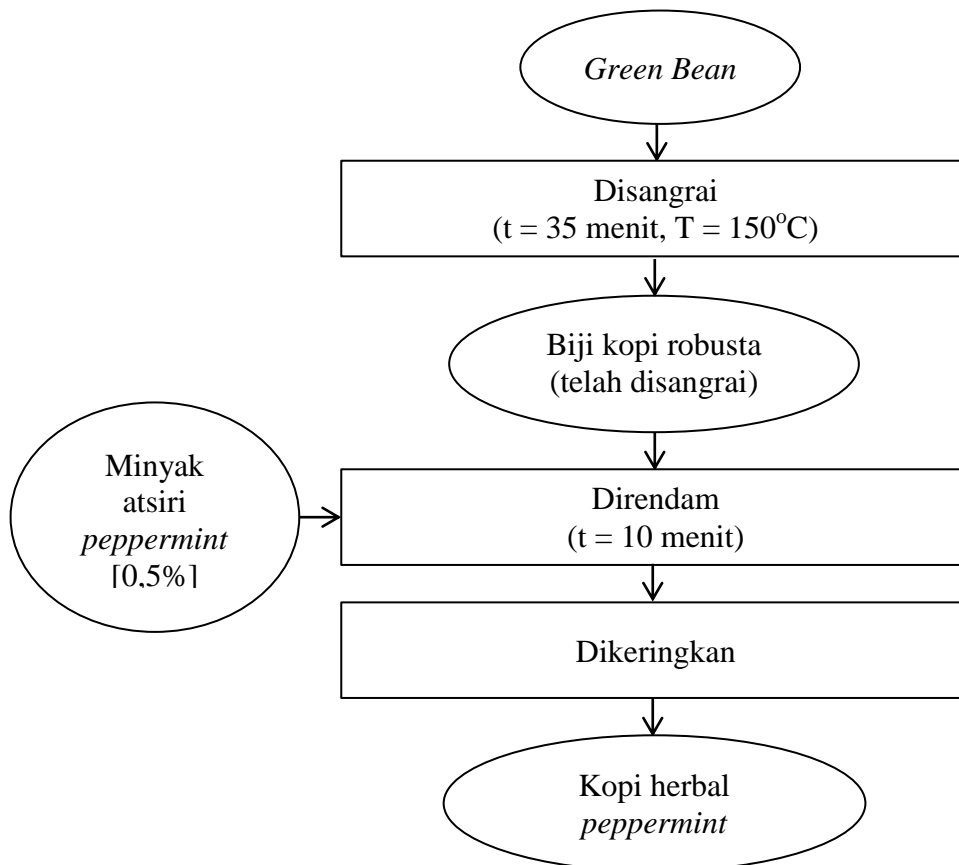


suhu yang berbeda-beda dan setiap 3 hari sekali akan diambil sampel dan dilakukan analisa kadar air dan diuji analisis sensori deskriptif menggunakan parameter organoleptik uji hedonik (tingkat kesukaan) parameter aroma. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan *software microsoft excel* untuk menguji interaksi antar parameter yang digunakan yaitu lama penyimpanan dan variasi suhu penyimpanan. Data hasil pengujian kopi herbal *peppermint* selama penyimpanan selanjutnya akan digunakan untuk memperkirakan masa simpannya menggunakan metode ASLT dengan model pendekatan Arrhenius.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan Kopi Herbal *Peppermint*

Pembuatan kopi herbal *Peppermint* disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pembuatan Kopi Herbal *Peppermint*

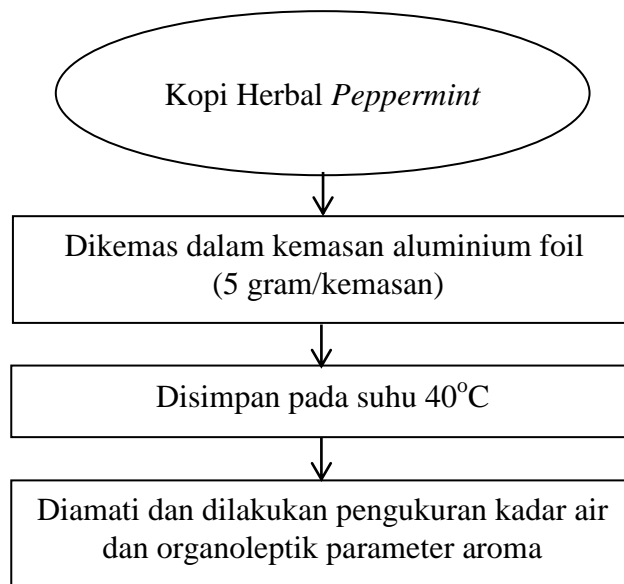
Pembuatan kopi herbal *peppermint* dimulai dari *green bean* yang disangrai pada suhu  $150^{\circ}\text{C}$  selama 35 menit, kemudian kopi yang telah disangrai ditimbang sebanyak 100 g dengan timbangan analitik kemudian direndam dalam minyak atsiri *peppermint* dengan konsentrasi 0,5% selama 10 menit. Kemudian dikeringkan dengan suhu ruang.

### 3.4.2 Karakteristik dan Penurunan Mutu Kopi Herbal *Peppermint*

Karakterisasi produk dilakukan dengan analisis kadar air, aktivitas antioksidan, dan uji jumlah mikroorganisme dari produk kopi herbal *peppermint*.

### 3.4.3 Batas Mutu Kopi Herbal *Peppermint*

Batas mutu kopi herbal *Peppermint* disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Batas Mutu Kopi Herbal *Peppermint*

Kopi herbal *peppermint* dikemas (5 gram/kemasan) menggunakan kemasan aluminium foil dan disimpan pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Pengamatan Kopi herbal *peppermint* yang disimpan pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  dilakukan pengamatan terhadap aroma dan kadar air dari Kopi herbal *peppermint* yang diujikan dilakukan tiap tiga hari sekali. Mutu kritis ditentukan pada saat 75% panelis menyatakan tidak suka pada produk kopi herbal *peppermint*. Digunakan 20 orang panelis tidak terlatih untuk melakukan uji hedonik.

### 3.4.4 Pengujian Antioksidan

Aktivitas antioksidan dianalisis dengan diawali pembuatan larutan kontrol DPPH (*diphenyl picrylhydrazil*). Larutan DPPH ditimbang 0,0078 g dalam ruang gelap kemudian dilarutkan dengan etanol 96% sebanyak 100 mL. Larutan diambil 5 mL dimasukkan kedalam kuvet untuk diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Hasil pengukuran absorbansi dihitung sebagai absorbansi kontrol (Ak).

Pengujian larutan ekstrak dengan larutan ekstrak kopi herbal *peppermint* dipipet 1 mL dan ditambahkan larutan DPPH sebanyak 2 mL, setelah itu diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit. Kemudian dimasukkan dalam kuvet sebanyak 5 mL untuk diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Larutan sampel yang didapat digunakan sebagai Absorbansi sampel (As). Selanjutnya absorbansi dari ekstrak kopi herbal *peppermint* dibandingkan dengan absorbansi DPPH sehingga diperoleh presentase aktivitas antioksidannya. Perhitungan presentase aktivitas antioksidan terhadap radikal DPPH dari masing-masing konsentrasi larutan sampel dihitung dengan rumus (Brand-Williams, *et al.* 1995) :

$$\% \text{ Aktivitas Antioksidan} = \frac{A_k - A_s}{A_k} \times 100\%$$

Keterangan :

Ak = Absorbansi Kontrol

As = Absorbansi Sampel

### 3.4.5 Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri, Prinsip dari metode ini adalah menguapkan air yang ada dalam bahan pangan dengan jalan pemanasan. Cawan kosong dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 10 menit. Sebanyak 2-10 gram sampel ditimbang di dalam cawan yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam, didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai bobot konstan. Kadar air dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100 \%$$

Keterangan :

$B_1$  = Bobot contoh awal (g)

$B_2$  = Bobot contoh akhir (g)

### 3.4.6 Uji Total Mikroorganisme

Uji total mikroba dilakukan untuk menghitung jumlah mikroba yang terdapat pada kopi herbal *peppermint*. Metode yang digunakan adalah metode hitung cawan dengan menggunakan agar tuang. Sebanyak 1 gram sampel diencerkan dengan 9 ml larutan garam fisiologis sehingga terbentuk pengenceran  $10^{-1}$ . Pengenceran dilakukan lagi dengan memipet 1 ml larutan, dicampurkan dengan 9 ml larutan garam fisiologis, sehingga terbentuk pengenceran  $10^{-2}$ . Pengenceran dilakukan terus hingga didapatkan pengenceran hingga  $10^{-5}$ . Pada pengenceran  $10^{-4}$  dan  $10^{-5}$ , masing-masing dipipetkan 1 ml ke cawan petri dan dituangkan media agar PCA (*Plate Count Agar*) sebanyak 15 ml hingga menutupi dasar cawan. Cawan diinkubasi selama 2 hari pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Seluruh koloni mikroorganisme yang tumbuh pada media dihitung. Penghitungan jumlah koloni dilakukan dengan menggunakan alat Quebec Colony Counter.

### 3.4.7 Pengujian Masa Simpan

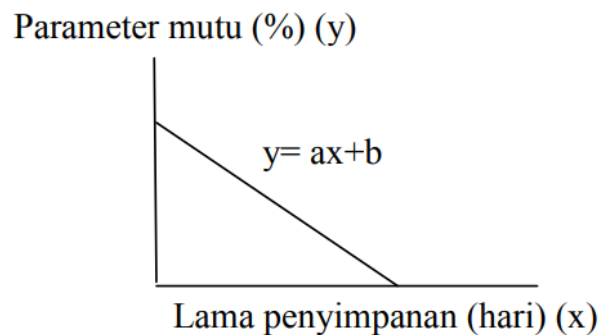
Penentuan masa simpan kopi dilakukan menggunakan metode akselerasi dengan parameter kadar air. Berdasar pendekatan Arrhenius, perubahan mutu produk sangat dipengaruhi oleh faktor suhu. Prosedur perhitungan masa simpan dengan metode Arrhenius yaitu:

1. Menentukan ordo dan nilai konstanta reaksi

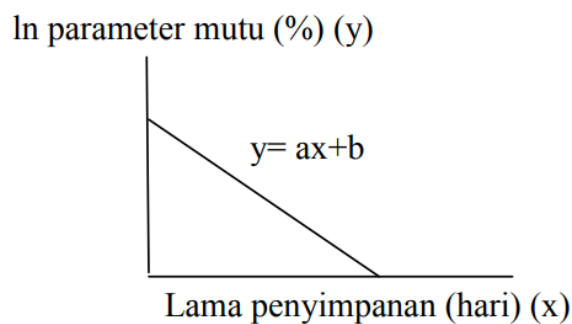
Menentukan ordo dan nilai konstanta reaksi dari data hasil pengamatan parameter mutu kadar air kopi herbal *peppermint* yang diperoleh pada suhu  $15^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}\text{C}$ , dan  $40^{\circ}\text{C}$ . Caranya yaitu dengan memplotkan data hasil parameter mutu pada sumbu y

dan lama penyimpanan pada sumbu x. Berikut regresi linear dan persamaan garis parameter mutu selama penyimpanan seperti disajikan pada Gambar (ordo nol) dan (ordo satu).

Orde reaksi dari perubahan parameter mutu dapat ditentukan dengan cara mengukur nilai parameter mutu secara periodik selama waktu tertentu. Setelah diperoleh nilai parameter mutu pada beberapa waktu penyimpanan, langkah selanjutnya adalah membuat dua persamaan regresi. Persamaan regresi pertama adalah persamaan regresi antara nilai parameter mutu (sumbu y) dengan waktu penyimpanan (sumbu x), sedangkan persamaan regresi kedua adalah persamaan regresi antara logaritma nilai parameter mutu (sumbu y) dengan waktu penyimpanan (sumbu x).



Gambar 8. Grafik regresi linear parameter mutu kopi herbal *peppermint* (ordo nol).

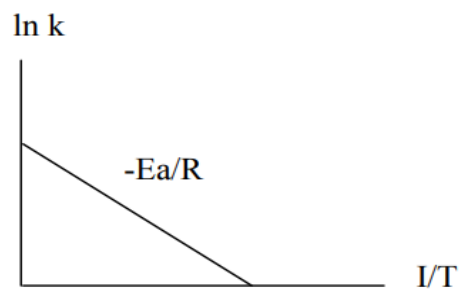


Gambar 9. Grafik regresi linear parameter mutu kopi herbal *peppermint* (ordo satu)

Berdasarkan gambar 8 dan 9 nilai t akan didapatkan nilai slope (k), intercept (b/konstanta), dan koefisien korelasi ( $R^2$ ), dimana nilai k pada ketiga suhu penyimpanan tersebut kemudian diterapkan pada persamaan Arrhenius.

## 2. Menentukan Nilai Energi Aktivasi

Energi aktivasi merupakan energi minimal yang diperlukan untuk terjadinya suatu reaksi kimia. Model persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai energi aktivasi adalah persamaan Arrhenius. Nilai  $k$  yang diperoleh kemudian diubah ke dalam nilai  $\ln k$ , kemudian nilai  $\ln k$  diplotkan sebagai koordinat  $y$  (ordinat) dan  $1/T$  diplotkan pada koordinat  $x$  (absis).  $1/T$  merupakan satuan suhu dalam derajat Kelvin. Hubungan antara nilai regresi linear dari  $\ln k$  dan  $1/T$  pada kemasan polipropilen dapat dilihat dalam Gambar 10.



Gambar 10. Grafik hubungan antara nilai  $1/T$  dengan  $\ln k$  dalam persamaan Arrhenius

Nilai slope dari persamaan garis lurus tersebut merupakan nilai  $-Ea/R$  dalam persamaan Arrhenius dan interceptnya berupa nilai  $k_0$ . Sebelumnya nilai interceptnya diubah dalam bentuk  $\ln$  intercept (b/konstanta). Setelah diperoleh nilai  $\ln$  intercept dan  $-Ea/R$ , kemudian dimasukkan ke dalam rumus :

$$k = k_0 \cdot \exp^{(Ea/RT)}$$

keterangan :

$k$  : konstanta laju penurunan mutu

$k_0$  : konstanta (faktor frekuensi yang tidak tergantung suhu)

$Ea$  : energi aktivasi (kal/mol)

$T$  : suhu mutlak ( $K = C + 273$ )

$R$  : konstanta gas ideal (1,986 kal/mol K)

Selanjutnya masa simpan produk kopi herbal dihitung menggunakan persamaan Arrhenius ordo 0 dan ordo 1. Asumsi yang digunakan untuk model Arrhenius ini adalah perubahan faktor mutu hanya ditentukan oleh satu macam pereaksi saja, tidak terdapat pereaksi lain yang mengakibatkan perubahan mutu. Proses perubahan mutu tidak dianggap sebagai akibat dari proses-proses yang terjadi sebelumnya, suhu penyimpanan tetap atau dianggap konstan.

## V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Karakteristik mutu awal produk kopi herbal *peppermint* yang diujikan pada penelitian ini memiliki nilai kadar air 5,157%; kadar antioksidan sebesar 86,465%; dan jumlah total mikroba sebanyak  $1,401 \times 10^4$  cfu/mL. Selama masa penyimpanan, terjadi peningkatan pada parameter kadar air dan jumlah total mikroba, sedangkan kemungkinan tidak terdapat perubahan pada aktivitas antioksidan.
2. Masa simpan produk kopi herbal *peppermint* yang diujikan adalah 2,4 bulan pada suhu 15°C; 1,6 bulan pada suhu 30°C; dan 1,2 bulan pada suhu 40°C.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustine, Septilia. 2018. Analisa Kadar Kafein dan Analisa Cemaran Mikroba sebagai Pengawasan Mutu Produk Kopi Jahe Sidomuncul. *Skripsi*. Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang. 63 hlm.
- Akhmadi, Y. 2018. Karakteristik Sifat Antioksidatif dan Sensori Kopi-Jahe Instan Berbasis Biji Kopi Arabika Dekafeinasi dan Non-Dekafeinasi pada berbagai Formula. *Skripsi*. Universitas Jember. Jember. 48 hlm.
- Alankar, S. 2009. A review on Peppermint Oil. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2(2). 27-33.
- Ali, Muhammad. 2018. *Analisis Break Event Point (BEP) pada Pabrik Gula di Kabupaten Takalar*. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar. 73 hlm.
- Almanda, P. D. 2009. *Pengaruh Perubahan Proses Dekafeinasi Kopi dalam Reaktor Kolom Tunggal Terhadap Mutu Kopi*. (Tesis). IPB. Bogor. 80 hlm.
- Anggraini, T., Silvi, D., Ismanto, S., D., dan Firdaus, A. 2014. Pengaruh Penambahan Peppermint (*Mentha piperita* L.) terhadap Kualitas Daun Pegagan (*Centella asiatica*, L. *urban*). *Jurnal Litbang Industri*. 4(2) 79-88.
- Arif, Abdullah Bin. 2016. Metode *Accelerated Shelf Life Test (ASLT)* dengan Pendekatan Arrhenius dalam Pendugaan Masa Simpan Sari Buah Nanas, Pepaya dan Cempedak. *Jurnal Informatika Pertanian*. 25(2) 189-198.
- Arpah. 2001. *Buku dan Monograf Penentuan Kadaluarsa Produk*. Program Studi Ilmu Pangan. IPB. Bogor. 151 hlm.
- Artha, B. A., Wulandari, Y. W., dan Nanik Suhartatik. 2020. Aktivitas Antioksidan Kopi Rempah dengan Penambahan Kapulaga (*Amomum compactum*) dan Kayu Manis (*Cinnamomum verum*). *JITIPARI*. 5(2) 48-58.
- Badan POM. 2011. *Farmakope Indonesia*. Depkes RI. Jakarta.

- Badan POM. 2019. Batas Maksimal Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan. Depkes RI. Jakarta.
- Bettina, C. and Lothar, W. Kroh. 2006. Antioxidant Activity of Coffee Brews. *Springers – Verlag*. 14(6) 496-474.
- Bonita, J.S., Mandarano, M., Shuta, D. and Vinson, J., 2007. Coffee and cardiovascular disease : in vitro, cellular, animal, and human studies. *Pharmacological research*. 55(3) 187-198.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., and Berset. C. 1995. *Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity*. *Lebensmittel wissenschaft und Technologie*. 25-30.
- Budiman, Haryanto. 2012. *Prospek Tinggi Bertanam Kopi*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta. 216 hlm.
- Bustami, B., dan Nurlela. 2013. *Akuntansi Biaya : Edisi 4*. Mitra Wacana Media. Jakarta. 356 hlm.
- Charlina, W. 2016. Pengaruh Penambahan Buah Mengkodo (*Morinda Citrifolia* L) Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Kadar Kafein Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*). (Skripsi). Universitas Bengkulu. Bengkulu. 82 hlm.
- Crozier A, Clifford MN, Ashihara A. 2006. *Plant Secondary Metabolites : Occurrence, Structure and Role in the Human Diet*. Blackwell Publishing. Oxford. 384 page.
- Dewi, Kurnia Harlina and Helmiyetty. 2016. *Pemanfaatan Teripang (Holothuria scabra J) Sebagai Minuman Kesehatan Kopi Herbal Pra Campuran “Kopi Ginseng Laut”*. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Farah, Adriana. 2012. *Coffee : Emerging Health Effects and Disease Prevention, First Editio*. Jhon Willey and Sons, Inc Institute of Food Technologists (USA) : Willey-Blackwell Publishing.
- Farah, A., and Donangelo, C. M. 2006. Phenolic Compounds in Coffee. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 18(1) 23-36.
- Floros, J.D., V. Gnanasekharan, V. 1993. *Shelf Life Prediction of Packaged Foods. Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects*, (G. Charalambous, ed). Isevier Publ. London.

- Hadipernata, M., Nugraha, S. 2012. Identifikasi Fisik, Kimia, dan Mikrobiologi Biji Kopi Luwak Sebagai Dasar Teknologi Proses Kopi Luwak Artificial. *Prosiding InSINas*. 117-121.
- Hanifa, Rina. 2016. Pendugaan Masa simpan Dodol Tomat (*Lycopersicum pyriforme*) Menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) Model Arrhenius. (Skripsi). Universitas Pasundan. Bandung.
- Harris, H. dan M. Fadli. 2014. Penentuan Masa simpan (*Shelf Life*) Pundang Seluang (*Rasbora sp*) yang Dikemas Menggunakan Kemasan Vakum dan Tanpa Vakum. *Jurnal Saintek Perikanan*. 9(2) 53-62.
- Hecimovic, I., Cvitanoviv, A. B., Horzic, D., Komes, D. 2011. *Comparative Study of Polyphenols and Caffeine in Different Coffee Varieties Affwcted by the Degree of Roasting*. *Food Chemistry*. 129 (3) 991-1000.
- Hines, P., and Nick Rich. 1997. The Seven Valur Stream Mapping Tools. *International Journal of Operations & Production Management*. 17(1) 46-64.
- Labuza, T. 1982. *Open Shelf Life Dating of Food*. Food and Nutrition Press. West Port CT.
- Molyneux, P. 2004. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrly-hydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity, Songklanakarin. *J. Sci. Technol*. 26(2) 211-219.
- Mulato, S., dan Suharyanto, E. 2012. *Kopi Seduhan dan Kesehatan*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember. 257 hlm.
- Mustafidah, C., Widjanarko, S. B. 2015. Masa simpan Minuman Serbuk Berserat dari Tepung Porang (*Amorpophalus oncophillus*) dan Karagenan Melalui Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2) 650-660.
- Nasyrokha, M., Rapini, T., & Sumarsono, H. 2018. Analisis Break Even Point (BEP) Sebagai Alat Perencanaan Laba Pada Industri Kerajinan Kulit Praktis Magetan. *ISOQUANT : Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Akuntansi* 2(1) 18.
- Natella, F., M. Nardini, I. Giannetti, C. Dattilo and C. Scaccini. 2002. Coffee drinking influence plasma antioxidant capacity in humans. *Journal of Agricultural and Food Cemistry*. 50. 6211-6216.
- Nickavar, B., Alighani, A., Kamalinejad. 2008. Evaluation on Antioxidant Properties of Five Mentha Species. *Irranian. Journal of Pharmaceutical Research*. 7(3) 203-209.

- Novita, Elida., Purbasari, D., dan M. Syahrul M. M. 2021. Pendugaan Masa simpan Bubuk Kopi Arabika Menggunakan Metode Arrhenius dengan Kemasan Aluminium Foil dan Plastik (*Polypropylene*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 10(3) 392-401.
- Nurhayati, I., dan Rivai, N. F. 2017. Analisis Break Even Point (BEP) Dalam Penetapan Tarif Biaya Dan Kuantitas Pengguna Parkir. *Jurnal Ilmiah Inovator* 7(2) 110-124.
- Panomban, C. P. 2013. Analisis Break Even Point Sebagai Alat Perencanaan Laba Pada Pt. Tropica Cocoprime. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi* 1(4) 1250-1261.
- Putri, I, A., Muhrinsyah, F., Husnah., dan Muhammad, B. 2021. Pembuatan Minyak Atsiri Kemangi (*Ocimum Basilicum L.*) dengan Menggunakan Metode Distilasi Uap Langsung. *Jurnal REDOKS*. 6(2) 149-156.
- Ramadhan, W. 2011. Pemanfaatan Agar-Agar Tepung sebagai Texturizer pada Formulasi Selai Jambu Biji Merah (*Psidium Guajava L.*) Lembaran dan Pendugaan Masa simpannya. (Skripsi). Departemen Teknologi Hasil Perairan. IPB. Bogor. 169 hlm.
- Ria, J. H., dan Djumidi. 2000. *Inventaris Tanaman Obat Indonesia Jilid I*. Departemen Kesehatan dan Kesejahteraan Sosial Republik Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta.
- Santi, Ni Made. 2021. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bunga Gemitir (*Tagetes erecta Linn.*). *Jurnal Farmagazine*. 8(1) 25-31.
- Sastrohamidjojo, H. 2018. *Kimia Minyak Atsiri*. Gajah Mada University Press. 256 hlm.
- Sitorus, H. 2019. *Studi Karakteristik Fisikokimia Biji Kopi Hijau Arabika, Robusta, dan Ekselsa Natural pada Tingkat Mutu Berbeda*. (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang.
- Soei, C. N., Sabijono, H., dan Runtu, T. 2014. Penentuan Harga Jual Produk Dengan Menggunakan Metode Cost Plus Pricing Pada Ud. Sinar Sakti. *Jurnal EMBA* 2(3) 208-217.
- Sudibyo, A., Hutajulu, T. and Setyadijit. 2010. Penduga Masa Simpan Produk Kopi Instan Menggunakan studi Penyimpanan yang Diakselerasi dengan Model Kinetika Arrhenius. *Journal of Agro-Based Industry*. 27(1) 12-24.

- Supriana, N., Ahmad, U., Samsudin., Eko Heri Purwanto. 2020. Pengaruh Metode Pengolahan dan Suhu Penyangraian terhadap Karakteristik Fisko-Kimia Kopi Robusta. *J. TIDP*. 7(2) 61-72.
- Syarief, R., Santausa, S. dan S.T.Isyana. 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan*. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan. IPB. Bogor.
- Tamat, S. R., T. Wikanta dan L. S. Maulina. 2007. Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Senyawa Bioaktif dari Ekstrak Rumput Laut Hijau *Ulva reticulata* Forsskal. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 5(1) 31-36.
- Vasconcellos, J. A. 2005. *Quality Assurance for the Food Industry*. CRC Press. Wasington DC. 448 pages.
- Widowati S, Herawati H, Syarif R, Suyatma NE, Prasetia HA. 2010. Pengaruh Isoterm Sorpsi Air terhadap Stabilitas Beras Ubi. *JTeknol Indus Pangan*. 21(2) 123–128.
- Wijaya, Christamam. H. 2007. Pendugaan Masa simpan Produk Kopi Instan Formula Merk-Z dengan Metode Arrhenius. *Skripsi*. IPB. Bogor.
- Winarno, S.T., dan Darsono. 2019. *Ekonomi Kopi Robusta di Jawa Timur*. Uwais Inspirasi Indonesia. Ponorogo.
- Winarsi, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Penerbit Kanasius. Yogyakarta.
- Winarti, Sri. 2010. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta.
- Yuniastri, R., Isnawati., dan Dyah A. F. 2019. Masa simpan Kopi Lengkuas Instan Menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan Pendekatan Persamaan Arrhenius. *Jurnal Buana Sains*. 19(2) 21-40.
- Zulkarnain, Arifuddin L., dan Dance T. 2013. Analisis Nilai Tambah Kopi Jahe pada Industri Sal-Han di Kota Palu. *E-J Agrotekbis*. 1(5) 493-499.