

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI (PDUPT)
TAHUN 2025**



**KAJIAN PEMBUATAN & KARAKTERISASI MINYAK ALPUKAT SEBAGAI
SUMBER ASAM OLEAT & LINOLEAT SERTA POTENSI SEBAGAI
ANTIOKSIDAN & ANTIHIPERLIPIDEMIA SEBAGAI BAHAN DASAR SUSU
HERBAL TINGGI HDL**

Ketua/ Anggota Tim
Sri Winarni, SPd., M.Kes
Dr. Annasari Mustafa, SKM., M.Sc
Atik Kurniawati. S.Si., M.Si

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MALANG
JURUSAN PROMOSI KESEHATAN
TAHUN 2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Kajian Pembuatan & Karakterisasi Minyak Alpukat Sebagai Sumber Asam Oleat & Linoleat Serta Potensi Sebagai Antioksidan & Antihiperlipidemia Sebagai Bahan Dasar Susu Herbal Tinggi HDL

Peneliti Utama

Nama Lengkap : Sri Winarni, SPd., M.Kes
NIP : 19641016 198603 2 002
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Promosi Kesehatan
Nomor Hp : 08123398272
Alamat surel (email) : sri_winarni@poltekkes-malang.ac.id

Anggota (1)

Nama Lengkap : Dr. Annasari Mustafa,SKM.,M.Sc
NIP : 19611023 198403 2 001

Program Studi : Dietisien

Anggota (2)

Nama Lengkap : Atik Kurniawati, S.Si., M.Si
NIP : 19851118 201012 2 003

Program Studi : Teknologi Bank Darah

Industri : -

Tahun : 2025

Pelaksanaan

Biaya Penelitian : Rp. 67.500.000 (Enam Puluh Tujuh Juta Lima Ratus Ribu Rupiah)

Mengetahui
Ka. Pusat Penelitian & Pengabmas

Sri Winarni, SPd., M.Kes
NIP. 19641016 198603 2 002

Malang, November 2025
Ketua

Sri Winarni, SPd., M.Kes
NIP. 19641016 198603 2 002



ABSTRAK

Susu herbal berbasis minyak alpukat dikembangkan sebagai pangan fungsional untuk mendukung pengelolaan hiperlipidemia. Penelitian tahun ketiga ini berfokus pada evaluasi stabilitas fisikokimia dan mikrobiologis susu herbal selama penyimpanan, serta penyusunan media promosi kesehatan berbasis digital. Uji stabilitas dilakukan pada tiga suhu penyimpanan (4°C , 25°C , dan 40°C) pada hari ke-0, 3, dan 7, meliputi pengukuran pH, viskositas, warna, aroma, dan kandungan gizi. Analisis mikrobiologi mencakup *Total Plate Count (TPC)*, *Coliform/E. coli*, *S. aureus*, dan *Enterobacteriaceae*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu 4°C menghasilkan stabilitas terbaik, ditandai dengan pH yang relatif konstan, viskositas stabil, aroma tidak berubah, serta pertumbuhan mikroba yang minimal. Pada suhu 25°C dan 40°C , terjadi percepatan penurunan mutu, ditunjukkan oleh peningkatan viskositas, perubahan aroma menjadi masam, serta pertumbuhan mikroba yang lebih tinggi. Berdasarkan keseluruhan hasil fisik, kimia, dan mikrobiologis, susu herbal minyak alpukat–kunyit direkomendasikan memiliki masa simpan maksimal 7 hari pada penyimpanan 4°C . Selain uji stabilitas, penelitian ini menghasilkan media promosi digital berupa konten edukatif terkait manfaat susu herbal alpukat. Media dikembangkan hingga tahap produksi dan dikembangkan sebagai sarana edukasi kesehatan mengenai manfaat susu herbal berbasis minyak alpukat. Kesimpulan pada penelitian ini bahwa susu herbal paling stabil disimpan pada suhu dingin dengan maksimal penyimpanan 7 hari, dan media digital yang disusun sebagai sarana edukasi kesehatan.

Kata kunci: susu herbal, minyak alpukat, stabilitas produk, media promosi digital

ABSTRACT

Herbal milk enriched with avocado oil is developed as a functional food to support hyperlipidemia management. This third-year study focuses on evaluating the physicochemical and microbiological stability of the herbal milk during storage, as well as developing digital health promotion media. Stability tests were conducted at three storage temperatures (4°C, 25°C, and 40°C) on days 0, 3, and 7, assessing pH, viscosity, color, aroma, and nutritional content. Microbiological analysis included Total Plate Count (TPC), Coliform/E. coli, S. aureus, and Enterobacteriaceae. The results showed that storage at 4°C provided the best stability, demonstrated by consistent pH values, stable viscosity, unchanged aroma, and minimal microbial growth. At storage temperatures of 25°C and 40°C, faster quality deterioration occurred, indicated by increased viscosity, the development of sour odor, and higher microbial growth. Based on the combined physicochemical and microbiological findings, avocado oil-based herbal milk is recommended to have a maximum shelf-life of 7 days under refrigerated storage at 4°C. In addition to stability testing, this study produced digital health promotion media in the form of educational content related to the benefits of avocado-based herbal milk. These materials were developed to the production stage and designed as health education tools. This study concludes that the herbal milk is most stable when stored at low temperatures for up to 7 days, and that the digital media developed can serve as educational health materials.

Keywords: *herbal milk, avocado oil, product stability, digital health promotion.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil alamiin, kami panjatkan puji syukur kami ke hadirat Allah SWT. Sehingga Peneliti telah menyelesaikan laporan akhir tahun pertama penelitian yang berjudul “Kajian Pembuatan & Karakterisasi Minyak Alpukat sebagai Sumber Asam Oleat & Linoleat serta Potensi sebagai Antioksidan & Antihiperlipidemia sebagai Bahan Dasar Susu Herbal Tinggi HDL” dengan tepat waktu. Salah satu tujuan peneliti dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai bentuk tanggungjawab sebagai Dosen dalam melaksanakan salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi. Peneliti menyampaikan terima kasih pada Direktur Poltekkes Kemenkes Malang serta pihak-pihak yang ikut mendukung proses penelitian serta pembuatan laporan ini hingga selesai. Peneliti menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan yang terdapat didalamnya. Peneliti hanyalah manusia biasa yang jauh dari kesempurnaan karena sesungguhnya kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Akhir kata, Tim Peneliti “Kajian Pembuatan & Karakterisasi Minyak Alpukat sebagai Sumber Asam Oleat & Linoleat serta Potensi sebagai Antioksidan & Antihiperlipidemia sebagai Bahan Dasar Susu Herbal Tinggi HDL” mengucapkan terimakasih dan kiranya agar laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi penelitian di Poltekkes Kemenkes Malang.

Malang, November 2025

Peneliti

IDENTITAS PENELITI

IDENTITAS KETUA PENELITI

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Sri Winarni, SPd., M.Kes
2	Jabatan Fungsional	Dosen/ Lektor Kepala
3	Jabatan Struktural	Ka. Pusat Penelitian & Pengabmas
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	19641016 198603 2 002
5	NIDN	4016106401
8	Nomor Telepon/ HP	08123398272
9	Alamat E-mail	sri_winarni@poltekkes-malang.ac.id

B. Publikasi di Jurnal Internasional terindeks 5 tahun terakhir

No	Judul Artikel	Peran (First Author, Corresponding Author, Atau Co-Author)	Nama Jurnal, Tahun Terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN
1	Determination of factors affecting post-partum depression in primary healthcare during the COVID-19 pandemic	Corresponding Author	Journal of Public Health in Africa, 2022, 13, 2, eISSN: 2038-9930
2	Influences of Contingency Planning in Improving Preparedness of Tough Disaster Village Cadres in Facing Volcano Eruption Disaster in Blitar, East Java, Indonesia	Corresponding Author	Health Notions, 2021, 05, 05, 2580-4936
3	Nursing Profession, Caring and Discipline	Co-Author	Health Notions, 2021, 5, 2, 25804936
4	Transactional Self Care and Empathy Theory in Nursing (A Perspective)	Corresponding Author	Macedonian Journal of Medical Sciences, 2021, 09, G, eISSN: 1857-9655
5	Program For Optimizing The Role Of Wpa To Reduce The Stigma and Discrimination Plwha In The Community	First Author	Health Notion , 2020, 4, 12, 25804936
6	Family Wellbeing and Sexual Health of Patients Receiving Treatment for Prostate Cancer	First Author	Cancer Management and Research, 1349-1350, 2023
7	Estimating the Cost of Spinopelvic Complications After Adult Spinal Deformity Surgery	First Author	ClinicoEconomics and Outcomes Research, 773-774, 2023

C. Publikasi di Jurnal Nasional Terakreditasi lima tahun terakhir

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN
1	Pendidikan dan Pelatihan penentuan pola makan sehat tinggi anti oksidan pada kader HIV/AIDS	First Author	Jurnal Pengabdian Masyarakat Sasambo, 2023, 4, 2, EISSN : 2715-0496 (online)
2	Pengembangan Media Edukasi Pop-Up Book Berbahasa Osing Terhadap Pengetahuan, Sikap Dan Keterampilan Personal Hygiene Pada Anak Usia Sekolah	Corresponding Author	Jurnal Kesehatan Masyarakat (Hearty), 2023, 11, 1, ISSN 2338- 7475 – e-ISSN 2620 - 7869
3	Pengaruh Edukasi Menggunakan Video Tentang Hiv/Aids Terhadap Pengetahuan Dan Sikap Remaja Di Kecamatan Sananwetan	Co-Author	Jurnal Pendidikan Kesehatan, 2022, 11, 02, pISSN 2301-4024 eISSN 2442-7993
4	Pengaruh Media Promosi Kesehatan Jingle Terhadap Pengetahuan Pencegahan Covid- 19	Co-Author	Jurnal Pendidikan Kesehatan, 2022, 05, 01, pISSN 2301-4024 eISSN 2442-7993
5	Youth Empowerment in the Integration Program for Stunting Prevalence Reduction in East Java Province during Covid-19 Pandemic: A Document Review	Corresponding Author	Journal Of Public Health For Tropical And Coastal Region (JPHTCR), 2022, 05, 01, ISSN : 2597-438
6	Pengaruh Media Promosi Kesehatan Buku Saku Terhadap Pengetahuan Kesehatan Reproduksi Remaja Di Man 1 Kota Blitar	Co-Author	Jurnal Pendidikan Kesehatan, 2021, 10, 02, pISSN 2301-4024 eISSN 2442-7993
7	Upaya Ibu dalam penatalaksanaan Anak dengan Asma di rumah	Co-Author	Jurnal Pendidikan Kesehatan, 2020, 9, 1, 24427993
8	Analisis Profil Senyawa Kimia Minyak Alpukat Dari Dua Varietas Buah Alpukat (<i>Persea americana</i>) dan Potensinya untuk Kesehatan	Corresponding Author	Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan , 2024, 34 (4), 879-892

IDENTITAS PENELITI

IDENTITAS ANGGOTA PENELITI (1)

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Annasari Mustafa,SKM.,M.Sc
2	Jabatan Fungsional	Dosen/ Lektor Kepala
3	Jabatan Struktural	-
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	19611023 198403 2 001
5	NIDN	5993407
8	Nomor Telepon/ HP	0811369414
9	Alamat E-mail	annasari.mustafa@yahoo.com

B. Publikasi di Jurnal Internasional terindeks 5 tahun terakhir

No	Judul Artikel	Peran (First Author, Corresponding Author, Atau Co-Author)	Nama Jurnal, Tahun Terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN
-	-	-	-

C. Publikasi di Jurnal Nasional Terakreditasi lima tahun terakhir

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN
1	Pelatihan Pengolahan Formula Tempe Generasi Dua Bagi Ibu Balita Gizi Kurang	Co-Author	Jurnal Panrita Abdi, Januari 2023, Volume 7, Issue 1. , 2023, 7, 1,
2	Asupan Dan Frekuensi Konsumsi Serat, Vitamin B3, dan PUFA Berhubungan dengan Profil Lipid dan Penyakit Jantung Koroner	Co-Author	Jurnal Vokasi Kesehatan , 2022, 8 , 2, 2442- 8183
3	Pedoman Gizi Seimbang Berbasis Pangan Lokal Terhadap Pengetahuan, Asupan Dan Status Gizi Ibu Hamil	Co-Author	Jurnal Vokasi Kesehatan, 2021, 6, 2, 2442-8183
4	Analisis Profil Senyawa Kimia Minyak Alpukat Dari Dua Varietas Buah Alpukat (<i>Persea americana</i>) dan Potensinya untuk Kesehatan	Co-author	Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan , 2024, 34 (4), 879-892

IDENTITAS PENELITI

IDENTITAS ANGGOTA PENELITI (2)

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Atik Kurniawati, S.Si., M.Si
2	Jabatan Fungsional	Dosen (JFU)
3	Jabatan Struktural	-
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	19851118 201012 2 003
5	NIDN	-
8	Nomor Telepon/ HP	0811267703
9	Alamat E-mail	atik_kurniawati@poltekkes-malang.ac.id

B. Publikasi di Jurnal Internasional terindeks 5 tahun terakhir

No	Judul Artikel	Peran (First Author, Corresponding Author, Atau Co-Author)	Nama Jurnal, Tahun Terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN
-	-	-	-

C. Publikasi di Jurnal Nasional Terakreditasi lima tahun terakhir

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN
1	Ketahanan Eksplan Embrio Ayam Dalam Media In Vitro	First author	Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi, 2021, 7 (2), 126-129
2	Identifikasi dan Enumerasi <i>Escherichia coli</i> dengan Kombinasi Metode MPN-PCR	First author	The Journal Of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist, 2022, 5 (1), 49-55
3	Bioactive Compounds of the Ethanol Extract of Butterfly Pea Petals (<i>Clitoria ternatea</i> L.) on Gastric Proton Pump: In-Silico Analysis	First author	Jurnal Info Kesehatan, 2023, 21 (1), 174-183
4	Potensi Ekstrak Etanol Biji Bunga Telang (<i>C. ternatea</i> L.) sebagai Agen Antihiperlipidaemia (Studi In Silico)	First author	Jurnal Penelitian Farmasi & Herbal, 2023 5 (2), 48-56

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN
5	Analisis Profil Senyawa Kimia Minyak Alpukat Dari Dua Varietas Buah Alpukat (<i>Persea americana</i>) dan Potensinya untuk Kesehatan	Co-author	Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan , 2024, 34 (4), 879-892
6	Collection Of Microbiology Practical Materials From Contamination-Causing Organisms In Educational Laboratories	First author	Jurnal Pendidikan Kesehatan, 2025, 14 (1), 1-7

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I <u>PENDAHULUAN</u>	14
A. Latar Belakang.....	14
B. Rumusan Masalah.....	15
C. Tujuan penelitian	16
D. Kerangka pikir	16
E. Peta jalan penelitian.....	18
TINJAUAN PUSTAKA	21
A. Minyak Alpukat (<i>Persea americana Mill.</i>).....	21
B. Pembuatan Minyak Alpukat	21
C. Susu herbal suplementasi minyak alpukat dan kunyit.....	23
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	26
BAB IV METODE PENELITIAN	27
A. Jenis dan Desain Penelitian	27
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
C. Diagram Alir Penelitian.....	28
D. Populasi dan Sampel.....	29
E. Alat dan Bahan	30
F. Prosedur	30
BAB V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	38
BAB VI <u>RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA</u>	66
BAB VII <u>KESIMPULAN DAN SARAN</u>	68
A. Kesimpulan.....	68
B. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1. Hasil uji fisik Stabilitas pH, Viskositas, Warna, dan Aroma Susu Herbal pada suhu (4°C, 25°C, dan 40°C) dan lama penyimpanan (0, 3 dan 7 hari).....	39
Tabel 2. Hasil uji kimia Stabilitas protein, lemak, karbohidrat, air dan abu pada suhu (4°C, 25°C, dan 40°C) dan lama penyimpanan (0, 3 dan 7 hari).....	42
Tabel 3. Hasil Uji Total Mikroba (TPC), <i>Coliform</i> , <i>E.coli</i> , <i>S.aureus</i> dan <i>Enterobacteriaceae</i> Pada Susu Herbal Suplementasi MinyakAlpukat.....	47
Tabel 4. Konten instagram sebagai media promosi kesehatan digital.....	52

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian	17
Gambar 2. Road Map Penelitian	19
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4. Gambar 4. Hasil uji kimia stabilitas protein, lemak, karbohidrat, air dan abu pada suhu (4°C, 25°C, dan 40°C) dan lama penyimpanan (0, 3 dan 7 hari)	43
Gambar 5. Grafik total bakteri aerob berdasarkan uji TPC susu herbal berbasis alpukat-kunyit pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu (4°C, 25°C, dan 40°C)...	45
Gambar 6. Grafik angka coliform susu herbal pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu (4°C, 25°C, dan 40°C).....	46
Gambar 7. Grafik angka bakteri <i>S.aureus</i> susu herbal pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu 4°C, 25°C, dan 40°C).....	46
Gambar 8. Grafik angka bakteri <i>Enterobacteriaceae</i> susu herbal pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu 4°C, 25°C, dan 40°C).....	46
Gambar 9. Hasil pengembangan media digital instagram untuk promosi kesehatan.....	33
Gambar 10. Proses pembuatan minyak alpukat.....	63
Gambar 11. Proses pembuatan sari kunyit	63
Gambar 12. Proses penyiapan dan suplementasi susu	64
Gambar 13. Produk susu herbal	65

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pola makan sehat memiliki peran penting dalam pencegahan berbagai macam penyakit, terutama untuk mengatasi gangguan metabolismik seperti hiperlipidemia. Konsumsi pangan fungsional yang kaya akan senyawa bioaktif telah menjadi salah satu strategi untuk mengelola kadar kolesterol dan meningkatkan kesehatan jantung (Alfahel et al., 2023; Asgary et al., 2018). Salah satu bahan pangan yang memiliki potensi sebagai agen antihiperkolesterol adalah minyak alpukat (*Persea americana*), yang kaya akan asam oleat dan fitosterol. Minyak ini dikenal dapat menurunkan kolesterol jahat (LDL) dan meningkatkan kolesterol baik (HDL) (Winarni et al., 2023). Selain alpukat, terdapat tanaman herbal lain seperti kunyit (*Curcuma longa*) yang mengandung kurkuminoid bersifat antioksidan dan antiinflamasi dan juga berperan dalam mengurangi risiko penyakit kardiovaskular (Sukamto, 2009). Penelitian kami sebelumnya (Simlitabkes 2024) menunjukkan minyak alpukat didalam susu herbal kunyit (susu tersuplementasi minyak alpukat-kunyit) memiliki efek penurunan Efek ini terlihat dari penurunan kadar kolesterol total, LDL, trigliserida, dan peningkatan kadar HDL secara signifikan pada kelompok K4-Minyak 2% (kandungan minyak alpukat 2%) dan K5-Minyak 4% (kandungan minyak alpukat 4%). Dengan demikian susu herbal yang tersuplementasi minyak alpukat memiliki potensi menjadi bahan pangan fungsional untuk mencegah penyakit tidak menular khususnya penyakit yang berhubungan dengan lipid dan gangguan kesehatan pada jantung.

Pengembangan susu herbal berbasis minyak alpukat dan kunyit adalah inovasi di industri pangan fungsional. Susu herbal bukan hanya berfungsi sebagai sumber nutrisi, melainkan juga bermanfaat terapeutik untuk kesehatan jantung dan metabolisme lipid (Peou et al., 2016; Pistell et al., 2022). Akan tetapi, kekurangan utama dalam pengembangan produk berbasis minyak nabati adalah emulsi stabilitas dan kualitas sensorik. Minyak alpukat yang tinggi akan lemak tak jenuh rentan terhadap oksidasi lipid, yang bisa menurunkan mutu produk pada penyimpanan (Carmen García-Martínez et al., 2018; Hennebelle et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan evaluasi stabilitas fisik dan kimia dari susu herbal ini, termasuk perubahan warna, pH, viskositas, dan ketahanan terhadap pertumbuhan mikroba selama penyimpanan dalam berbagai kondisi.

Selain pengujian stabilitas, keberhasilan produk susu herbal ini juga bergantung pada strategi promosi yang efektif. Di era digital, penggunaan media sosial menjadi alat yang penting dalam meningkatkan kesadaran masyarakat tentang manfaat pangan fungsional. Kampanye kesehatan digital dapat memungkinkan penyebaran cepat dan luas informasi, serta meningkatkan pemahaman publik mengenai pola makan yang sehat dan pencegahan hiperlipidemia. Penelitian menunjukkan bahwa promosi kesehatan menggunakan platform digital, seperti infografis dan video edukasi, dapat berdampak pada perilaku konsumsi masyarakat dan meningkatkan adopsi gaya hidup sehat (Hu, 2024).

Penelitian ini merupakan penelitian tahun ke tiga (multiyears) dimana pada tahun ketiga dikhkususkan untuk meneliti kestabilan produk pada semua kondisi serta mengembangkan strategi promosi kesehatan berbasis digital untuk meningkatkan pemahaman masyarakat tentang manfaatnya. Uji stabilitas meliputi parameter fisikokimia dan mikrobiologi, dengan pengujian ini, produk susu herbal kunyit-minyak alpukat akan dinilai dari aspek keamanan dan stabilitas. Hasil uji ini dapat menjadi salah satu dasar untuk standarisasi produk dan persiapan pemasaran sebagai pangan fungsional. Sebagai bentuk penelitian yang berhubungan dengan promosi kesehatan, maka akan dikembangkan juga media kampanye digital yang akan difokuskan pada edukasi berbasis media sosial. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan pangan fungsional yang lebih stabil dan strategi promosi yang lebih efektif dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kesehatan kardiovaskular.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap stabilitas fisikokimia susu herbal berbasis minyak alpukat–kunyit, meliputi perubahan warna, pH dan viskositas?
2. Bagaimana kondisi penyimpanan yang paling aman secara mikrobiologis, ditinjau dari Total Plate Count (TPC) dan keberadaan mikroba indikator pangan seperti *E. coli*, Coliform, *Staphylococcus aureus*, dan Enterobacteriaceae?

3. Bagaimana pengembangan media kampanye digital yang efektif untuk meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai manfaat susu herbal fungsional dalam pencegahan hiperlipidemia?

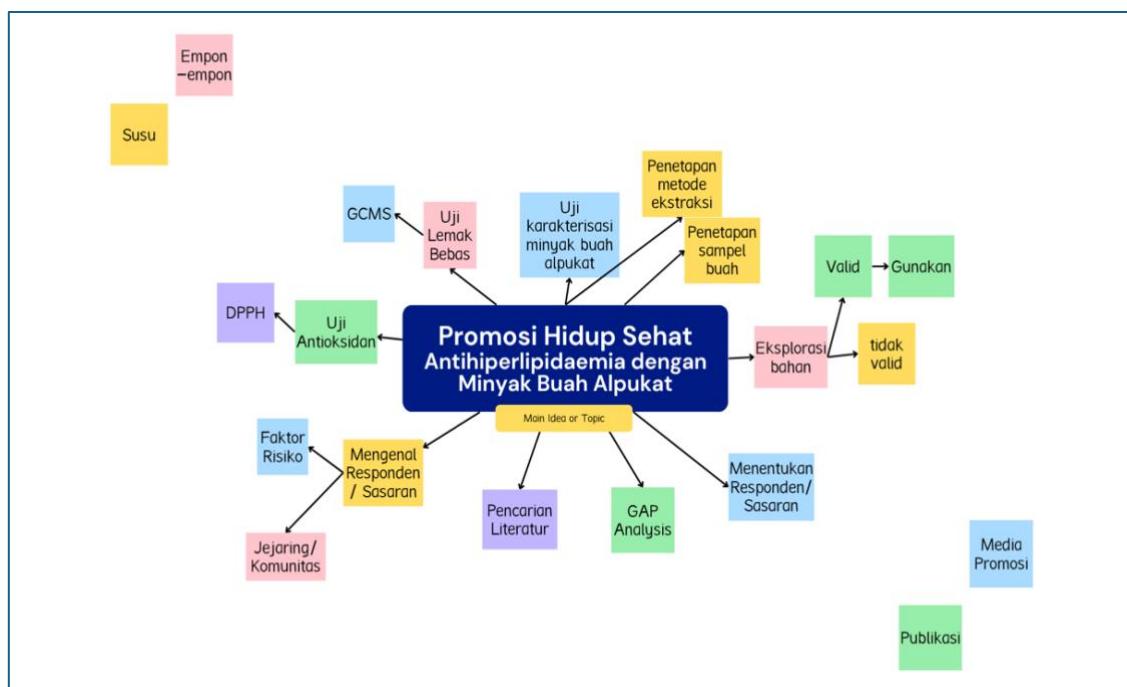
C. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap stabilitas fisikokimia susu herbal berbasis minyak alpukat–kunyit, meliputi perubahan warna, pH dan viskositas?
2. Mengetahui kondisi penyimpanan yang paling aman secara mikrobiologis, ditinjau dari Total Plate Count (TPC) dan keberadaan mikroba indikator pangan seperti *E. coli*, Coliform, *Staphylococcus aureus*, dan Enterobacteriaceae?
3. Mengetahui pengembangan media kampanye digital yang efektif untuk meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai manfaat susu herbal fungsional dalam pencegahan hiperlipidemia?

D. Kerangka pikir

Kerangka berpikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

Gambar 1 kerangka pikir menggambarkan alur logis penelitian terkait Promosi Hidup Sehat Antihiperlipidemia dengan Minyak Buah Alpukat. Bagian tengah diagram

menunjukkan fokus utama penelitian, yaitu mengembangkan produk pangan fungsional berbasis minyak alpukat serta memanfaatkannya dalam promosi kesehatan untuk pencegahan hiperlipidemia. Penelitian ini dibangun dari serangkaian komponen ilmiah yang saling berkaitan. Pada sisi hulu, dilakukan analisis komposisi bioaktif minyak alpukat melalui pengujian seperti GCMS, uji aktivitas antioksidan (DPPH), serta berbagai uji kimia lain untuk memastikan kandungan senyawa yang berpotensi menurunkan kadar lipid. Analisis ini diperkaya oleh telaah literatur mengenai senyawa bioaktif, faktor risiko hiperlipidemia, serta data konsumsi masyarakat.

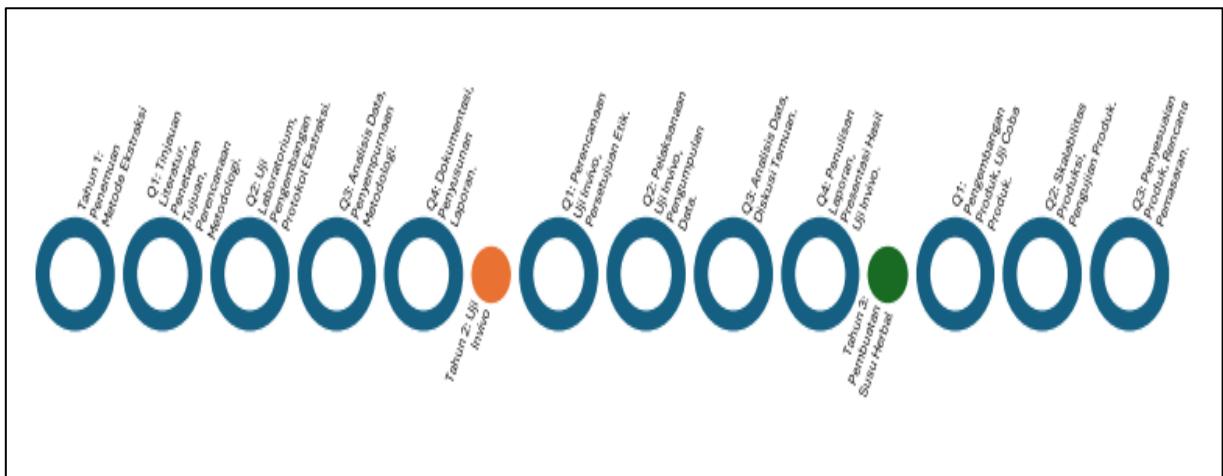
Selanjutnya, penelitian mencakup uji antiperlipidemia untuk mengetahui efek minyak alpukat terhadap profil lipid, baik secara *in vitro* maupun *in vivo*. Tahap ini memberikan bukti biologis mengenai efektivitas minyak alpukat sebagai agen antihiperlipidemia. Selain itu, dilakukan penetapan metode ekstraksi, GAP analysis, serta evaluasi mutu dan keamanan produk untuk memastikan bahwa minyak yang dihasilkan memenuhi standar kualitas dan layak diaplikasikan pada pangan fungsional. Proses validasi metode juga ditampilkan dalam diagram sebagai langkah penting untuk memastikan keandalan hasil analisis yang digunakan dalam penelitian.

Pada sisi hilir, penelitian ini dihubungkan dengan aspek promosi kesehatan melalui pengembangan media promosi digital. Informasi ilmiah mengenai manfaat minyak alpukat dan pencegahan hiperlipidemia kemudian disusun dalam bentuk konten edukatif, seperti publikasi, poster, atau media sosial, sebagai bagian dari upaya meningkatkan literasi masyarakat dalam memilih pangan fungsional yang mendukung kesehatan jantung.

Sehingga, dari diagram tersebut menggambarkan bahwa penelitian ini tidak hanya berfokus pada kajian laboratorium, tetapi juga diarahkan untuk pemanfaatan hasil penelitian dalam promosi kesehatan. Pendekatan ini memastikan bahwa minyak alpukat dikaji secara menyeluruh mulai dari karakterisasi bioaktif, uji biologis, penjaminan mutu, hingga strategi diseminasi sehingga dapat memberikan manfaat ilmiah sekaligus kontribusi nyata bagi peningkatan kesehatan masyarakat.

E. Peta jalan penelitian

Peta jalan penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Road Map Penelitian

Pada Tahun 1, penelitian ini berfokus pada landasan teoretis dan pemahaman mendalam mengenai minyak alpukat. Tahapan awal terdiri atas peninjauan literatur terkait minyak alpukat, meliputi karakteristik, metode ekstraksi, manfaat kesehatan, dan pemanfaatannya dalam berbagai produk olahan. Kegiatan penelitian pada tahun pertama berfokus pada proses pembuatan dan karakterisasi minyak alpukat (*Persea americana*) sebagai bahan dasar susu herbal tinggi HDL. Tahap awal penelitian berhasil menghasilkan minyak alpukat melalui metode ekstraksi menggunakan autoclave selama **60 menit**, yang terbukti efektif menghasilkan minyak dengan kandungan bioaktif utama berupa **asam oleat** dan **asam linoleat**. Kedua senyawa ini dikenal memiliki manfaat sebagai antioksidan dan agen antihiperlipidemia, sehingga sangat potensial untuk dikembangkan sebagai komponen utama dalam formulasi susu herbal. Pada tahap karakterisasi, hasil analisis menunjukkan bahwa minyak alpukat yang diekstraksi selama 60 menit mengandung **profil asam lemak tak jenuh yang dominan**, terutama asam oleat dan linoleat, yang berperan penting dalam mendukung peningkatan HDL serta menurunkan kadar LDL dan trigliserida. Selain itu, dilakukan pula perbandingan dengan minyak alpukat hasil ekstraksi autoclave selama 120 menit. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa durasi ekstraksi yang lebih panjang menghasilkan komposisi asam lemak yang berbeda, dimana minyak yang dihasilkan mengandung senyawa dengan aktivitas **antibakteri** dan **antijamur** yang lebih menonjol.

Tahun 2, penelitian diarahkan pada pengembangan produk susu herbal yang disuplementasi minyak nabati alpukat. Tahap ini diawali dengan peninjauan literatur mengenai metode uji fisik dan formulasi produk. Selanjutnya, dilakukan proses pembuatan susu herbal suplementasi minyak alpukat dan kajian literatur pendukung mengenai teknologi produk olahan berbasis susu dan bahan herbal. Setelah produk berhasil diformulasikan, dilakukan analisis data terkait karakteristik dan mutu produk, kemudian dilanjutkan dengan penyusunan bahan publikasi ilmiah. Tahun 2 ditandai sebagai fase penting dalam menghasilkan produk susu herbal siap diuji lebih lanjut. Hasil evaluasi didapatkan potensi minyak alpukat sebagai bahan pangan fungsional dan agen antimikroba. Hasil tahun kedua diperoleh bahwa ekstraksi minyak alpukat antara dua metode (60 dan 120 menit) sama-sama menghasilkan rendemen minyak sebesar 0,34 – 1%. Durasi ekstraksi minyak alpukat memberikan efek signifikan terhadap potensi antimikroba, di mana ekstraksi 60 menit lebih efektif dibandingkan ekstraksi 120 menit dalam menghasilkan minyak dengan aktivitas antimikroba yang optimal terhadap *S. aureus* dan *E. coli*. Minyak alpukat yang diekstraksi dengan durasi waktu 60 menit memiliki efek antihiperkolesterol yang signifikan ketika diuji secara *in vivo* pada tikus *Rattus Sprague Dawley* yang diinduksi hiperlipidemia. Efek ini terlihat dari penurunan kadar kolesterol total, LDL, trigliserida, dan peningkatan kadar HDL secara signifikan (pada kelompok K4-Minyak 2% dan K5-Minyak 4%). Sehingga minyak alpukat yang diekstraksi selama 60 menit berpotensi menjadi bahan fungsional untuk mendukung pengelolaan kadar lipid dan kesehatan kardiovaskular.

Pada Tahun 3, Penelitian tahun ketiga difokuskan pada dua komponen utama, yaitu evaluasi stabilitas fisikokimia dan mikrobiologis susu herbal berbasis minyak alpukat, serta pengembangan media promosi kesehatan berbasis digital. Produk susu herbal diformulasikan menggunakan minyak alpukat hasil ekstraksi autoclave 60 menit yang sebelumnya terbukti memiliki kandungan asam oleat dan linoleat yang tinggi serta potensi antihiperlipidemia pada percobaan *in vivo* susu herbal berbasis minyak alpukat dengan kandungan 2%. Uji stabilitas dilakukan untuk mengetahui ketahanan mutu produk selama penyimpanan. Pengujian stabilitas dilakukan pada tiga suhu penyimpanan—4°C, 25°C, dan 40°C—selama 0, 3, dan 7 hari. Evaluasi fisik meliputi pengukuran pH, viskositas, warna, dan aroma, sedangkan uji kimia mencakup penilaian kandungan protein, lemak, karbohidrat, air, dan abu. Uji mikrobiologi menilai pertumbuhan *Total Plate Count (TPC)*, *Coliform/E. coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Enterobacteriaceae* menggunakan rancangan acak lengkap dua faktor. Selain aspek

laboratorium, penelitian ini juga menyusun media promosi kesehatan digital, berupa konten edukatif mengenai manfaat susu herbal berbasis minyak alpukat dalam mendukung kesehatan lipid.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Minyak Alpukat (*Persea americana* Mill.)

Minyak alpukat adalah salah satu minyak nabati yang berasal dari bagian tumbuhan alpukat. Minyak nabati didalam tumbuhan biasanya menghasilkan asam lemak yang memiliki nol hingga tiga ikatan rangkap. Beberapa asam lemak yang ditemukan dalam minyak nabati antara lain asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat (A. Kumar et al., 2016). Dalam daging buah alpukat, terkandung sekitar 60% minyak, 7% di kulit dan sekitar 2% di biji (Flores et al., 2019). Buah alpukat dikenal juga sebagai buah “mentega nabati” atau “pir mentega” karena mengandung sejumlah besar trigliserida bersama dengan kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi. Buah ini kaya akan fitokimia seperti karotenoid, tokoferol, fitosterol, alkohol alifatik dan hidrokarbon (Wang et al., 2020).

Mesocarp alpukat sebagian besar terdiri dari sel parenkim isodiametrik seragam dengan diameter sekitar 60 - 75 μm pada buah matang. Diseluruh jaringan terdapat sel minyak khusus, meskipun sejumlah kecil minyak juga dapat dideteksi di sel parenkim. Sel-sel minyak atau idioblas dibedakan berdasarkan ukurannya yang besar dan dindingnya yang mengalami lignifikasi. Pematangan atau pelunakan alpukat tidak mengikuti kematangan di pohon, akan tetapi pematangan terjadi beberapa hari setelah buah dipetik. Tampaknya ada aliran komponen penghambat dari daun ke buah, mencegah pelunakan buah di pohon (Alnasan et al., 2020; Werman & Neeman, 1987).

B. Pembuatan Minyak Alpukat

Secara tradisional, minyak alpukat diekstraksi dari daging buah yang matang, terdapat dua metode utama yang dipakai untuk produksi minyak alpukat. Metode pertama mengeringkan dan kemudian memeras buah pada suhu tinggi dan mengekstraksi minyak menggunakan pelarut organik. Metode kedua memisahkan minyak dari buah dengan gaya sentrifugal. Dalam metode ekstraksi pelarut digunakan buah keras, matang dan tanpa biji. Dengan metode sentrifugasi digunakan buah matang lunak dan dengan biji. Produksi minyak alpukat secara sentrifugasi dan sudah banyak dikembangkan karena untuk mengurangi biaya energi dan miminimalkan polusi udara yang disebabkan oleh pelarut organik. Proses pemisahan didasarkan pada penghancuran sel minyak secara mekanis dan enzimatik. Pada proses secara sentrifugasi, efisiensi ekstraksi minyak pada suhu 75°C mencapai 64,5%. Efisiensi yang sedikit lebih rendah 62,8% diperoleh pada suhu 40°C yang mungkin disebabkan oleh

aktivitas enzimatik. Buah alpukat mengandung enzim pektolitik dan ezim selulitik yang menyebabkan dekomposisi membran sel minyak yang memungkinkan pelepasan minyak. Buah ini juga mengandung enzim lipolitik yang menyebabkan hidrolisis dan oksidasi minyak. Untuk meningkatkan pelepasan minyak dari sel dan meningkatkan ekstraksi minyak, proses ekstraksi dibantu dengan pretreatment mekanis, enzimatik dan termal yang bertujuan untuk menghancurkan struktur emulsi dan dinding sel (Qin & Zhong, 2016; Werman & Neeman, 1987).

Pemisahan air dari minyak alpukat dilakukan dengan cara penghancuran enzimatik atau mekanis sel-sel jaringan yang mengandung lipid diikuti dengan sentrifugasi atau pengaturan gravitasi untuk memisahkan minyak dari emulsi minyak-air. Menurut cara penghancuran dinding sel dan kekuatan pendorong untuk memisahkan lapisan minyak, metode pemisahan berair terutama dapat dibagi menjadi tiga kelompok: (1) pemisahan sentrifugasi yang dibantu secara enzimatik, (2) pemisahan sentrifugasi yang dibantu secara mekanis, dan (3) panas yang dibantu secara mekanis metode pemisahan air. Menurut metode pertama, ekstraksi minyak dari buah alpukat terutama dilakukan dengan mendegradasi dinding sel jaringan dengan enzim eksogen dan menggunakan gaya sentrifugasi yang memisahkan minyak dari tiga fase (residu berair, minyak dan buah). Sedangkan pada metode kedua dan ketiga penghancuran dinding sel dilakukan dengan gaya mekanik. Sel-sel dalam daging alpukat yang mengandung minyak dipecahkan oleh gaya mekanis (seperti digiling oleh alu), dan minyak dilepaskan oleh gaya sentrifugasi. Salah satu keuntungan yang luar biasa dari teknik pemisahan berair adalah tidak perlu menghilangkan sejumlah besar air dari pulp segar, dibandingkan dengan proses ekstraksi pelarut dan pengepresan. Teknik pemisahan air dapat dipraktekkan karena pengoperasiannya yang sederhana dan biaya rendah, dibandingkan dengan metode ekstraksi minyak lainnya (seperti ekstraksi pelarut organik). Selain itu, manfaat memanfaatkan gaya sentrifugal untuk memisahkan terletak pada menghasilkan produk berkualitas lebih tinggi dengan kemurnian lebih tinggi. Dalam proses metode pemisahan air panas, sluri yang diencerkan umumnya dipanaskan pada suhu yang lebih tinggi (100–105°C) untuk memisahkan bagian minyak. Bubur yang diencerkan juga dapat dihomogenkan menggunakan blender sebelum pemanasan). Namun, suhu tinggi yang tenang (105°C) tidak cukup untuk memecah emulsi air dalam minyak. Protein dan karbohidrat yang ada dalam buah alpukat dapat meningkatkan stabilitas emulsi, menyebabkan lebih sulitnya pemutusan

hubungan antara minyak dan komponen ini selama pemanasan. Untuk membuatnya lebih mudah memecah emulsi, tekanan homogenisasi digunakan sebelum pemanasan. Tekanan homogenisasi digunakan mulai dari 7 kg/cm^2 hingga 71 kg/cm^2 (Qin & Zhong, 2016).

C. Susu herbal suplementasi minyak alpukat dan kunyit

Susu adalah salah satu produk utama di antara produk hewani, yang bernilai gizi tinggi dan disukai oleh semua kelompok usia. Susu menjadi pilihan inovasi bagi para peneliti makanan untuk memenuhi preferensi konsumen yang terus berubah akan hal-hal baru dalam produk. Sesuai trend sekarang, masyarakat yang baru-baru ini mengalami tren universal dari pengobatan sintetis ke pengobatan herbal, yang dapat kita sebut 'kembali ke alam'. Herbal telah digunakan sebagai makanan dan obat-obatan selama berabad-abad kini telah ditambahkan kedalam susu yang lebih meningkatkan cita rasa serta manfaatnya. Susu herbal merupakan inovasi pangan fungsional yang mengombinasikan bahan alami dengan manfaat kesehatan tambahan. Produk ini telah banyak dikembangkan dengan berbagai formulasi, seperti susu berbasis kacang-kacangan,ereal, dan ekstrak herbal (Hingne et al., 2020). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penambahan senyawa bioaktif dalam susu dapat meningkatkan efek farmakologis, seperti antioksidan dan antihiperlipidemia (Anwar, 2014; Winarni et al., 2021).

Minyak alpukat (*Persea americana*) merupakan salah satu sumber lemak sehat yang kaya akan asam oleat dan fitosterol, yang berperan dalam menurunkan kadar LDL dan meningkatkan HDL dalam darah (Damle & Madankar, 2023; Zelleroth et al., 2024). Studi epidemiologi dan klinis telah menunjukkan bahwa diet yang kaya asam oleat, seperti diet Mediterania, dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit jantung. Penelitian klinis telah menunjukkan bahwa mengonsumsi asam oleat dapat membantu menurunkan kadar kolesterol LDL dan trigliserida, serta meningkatkan kolesterol HDL (Ford & Liu, 2020).

Kunyit (*Curcuma longa*) adalah tanaman herba yang banyak dibudidayakan di Indonesia mengandung kurkuminoid yang bersifat antioksidan dan antiinflamasi, serta memiliki potensi untuk menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida (Rohman et al., 2020; Sukamto, 2009). Mekanisme kerja kurkumin adalah dengan cara memperbaiki gangguan kardiovaskuler seperti aterosklerosis, hipertrofi jantung, fibrosis jantung, gagal jantung, infark miokard, dan iskemia. Mekanisme molekuler potensial yang

mendasari efek kardioprotektif Kurkumin adalah efek modulasinya pada jalur AMPK, Nrf2, JAK/STAT, NF- κ B, PI3k/Akt, MAPK, Notch, mTOR , PPAR , dan pensinyalan arakidonat. Ditemukan juga bahwa Kurkumin dapat menunjukkan efek kardioprotektif melalui modulasi reseptor tol-like, asetilasi dan deasetilasi histon , dan sistem renin-angiotensin (Pourbagher-Shahri et al., 2021).

Kombinasi minyak alpukat dan kunyit dalam susu herbal diharapkan dapat meningkatkan efek kardioprotektif, sekaligus menjadi alternatif susu bernutrisi tinggi. Meskipun penelitian terkait manfaat minyak alpukat dan kunyit sudah cukup luas, kajian yang secara spesifik mengintegrasikan keduanya dalam produk susu herbal masih terbatas. Sebagian besar studi terdahulu berfokus pada efek farmakologi minyak alpukat secara *in vivo* atau pada formulasi pangan berbasis minyak, tanpa mengeksplorasi stabilitas dan komposisi nutrisinya dalam produk susu. Di sisi lain, tantangan utama dalam pengembangan susu herbal berbasis minyak alpukat adalah kestabilan emulsi, pengaruh pH terhadap senyawa aktif, serta umur simpan produk yang optimal tanpa kehilangan khasiat fungsionalnya.

Stabilitas merupakan salah satu aspek krusial dalam pengembangan susu herbal berbasis minyak alpukat dan kunyit. Stabilitas produk mencakup ketahanan terhadap perubahan fisik, kimia, dan mikrobiologi selama penyimpanan. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi stabilitas susu herbal meliputi pH, homogenitas emulsi, oksidasi lipid, aktivitas mikroba, serta interaksi antar senyawa bioaktif dalam formulasi. Stabilitas ini menjadi tantangan karena produk berbasis susu herbal umumnya memiliki kandungan lemak tak jenuh yang tinggi, sehingga rentan terhadap ketengikan akibat oksidasi (Berasategi et al., 2012; Hingne et al., 2020). Stabilitas mikrobiologi juga menjadi perhatian utama dalam pengembangan susu herbal, karena tidak mengandung pengawet sintetis. Produk susu herbal rentan terhadap kontaminasi mikroba, terutama oleh bakteri asam laktat, kapang, dan ragi. Oleh karena itu, pengujian mikrobiologi seperti *Total Plate Count (TPC)* serta uji spesifik untuk bakteri patogen seperti *E. coli* dan *Salmonella sp.* diperlukan untuk memastikan keamanan selama penyimpanan. Metode uji stabilitas meliputi pengukuran pH, viskositas, aktivitas air (Aw), serta evaluasi sensoris secara berkala selama penyimpanan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa produk tetap dalam kondisi optimal dari segi rasa, tekstur, dan aroma. Dengan kombinasi formulasi yang tepat dan metode penyimpanan yang sesuai, diharapkan susu herbal berbasis minyak alpukat dan kunyit dapat memiliki umur

simpan yang lebih lama dengan manfaat kesehatan yang tetap terjaga (Hingne et al., 2020).

D. Media promosi kesehatan berbasis digital

Selain dari aspek ilmiah, penelitian ini juga mengangkat dimensi promosi kesehatan berbasis digital, sebuah pendekatan yang semakin relevan dalam era digitalisasi. Strategi kampanye digital untuk edukasi kesehatan telah terbukti meningkatkan kesadaran dan pemahaman masyarakat terhadap pola makan sehat, namun masih sedikit penelitian yang mengaplikasikan pendekatan ini dalam konteks promosi produk susu herbal. Kampanye digital dalam promosi kesehatan merupakan strategi yang semakin berkembang seiring dengan meningkatnya penggunaan teknologi dan internet. Dalam konteks pencegahan hiperlipidemia, kampanye digital berperan penting dalam meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pola hidup sehat, termasuk konsumsi makanan fungsional seperti susu herbal berbasis minyak alpukat dan kunyit. Media sosial seperti Instagram, Facebook, dan TikTok menjadi alat utama dalam menyampaikan infografis, video singkat, dan kampanye interaktif yang dapat menjangkau berbagai lapisan masyarakat (Hu, 2024; S. Kumar & Preetha, 2012).

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Pada rencana penelitian ini akan dikembangkan lebih lanjut minyak buah alpukat yang diperoleh dengan cara spesifik yang akan diuji potensinya sebagai antioksidan dan anti hiperlipidemia yang dikemas sebagai *food suplement* serta produk minuman fungsional susu formula tinggi HDL yang berbahan dasar susu rempah & minyak alpukat. Hasil akhir dari penelitian bertujuan untuk menghasilkan produk *food suplement* tinggi HDL dan minuman fungsional berupa susu formula tinggi HDL yang dapat berperan sebagai pengendali hiperlipidemia.

Secara keseluruhan penelitian pengembangan produk minyak alpukat ini bertujuan untuk memperoleh dasar-dasar ilmu dan berbagai metode dalam teknologi produksi pengolahan minyak alpukat dan susu formula tinggi HDL serta mengetahui respon masyarakat terhadap produk baru tersebut. Implementasi hasil penelitian diharapkan mampu memberikan kontribusi untuk memberikan solusi terhadap permasalahan hiperlipidemia yang terus meningkat di Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan metode produksi minyak nabati alpukat, pembuatan *food suplement* tinggi HDL serta minuman fungsional yang terbukti dapat menurunkan kadar hiperlipidemia didalam darah.

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Desain Penelitian

Metode penelitian ini terdiri dari dua aspek utama, yaitu uji stabilitas susu herbal berbasis minyak alpukat-kunyit dan pengembangan kampanye digital untuk edukasi kesehatan. Penelitian ini dimulai dengan formulasi susu herbal yang melibatkan proses pemilihan bahan, yaitu minyak alpukat yang diekstraksi dengan metode autoclave selama 60 menit, serta kunyit yang diekstrak untuk memperoleh senyawa kurkumin. Formulasi berbagai rasio minyak alpukat dan kunyit telah ditentukan sesuai penelitian sebelumnya (Winarni dkk, 2024). Setelah dilakukan pembuatan susu herbal, dilakukan pengujian stabilitas produk yang mencakup analisis fisik dan kimia.

Uji stabilitas meliputi pengukuran pH untuk melihat perubahan keasaman selama penyimpanan, uji viskositas untuk menilai kestabilan emulsi, serta uji warna dan aroma menggunakan metode sensoris. Selain itu, daya simpan susu herbal diuji pada berbagai suhu penyimpanan (4°C , 25°C , dan 40°C) untuk mengetahui pengaruh lingkungan terhadap kualitas produk dengan menggunakan metode RAL faktorial dengan dua faktor, dimana Faktor A: Suhu penyimpanan (4°C , 25°C , dan 40°C). Faktor B: Lama penyimpanan (hari ke-0, ke-3, dan ke-7). Analisis statistik untuk variabel numerik seperti pH dan viskositas adalah Two-Way ANOVA (Analisis Sidik Ragam Dua Arah). Sedangkan untuk aroma dan warna menggunakan analisis deskriptif.

Selain stabilitas fisik dan kimia, penelitian ini juga menguji stabilitas mikroba untuk mengamati pertumbuhan mikroba selama penyimpanan. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratorik dengan rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu penyimpanan dan lama penyimpanan terhadap jumlah mikroba total (TPC) dan keberadaan mikroba indikator (*Coliform*, *E. coli*, *S. aureus*, *Enterobacteriaceae*) pada susu herbal minyak alpukat-kunyit. Desain yang digunakan adalah eksperimen dua faktor, yaitu: Faktor A: Suhu penyimpanan (4°C , 25°C , dan 40°C). Faktor B: Lama penyimpanan (hari ke-0, ke-3, dan ke-7). Setiap kombinasi perlakuan dilakukan tiga kali ulangan untuk memperoleh data yang valid dan terhindar dari bias. Data hasil pengujian mikrobiologi diolah menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey HSD untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

Selain itu, kandungan nutrisi dalam susu herbal dianalisis melalui berbagai metode untuk menentukan kandungan protein, karbohidrat, kadar air, kadar abu dan kadar lemak. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dan mengacu pada prosedur SNI uji makanan minuman maupun prosedur in house dari Laboratorium Layanan Terpadu Universitas Brawijaya Malang.

Seiring dengan uji stabilitas produk, penelitian ini juga mengembangkan kampanye digital sebagai strategi edukasi kesehatan terkait manfaat susu herbal dalam pencegahan hiperlipidemia. Prosedurnya diawali dengan perancangan konten *feed* dan *story* yang berisi informasi tentang manfaat asam oleat dan bahan herbal seperti kurkumin dalam menurunkan kadar kolesterol. Metode pengembangan media edukasi kesehatan digital menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model *ADDIE* (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Platform yang digunakan adalah Instagram, mengingat media sosial ini memiliki jangkauan luas, mudah diakses, dan efektif untuk penyebarluasan konten edukatif visual. Hasil dari penelitian dianalisis secara deskriptif.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga September 2025 di Laboratorium Terpadu Poltekkes Kemenkes Malang Jalan Besar Ijen No 77C Malang, Laboratorium Layanan Terpadu Universitas Brawijaya Malang

C. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan serangkaian uji untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap karakteristik fisik, kimia dan mikrobiologis pada susu herbal. Untuk mempermudah pemahaman, alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

D. Populasi dan Sampel

1. Populasi Penelitian

Susu herbal berbasis minyak alpukat dengan konsentrasi 2% yang diformulasi dengan komposisi yang sama

2. Sampel Penelitian

Sampel dikelompokkan menjadi tiga kelompok yang saling berhubungan yaitu tiga suhu penyimpanan, tiga lama penyimpanan dan tiga ulangan sehingga totalnya adalah 27

3. Teknik Sampling

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah **purposive sampling** pada unit percobaan, yaitu seluruh sampel dibuat secara sengaja sesuai kriteria formula susu herbal minyak alpukat–kunyit yang telah ditetapkan.

E. Alat dan Bahan

1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : pisau, talenan, timbangan, blender, baskom, cawan, gelas ukur, saringan, autoclave, spatula, sentrifuge, botol gelap kedap udara.
2. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alpukat mentega lokal dan reagen uji dan media easyplate dari Kikkoman

F. Prosedur

1. Preparasi Bahan

- a. Ekstraksi Minyak dari Daging Buah Alpukat (sentrifugasi) (Winarni et al., 2024)

Alpukat matang diperam selama 3 hari setelah dipetik, dibelah menjadi dua bagian setelah itu pisahkan daging dan kulit serta biji nya. Daging buah alpukat di blender sampai halus dan lembut (pasta) tanpa penambahan air. Pasta daging buah alpukat dimasukkan kedalam toples kaca dan di autoclave untuk mengeluarkan minyak dalam daging buah. Autoclave dijalankan pada suhu 120°C selama 120 menit. Setelah selesai proses autoclave, pasta daging alpukat diangkat dan diambil minyak yang keluar diantara daging buah dan air dengan cara menuang air yang tercampur minyak kedalam wadah kosong. Proses pemisahan air dan minyak dilakukan dengan cara sentrifugasi 3000 rpm selama 6 menit. Minyak yang berada diatas air diambil secara perlahan-lahan dan ditampung untuk kemudian di sentrifugasi lagi sehingga diperoleh jumlah yang banyak. Minyak yang diperoleh disimpan dalam wadah kedap udara dan digunakan untuk analisis lebih lanjut.

- b. Pembuatan Sari Kunyit (Winarni et al., 2023)

Sebanyak 200 gram kunyit dicuci hingga benar-benar bersih untuk menghilangkan kotoran atau kontaminan. Kunyit yang telah dicuci kemudian melalui proses blansing, yaitu direbus dalam air mendidih selama tiga menit. Tahap blansing ini penting untuk mengurangi bau langu, menghambat aktivitas enzim, dan menjaga warna kunyit agar tetap cerah. Selanjutnya, disiapkan 25 gram asam jawa yang akan dicampurkan bersama kunyit. Kedua bahan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam blender dan dihaluskan hingga tercampur merata. Proses ini dilakukan dua kali, masing-masing dengan 500 ml air matang untuk memastikan ekstraksi sari kunyit dan asam jawa berlangsung optimal.

Setelah proses penghancuran selesai, hasilnya kemudian disaring untuk memperoleh sari kunyit asam yang lebih halus dan bebas ampas. Tahap terakhir adalah penyimpanan. Kunyit asam yang telah disaring dimasukkan ke dalam botol bersih dan disimpan di dalam lemari es agar tetap segar dan memiliki daya simpan yang lebih lama. Penyimpanan dingin membantu menjaga kualitas rasa, aroma, serta kestabilan warna minuman.

2. Pembuatan susu herbal suplementasi minyak alpukat dan kunyit (Winarni et al., 2023)

Tahapan pertama dimulai dengan mengambil sari kunyit asam yang telah dibuat sebelumnya, kemudian dipisahkan dengan hati-hati dari endapannya agar diperoleh cairan yang lebih jernih dan bersih dari partikel kasar. Setelah itu, sari kunyit asam dinetralkan hingga mencapai pH 6,5. Proses penetralan ini bertujuan untuk menyesuaikan keasaman agar sesuai dengan standar keamanan susu serta mencegah terjadinya koagulasi ketika dicampurkan dengan susu.

Tahap berikutnya adalah mencampurkan sari kunyit asam yang sudah dinetralkan ke dalam 1000 ml susu sapi murni atau susu UHT rendah lemak. Proporsi ini dipilih untuk menghasilkan campuran yang seimbang baik dari segi cita rasa maupun karakteristik fisik. Setelah bahan utama tercampur, ditambahkan 0,5% CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) sebagai bahan penstabil untuk meningkatkan kestabilan emulsi dan mencegah pemisahan fase selama penyimpanan.

Selanjutnya, seluruh campuran diproses menggunakan homogenizer hingga tercampur sempurna menjadi formula yang seragam. Tahap homogenisasi ini penting untuk menghasilkan tekstur susu herbal yang halus, stabil, dan tidak mudah terpisah. Setelah homogenisasi, dilakukan proses sterilisasi untuk memastikan susu herbal aman dikonsumsi dan terbebas dari mikroorganisme patogen.

Suplementasi minyak alpukat dilakukan dengan cara sebanyak 2% minyak alpukat ditambahkan pada susu herbal 1000ml. Selanjutnya ditambahkan gum xanthan dengan konsentrasi 0,2%. Campuran dihomogenasi dengan mesin homogenizer.

Tahap terakhir adalah pengemasan. Susu herbal dikemas dalam botol bersih pada suhu 0–10°C, yang bertujuan untuk menjaga kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologis sebelum produk digunakan lebih lanjut atau dilakukan uji lanjutan. Penyimpanan pada suhu rendah membantu mempertahankan kesegaran dan memperpanjang masa simpan produk.

3. Uji stabilitas produk

Uji stabilitas produk digunakan untuk mengetahui daya simpan produk ada berbagai suhu penyimpanan (4°C , 25°C , dan 40°C) untuk mengetahui pengaruh lingkungan terhadap kualitas produk. Setelah dilakukan pembuatan susu herbal, dilakukan pengujian stabilitas produk yang mencakup analisis fisik, kimia dan mikrobiologis.

a. Analisis Fisik

1. Uji pH : untuk melihat perubahan keasaman selama penyimpanan

A. Prosedur Penggunaan pH-Meter Digital

- Lepaskan bagian tutup pelindungnya.
- Bilas elektroda dengan aquadest, dan usap perlahan menggunakan kertas saring/tisu.
- Hidupkan pH-Meter, dengan menggeser tombol di bagian atas pH-Meter.
- Celupkan elektroda pH-Meter ke dalam larutan yang ingin diukur pH-nya.
- Aduk dengan pelan, kemudian diamkan beberapa saat, sampai menunjukkan nilai pH-Meter yang stabil.
- Setelah selesai digunakan, matikan pH-Meter dengan menggeser tombol di bagian atas pH-Meter ke posisi semula.
- Bilas elektroda dengan aquadest, dan usap perlahan menggunakan kertas saring/tisu, kemudian pasang kembali bagian tutup pelindungnya.

B. Prosedur Kalibrasi pH-Meter Digital

- Lepaskan bagian tutup pelindungnya.
- Bilas elektroda dengan air destilasi, dan usap perlahan menggunakan kertas saring/tisu.
- Hidupkan pH-Meter, dengan menggeser tombol di bagian atas pH-Meter.
- Celupkan elektroda pH-Meter ke dalam larutan standar buffer fosfat pH 7.00 (di bawah suhu 25°C), kemudian aduk dengan pelan.
- Atur kesesuaian nilai pH yang ditunjukkan pH-Meter agar sama dengan pH larutan standar buffer fosfat (pH 7.00). Dengan cara memutar baut min pada bagian belakang pH-Meter, menggunakan obeng.
- Bilas elektroda dengan air destilasi, dan usap perlahan menggunakan kertas saring/tisu.
- Celupkan elektroda pH-Meter ke dalam larutan standar buffer boraks pH 4.00 atau pH 9.00 (di bawah suhu 25°C), kemudian aduk dengan pelan.

- Biarkan selama satu menit, sampai nilai pH yang ditunjukkan pH-Meter sesuai dengan larutan standar buffer boraks pH 4.00 atau pH 9.00.
 - Bilas elektroda dengan air destilasi, dan usap perlahan menggunakan kertas saring/tisu, kemudian pasang kembali bagian tutup pelindungnya.
2. Uji Viskositas : untuk menilai kestabilan emulsi
- A. Prosedur Kerja Viskometer Brookfield
- Menyeimbangkan mata air pada viskometer hingga berada pada posisi tengah atau di dalam batas lingkaran.
 - Memilih spindle yang akan digunakan dan memasangnya pada bagian bawah viskometer dengan cara menekan putar bagian dalam ke atas sedikit lalu menghubungkan spindle. Kemudian spindle diputar ke arah jarum jam hingga cekat.
 - Menekan tombol ON pada bagian belakang viskometer.
 - Menyetel nomor spindle dan speed sesuai dengan kebutuhan.
 - Meletakkan sampel yang akan diuji pada gelas beaker 600 ml, dan sampel diisi sejumlah 500 ml.
 - Masukkan spindle pada sampel hingga tanda batas yang tertera pada spindle.
 - Tekan tombol start.
 - Amati nilai yang tertera pada display viskometer, nilai yang menunjukkan angka konstan terus menerus tercatat sebagai hasil.
 - Tekan tombol stop, lalu sisihkan sampel dari viskometer.
 - Lepas spindle dan bersihkan lalu dikeringkan sempurna.
3. Uji warna
- Uji warna susu secara sederhana tanpa panelis dilakukan dengan mengamati warna susu terhadap latar belakang putih. Kemudian untuk melakukan validasi data dilakukan pendokumentasian terhadap warna susu yang diamati. Hasil foto kemudian diunggah pada website deteksi warna online otomatis dengan url https://www.ginifab.com/feeds/pms/color_picker_from_image.id.php untuk menentukan warna susu herbal. Susu yang normal berwarna putih kebiruan hingga agak kekuningan.
4. Uji aroma
- Uji aroma pada susu adalah salah satu metode uji organoleptik yang digunakan untuk menilai kualitas susu. Pengujian ini dilakukan dengan cara

mencium aroma susu untuk mendeteksi adanya bau yang tidak normal atau menyimpang dari aroma khas susu segar

Prosedur kerja:

- Tuangkan sedikit susu segar ke dalam gelas bersih.
- Dekatkan gelas berisi susu ke hidung dan cium aroma-nya. Perhatikan apakah terdapat bau khas susu yang lembut dan sedikit manis atau justru tercium bau asam, amis, atau bau lain yang menyengat.
- Interpretasi:
 - Aroma normal: Susu segar yang baik akan memiliki aroma khas susu yang lembut dan sedikit manis dan tercium bau kunyit asam serta alpukat.
 - Aroma tidak normal: Jika tercium bau asam, amis, atau bau menyimpang lainnya, ini bisa menjadi indikasi bahwa susu sudah mulai rusak atau terkontaminasi.

b. Analisis Mikrobiologi

1. **Uji TPC/ *Aerobic Plate Count*** : untuk mengamati pertumbuhan semua mikroba selama penyimpanan
 - Penghitungan TPC menggunakan metode SNI 2897:2008 modifikasi dengan media jadi easyplate dari Kikkoman
 - Sebanyak 10 ml susu dimasukkan ke dalam wadah steril yang sudah berisi 90 ml larutan *Phosphate buffer saline (PBS)*, kemudian dihomogenkan selama 1 menit sampai dengan 2 menit ini merupakan larutan dengan pengenceran 10^{-1} .
 - Sebanyak 1 ml pengenceran 10^{-1} diambil kemudian diencerkan menggunakan PBS 9 ml sebagai pengenceran 10^{-2} , lalu diulangi lagi sampai dengan pengenceran 10^{-5} .
 - Setelah diperoleh pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Selanjutnya dari masing-masing pengenceran diambil 1 ml untuk dimasukkan ke dalam pada easyplate
 - Tahap selanjutnya diinkubasikan pada suhu $35 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 48 ± 2 jam, Hitung koloni yang menyebar sebagai koloni tunggal, hitung berdasarkan area gelap di tengah koloni.
 - Jika terdapat beberapa koloni, hitung area gelap di tengah koloni sebagai satu koloni. Pada contoh B, terdapat 4 area gelap di koloni. Ini akan dihitung sebagai 4 koloni.

- Hasil pengujinya dinyatakan dengan *Colony Forming Unit* (CFU) per ml dengan nilai maksimal TPC yang diperbolehkan pada susu sapi pasteurisasi yaitu sebesar 3×10^4 cfu/ml.
 - Koloni yang tumbuh dihitung sebagai total mikroba dan jumlah koloni yang dihitung antara 25–250.
2. Uji patogen *E.coli* / *E.coli counts*
 - Penghitungan *E.coli counts* menggunakan metode *easyplate* dari Kikkoman
 - Sebanyak 10 ml susu dimasukkan ke dalam wadah steril yang sudah berisi 90 ml larutan *Phosphate buffer saline (PBS)*, kemudian dihomogenkan selama 1 menit sampai dengan 2 menit ini merupakan larutan dengan pengenceran 10^{-1} .
 - Sebanyak 1 ml pengenceran 10^{-1} diambil kemudian diencerkan menggunakan PBS 9 ml sebagai pengenceran 10^{-2} , lalu diulangi lagi sampai dengan pengenceran 10^{-5} .
 - Setelah diperoleh pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Selanjutnya dari masing-masing pengenceran diambil 1 ml untuk dimasukkan ke dalam pada *easyplate*
 - Tahap selanjutnya diinkubasikan pada suhu $35 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 24 ± 1 jam, Hitung koloni yang menyebar sebagai koloni tunggal, hitung berdasarkan area gelap di tengah koloni.
 - Jika terdapat beberapa koloni, hitung area gelap di tengah koloni sebagai satu koloni. Pada contoh B, terdapat 4 area gelap di koloni. Ini akan dihitung sebagai 4 koloni.
 - Koloni *E. coli* menunjukkan warna biru-ungu hingga biru tua, sementara coliform non- *E. coli* menunjukkan warna merah muda hingga merah-ungu.
 - Pada beberapa makanan dan produk susu yang tidak dipanaskan, sisa enzim dalam makanan dapat menyebabkan terbentuknya warna merah-ungu di seluruh area inkubasi.
 3. Uji patogen *S. aureus*./ *S. aureus Counts*
 - Penghitungan *S. aureus counts* menggunakan metode *easyplate* dari Kikkoman
 - Sebanyak 10 ml susu dimasukkan ke dalam wadah steril yang sudah berisi 90 ml larutan *Phosphate buffer saline (PBS)*, kemudian dihomogenkan selama 1 menit sampai dengan 2 menit ini merupakan larutan dengan pengenceran 10^{-1} .

- Sebanyak 1 ml pengenceran 10^{-1} diambil kemudian diencerkan menggunakan PBS 9 ml sebagai pengenceran 10^{-2} , lalu diulangi lagi sampai dengan pengenceran 10^{-5} .
 - Setelah diperoleh pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Selanjutnya dari masing-masing pengenceran diambil 1 ml untuk dimasukkan ke dalam pada easyplate
 - Tahap selanjutnya diinkubasikan pada suhu $35 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 24 ± 1 jam
 - Koloni *S. aureus* yang berkembang akan menunjukkan warna biru sehingga mudah diidentifikasi dan dihitung.
 - Media SA Easy Plate bersifat menghambat bakteri lain, tetapi jika berkembang, bakteri tersebut akan menunjukkan warna merah muda hingga merah-ungu sehingga mudah dibedakan.
4. Penghitungan jumlah koloni Enterobacteriaceae
- *Salmonella*, *Shigella*, dan *Yersinia*, merupakan bakteri non-fermenter laktosa dan tidak termasuk dalam kategori "coliform". Karena klasifikasi taksonominya yang jelas, Enterobacteriaceae banyak digunakan sebagai indikator higiene, menggantikan "coliform" di Uni Eropa dan wilayah lainnya
 - Penghitungan Enterobacteriaceae *counts* menggunakan metode *easyplate* dari Kikkoman
 - Sebanyak 10 ml susu dimasukkan ke dalam wadah steril yang sudah berisi 90 ml larutan *Phosphate buffer saline (PBS)*, kemudian dihomogenkan selama 1 menit sampai dengan 2 menit ini merupakan larutan dengan pengenceran 10^{-1} .
 - Sebanyak 1 ml pengenceran 10^{-1} diambil kemudian diencerkan menggunakan PBS 9 ml sebagai pengenceran 10^{-2} , lalu diulangi lagi sampai dengan pengenceran 10^{-5} .
 - Setelah diperoleh pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Selanjutnya dari masing-masing pengenceran diambil 1 ml untuk dimasukkan ke dalam pada easyplate
 - Tahap selanjutnya diinkubasikan pada suhu $35 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 24 ± 1 jam
 - Hasil: Media gel mengandung indikator pH merah netral (koloni merah) dan kristal violet yang menyebabkan koloni EB berubah menjadi merah.

c. Analisis Kimia

Kandungan nutrisi dalam susu herbal dianalisis melalui berbagai metode untuk menentukan kandungan protein, karbohidrat, kadar air, kadar abu dan kadar lemak.

Analisis kimia dilakukan di Laboratorium Layanan Terpadu Universitas Brawijaya dengan mengacu prosedur berikut:

1. Prosedur kerja Kadar Air (SNI 01-2891-1992 Butir 5.1)
2. Prosedur kerja Kadar Abu (SNI 01-2891-1992 Butir 6.1)
3. Prosedur kerja Kadar Protein (Inhouse Methode IKP-00/04/02)
4. Prosedur kerja Kadar Lemak (SNI 01-2891-1992 Butir 8.2)
5. Prosedur kerja Kadar Karbohidrat (*by different*)

BAB V

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

A. Hasil penelitian

1. Hasil Uji Fisik

Uji fisik dilakukan untuk mengevaluasi kestabilan susu herbal minyak alpukat–kunyit selama penyimpanan pada berbagai kondisi suhu. Parameter yang diamati meliputi pH, viskositas, warna, dan aroma, karena keempatnya merupakan indikator penting dalam menentukan mutu, kesegaran, dan potensi kerusakan produk. Pengujian dilakukan pada tiga suhu penyimpanan, yaitu 4°C, 25°C, dan 40°C, masing-masing diamati pada hari ke-0, ke-3, dan ke-7. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel 1 untuk menggambarkan perubahan fisikokimia dan organoleptik yang terjadi selama penyimpanan.

Tabel 1. Hasil uji fisik Stabilitas pH, Viskositas, Warna, dan Aroma Susu Herbal pada suhu (4°C, 25°C, dan 40°C) dan lama penyimpanan (0, 3 dan 7 hari)

Suhu	Hari	pH	Viskositas (cP)	Warna	Aroma
4°C	0	6,95	189	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
		6,95	189	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
		6,95	189	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
		6,88	135,3	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
		6,88	135,3	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
	3	6,88	135,3	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
		6,88	135,3	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
	7	6,94	168	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
		6,94	168	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
	7	6,94	168	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
25°C	0	6,95	189	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
		6,95	189	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
		6,95	189	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
		6,73	597,6*	Limau #02C87C	tercium aroma masam/ kecut
		6,73	597,6*	Limau #02C87C	aroma minyak berkurang,
	3	6,73	597,6*	Limau #02C87C	aroma minyak berkurang,
		6,73	597,6*	Limau #02C87C	tercium aroma masam/ kecut
	7	6,73	597,6*	Limau #02C87C	aroma minyak berkurang,
		6,82	189	Limau #02C87C	tercium aroma masam/ kecut
40°C	0	6,82	189	Limau #02C87C	tidak ada aroma minyak, asam
		6,82	189	Limau #02C87C	kuat/ terdapat gas
		6,82	189	Limau #02C87C	tidak ada aroma minyak, asam
	3	6,82	189	Limau #02C87C	tidak ada aroma minyak, asam
		6,82	189	Limau #02C87C	kuat/ terdapat gas
	7	6,95	189	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
		6,95	189	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
	3	6,95	189	Limau #02C87C	dominan minyak alpukat
		6,39	204**	Limau #02C87C	aroma minyak berkurang,
	7	6,39	204**	Limau #02C87C	tercium aroma masam/ kecut

Suhu	Hari	pH	Viskositas (cP)	Warna	Aroma
7	6,39	204**	Limau #02C87C	aroma minyak berkurang, tercium aroma masam/ kecut tidak ada aroma minyak, asam kuat/ terdapat gas	
	5,91	210	Limau #02C87C	tidak ada aroma minyak, asam kuat/ terdapat gas	
	5,91	210	Limau #02C87C	tidak ada aroma minyak, asam kuat/ terdapat gas	
	5,91	210	Limau #02C87C	tidak ada aroma minyak, asam kuat/ terdapat gas	

Hasil analisis deskriptif terhadap nilai **pH** menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kecenderungan perubahan pH berdasarkan variasi suhu penyimpanan dan lama penyimpanan. Pada suhu 4°C, nilai pH relatif stabil dari hari ke hari, yaitu 6,93 pada hari ke-0, turun sedikit menjadi 6,86 pada hari ke-3, lalu meningkat kembali menjadi 6,92 pada hari ke-7. Kondisi ini menandakan bahwa penyimpanan suhu rendah membantu mempertahankan kestabilan pH produk. Pada suhu 25°C, pH cenderung mengalami penurunan pada hari ke-3 (6,71) dan kembali meningkat pada hari ke-7 (6,82), menunjukkan adanya perubahan namun tidak terlalu drastis. Berbeda dengan dua suhu sebelumnya, pada suhu 40°C terjadi penurunan pH yang lebih besar, yakni dari 6,94 pada hari ke-0 turun menjadi 6,46 pada hari ke-3, sebelum meningkat kembali menjadi 5,87 pada hari ke-7.

Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor suhu penyimpanan memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai pH. Hal ini ditunjukkan oleh nilai F yang sangat besar ($F = 362.845$) dengan nilai signifikansi 0.000, yang berarti perbedaan suhu 4°C, 25°C, dan 40°C menyebabkan perubahan pH yang berbeda secara nyata. Selain itu, faktor lama penyimpanan juga berpengaruh signifikan terhadap pH produk. Nilai F sebesar 221.346 dan signifikansi 0.000 menunjukkan bahwa pH pada hari ke-0, ke-3, dan ke-7 berbeda secara nyata. Tidak hanya faktor individu, interaksi antara suhu dan lama penyimpanan juga terbukti berpengaruh signifikan terhadap pH, dengan nilai F sebesar 167.179 dan signifikansi 0.000. Hal ini berarti bahwa perubahan pH dari hari ke-0 ke-7 tidak sama pada setiap suhu. Dengan kata lain, efek lama penyimpanan terhadap pH sangat bergantung pada suhu penyimpanan, dan sebaliknya.

Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa setiap pasangan suhu memiliki perbedaan pH yang signifikan ($\text{Sig.} < 0.05$). Suhu 4°C berbeda signifikan dengan 25°C dan 40°C, begitu pula suhu 25°C berbeda signifikan dengan 40°C. Perbedaan terbesar terlihat antara suhu 40°C dan 4°C (Mean Difference = 0.480), yang menunjukkan bahwa suhu tinggi menyebabkan penurunan pH yang lebih besar dibandingkan suhu rendah. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa setiap hari penyimpanan (hari 0, hari 3, dan hari 7) memiliki perbedaan pH yang signifikan satu sama lain ($\text{Sig.} = 0.000$). pH pada hari 3 lebih rendah dibandingkan hari 0, sedangkan pH

pada hari 7 lebih rendah lagi dibandingkan hari 3, dengan perbedaan terbesar antara hari 0 dan hari 7 (Mean Difference = 0.394). Temuan ini menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan berlangsung, semakin besar penurunan pH yang terjadi, dan perubahan ini signifikan pada setiap interval waktu.

Hasil uji menunjukkan bahwa kombinasi suhu dan lama penyimpanan menghasilkan kelompok-kelompok pH yang berbeda signifikan. Nilai pH terendah terdapat pada kombinasi 40°C hari ke-7 (5.87), yang berada pada kelompok tersendiri (notasi a), menunjukkan kondisi paling tidak stabil. Disusul oleh 40°C hari ke-3 (6.46) pada kelompok b. Sebaliknya, nilai pH tertinggi terdapat pada 40°C hari ke-0 (6.94) yang berada pada kelompok tersendiri (notasi e). Kombinasi suhu rendah (4°C) dan suhu ruang (25°C), terutama pada hari ke-0 dan hari ke-7, berada pada kelompok menengah hingga tinggi (c–e), menunjukkan pH yang relatif stabil.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada suhu 4°C, **viskositas** cenderung menurun dari 187.67 cP (hari 0) menjadi 67.00 cP (hari 7), menunjukkan penurunan viskositas selama penyimpanan dingin. Pada suhu 25°C, viskositas meningkat sangat tajam pada hari ke-3 (597.50 cP) sebelum turun kembali pada hari ke-7 (188.33 cP), menandakan adanya perubahan struktur atau kestabilan emulsi selama penyimpanan suhu ruang. Pada suhu 40°C, viskositas relatif stabil dengan kisaran 180–212 cP selama 7 hari, tanpa perubahan ekstrem seperti pada suhu 25°C.

Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa suhu penyimpanan, lama penyimpanan (hari), serta interaksi antara suhu dan hari berpengaruh secara signifikan terhadap viskositas produk (Sig. = 0.000 pada semua faktor). Nilai F yang tinggi pada masing-masing faktor—100.770 untuk suhu, 72.262 untuk hari, dan 69.071 untuk interaksi suhu × hari—menunjukkan bahwa ketiga faktor tersebut memberikan pengaruh yang kuat terhadap perubahan viskositas. Suhu penyimpanan terbukti memengaruhi peningkatan atau penurunan viskositas secara nyata, di mana suhu ruang (25°C) menunjukkan fluktuasi terbesar. Lama penyimpanan juga berdampak signifikan, terutama terlihat dari perubahan viskositas antara hari ke-0, hari ke-3, dan hari ke-7. Interaksi antara suhu dan waktu penyimpanan memperlihatkan bahwa pengaruh hari terhadap viskositas sangat tergantung pada suhu penyimpanan yang digunakan.

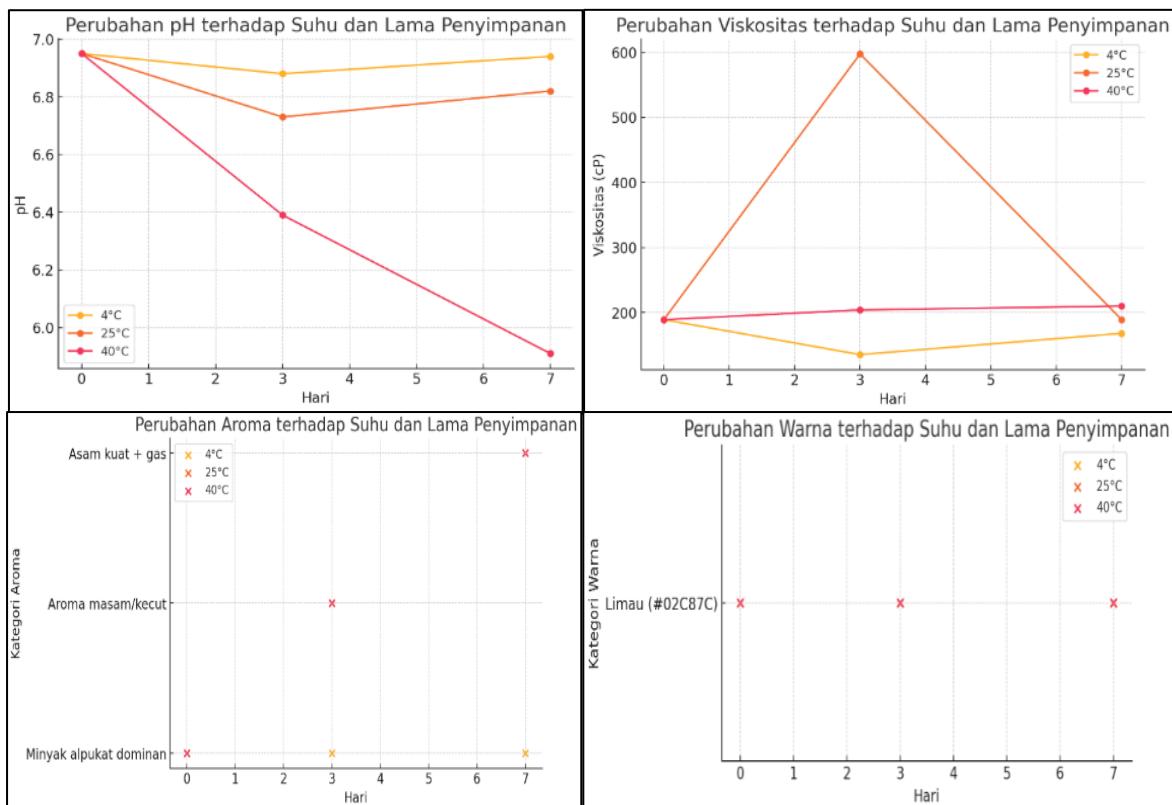
Hasil uji Tukey menunjukkan bahwa semua pasangan suhu berbeda signifikan (Sig. = 0.000). Suhu 25°C memiliki viskositas jauh lebih tinggi dibandingkan 4°C (Mean Difference = 193.544 cP) dan juga lebih tinggi dibandingkan 40°C (Mean Difference = 123.056 cP). Sebaliknya, viskositas pada suhu 4°C lebih rendah dibandingkan 25°C dan juga lebih rendah dibandingkan suhu 40°C, meskipun selisihnya lebih kecil (70.489 cP). Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa viskositas tertinggi terjadi pada suhu 25°C, sedangkan

viskositas terendah terjadi pada suhu 4°C, dan setiap perubahan suhu memberikan perbedaan viskositas yang signifikan.

Hasil uji menunjukkan bahwa terdapat perbedaan viskositas yang signifikan antara hari 0, hari 3, dan hari 7. Viskositas pada hari ke-3 jauh lebih tinggi dibandingkan hari ke-0 (Mean Difference = +126.011 cP) dan juga lebih tinggi dibandingkan hari ke-7 (Mean Difference = +156.456 cP), dengan nilai signifikansi 0.000. Sementara itu, perbedaan antara hari 0 dan hari 7 tidak signifikan ($\text{Sig.} = 0.097$), menunjukkan viskositas kedua hari tersebut relatif sama.

Hasil uji menunjukkan bahwa kombinasi suhu dan lama penyimpanan menghasilkan kelompok viskositas yang berbeda signifikan. Nilai viskositas terendah terdapat pada kombinasi 4°C hari ke-7 (67 cP), yang berdiri sendiri dalam kelompok a, menunjukkan kondisi paling encer. Pada suhu 4°C hari ke-3 (135.53 cP), viskositas meningkat namun masih berada pada kelompok rendah (a–b). Sebagian besar kombinasi suhu 4°C, 25°C, dan 40°C pada hari ke-0 dan hari ke-7 berada pada kelompok b, menunjukkan viskositas yang relatif serupa dan moderat. Nilai viskositas tertinggi secara mencolok terdapat pada 25°C hari ke-3 (597.50 cP), yang berada dalam kelompok tersendiri (c), menandakan peningkatan viskositas yang sangat besar pada kondisi tersebut.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa susu herbal paling stabil disimpan pada **suhu 4°C**, dengan pH, viskositas, warna, dan aroma yang relatif tidak berubah dari hari ke-0 hingga hari ke-7. Tidak ditemukan tanda-tanda fermentasi maupun kerusakan, dan aroma minyak alpukat tetap dominan. Sedangkan pada suhu 25°C, mulai terjadi perubahan pada hari ke-3, ditunjukkan oleh penurunan pH, peningkatan viskositas secara drastis, serta munculnya aroma masam. Kondisi ini menandakan awal kerusakan produk. Pada hari ke-7, aroma asam semakin kuat disertai pembentukan gas, sehingga produk tidak layak dikonsumsi. Pada suhu 40°C, kerusakan terjadi lebih cepat. pH turun tajam, aroma masam tercium sejak hari ke-3, dan pada hari ke-7 aroma asam semakin intens disertai gas. Perubahan ini menunjukkan terjadinya fermentasi aktif dan ketidakstabilan produk pada suhu tinggi. Secara keseluruhan hasil ini menunjukkan bahwa suhu rendah (4°C) merupakan kondisi terbaik untuk mempertahankan stabilitas fisikokimia dan organoleptik susu herbal hingga 7 hari, sedangkan penyimpanan pada suhu ruang dan panas mempercepat kerusakan produk. Untuk lebih jelasnya perubahan pH, viskositas, warna dan aroma pada suhu herbal pada penyimpanan 0,3 dan 7 hari, serta suhu penyimpanan 4°C, 25°C, dan 40°C dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik uji fisik Stabilitas pH, Viskositas, Warna, dan Aroma Susu Herbal pada suhu (4°C, 25°C, dan 40°C) dan lama penyimpanan (0, 3 dan 7 hari)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap pH susu herbal minyak alpukat-kunyit. Pada suhu 4°C pH relatif stabil (6,88–6,95) hingga hari ke-7, sedangkan pada 25°C dan 40°C terjadi penurunan pH yang lebih jelas, terutama pada 40°C yang mencapai 5,91 pada hari ke-7. Hasil ini sesuai dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa peningkatan suhu penyimpanan produk susu mempercepat reaksi biokimia (proteolisis, produksi asam organik) yang menyebabkan penurunan pH dan penurunan stabilitas produk (Ranvir et al., 2020).

Stabilitas pH pada 4°C menunjukkan bahwa aktivitas mikroba terhambat dan sistem emulsi susu-minyak masih terjaga dengan baik. Nilai pH berada di sekitar 6,8–7,0 yang menurut Pan et al. (2025) merupakan rentang pH yang relatif menguntungkan untuk stabilitas minuman susu karena menjauh dari titik isoelektrik protein susu sehingga mengurangi kecenderungan agregasi (Pan et al., 2025). Sebaliknya, penurunan pH pada 25°C dan 40°C mengindikasikan terjadinya fermentasi spontan oleh mikroba kontaminan, konsisten dengan laporan Putri et al. (2020) pada kefir, di mana kombinasi suhu lebih tinggi dan waktu simpan

lebih lama meningkatkan produksi asam laktat dan menurunkan pH secara signifikan (Putri et al., 2020).

Perubahan viskositas memberikan gambaran tambahan mengenai stabilitas fisik sistem emulsi. Pada suhu 4°C, viskositas hanya berubah moderat ($189 \rightarrow 135,3 \rightarrow 168$ cP), yang masih dapat dikategorikan stabil. Fluktuasi ringan ini kemungkinan terkait dengan reorganisasi jaringan protein-polisakarida dan redistribusi fase minyak selama penyimpanan dingin tanpa menyebabkan pemisahan fase yang nyata. Sebaliknya, pada 25°C terjadi lonjakan viskositas yang sangat tajam pada hari ke-3 (hingga $\pm 597,6$ cP) sebelum turun kembali ke 189 cP pada hari ke-7. Lonjakan ini menunjukkan terjadinya pengentalan atau pembentukan struktur gel sementara, yang dapat disebabkan oleh penurunan pH mendekati titik isoelektrik protein susu sehingga memicu agregasi protein dan peningkatan viskositas, fenomena ini juga dilaporkan pada minuman susu dengan modifikasi pH (Pan et al., 2025). Penurunan viskositas kembali pada hari ke-7 diduga akibat kerusakan lebih lanjut pada jaringan gel dan kemungkinan pemisahan fase, sehingga struktur menjadi tidak stabil. Pada 40°C, viskositas meningkat perlahan ($189 \rightarrow 204 \rightarrow 210$ cP), konsisten dengan percepatan reaksi kimia dan aktivitas mikroba pada suhu tinggi yang memodifikasi matriks protein dan polisakarida. Studi tentang minuman berbasis susu dan emulsi minyak alpukat juga menunjukkan bahwa perubahan suhu penyimpanan berpengaruh terhadap sifat reologi, di mana peningkatan suhu dan penyimpanan yang lebih lama berkaitan dengan perubahan viskositas dan potensi ketidakstabilan emulsi (Estrada Mesa et al., 2017).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan uji fisik kategori warna produk, dimana warna susu herbal tetap konsisten dalam kategori limau (#02C87C) pada semua suhu dan lama simpan. Hal ini mengindikasikan bahwa pigmen utama dalam sistem (kurkuminoid dari kunyit dan pigmen alami susu-minyak alpukat) relatif stabil selama periode pengamatan 7 hari. Penelitian pada yogurt dan susu nabati yang diperkaya kunyit juga melaporkan bahwa penambahan kunyit cenderung meningkatkan intensitas warna kuning, dan perubahan warna selama penyimpanan cenderung lebih lambat dibanding perubahan parameter lain seperti pH atau tekstur (Sıcıramaz, 2025). Akan tetapi, hasil juga menunjukkan bahwa warna bukan indikator yang peka terhadap kerusakan, hal ini terjadi pada suhu 25°C dan 40°C, warna masih tampak serupa meskipun secara kimia dan mikrobiologis produk sudah menunjukkan tanda kerusakan (pH turun, aroma masam, pembentukan gas). Oleh karena itu, penilaian mutu susu herbal semata-mata berdasarkan tampilan visual berisiko menyesatkan konsumen dan perlu selalu dikombinasikan dengan parameter lain.

Perubahan aroma menunjukkan pola yang jauh lebih sensitif karena aroma dapat diposisikan sebagai indikator sederhana kerusakan pada susu herbal yang mudah diamati. Pada suhu 4°C, aroma dominan minyak alpukat bertahan hingga hari ke-7, mendukung data pH dan viskositas yang relatif stabil. Pada 25°C dan 40°C, aroma minyak mulai berkurang pada hari ke-3 dan digantikan oleh aroma masam/kecut, kemudian menjadi asam kuat disertai pembentukan gas pada hari ke-7. Hal ini sesuai dengan proses fermentasi dan degradasi komponen organik oleh mikroba yang menghasilkan asam organik, CO₂, dan volatil lain yang mengubah profil aroma. Temuan ini sejalan dengan berbagai studi mutu sensori minuman susu yang menunjukkan bahwa parameter aroma sering kali menjadi batas kritis umur simpan, bahkan sebelum terjadi perubahan warna yang nyata. Pada penelitian minuman susu fungsional dan minuman berbasis kunyit, aroma masam dan *off-flavour* dilaporkan sebagai faktor utama yang membatasi daya simpan meskipun pH dan warna masih dalam rentang yang dapat diterima (Alhamdan et al., 2021).

2. Hasil Uji Kimia

Hasil analisis uji kimia pada Tabel 1 menunjukkan bahwa suhu penyimpanan berpengaruh terhadap stabilitas komposisi kimia susu herbal minyak alpukat dan kunyit. Pada suhu 4°C, seluruh parameter protein, karbohidrat, lemak, kadar air, dan kadar abu, menunjukkan perubahan yang kecil dan relatif stabil hingga hari ke-7. Hasil ini menunjukkan bahwa penyimpanan dingin dapat mempertahankan kestabilan nutrisi dan mencegah degradasi komponen. Pada suhu 25°C dan 40°C terjadi fluktuasi yang lebih besar. Kadar protein dan karbohidrat mengalami naik-turun yang mencerminkan aktivitas enzimatis atau mikrobiologis. Penurunan lemak lebih jelas pada suhu tinggi, mengindikasikan ketidakstabilan emulsi dan kemungkinan proses hidrolisis. Kadar air meningkat pada kedua suhu tersebut, terutama pada 25°C, yang mengarah pada pemisahan fase dan penurunan total padatan. Kadar abu relatif stabil di semua suhu karena mineral tidak mudah terpengaruh oleh penyimpanan. Sehingga hasil ini menunjukkan bahwa komposisi kimia paling stabil pada 4°C, sementara suhu ruang dan terutama suhu tinggi mempercepat ketidakstabilan nutrisi dan perubahan fisik produk. Untuk lebih dapat dimengerti, hasil uji kimia dapat ditunjukkan pada Gambar 4.

Hasil analisis menunjukkan bahwa **kadar protein** mengalami perubahan yang dipengaruhi oleh suhu dan lama penyimpanan. Pada suhu 4°C, kadar protein meningkat seiring waktu, dari 1,613% (hari 0) menjadi 1,797% (hari 7), menunjukkan stabilitas dan sedikit peningkatan selama penyimpanan dingin. Pada suhu 25°C, kadar protein justru mencapai titik tertinggi pada hari ke-3 (1,853%) tetapi menurun kembali pada hari ke-7 (1,563%),

mengindikasikan adanya perubahan struktur atau degradasi protein pada suhu ruang setelah beberapa hari. Sementara itu, pada suhu 40°C, kadar protein cenderung meningkat dari hari 0 ke hari 7, namun dengan fluktuasi yang lebih kecil dibandingkan suhu 25°C.

Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu penyimpanan, hari penyimpanan, dan interaksi suhu × hari semuanya memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar protein ($\text{Sig.} < 0.05$). Faktor suhu berpengaruh signifikan dengan nilai $F = 7.778$, yang berarti kadar protein berbeda nyata antar suhu. Faktor hari menunjukkan pengaruh yang lebih kuat ($F = 19.331$), menandakan bahwa kadar protein berubah signifikan dari hari 0 ke hari 3 dan hari 7. Interaksi suhu dan hari juga signifikan ($F = 18.074$), menunjukkan bahwa perubahan kadar protein dari waktu ke waktu bergantung pada suhu penyimpanannya.

Hasil uji menunjukkan bahwa tidak semua pasangan suhu berbeda signifikan, namun terdapat perbedaan pada beberapa kombinasi. Suhu 4°C dan 25°C tidak berbeda signifikan ($\text{Sig.} = 0.584$), artinya kadar proteinnya relatif sama. Sebaliknya, suhu 4°C berbeda signifikan dengan 40°C (Mean Difference = 0.080; $\text{Sig.} = 0.004$), menunjukkan kadar protein pada 40°C sedikit lebih tinggi. Suhu 25°C juga berbeda signifikan dengan 40°C (Mean Difference = -0.059; $\text{Sig.} = 0.030$), menunjukkan bahwa kadar protein pada 40°C lebih tinggi dibandingkan 25°C.

Hasil uji menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara beberapa hari penyimpanan. Kadar protein pada hari ke-0 berbeda signifikan dengan hari ke-3 (Mean Difference = -0.1278; $\text{Sig.} = 0.000$) dan berbeda signifikan dengan hari ke-7 (-0.0878; $\text{Sig.} = 0.002$). Ini menunjukkan bahwa kadar protein meningkat dari hari 0 ke hari 3 dan hari 7. Namun, hari ke-3 dan hari ke-7 tidak berbeda signifikan ($\text{Sig.} = 0.167$), artinya kadar protein pada kedua hari tersebut relatif sama.

Hasil uji menunjukkan bahwa kombinasi suhu dan lama penyimpanan menghasilkan kelompok kadar protein yang berbeda signifikan. Nilai terendah terdapat pada 40°C hari 0 (1.550%), yang berada pada kelompok a, menunjukkan kadar protein paling rendah. Sebagian besar kombinasi lain seperti 25°C hari 7, 4°C hari 0, 25°C hari 0, dan 40°C hari 3 berada pada kelompok ab, menunjukkan kadar protein yang relatif serupa dan sedikit lebih tinggi.

Kelompok dengan kadar protein menengah berada pada notasi bc, seperti 40°C hari 7 dan 4°C hari 3. Kadar protein yang lebih tinggi terlihat pada 4°C hari 7 (1.797%) dalam kelompok cd. Nilai protein tertinggi terdapat pada 25°C hari 3 (1.853%), yang berdiri sendiri dalam kelompok d, menunjukkan peningkatan protein paling signifikan pada kondisi suhu ruang hari ke-3.

Tabel 2. Hasil uji kimia Stabilitas protein, lemak, karbohidrat, air dan abu pada suhu (4°C, 25°C, dan 40°C) dan lama penyimpanan (0, 3 dan 7 hari)

Suhu	Hari	Parameter				
		Protein (%)	Karbohidrat (%)	Lemak (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)
4°C	0	1,62	4,04	2,53	91,29	0,52
	3	1,68	6,98	2,53	91,34	0,53
	7	1,79	6,72	2,31	91,49	0,54
25°C	0	1,6	3,97	2,53	91,39	0,51
	3	1,89	5,91	2,45	92,2	0,52
	7	1,59	5,38	2,41	93,03	0,54
40°C	0	1,56	3,98	2,5	91,47	0,49
	3	1,62	6	2,43	92,38	0,54
	7	1,67	6,15	2,39	92,18	0,53

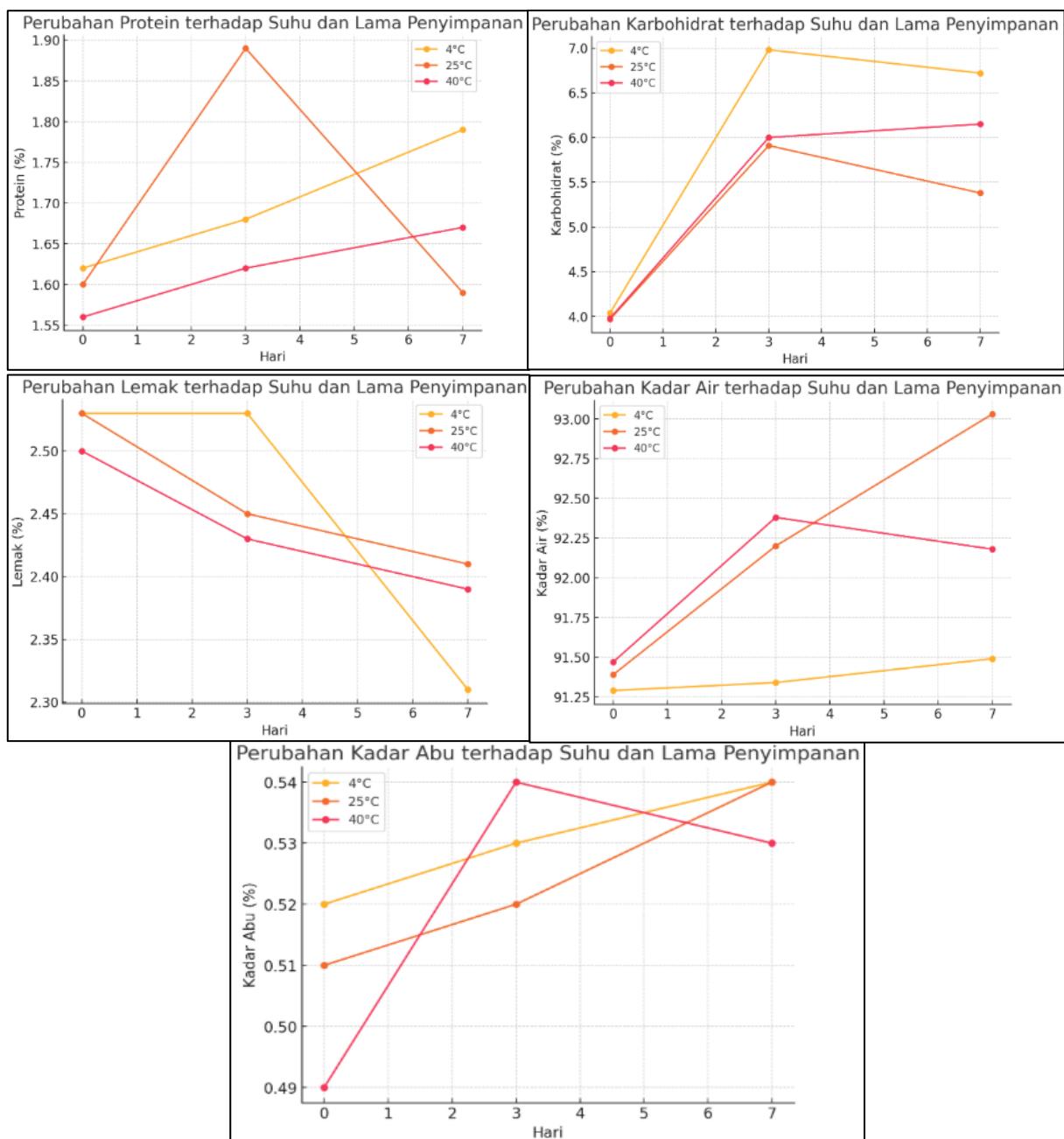
Hasil analisis menunjukkan bahwa **kadar karbohidrat** dipengaruhi oleh suhu dan lama penyimpanan. Pada suhu 4°C, kadar karbohidrat meningkat dari hari 0 (4,02%) ke hari 3 (6,89%), kemudian sedikit menurun pada hari 7 (6,68%), menunjukkan pola peningkatan awal dan stabilitas relatif pada penyimpanan dingin. Pada suhu 25°C, kadar karbohidrat juga meningkat dari hari 0 (3,95%) ke hari 3 (5,92%), namun kembali menurun pada hari 7 (5,45%). Pola ini menunjukkan bahwa penyimpanan suhu ruang memberikan peningkatan karbohidrat pada awal penyimpanan, tetapi sedikit menurun setelah hari ke-3.

Pada suhu 40°C, kadar karbohidrat meningkat dari hari 0 (3,89%) ke hari 3 (6,23%) dan kemudian turun pada hari 7 (6,17%). Meskipun suhunya tinggi, pola perubahan tetap konsisten: peningkatan pada hari ke-3 lalu sedikit penurunan pada hari ke-7.

Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu penyimpanan, hari penyimpanan, dan interaksi suhu × hari semuanya memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar karbohidrat ($\text{Sig.} = 0.000$). Faktor hari memiliki pengaruh paling kuat ($F = 1373.389$), menunjukkan bahwa perubahan kadar karbohidrat dari hari ke-0, ke-3, dan ke-7 sangat nyata. Faktor suhu juga berpengaruh signifikan ($F = 114.529$), menandakan adanya perbedaan kadar karbohidrat antara suhu 4°C, 25°C, dan 40°C. Interaksi suhu × hari ($F = 26.097$) menunjukkan bahwa pola perubahan karbohidrat dari waktu ke waktu berbeda pada setiap suhu penyimpanan.

Hasil uji menunjukkan bahwa semua pasangan suhu berbeda signifikan ($\text{Sig.} = 0.000$). Suhu 4°C memiliki kadar karbohidrat lebih tinggi dibandingkan 25°C (selisih +0.757%) dan dibandingkan 40°C (selisih +0.432%). Sebaliknya, suhu 25°C memiliki kadar karbohidrat paling rendah, karena nilainya lebih rendah dibandingkan 4°C dan 40°C. Sementara itu, suhu 40°C memiliki kadar karbohidrat lebih tinggi dibandingkan 25°C (selisih +0.326%).

Hasil uji menunjukkan bahwa ketiga hari penyimpanan berbeda signifikan satu sama lain (Sig. = 0.000 untuk semua pasangan). Kadar karbohidrat pada hari ke-3 jauh lebih tinggi dibandingkan hari 0 (selisih +2.393%) dan hari 7 (selisih +0.246%). Kadar karbohidrat pada hari ke-7 lebih tinggi dibandingkan hari 0 (selisih +2.147%).



Gambar 4. Hasil uji kimia stabilitas protein, lemak, karbohidrat, air dan abu pada suhu (4°C, 25°C, dan 40°C) dan lama penyimpanan (0, 3 dan 7 hari)

Hasil uji menunjukkan bahwa kombinasi suhu dan lama penyimpanan membentuk kelompok kadar karbohidrat yang berbeda signifikan. Nilai karbohidrat terendah berada pada kelompok a, yaitu 40°C hari ke-0, 25°C hari ke-0, dan 4°C hari ke-0, menunjukkan bahwa pada

hari awal, kadar karbohidrat masih rendah di semua suhu. Kelompok b terdiri dari 25°C hari ke-7, sedangkan kelompok c berisi 25°C hari ke-3, yang menandakan peningkatan karbohidrat yang lebih besar pada suhu ruang di hari ke-3–7.

Nilai karbohidrat yang lebih tinggi muncul pada kelompok cd (40°C hari ke-7) dan kelompok d (40°C hari ke-3), menunjukkan bahwa suhu tinggi memberikan kenaikan karbohidrat pada hari ke-3–7. Nilai tertinggi terdapat pada kelompok e, yaitu 4°C hari ke-7 dan 4°C hari ke-3, menunjukkan bahwa penyimpanan dingin pada hari ke-3 dan ke-7 menghasilkan kadar karbohidrat paling tinggi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa **kadar lemak** relatif stabil di berbagai suhu dan hari penyimpanan, dengan perubahan yang sangat kecil. Pada suhu 4°C, kadar lemak hari 0 (2,5133%) dan hari 3 (2,5167%) hampir tidak berbeda, namun sedikit menurun pada hari 7 (2,2367%). Pada suhu 25°C, kadar lemak juga stabil antara hari 0 (2,5133%) dan hari 3 (2,4500%), lalu menurun sedikit pada hari 7 (2,4200%). Pada suhu 40°C, pola yang serupa terlihat: kadar lemak hari 0 (2,5233%) dan hari 3 (2,4300%) kemudian sedikit menurun pada hari 7 (2,4100%).

Jika dirata-ratakan berdasarkan hari, kadar lemak cenderung sedikit menurun pada hari ke-7 (2,3556%) dibandingkan hari 0 (2,5167%) dan hari 3 (2,4656%). Sementara itu, perbedaan antar suhu sangat kecil, dengan suhu 40°C memiliki rata-rata tertinggi (2,4544%) dan 4°C terendah (2,4222%).

Hasil analisis menunjukkan bahwa hari penyimpanan dan interaksi suhu × hari berpengaruh signifikan terhadap kadar lemak, sedangkan suhu penyimpanan saja tidak berpengaruh signifikan. Faktor hari memiliki nilai $F = 22.258$ dengan $\text{Sig.} = 0.000$, menunjukkan bahwa kadar lemak berbeda nyata antara hari ke-0, hari ke-3, dan hari ke-7. Interaksi suhu × hari juga signifikan ($F = 6.251$; $\text{Sig.} = 0.002$), yang berarti perubahan kadar lemak dari waktu ke waktu bergantung pada suhu penyimpanannya. Sebaliknya, faktor suhu secara terpisah tidak berpengaruh signifikan ($\text{Sig.} = 0.267$), menunjukkan bahwa ketiga suhu menghasilkan kadar lemak yang relatif sama.

Hasil menunjukkan bahwa tidak semua hari berbeda signifikan, namun terdapat perbedaan penting antara beberapa kombinasi. Kadar lemak pada hari ke-0 tidak berbeda signifikan dengan hari ke-3 ($\text{Sig.} = 0.124$), tetapi berbeda signifikan dengan hari ke-7 (selisih +0.161%; $\text{Sig.} = 0.000$), menandakan bahwa peningkatan kadar lemak terjadi antara hari 0 dan hari 7. Selanjutnya, hari ke-3 berbeda signifikan dengan hari ke-7 (selisih +0.110%; $\text{Sig.} = 0.001$), menunjukkan kenaikan kadar lemak dari hari 3 ke hari 7.

Hasil menunjukkan bahwa hampir semua kombinasi suhu dan waktu penyimpanan berada dalam kelompok yang sama (notasi b), yang berarti tidak ada perbedaan signifikan antar sebagian besar kombinasi. Satu-satunya kombinasi yang berbeda signifikan adalah 4°C hari ke-7, yang berada pada kelompok a dengan kadar lemak terendah (2.2367%). Semua kombinasi lainnya—baik suhu 25°C maupun 40°C pada hari 0, 3, dan 7—berada pada kelompok b, menunjukkan kadar lemak yang relatif sama dan stabil (sekitar 2.40–2.52%).

Hasil analisis menunjukkan bahwa **kadar air** relatif stabil pada berbagai suhu dan waktu penyimpanan, dengan variasi yang sangat kecil (kisaran 91.29–93.19%). Pada suhu 4°C, kadar air sedikit meningkat dari hari 0 (91.29%) ke hari 3 (91.35%) dan hari 7 (91.60%). Pada suhu 25°C, pola yang sama terlihat: kadar air meningkat dari hari 0 (91.39%) ke hari 3 (92.27%) dan mencapai nilai tertinggi pada hari 7 (93.09%). Pada suhu 40°C, kadar air meningkat dari hari 0 (91.47%) ke hari 3 (92.42%), dan sedikit meningkat lagi pada hari 7 (92.19%). Jika dilihat berdasarkan hari, rata-rata total kadar air mengalami peningkatan bertahap dari hari ke-0 (91.39%) ke hari ke-3 (92.01%), lalu hari ke-7 (92.29%).

Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu penyimpanan, hari penyimpanan, dan interaksi suhu × hari semuanya memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar air (Sig. = 0.000 pada semua faktor). Faktor suhu memiliki $F = 63.037$, menunjukkan bahwa kadar air berbeda secara nyata antara suhu 4°C, 25°C, dan 40°C. Faktor hari memiliki pengaruh lebih kuat ($F = 72.235$), yang berarti kadar air meningkat secara signifikan dari hari 0 ke hari 3 dan hari 7. Interaksi suhu × hari juga signifikan ($F = 19.188$), menunjukkan bahwa perubahan kadar air dari waktu ke waktu berbeda pada setiap suhu penyimpanan.

Hasil uji menunjukkan bahwa semua pasangan suhu berbeda signifikan (Sig. < 0.05). Suhu 4°C memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan 25°C (selisih –0.837%) dan dibandingkan 40°C (selisih –0.616%). Suhu 25°C memiliki kadar air tertinggi, karena lebih tinggi daripada 4°C dan juga lebih tinggi daripada 40°C (selisih +0.221%). Sementara itu, suhu 40°C memiliki kadar air sedang, lebih tinggi dari 4°C tetapi lebih rendah dari 25°C.

Hasil uji menunjukkan bahwa semua pasangan hari berbeda signifikan (Sig. < 0.05). Kadar air pada hari ke-0 lebih rendah dibandingkan hari ke-3 (selisih –0.625%) dan hari ke-7 (selisih –0.907%). Kadar air pada hari ke-3 lebih tinggi dari hari ke-0, tetapi lebih rendah dibandingkan hari ke-7 (selisih –0.281%). Dengan demikian, kadar air tertinggi terdapat pada hari ke-7, diikuti hari ke-3, dan terendah pada hari ke-0.

Hasil uji menunjukkan bahwa kombinasi suhu dan hari penyimpanan membentuk tiga kelompok berbeda berdasarkan kadar air. Kelompok a terdiri dari nilai kadar air terendah, yaitu seluruh kombinasi pada suhu 4°C (hari 0, 3, dan 7) serta sebagian besar nilai pada 25°C hari 0

dan 40°C hari 0. Ini menunjukkan bahwa kadar air pada suhu rendah dan hari-hari awal relatif rendah dan saling tidak berbeda signifikan. Kelompok b mencakup kombinasi dengan kadar air lebih tinggi, yaitu 25°C hari 3, 40°C hari 3, dan 4°C hari 7. Kelompok ini menandakan kadar air yang meningkat pada penyimpanan hari ke-3 dan hari ke-7 di suhu menengah. Kelompok c berisi nilai tertinggi, yaitu 25°C hari 7 (93.0867%), menunjukkan bahwa suhu ruang dengan penyimpanan lebih lama menghasilkan kadar air tertinggi. Secara keseluruhan, kadar air paling rendah pada suhu 4°C, sedang pada suhu 40°C dan 25°C hari 3, dan tertinggi pada 25°C hari 7.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar abu relatif stabil dan tidak banyak berubah pada berbagai suhu dan lama penyimpanan. Pada suhu 4°C, kadar abu sedikit meningkat dari hari 0 (0,5200%) ke hari 3 (0,5167%) dan hari 7 (0,5233%), namun perubahannya sangat kecil. Pada suhu 25°C, kadar abu juga menunjukkan fluktuasi kecil: hari 0 (0,5133%), hari 3 (0,5200%), lalu naik sedikit pada hari 7 (0,5400%). Pada suhu 40°C, kadar abu meningkat dari hari 0 (0,4600%) ke hari 3 (0,5433%) dan menjadi 0,5333% pada hari 7.

Hasil analisis menunjukkan bahwa hari penyimpanan dan interaksi suhu × hari berpengaruh signifikan terhadap kadar abu, sedangkan suhu penyimpanan saja tidak berpengaruh signifikan. Faktor hari memiliki nilai $F = 12.785$ ($Sig. = 0.000$), menunjukkan bahwa kadar abu berbeda nyata antara hari ke-0, hari ke-3, dan hari ke-7. Interaksi suhu × hari juga signifikan ($F = 7.777$; $Sig. = 0.001$), yang berarti perubahan kadar abu dari waktu ke waktu bergantung pada suhu penyimpanan. Sebaliknya, faktor suhu secara terpisah tidak berpengaruh signifikan ($Sig. = 0.265$), sehingga perbedaan suhu 4°C, 25°C, dan 40°C tidak menyebabkan perbedaan kadar abu yang berarti.

Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa perbedaan antar hari bersifat signifikan. Kadar abu pada hari ke-0 berbeda signifikan dengan hari ke-3 (selisih -0.0289%; $Sig. = 0.003$) dan berbeda signifikan dengan hari ke-7 (selisih -0.0344%; $Sig. = 0.000$), menunjukkan peningkatan kadar abu dari hari 0 ke hari 3 dan hari 7. Namun, hari ke-3 dan hari ke-7 tidak berbeda signifikan ($Sig. = 0.732$), yang berarti kadar abu pada kedua hari tersebut relatif sama.

Hasil uji menunjukkan bahwa sebagian besar kombinasi suhu dan hari berada dalam kelompok yang sama (notasi b), yang berarti kadar abu pada kondisi-kondisi tersebut tidak berbeda signifikan. Nilai kadar abu di kelompok b berkisar antara 0,5133% hingga 0,5433%, sehingga perbedaannya sangat kecil dan dianggap tidak signifikan.

Satu-satunya kombinasi yang berbeda signifikan adalah 40°C hari ke-0, yang berada pada kelompok tersendiri (a) dengan kadar abu terendah (0,4600%). Hal ini menunjukkan

bahwa hanya kondisi awal pada suhu tinggi yang menghasilkan kadar abu yang secara nyata lebih rendah dibandingkan kondisi lainnya.

Perubahan komposisi kimia yang diamati (protein, karbohidrat, lemak, kadar air, dan abu) menunjukkan bahwa suhu penyimpanan berpengaruh terhadap kestabilan nutrisi susu herbal, meskipun sebagian perubahan masih dalam rentang yang relatif kecil. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kadar protein cenderung relatif stabil pada semua suhu, dengan sedikit kenaikan pada 4°C ($1,62 \rightarrow 1,79\%$) dan fluktuasi pada 25°C dan 40°C. Kenaikan kecil pada 4°C kemungkinan lebih terkait dengan variasi analitik atau redistribusi fase (misalnya endapan sedikit berkurang) daripada degradasi nyata. Hasil penelitian lain juga melaporkan bahwa kadar protein umumnya lebih stabil dibanding lemak dan karbohidrat selama penyimpanan, terutama pada suhu rendah (Kim et al., 2019). Hal ini mendukung interpretasi bahwa penyimpanan pada 4°C mempertahankan struktur protein susu herbal secara memadai, sejalan dengan temuan pada minuman susu fungsional dan minuman nabati yang menunjukkan perubahan protein yang minimal selama penyimpanan dingin (Roland et al., 2024).

Kadar karbohidrat dalam sampel menunjukkan kecenderungan meningkat pada hari ke-3, terutama pada 4°C dan 40°C, kemudian sedikit menurun atau stabil pada hari ke-7. Karena karbohidrat biasanya dihitung secara by difference ($100\% - [\text{air} + \text{protein} + \text{lemak} + \text{abu}]$), perubahan kadar air dan lemak akan mempengaruhi nilai karbohidrat secara tidak langsung. Pada 25°C, kenaikan pada hari ke-3 diikuti penurunan pada hari ke-7 dapat mencerminkan awal pemanfaatan karbohidrat oleh mikroba, konsisten dengan penurunan pH dan munculnya aroma masam pada suhu tersebut. Pola ini sejalan dengan laporan pada minuman susu dan yogurt, di mana karbohidrat (laktosa atau gula tambahan) berkurang selama fermentasi atau penyimpanan karena digunakan sebagai substrat bagi bakteri (Çetinkaya, 2019).

Kadar lemak menunjukkan penurunan bertahap pada semua suhu, dan paling jelas pada 25°C dan 40°C. Penurunan ini dapat dihubungkan dengan dua mekanisme utama: (1) ketidakstabilan emulsi yang menyebabkan pemisahan fase minyak sehingga bagian lemak tidak terwakili secara homogen saat pengambilan sampel, dan (2) kemungkinan hidrolisis lemak oleh enzim atau mikroba pada suhu lebih tinggi. Penelitian pada susu manusia dan susu formula menunjukkan bahwa penyimpanan, terutama pada suhu lebih tinggi atau waktu simpan lebih panjang, dapat menyebabkan penurunan kadar lemak terukur akibat pemisahan fase atau degradasi lipid (Chang et al., 2012). Studi emulsi minyak alpukat juga menekankan pentingnya kondisi proses dan penyimpanan dalam mempertahankan stabilitas droplet minyak dan mencegah koalesensi (Estrada Mesa et al., 2017). Temuan dalam penelitian ini konsisten

dengan hal tersebut dimana suhu dingin (4°C) mampu menjaga lemak relatif stabil, sedangkan suhu ruang dan tinggi mempercepat perubahan.

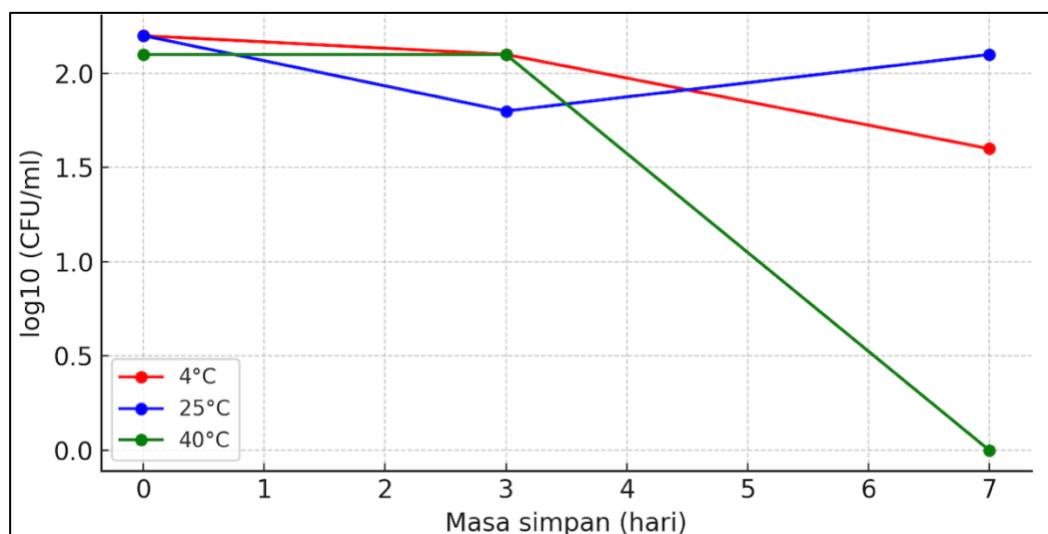
Kadar air paling stabil pada 4°C (91,29–91,49%), sedangkan pada 25°C dan 40°C cenderung meningkat, terutama pada 25°C (hingga 93,03%). Kenaikan kadar air di sini lebih tepat dipahami sebagai penurunan total padatan (protein, lemak, karbohidrat) akibat degradasi atau pemisahan, karena air secara absolut tidak bertambah tetapi fraksi air terhadap total berat meningkat. Penelitian tentang penyimpanan susu UHT dan minuman susu menunjukkan bahwa perubahan struktur emulsi dan degradasi komponen padat selama penyimpanan dapat mengubah distribusi fase dan memengaruhi kadar padatan terukur (Ranvir et al., 2021). Dengan demikian, kestabilan kadar air di 4°C kembali menegaskan bahwa kondisi ini paling mampu mempertahankan integritas matriks susu herbal.

Kadar abu relatif sangat stabil di semua suhu (sekitar 0,49–0,54%), yang dapat dipahami karena abu merefleksikan kandungan mineral yang umumnya tidak mudah terpengaruh oleh proses penyimpanan jangka pendek. Studi pada berbagai produk susu fortifikasi dan minuman fungsional juga menunjukkan bahwa komponen mineral cenderung tidak berubah signifikan selama penyimpanan, kecuali terjadi kehilangan akibat proses seperti pengujian kuat, pengendapan mineral, atau interaksi dengan bahan kemasan (Çetinkaya, 2019). Dalam penelitian ini, stabilitas kadar abu mengindikasikan bahwa perubahan utama pada susu herbal lebih banyak terjadi pada fraksi organik (lemak, karbohidrat, protein) dan sifat fisikokimia lain (pH, viskositas), bukan pada komponen mineral. Berdasarkan hasil uji komposisi kimia diketahui bahwa uji kimiawi konsisten dengan hasil uji fisik dan mikrobiologis: suhu 4°C menjaga stabilitas nutrisi dan struktur emulsi, sementara suhu 25°C dan 40°C mempercepat ketidakstabilan, terutama pada lemak dan karbohidrat.

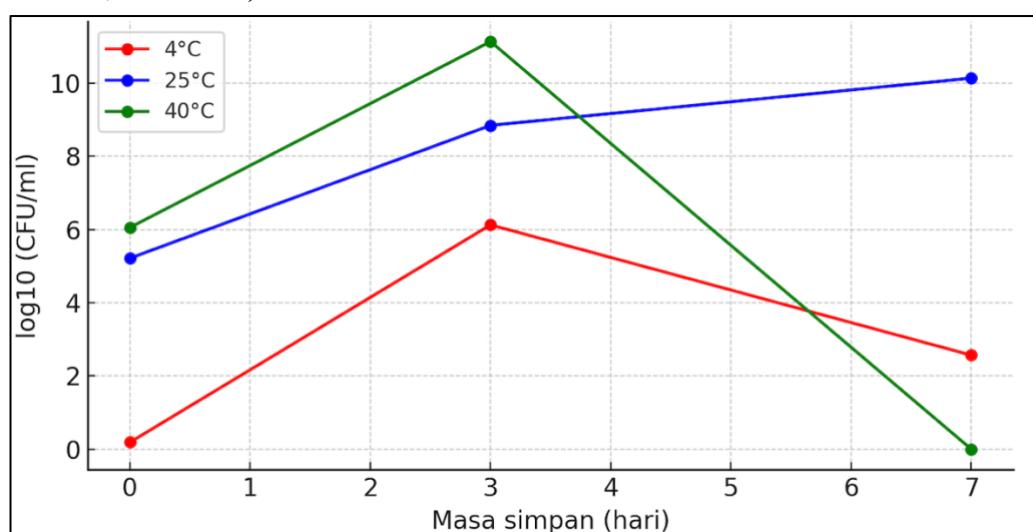
3. Hasil Uji Mikrobiologi

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa bakteri tumbuh pada media easyplate dengan menunjukkan ciri spesifik koloni yang digunakan untuk identifikasi. Pada media EasyPlate EC, pada semua pengenceran tidak terlihat munculnya koloni berwarna biru keunguan, yang merupakan ciri khas *E. coli*. Tetapi, terdapat koloni berwarna merah muda–ungu, yang mengindikasikan keberadaan bakteri koliform non-*E. Coli*. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan pada media EasyPlate AC, terlihat ciri-ciri pertumbuhan bakteri aerob, dimana terbentuk koloni berwarna merah pada media. Berdasarkan hasil penelitian diketahui terdapat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yang tumbuh pada media EasyPlate SA dimana diidentifikasi berdasarkan terbentuknya koloni berwarna biru.

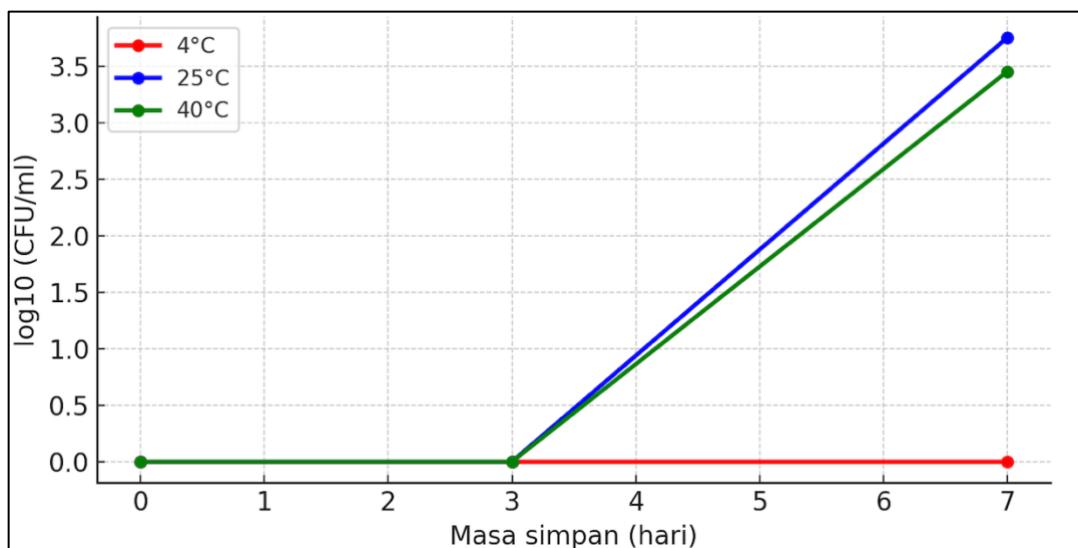
Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah mikroba pada susu herbal alpukat dan kunyit cenderung menurun seiring lama penyimpanan. Pada penyimpanan 4°C, jumlah mikroba mengalami penurunan bertahap dari 2,2 log CFU/mL pada hari ke-0 menjadi 1,6 log CFU/mL pada hari ke-7. Pada penyimpanan suhu ruang (25°C) menunjukkan hasil fluktuasi, dimana terjadi penurunan jumlah mikroba pada hari ke-3 yang kemudian meningkat kembali pada hari ke-7. Pada penyimpanan suhu 40°C jumlah mikroba terlihat stabil hingga hari ke-3, namun menurun drastis hingga tidak terdeteksi pada hari ke-7. Garis tren pada Gambar 5 menunjukkan pola penurunan perlahan dari kiri ke kanan, menandakan kecenderungan rata-rata jumlah mikroba menurun seiring bertambahnya waktu penyimpanan.



Gambar 5. Grafik total bakteri aerob berdasarkan uji TPC susu herbal berbasis alpukat-kunyit pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu (4°C, 25°C, dan 40°C)



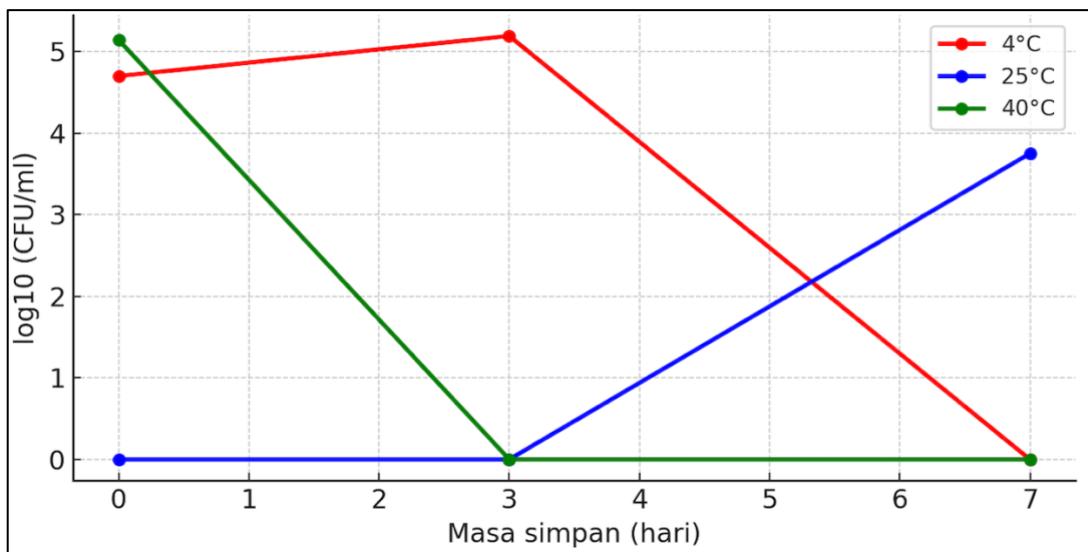
Gambar 6. Grafik angka coliform susu herbal pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu (4°C, 25°C, dan 40°C)



Gambar 7. Grafik angka bakteri *S.aureus* susu herbal pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu (4°C, 25°C, dan 40°C)

Gambar 6 menunjukkan pertumbuhan kelompok coliform dalam sampel. Hasil penelitian menunjukkan jumlah angka coliform cenderung menurun seiring lamanya penyimpanan. Pada penyimpanan suhu 4°C, pertumbuhan mikroba menunjukkan jumlah awal yang sangat rendah (0,19 log CFU/mL) kemudian meningkat tajam pada hari ke-3 (6,13 log CFU/mL), kemudian menurun kembali pada hari ke-7 (2,57 log CFU/mL). Pada penyimpanan suhu 25°C, pertumbuhan mikroba sangat jelas meningkat secara konsisten dari 5,22 log CFU/mL pada hari ke-0 menjadi 10,14 log CFU/mL pada hari ke-7. Pada penyimpanan suhu 40°C, jumlah mikroba awal cukup tinggi (6,06 log CFU/mL) dan meningkat drastis pada hari ke-3 (11,14 log CFU/mL), tetapi kemudian turun menjadi 0 log CFU/mL pada hari ke-7. Dalam penelitian ini bakteri *E.coli* tidak memperlihatkan adanya pertumbuhan pada hari ke 0, 3 dan 7 untuk semua suhu penyimpanan.

Gambar 7 menunjukkan dari hasil uji jumlah angka bakteri *Staphylococcus aureus* terhadap masa simpan menunjukkan tren kenaikan jumlah bakteri seiring lamanya penyimpanan. Pada suhu penyimpanan 4°C, tidak ditemukan pertumbuhan bakteri pada seluruh lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari). Pada penyimpanan suhu 25°C, terlihat pola pertumbuhan yang berbeda, dimana pada hari ke-0 dan ke-3, jumlah mikroba masih berada pada level 0 log CFU/mL, tetapi meningkat signifikan menjadi 3,75 log CFU/mL pada hari ke-7. Pada penyimpanan suhu 40°C menunjukkan tidak ada pertumbuhan mikroba pada hari ke-0 dan ke-3, tetapi terjadi peningkatan menjadi 3,45 log CFU/mL pada hari ke-7.



Gambar 8. Grafik angka bakteri *Enterobacteriaceae* susu herbal pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu (4°C, 25°C, dan 40°C)

Gambar 8 menunjukkan hasil uji *Enterobacter* pada susu herbal berbasis minyak alpukat dan kunyit menunjukkan bahwa jumlah bakteri cenderung menurun seiring bertambahnya masa simpan dan dipengaruhi oleh suhu penyimpanan. Pada suhu 4°C, jumlah mikroba awal berada pada level sedang (4,7 log CFU/mL), meningkat sedikit pada hari ke-3 menjadi 5,19 log CFU/mL, namun menurun drastis hingga 0 log CFU/mL pada hari ke-7. Pada suhu 25°C, tidak ditemukan pertumbuhan mikroba pada hari ke-0 dan ke-3 (0 log CFU/mL), tetapi terjadi peningkatan tajam pada hari ke-7 hingga mencapai 3,75 log CFU/mL. Pada suhu 40°C, jumlah mikroba awal cukup tinggi (5,14 log CFU/mL), namun menurun hingga tidak terdeteksi kembali pada hari ke-3 dan ke-7 (0 log CFU/mL).

Berdasarkan hasil pengujian mikrobiologis susu herbal minyak alpukat–kunyit pada berbagai suhu dan lama penyimpanan, terlihat perbedaan yang jelas pada jumlah total mikroba (Total Plate Count/TPC) serta keberadaan mikroba indikator lainnya (Tabel 1). Pada penyimpanan suhu dingin 4°C, TPC awal sebesar $3,2 \times 10^5$ CFU/mL ($\log 5,51$) relatif stabil hingga hari ke-3 ($3,6 \times 10^5$ CFU/mL, $\log 5,56$) dan menurun drastis pada hari ke-7 menjadi $3,7 \times 10^2$ CFU/mL ($\log 2,57$). Pada suhu ruang 25 °C, TPC awal jauh lebih tinggi, $2,5 \times 10^9$ CFU/mL ($\log 9,31$), dan sempat meningkat hingga $4,2 \times 10^9$ CFU/mL ($\log 9,62$) pada hari ke-3, namun menurun menjadi $1,6 \times 10^5$ CFU/mL ($\log 5,22$) pada hari ke-7. Pada suhu tinggi 40 °C, TPC awal $3,3 \times 10^5$ CFU/mL ($\log 5,53$) meningkat tajam menjadi $2,8 \times 10^{10}$ CFU/mL ($\log 10,45$) pada hari ke-3, lalu menurun hingga tidak terdeteksi pada hari ke-7, kemungkinan akibat kematian sel karena panas dan penurunan pH. Berdasarkan hasil uji hipotesis pada tabel Tests of Between-Subjects Effects, dapat dijelaskan bahwa nilai signifikansi (Sig.) pada faktor Suhu sebesar 0,204 (> 0,05) menunjukkan bahwa perbedaan suhu penyimpanan (4°C, 25°C, dan

40°C) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah total mikroba (Total Plate Count/TPC). Faktor Hari memiliki nilai signifikansi 0,012 (< 0,05), yang berarti lama penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap perubahan jumlah mikroba pada susu herbal minyak alpukat-kunyit. Interaksi antara Suhu × Hari memiliki nilai signifikansi 0,261 (> 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa kombinasi suhu dan lama penyimpanan secara simultan tidak menunjukkan interaksi yang signifikan terhadap TPC.

Tabel 3. Hasil Uji Total Mikroba (TPC), Coliform, *E.coli*, *S.aureus* dan *Enterobacteriaceae* Pada Susu Herbal Suplementasi Minyak Alpukat

Suhu	Hari	TPC (CFU/mL)	log10 TPC (CFU/mL)	Coliform (CFU/mL)	log10 Coliform (CFU/mL)	<i>E. coli</i> (CFU/mL)	log10 <i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i> (CFU/mL)	log10 <i>S. aureus</i>	Enterobacter (CFU/mL)	log10 Enterobacter
4°C	0	3.2×10^5	5.51	2.0×10^6	6.30	0	—	0	—	5.0×10^4	4.70
	3	3.6×10^5	5.56	2.3×10^5	5.36	0	—	0	—	1.6×10^5	5.20
	7	3.7×10^2	2.57	0	—	0	—	0	—	0	—
25 °C	0	2.5×10^9	9.40	3.3×10^5	5.52	0	—	0	—	3.3×10^4	4.52
	3	4.2×10^9	9.62	2.2×10^{10}	10.34	0	—	0	—	0	—
	7	1.6×10^5	5.20	1.1×10^9	9.04	0	—	5.6×10^3	3.75	5.6×10^3	3.75
40 °C	0	3.3×10^5	5.52	2.8×10^5	5.45	0	—	0	—	1.3×10^5	5.11
	3	2.8×10^{10}	10.45	2.8×10^5	5.45	0	—	0	—	0	—
	7	0	—	0	—	0	—	2.8×10^3	3.45	0	—

Berdasarkan hasil uji lanjut Tukey HSD pada variabel *Total Plate Count (TPC)* berdasarkan faktor hari penyimpanan, diperoleh perbedaan yang signifikan antara beberapa pasangan waktu penyimpanan. Nilai signifikansi antara hari ke-0 dan hari ke-7 sebesar 0,042 (< 0,05) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara jumlah mikroba pada awal penyimpanan dan akhir penyimpanan. Artinya, terjadi penurunan signifikan jumlah mikroba dari hari pertama ke hari ketujuh. Sebaliknya, perbandingan antara hari ke-0 dengan hari ke-3 (Sig. = 1,000) dan hari ke-3 dengan hari ke-7 (Sig. = 0,059) menunjukkan bahwa perbedaan keduanya tidak signifikan secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan jumlah mikroba antara hari ke-0 dan ke-3 masih relatif stabil, sedangkan penurunan yang signifikan baru terjadi setelah hari ke-7.

Tabel 3 menunjukkan jumlah angka Coliform pada suhu dingin 4°C yang awalnya $2,0 \times 10^6$ CFU/mL (log 0,3) juga turun hingga tidak terdeteksi pada hari ke-7. Pada suhu ruang 25 °C Coliform semula $3,3 \times 10^5$ CFU/mL (log 5,52) melonjak menjadi $2,2 \times 10^{10}$ CFU/mL (log 10,36) pada hari ke-3, lalu kembali tinggi $1,1 \times 10^9$ CFU/mL (log 9,06) di hari ke-7. Pada suhu tinggi 40° Coliform awal $2,8 \times 10^5$ CFU/mL (log 5,45) meningkat pesat hingga log 9,3 pada hari ke-3, kemudian hilang pada hari ke-7. Berdasarkan hasil uji hipotesis pada tabel *Tests of*

Between-Subjects Effects untuk variabel coliform, diperoleh informasi bahwa nilai signifikansi (Sig.) pada faktor Suhu sebesar 0,105 ($> 0,05$), yang berarti perbedaan suhu penyimpanan (4°C, 25°C, dan 40°C) tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah bakteri coliform. Faktor Hari memiliki nilai signifikansi 0,010 ($< 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan jumlah coliform pada susu herbal minyak alpukat-kunyit. Sementara itu, interaksi antara Suhu \times Hari memiliki nilai signifikansi 0,143 ($> 0,05$), yang menunjukkan bahwa kombinasi antara suhu dan lama penyimpanan tidak menimbulkan pengaruh interaktif yang signifikan terhadap jumlah coliform.

Berdasarkan hasil uji lanjut Tukey HSD terhadap variabel coliform berdasarkan hari penyimpanan, terlihat bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara beberapa pasangan waktu pengamatan. Nilai signifikansi antara hari ke-0 dan hari ke-7 sebesar 0,027 ($< 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik dalam jumlah coliform antara awal dan akhir masa simpan. Artinya, jumlah coliform menurun signifikan dari hari pertama ke hari ketujuh, yang menandakan bahwa penyimpanan lebih lama mampu menekan populasi bakteri coliform. Sementara itu, perbandingan antara hari ke-0 dan hari ke-3 (Sig. = 0,824) serta antara hari ke-3 dan hari ke-7 (Sig. = 0,117) menunjukkan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada periode tersebut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perubahan jumlah coliform belum terlihat nyata hingga hari ke-3, dan penurunan yang berarti baru terjadi setelah hari ke-7 penyimpanan.

Tabel 3 menunjukkan jumlah angka *Enterobacteriaceae* pada suhu 4 °C, populasi *Enterobacter* masih ditemukan sejak hari 0 sebesar $5,0 \times 10^4$ CFU/mL (log 4,70), meningkat pada hari 3 menjadi $1,6 \times 10^5$ CFU/mL (log 5,20), lalu menurun hingga tidak terdeteksi pada hari 7. Ini menunjukkan bahwa pada suhu dingin, bakteri ini masih mampu bertahan dan sedikit berkembang di awal, tetapi akhirnya menurun akibat tekanan suhu rendah yang menghambat metabolisme. Pada suhu 25 °C, pertumbuhan terlihat fluktuatif hari 0 sebesar $3,3 \times 10^4$ CFU/mL, lalu menurun hingga tidak terdeteksi pada hari 3, dan muncul lagi pada hari 7 sebesar $5,6 \times 10^3$ CFU/mL (log 3,75). Pola ini menggambarkan fase adaptasi dan kematian sebagian akibat kompetisi dengan mikroba lain. Sementara pada suhu 40 °C, awalnya jumlahnya $1,3 \times 10^5$ CFU/mL (log 5,11), namun turun drastis dan hilang pada hari 3 dan 7 karena suhu tinggi merusak sel bakteri gram-negatif seperti *Enterobacteriaceae*.

Berdasarkan hasil uji hipotesis pada tabel *Tests of Between-Subjects Effects* untuk variabel *Enterobacteriaceae*, diketahui bahwa nilai signifikansi (Sig.) pada faktor Suhu sebesar 0,065, sedikit di atas batas signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan

suhu penyimpanan (4°C , 25°C , dan 40°C) hampir memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah Enterobacteriaceae., namun secara statistik belum cukup kuat untuk dinyatakan berbeda nyata. Faktor Hari memiliki nilai signifikansi $0,010 (< 0,05)$, yang berarti lama penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap perubahan jumlah *Enterobacteriaceae*. Dengan kata lain, durasi penyimpanan merupakan faktor utama yang memengaruhi dinamika pertumbuhan atau penurunan bakteri. Sementara itu, interaksi antara Suhu \times Hari memiliki nilai signifikansi $0,026 < 0,05$, yang berarti ada perbedaan signifikan. Ini menunjukkan bahwa kombinasi antara suhu dan lama penyimpanan memberikan pengaruh bersama yang berarti terhadap jumlah Enterobacteriaceae.

Berdasarkan hasil uji lanjut Tukey HSD terhadap variabel Enterobacteriaceae berdasarkan faktor hari penyimpanan, terlihat bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara beberapa waktu pengamatan. Nilai signifikansi (Sig.) antara hari ke-0 dan hari ke-7 sebesar $0,005 (< 0,05)$ menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik pada jumlah Enterobacteriaceae antara awal dan akhir masa simpan. Artinya, jumlah *Enterobacteriaceae* mengalami penurunan signifikan dari hari ke-0 ke hari ke-7, yang menandakan bahwa semakin lama produk disimpan, populasi bakteri ini semakin menurun. Sebaliknya, perbandingan antara hari ke-0 dan hari ke-3 (Sig. = $0,109$) serta antara hari ke-3 dan hari ke-7 (Sig. = $0,290$) menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan jumlah Enterobacteriaceae pada periode awal (hari ke-0 hingga ke-3) masih relatif stabil, dan penurunan yang berarti baru terjadi setelah penyimpanan lebih lama hingga hari ke-7.

Tabel 3 menunjukkan Bakteri *Staphylococcus aureus* juga tidak ditemukan (0 CFU/mL) pada suhu 4°C dan 40°C selama seluruh periode penyimpanan. Namun, pada suhu 25°C selama 7 hari, muncul pertumbuhan sebesar $5,6 \times 10^3$ CFU/mL (log 3,75). Hal ini menunjukkan bahwa suhu ruang memberi kondisi yang cukup optimal untuk pertumbuhan *S. aureus*, walaupun masih tergolong rendah dibandingkan total mikroba lainnya. Pertumbuhan ini bisa berasal dari kontaminasi sekunder atau aktivitas bakteri yang semula dorman dan aktif kembali saat suhu meningkat. Berdasarkan hasil uji hipotesis pada tabel *Tests of Between-Subjects Effects* untuk variabel *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), diperoleh nilai signifikansi (Sig.) pada faktor Suhu sebesar $0,292 (> 0,05)$, yang berarti perbedaan suhu penyimpanan (4°C , 25°C , dan 40°C) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah bakteri *S. aureus*. Faktor Hari memiliki nilai signifikansi $0,061 > 0,05$, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa lama penyimpanan tidak memengaruhi jumlah *S. aureus*, dengan kata lain pengaruhnya belum signifikan secara statistik. Interaksi antara Suhu \times Hari menunjukkan nilai signifikansi

0,301 ($> 0,05$), yang mengindikasikan bahwa kombinasi antara suhu dan lama penyimpanan tidak memberikan efek interaktif yang signifikan terhadap perubahan populasi *S. aureus*.

Tabel 3 menunjukkan bahwa selama penyimpanan pada ketiga suhu (4°C, 25°C, dan 40°C), jumlah *E. coli* terdeteksi nol (0 CFU/mL) di hampir semua hari pengamatan. Ini menunjukkan bahwa bakteri *E. coli* tidak tumbuh atau sangat cepat mati pada kondisi tersebut, baik pada suhu dingin maupun panas. Bahkan hingga hari ke-7, tidak ada pertumbuhan yang terukur. Hasil ini menandakan kemungkinan proses pasteurisasi atau sanitasi awal cukup efektif, sehingga kontaminasi *E. coli* berhasil dicegah sepenuhnya sepanjang masa simpan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama penyimpanan merupakan faktor paling berpengaruh terhadap perubahan jumlah mikroba, sedangkan suhu memiliki pengaruh terbatas kecuali pada kelompok Enterobacteriaceae yang sensitif terhadap kombinasi panas dan waktu. Pada suhu dingin (4°C), pertumbuhan mikroba berlangsung sangat lambat. Hal ini terlihat dari nilai TPC dan coliform yang stabil pada awal penyimpanan lalu menurun drastis setelah 7 hari. Kondisi suhu rendah menyebabkan aktivitas enzimatik mikroba terhambat dan laju metabolisme menurun, sehingga bakteri tidak dapat berkembang biak dengan cepat. Oleh karena itu, penyimpanan pada suhu 4°C selama 7 hari merupakan kondisi terbaik dalam menekan pertumbuhan mikroba tanpa merusak mutu susu. Temuan ini sejalan dengan prinsip dasar mikrobiologi pangan bahwa suhu rendah memperlambat metabolisme dan replikasi bakteri mesofilik (Edwards et al., 2021).

Penyimpanan pada suhu ruang (25°C) menyebabkan pertumbuhan cepat mikroorganisme pada hari ke-3, khususnya untuk coliform dan *S. aureus*, yang kemudian menurun karena kemungkinan terbentuknya senyawa antimikroba alami dari komponen kunyit dan minyak alpukat. Kondisi ini menunjukkan bahwa penyimpanan suhu ruang kurang aman untuk masa simpan panjang. Hal ini menegaskan bahwa suhu ruang menyediakan kondisi yang optimal bagi bakteri mesofilik dan patogen oportunistik, Meskipun terjadi penurunan TPC pada hari ke-7, kemungkinan besar disebabkan keterbatasan nutrien dan akumulasi senyawa antimikroba alami, fase awal pertumbuhan yang tinggi tetap menandakan risiko keamanan pangan (Ilesanmi et al., 2022).

Penyimpanan pada kondisi suhu 40°C berdasarkan hasil penelitian memicu percepatan pertumbuhan TPC dan coliform namun menyebabkan kematian pada hari ke-7 karena stres panas dan penurunan pH. Walaupun dapat menonaktifkan Enterobacteriaceae lebih cepat, suhu ini tidak direkomendasikan karena dapat merusak kandungan gizi dan karakteristik organoleptik susu (Zeaki et al., 2019).

Tidak ditemukannya *Escherichia coli* pada semua kondisi penyimpanan menandakan bahwa proses pengolahan, pasteurisasi, dan sanitasi bahan baku berjalan baik. Namun, keberadaan coliform dengan jumlah tinggi pada suhu ruang dan panas tetap menunjukkan kemungkinan kontaminasi dari lingkungan atau bahan baku, karena kelompok coliform mencakup bakteri selain *E. coli* yang lebih resisten terhadap kondisi sedang (Tempini et al., 2018). Sementara itu, keberadaan *S. aureus* hanya pada suhu ruang hari ke-7 mengindikasikan adanya kemungkinan kontaminasi sekunder atau aktivitas bakteri yang dorman (Lv et al., 2021).

Selain suhu dan lama penyimpanan, peran senyawa bioaktif alpukat dan kunyit terbukti membantu menekan pertumbuhan mikroba sehingga dapat memperkuat efek dari susu herbal ini menjadi minuman yang fungsional khususnya kesehatan. Minyak alpukat mengandung fitosterol dan asam lemak tak jenuh tunggal seperti asam oleat yang memiliki kemampuan antibakteri, terutama terhadap bakteri Gram-positif. Sementara itu, kurkuminoid dari kunyit memiliki efek antimikroba yang luas dan juga berfungsi sebagai antioksidan, yang dapat menghambat pembentukan lapisan pelindung (biofilm) pada permukaan mikroba (Hewlings & Kalman, 2017; Sanjana Seth et al., 2022). Kombinasi kedua bahan ini menciptakan efek sinergis, yaitu bekerja saling mendukung dalam menghambat pertumbuhan mikroba penyebab pembusukan maupun patogen. Hal ini diduga menjadi salah satu alasan mengapa jumlah Total Plate Count (TPC) dan Enterobacteriaceae menurun selama penyimpanan, terutama pada suhu rendah (4°C). Dengan demikian, perpaduan penyimpanan dingin dan senyawa bioaktif alpukat–kunyit membantu menjaga keamanan dan daya simpan produk secara alami (Ilesanmi et al., 2022; Rai et al., 2020).

Bila melihat hasil penelitian, jika dibandingkan dengan standar keamanan pangan yang berlaku, seperti Peraturan BPOM No 13 Tahun 2019, nilai TPC hasil penelitian pada suhu 4°C hingga hari ke-0 dan 3 masih berada sedikit di atas ambang batas dari SNI (1×10^5 CFU/mL). Meskipun jumlah coliform dan Enterobacteriaceae pada beberapa titik melebihi ambang batas SNI, hasil uji terhadap mikroba indikator patogen seperti *E. coli* dan *S. aureus* menunjukkan hasil negatif atau sangat rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa produk masih memenuhi syarat keamanan konsumsi dari sisi kesehatan hingga maksimal 7 hari dengan penyimpanan di suhu dingin 4°C. Meskipun beberapa parameter mikrobiologis awal masih berada di atas ambang batas, tren penurunan jumlah mikroba menunjukkan potensi kuat dari kombinasi suhu dingin dan senyawa bioaktif dari minyak alpukat dan kunyit dalam susu herbal dapat menjaga keamanan produk (Dai et al., 2022; Marra et al., 2024).

Berdasarkan tren penurunan TPC dan tidak tumbuhnya mikroba patogen hingga hari ke-7, produk susu herbal minyak alpukat–kunyit masih layak dikonsumsi hingga 7 hari pada suhu 4°C. Namun, pada suhu ruang dan suhu tinggi, aktivitas mikroba meningkat drastis dalam 3 hari pertama, sehingga tidak disarankan untuk penyimpanan tanpa pendinginan. Dari sisi teknologi pangan, hasil ini dapat menjadi dasar dalam pengembangan produk susu herbal alami yang tidak memerlukan bahan pengawet sintetis, dengan syarat penyimpanan pada suhu rendah. Pendekatan ini sejalan dengan tren industri pangan modern yang mengutamakan clean label yaitu produk tanpa bahan tambahan kimia namun tetap aman secara mikrobiologis melalui pengendalian suhu dan pemanfaatan senyawa bioaktif alami. Sehingga, kombinasi teknologi pendinginan dan kandungan fitosterol, asam oleat, serta kurkuminoid dari bahan alami menjadi strategi potensial untuk memperpanjang umur simpan sekaligus mempertahankan mutu fungsional produk (Soutelino et al., 2024).

4. Pengembangan Media Promosi Kesehatan Digital

Sebagai bagian dari luaran penelitian tahun ketiga, dilakukan pengembangan media promosi kesehatan berbasis digital untuk menyebarluaskan informasi mengenai manfaat susu herbal minyak alpukat–kunyit, serta edukasi tentang keamanan penyimpanan produk. Penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model *ADDIE* (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Platform yang digunakan adalah **Instagram**, mengingat media sosial ini memiliki jangkauan luas, mudah diakses, dan efektif untuk penyebaran konten edukatif visual. Akun Instagram khusus penelitian telah dibuat sebagai sarana publikasi dan diseminasi hasil. Melalui akun ini, berbagai materi edukatif diunggah secara bertahap untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai pangan fungsional dan keamanan produk minuman berbasis susu. Penggunaan Instagram sebagai media promosi kesehatan didasarkan pada bukti bahwa platform digital dapat meningkatkan literasi kesehatan masyarakat, memperluas jangkauan edukasi, serta meningkatkan efektivitas promosi perilaku hidup sehat.

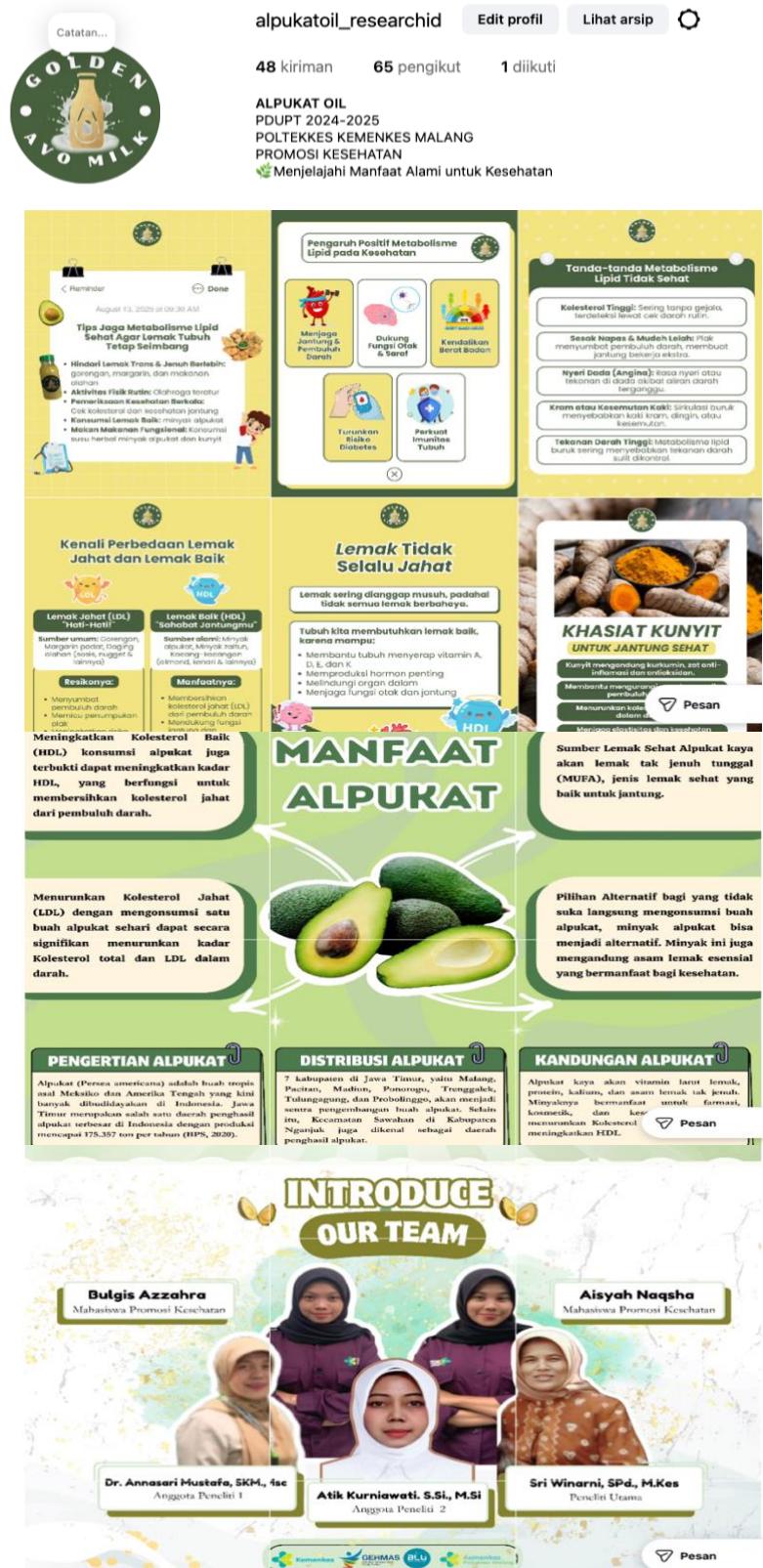
Konten dibuat dengan format *feed* dan *story*, serta seluruhnya berfokus pada tema edukasi jantung, metabolisme lipid, manfaat alpukat, minyak alpukat, kunyit, hingga pengenalan Golden Avo Milk sebagai minuman sehat pendukung kesehatan jantung. Total terdapat 20 konten edukatif yang dipublikasikan selama periode kegiatan. Setiap konten dirancang dengan bahasa populer, informatif, dan berbasis data ilmiah untuk meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai kesehatan jantung dan manfaat bahan alami seperti alpukat dan kunyit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media promosi kesehatan dapat dikembangkan secara sistematis melalui lima tahapan tersebut. Sebanyak 20 konten edukatif

berhasil diproduksi dan dipublikasikan, terdiri atas 16 feed dan 4 story, dengan fokus pada penyakit jantung, metabolisme lipid, manfaat alpukat, kunyit, minyak alpukat, dan pengenalan Golden Avo Milk dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan media promosi kesehatan digital melalui Instagram dapat dilakukan secara terstruktur menggunakan model ADDIE. Pada tahap analisis, literatur menunjukkan tingginya kebutuhan edukasi terkait kesehatan jantung dan pangan fungsional. Instagram dipilih karena karakter visualnya mendukung penyederhanaan pesan kompleks (Herzallah et al., 2022).

Tabel 4. Konten instagram sebagai media promosi kesehatan digital

No	Jenis konten	Content pillar	Headline
1.	Feed	Edukasi	Penyakit Jantung Pembunuh Nomor 1 di Indonesia & Dunia
2.	Story	Edukasi	Kenapa Penyakit Jantung Jadi Penyebab Kematian No. 1?
3.	Feed	Edukasi	Alpukat Buah Superfood Kaya Nutrisi Untuk Jantung Sehat
4.	Feed	Edukasi	Mengenal Minyak Alpukat
5.	Feed	Edukasi	Manfaat Minyak Alpukat untuk Kesehatan Jantung
6.	Feed	Edukasi	Khasiat Kunyit untuk Jantung Sehat
7.	Feed	Edukasi	Lemak Tidak Selalu Jahat
8.	Feed	Edukasi	Kenali Perbedaan Lemak Jahat dan Lemak Baik
9.	Story	Edukasi	Cara Minyak Alpukat Menstimulasi Produksi HDL Pada Tubuh
10.	Feed	Edukasi	Tanda-tanda Metabolisme Lipid Tidak Sehat
11.	Feed	Edukasi	Bagaimana Minyak Alpukat & Kunyit Mendukung Metabolisme Lemak Tubuh
12.	Feed	Edukasi	Pengaruh Positif Metabolisme Lipid pada Kesehatan
13.	Feed	Edukasi	Tips Jaga Metabolisme Lipid Sehat agar Lemak Tubuh Tetap Seimbang
14.	Feed	Edukasi	Golden Avo Milk, Sahabat Jantung Sehat!
15.	Feed	Edukasi	Minuman Biasa VS Golden Avo Milk
16.	Story	Edukasi	Golden Avo Milk, Sehatkan Jantungmu!
17.	Feed	Edukasi	3 Kandungan Utama Golden Avo Milk yang Baik untuk Jantung
18.	Feed	Edukasi	Golden Avo Milk Cocok untuk Kamu yang...
19.	Feed	Edukasi	Mulai Sayangi Jantungmu dari Sekarang!
20.	Feed	Edukasi	Golden Avo Milk Solusi Jantung Sehat Masa Kini



Gambar 9. Hasil pengembangan media digital instagram untuk promosi kesehatan

Tahap desain juga memegang peran penting dalam menyusun pesan kesehatan yang ringkas, mudah dipahami, dan menarik. Instagram memungkinkan penyampaian pesan secara tersegmentasi melalui *feed*, *story*, *reels*, dan *highlight*, adanya fitur ini yang membuat Instagram terkenal akan kemampuannya sebagai media sosial yang menciptakan komunikasi dua arah. Pada akun **@alpukatoil_researchid**, penggunaan elemen visual yang konsisten, warna seragam, dan desain informatif mendukung transfer pesan kesehatan secara lebih mudah dan dapat diakses oleh masyarakat. Desain instagram dapat dilihat pada Gambar 9. Dari gambar 9 diketahui bahwa dari Instagram yang telah dibuat, peneliti memungkinkan penyampaian pesan kesehatan secara tersegmentasi. Dengan memanfaatkan fitur seperti *feed*, *story*, *reels*, dan *highlight*, edukasi dapat disampaikan melalui berbagai format sesuai preferensi audiens. Studi oleh Moorhead et al. (2013) menunjukkan bahwa media sosial mampu menyediakan jalur komunikasi dua arah yang meningkatkan *engagement*, memungkinkan masyarakat bukan hanya menerima informasi tetapi juga berinteraksi dengan penyedia pesan kesehatan. Hal ini mendukung pendekatan promosi kesehatan modern yang mengutamakan partisipasi aktif masyarakat.

Selain itu, penggunaan Instagram mendukung prinsip *health promotion* yang berorientasi pada kemudahan akses dan jangkauan luas. Dibandingkan dengan seminar konvensional atau leaflet cetak, Instagram dapat menjangkau audiens lebih banyak dalam waktu singkat dengan biaya sangat rendah. Penelitian Chou et al. (2020) menunjukkan bahwa media sosial mampu memperluas jangkauan informasi kesehatan hingga lintas wilayah dan mempersingkat hambatan komunikasi. Meskipun fitur instagram belum dimanfaatkan oleh peneliti, tetapi 48 konten edukasi dalam Instagram dapat menjadi “perpustakaan digital” yang dapat diakses kapan saja oleh masyarakat. Akun Instagram juga berpotensi memperkuat perubahan perilaku kesehatan. Konten visual yang terus muncul pada linimasa pengguna berfungsi sebagai *cue to action* atau pemicu tindakan, yang dalam teori perilaku kesehatan *Health Belief Model* dapat meningkatkan kemungkinan perubahan gaya hidup. Teori ini didukung oleh penelitian Coates et al. (2020) yang menyatakan bahwa paparan berulang terhadap pesan kesehatan digital dapat meningkatkan kesadaran risiko, persepsi manfaat, dan pada akhirnya mempengaruhi perilaku.

Selain jangkauan dan efektivitas visual, Instagram juga memberikan kemudahan dalam analisis dampak promosi kesehatan. Fitur insight seperti reach, impressions, engagement rate, dan demographic data memungkinkan evaluasi yang objektif terhadap efektivitas program promosi kesehatan. Meski akun **@alpukatoil_researchid** baru memiliki 65 pengikut pada saat penyusunan laporan, angka tersebut sudah cukup merepresentasikan audiens awal dalam

sebuah proyek penelitian skala terbatas. Setiap interaksi baik like, share, maupun save dapat menjadi indikator bahwa pesan promosi kesehatan tersampaikan. Selain itu, penggunaan Instagram selaras dengan prinsip *digital health literacy*, yaitu kemampuan masyarakat menerima dan memahami informasi kesehatan melalui teknologi digital. Norman & Skinner (2006) menekankan bahwa peningkatan literasi kesehatan digital merupakan bagian penting dari upaya preventif modern. Dengan menyajikan informasi kesehatan dalam format sederhana, akun ini dapat membantu meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai konsep kesehatan yang kadang dianggap rumit, terutama yang berkaitan dengan penyakit jantung dan metabolisme tubuh.

Instagram juga berfungsi sebagai media branding kesehatan. Identitas visual Golden Avo Milk yang konsisten, penggunaan logo, warna, dan gaya desain yang sama pada seluruh postingan menciptakan citra profesional dan kredibel. Dalam konteks promosi kesehatan, branding yang kuat membantu menumbuhkan kepercayaan publik terhadap sumber informasi. Studi Korda & Itani (2013) menyatakan bahwa kredibilitas visual dan konsistensi pesan merupakan kunci keberhasilan kampanye kesehatan digital.

Penelitian ini telah mengembangkan media promosi kesehatan digital berbasis Instagram melalui model ADDIE. Hasil pengembangan berupa 20 konten edukatif yang informatif, visual menarik, dan sesuai prinsip promosi kesehatan. Instagram terbukti efektif sebagai media penyebaran pesan kesehatan yang mudah diakses, berbiaya rendah, dan mendukung pembelajaran visual. Media ini dapat digunakan untuk meningkatkan literasi kesehatan masyarakat mengenai pangan fungsional, metabolisme lipid, dan pencegahan penyakit jantung.

BAB VI

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Penelitian multiyears mengenai pengembangan susu herbal berbasis minyak alpukat telah berjalan selama tiga tahun dengan capaian yang progresif dan konsisten. Evaluasi di tahun terakhir menunjukkan bahwa sebagian besar tujuan penelitian telah terpenuhi. Rencana tahap selanjutnya yang akan dilakukan dari penelitian kajian pembuatan & karakterisasi minyak alpukat sebagai sumber asam oleat & linoleat serta potensi sebagai antioksidan & antihiperlipidemia sebagai bahan dasar susu herbal tinggi HDL antara lain sebagai berikut:

1. Ketercapaian Tujuan Penelitian

Pada tahun pertama dan kedua, penelitian berhasil:

- Menghasilkan minyak alpukat dengan metode ekstraksi yang jelas (60 menit) dengan karakteristik kimia yang paling utama mengandung asam oleat dan linoleat.
- Menunjukkan aktivitas antihiperlipidemia secara *in vivo* dari susu herbal minyak alpukat-kunyit (minyak alpukat 2% paling efektif).

Ketercapaian pada tahun ketiga penelitian:

- Melakukan uji stabilitas fisik, kimia, dan mikrobiologis secara komprehensif.
- Menyimpulkan bahwa suhu 4°C dengan masa simpan 7 hari adalah kondisi terbaik untuk produk.
- Mengembangkan media promosi digital

2. Kekuatan Penelitian

- Landasan ilmiah kuat: Setiap tahap penelitian dibangun dari hasil tahun sebelumnya.
- Metodologi laboratorium lengkap: Fisik–kimia–mikrobiologi diuji secara sistematis.
- Potensi fungsional terdukung data: Baik dari komposisi minyak maupun studi *in vivo*.
- Produk sudah memiliki rekomendasi masa simpan yang jelas (7 hari pada 4°C).

3. Keterbatasan Penelitian

Beberapa aspek belum tercapai sepenuhnya karena batasan waktu dan sumber daya:

- Media promosi digital belum dievaluasi efektivitasnya.
- Belum ada uji sensoris skala konsumen, sehingga preferensi pasar belum diketahui.
- Belum ada data uji keamanan lanjutan, seperti logam berat, aflatoksin dan sitoktosisitas,

4. Rencana Selanjutnya

- Mengembangkan media promosi dan diuji potensinya sebagai media edukasi publik berbasis hasil penelitian
- Menyusun artikel ilmiah dapat disiapkan untuk publikasi di jurnal nasional terakreditasi maupun terindeks internasional.

Tahapan penelitian ini tentunya membutuhkan sumberdaya yang tidak sedikit, oleh sebab itu peneliti berharap mendapatkan bantuan penelitian yang sepadan dengan perencanaan penelitian yang dilakukan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Suhu dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap stabilitas fisikokimia susu herbal berbasis minyak alpukat-kunyit. Penyimpanan pada 4°C mempertahankan pH tetap stabil, viskositas tidak meningkat signifikan, warna relatif tidak berubah, dan aroma tetap normal hingga hari ke-7. Sebaliknya, penyimpanan pada 25°C dan 40°C mempercepat penurunan mutu, ditandai dengan peningkatan viskositas, munculnya aroma masam, dan perubahan pH.
2. Hasil uji mikrobiologi menunjukkan bahwa penyimpanan pada 4°C menekan pertumbuhan mikroba secara optimal. *Total Plate Count* relatif rendah, *E. coli* tidak terdeteksi, dan pertumbuhan Coliform, *Staphylococcus aureus*, serta *Enterobacteriaceae* tetap berada dalam batas aman hingga hari ke-7. Pada suhu 25°C dan 40°C terjadi peningkatan mikroba yang signifikan.
3. Media sosial Instagram dapat dipilih sebagai media kampanye digital berupa konten edukatif yang berisi materi informasi mengenai manfaat susu herbal berbasis minyak alpukat dalam mendukung pengelolaan hiperlipidemia.

B. Saran

Saran yang dapat dikemukakan dari penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan stabilitas produk, seperti penambahan stabilizer alami atau modifikasi proses homogenisasi agar masa simpan dapat diperpanjang tanpa mengubah karakteristik fungsional produk.
2. Media edukasi yang telah disusun perlu diujicobakan melalui pre-post test atau uji keterlibatan audiens untuk mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang manfaat susu herbal minyak alpukat.
3. Perlu dilakukan Uji Keamanan dan Bioaktivitas Lanjutan mendukung kelayakan produk menuju tahap hilirisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfahel, R., Sawicki, T., Jabłońska, M., & Przybyłowicz, K. E. (2023). Anti-Hyperglycemic Effects of Bioactive Compounds in the Context of the Prevention of Diet-Related Diseases. *Foods*, 12(19), 3698–3698. <https://doi.org/10.3390/foods12193698>
- Alhamdan, A. M., Al Juhaimi, F. Y., Hassan, B. H., Ehmed, K. A., & Mohamed Ahmed, I. A. (2021). Physicochemical, microbiological, and sensorial quality attributes of a fermented milk drink (Laban) fortified with date syrup (dibs) during cold storage. *Foods*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/foods10123157>
- Alnasan, Z., Yamanishi, O. K., Alnasan, A., & Pires, M. C. (2020). Influence of harvesting time on oil content, dry matter, and fatty acid composition of different avocado cultivars. *Acta Horticulturae*, 1299, 347–354. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1299.52>
- Anwar, R. (2014). Konsumsi Buah dan Sayur serta Konsumsi Susu sebagai Faktor Risiko Terjadinya Hipertensi di Puskesmas S. Parman Kota Banjarmasin. *Jurnal Skala Kesehatan*, 5(1).
- Asgary, S., Rastqar, A., & Keshvari, M. (2018). Functional Food and Cardiovascular Disease Prevention and Treatment: A Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 37(5), 429–455. <https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1410867>
- Berasategi, I., Barriuso, B., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2012). Stability of avocado oil during heating: Comparative study to olive oil. *Food Chemistry*, 132(1), 439–446. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.018>
- Carmen García-Martínez, M., Fontecha, J., Velasco, J., Holgado, F., & Márquez-Ruiz, G. (2018). Occurrence of lipid oxidation compounds in commercialised functional dairy products. *International Dairy Journal*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.06.020>
- Çetinkaya, A. (2019). Determination of changes during storage in chemical and microbial compositions of yoghurts made from buffalo milk and buffalo and cow milk mixtures. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 69(2). <https://doi.org/10.37527/2019.69.2.003>
- Chang, Y. C., Chen, C. H., & Lin, M. C. (2012). The macronutrients in human milk change after storage in various containers. *Pediatrics and Neonatology*, 53(3). <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2012.04.009>
- Dai, C., Lin, J., Li, H., Shen, J., Shen, Z., Wang, Y., & Velkov, T. (2022). The Natural Product Curcumin as an Antibacterial Agent: Current Achievements and Problems. In *Antioxidants* (Vol. 11, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/antiox11030459>
- Damle, S., & Madankar, C. (2023). An overview on eco-friendly polyglycerol esters of fatty acid, synthesis and applications. In *Tenside, Surfactants, Detergents* (Vol. 60, Issue 6). <https://doi.org/10.1515/tsd-2023-2509>
- Edwards, K. M., Badiger, A., Heldman, D. R., & Klein, M. S. (2021). Metabolomic markers of storage temperature and time in pasteurized milk. *Metabolites*, 11(7), 410–419. <https://doi.org/10.3390/metabo11070419>
- Estrada Mesa, E. M., Rodríguez, M. C., & Correa Londono, G. A. (2017). Stability of a colloidal system based on avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) and others: Effect of process and composition. *Acta Agronomica*, 66(3). <https://doi.org/10.15446/acag.v66n3.57582>
- Flores, M., Saravia, C., Vergara, C. E., Avila, F., Valdés, H., & Ortiz-Viedma, J. (2019). Avocado oil: Characteristics, properties, and applications. In *Molecules* (Vol. 24, Issue 11). <https://doi.org/10.3390/molecules24112172>

- Ford, N. A., & Liu, A. G. (2020). The Forgotten Fruit: A Case for Consuming Avocado Within the Traditional Mediterranean Diet. *Frontiers in Nutrition*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00078>
- Hennebelle, M., Villeneuve, P., Durand, E., Lecomte, J., van Duynhoven, J., Meynier, A., Yesiltas, B., Jacobsen, C., & Berton-Carabin, C. (2024). Lipid oxidation in emulsions: New insights from the past two decades. In *Progress in Lipid Research* (Vol. 94). <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2024.101275>
- Hewlings, S. J., & Kalman, D. S. (2017). Curcumin: A review of its effects on human health. *Foods*, 6(10), 90–92. <https://doi.org/10.3390/foods6100092>
- Hingne, P., Chavan, S., & Shelke, R. (2020). Sensory evaluation of herbal milk fortified with Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) and Tulsi (Ocimum sanctum). *International Journal of Chemical Studies*, 8(5). <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i5ac.10624>
- Hu, Y. (2024). Promoting healthy lifestyles among children and adolescents to enhance primary prevention of non-communicable diseases. In *Chinese Journal of School Health* (Vol. 45, Issue 1). <https://doi.org/10.16835/j.cnki.1000-9817.2024031>
- Ilesanmi, T. M., Oladipo, O. O., Olaleye, A. C., & Osasona, O. D. (2022). Antimicrobial Activity of Essential Oil from Avocado (*Persea americana*) Seed and Pulp on Some Pathogenic Organisms. *South Asian Journal of Research in Microbiology*, 12(3), 61–68. <https://doi.org/10.9734/sajrm/2022/v12i330276>
- Kim, M. H., Shim, K. S., Yi, D. Y., Lim, I. S., Chae, S. A., Yun, S. W., Lee, N. M., Kim, S. Y., & Kim, S. (2019). Macronutrient analysis of human milk according to storage and processing in Korean mother. *Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition*, 22(3). <https://doi.org/10.5223/pghn.2019.22.3.262>
- Kumar, A., Sharma, A., & C. Upadhyaya, K. (2016). Vegetable Oil: Nutritional and Industrial Perspective. *Current Genomics*, 17(3). <https://doi.org/10.2174/1389202917666160202220107>
- Kumar, S., & Preetha, G. S. (2012). Health promotion: An effective tool for global health. *Indian Journal of Community Medicine*, 37(1). <https://doi.org/10.4103/0970-0218.94009>
- Lv, G., Jiang, R., Zhang, H., Wang, L., Li, L., Gao, W., Zhang, H., Pei, Y., Wei, X., Dong, H., & Qin, L. (2021). Molecular Characteristics of *Staphylococcus aureus* From Food Samples and Food Poisoning Outbreaks in Shijiazhuang, China. *Frontiers in Microbiology*, 12, 652236–652276. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.652276>
- Marra, A., Manousakis, V., Zervas, G. P., Koutis, N., Finos, M. A., Adamantidi, T., Panoutsopoulou, E., Ofrydopoulou, A., & Tsoupras, A. (2024). Avocado and Its By-Products as Natural Sources of Valuable Anti-Inflammatory and Antioxidant Bioactives for Functional Foods and Cosmetics with Health-Promoting Properties. *Applied Sciences*, 14(14), 5978–5978. <https://doi.org/10.3390/app14145978>
- Pan, H., Chu, X., Li, S., Wang, Z., & Chen, J. (2025). Effect of pH on the Stability of Dairy Beverages Stabilized with Soluble Soybean Polysaccharides. *Foods*, 14(21), 3632. <https://doi.org/10.3390/foods14213632>
- Peou, S., Milliard-Hasting, B., & Shah, S. A. (2016). Impact of avocado-enriched diets on plasma lipoproteins: A meta-analysis. *Journal of Clinical Lipidology*, 10(1). <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2015.10.011>
- Pistell, P. J., Utsuki, T., Francis, J., Ebenezer, P. J., Terrebonne, J., Roth, G. S., & Ingram, D. K. (2022). An avocado extract enriched in mannoheptulose prevents the negative effects of a high-fat diet in mice. *Nutrients*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/nu14010155>
- Pourbagher-Shahri, A. M., Farkhondeh, T., Ashrafizadeh, M., Talebi, M., & Samargahndian, S. (2021). Curcumin and cardiovascular diseases: Focus on cellular targets and cascades. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 136). <https://doi.org/10.1016/j.bioph.2020.111214>

- Putri, Y. D., Setiani, N. A., & Warya, S. (2020). The Effect of Temperature, Incubation and Storage Time on Lactic Acid Content, pH, and Viscosity of Goat Milk Kefir. *Current Research on Biosciences and Biotechnology*, 2(1).
- <https://doi.org/10.5614/crb.2020.2.1/hpmq5042>
- Qin, X., & Zhong, J. (2016). A review of extraction techniques for avocado oil. *Journal of Oleo Science*, 65(11), 881–888. <https://doi.org/10.5650/jos.ess16063>
- Rai, M., Ingle, A. P., Pandit, R., Paralikar, P., Anasane, N., & Santos, C. A. Dos. (2020). Curcumin and curcumin-loaded nanoparticles: antipathogenic and antiparasitic activities. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, 18(4), 367–379.
- <https://doi.org/10.1080/14787210.2020.1730815>
- Ranvir, S., Sharma, R., Gandhi, K., & Mann, B. (2020). Assessment of physico-chemical changes in UHT milk during storage at different temperatures. *Journal of Dairy Research*, 87(2). <https://doi.org/10.1017/S0022029920000266>
- Ranvir, S., Sharma, R., Gandhi, K., Nikam, P., & Mann, B. (2021). Physico-chemical changes during processing and storage of UHT milk. *Indian Journal of Dairy Science*, 74(1). <https://doi.org/10.33785/ijds.2021.v74i01.005>
- Rohman, A., Widodo, H., Lukitaningsih, E., Windarsih, A., Rafi, M., & Nurrulhidayah, A. F. (2020). Review on in vitro antioxidant activities of curcuma species commonly used as herbal components in Indonesia. In *Food Research* (Vol. 4, Issue 2).
- [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(2\).163](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(2).163)
- Roland, I. S., Le, T. T., Chen, T., Aguilera-Toro, M., Nielsen, S. D. H., Larsen, L. B., & Poulsen, N. A. (2024). Storage Stability of Plant-Based Drinks Related to Proteolysis and Generation of Free Amino Acids. *Foods*, 13(3).
- <https://doi.org/10.3390/foods13030367>
- Sanjana Seth, Kashmeera Agarwal, & Abdul Rahman. (2022). Curcumin: A Review of Its' Effects on Human Health. *International Healthcare Research Journal*, 5(10), RV1–RV4. <https://doi.org/10.26440/ihrj/0510.01486>
- Sıçramaz, H. (2025). Turmeric-Enriched Yogurt: Increased Antioxidant and Phenolic Contents. *Fermentation*, 11(3), 127. <https://doi.org/10.3390/fermentation11030127>
- Soutelino, M. E. M., Silva, A. C. de O., & Rocha, R. da S. (2024). Natural Antimicrobials in Dairy Products: Benefits, Challenges, and Future Trends. *Antibiotics*, 13(5), 415–415.
- <https://doi.org/10.3390/antibiotics13050415>
- Sukamto, S. (2009). *Metode Formulasi Kurkumin Kunyit Susu dan Asam Organik Asam Jawa yang Dipasteurisasi untuk Penyiapan Bahan Minuman Fungsional IN Patent P00,200,900,281*.
- Tempini, P. N., Aly, S. S., Karle, B. M., & Pereira, R. V. (2018). Multidrug residues and antimicrobial resistance patterns in waste milk from dairy farms in Central California. *Journal of Dairy Science*, 101(9), 8110–8122. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14398>
- Wang, M., Yu, P., Chittiboyina, A. G., Chen, D., Zhao, J., Avula, B., Wang, Y. H., & Khan, I. A. (2020). Characterization, quantification and quality assessment of avocado (Persea americana Mill.) Oils. *Molecules*, 25(6). <https://doi.org/10.3390/molecules25061453>
- Werman, M. J., & Neeman, I. (1987). Avocado oil production and chemical characteristics. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64(2), 229–232.
- <https://doi.org/10.1007/BF02542007>
- Winarni, S., Fitriah, A. H., & Sukamto, S. (2021). *Pengembangan Susu Formula Tinggi HDL (High Density Lipoprotein) Berbasis Senyawa Fitokimia Empon-Empon dan Asam Oleat Buah Alpukat*.
- Winarni, S., Mustafa, A., & Kurniawati, A. (2023). *Kajian Pembuatan & Karakterisasi Minyak Alpukat Sebagai Sumber Asam Oleat & Linoleat Serta Potensi Sebagai*

- Antioksidan & Antihiperlipidemia Sebagai Bahan Dasar Susu Herbal Tinggi HDL.*
[Laporan Penelitian SIMLITABKES]. Poltekkes Kemenkes Malang.
- Winarni, S., Mustafa, A., & Kurniawati, A. (2024). Analisis Profil Senyawa Kimia Minyak Alpukat Dari Dua Varietas Buah Alpukat (*Persea Americana*) Dan Potensinya Untuk Kesehatan. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 34(4), 879–892.
<https://doi.org/10.34011/jmp2k.v34i4.2039>
- Zeaki, N., Johler, S., Skandamis, P. N., & Schelin, J. (2019). The role of regulatory mechanisms and environmental parameters in staphylococcal food poisoning and resulting challenges to risk assessment. *Frontiers in Microbiology*, 10(JUN), 1306–1307. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01307>
- Zelleroth, S., Stam, F., Nylander, E., Kjellgren, E., Gising, J., Larhed, M., Grönbladh, A., & Hallberg, M. (2024). The decanoate esters of nandrolone, testosterone, and trenbolone induce steroid specific memory impairment and somatic effects in the male rat. *Hormones and Behavior*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.ybeh.2024.105501>

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian di Laboratorium



Gambar 10. Proses pembuatan minyak alpukat



Gambar 11. Proses pembuatan sari kunyit



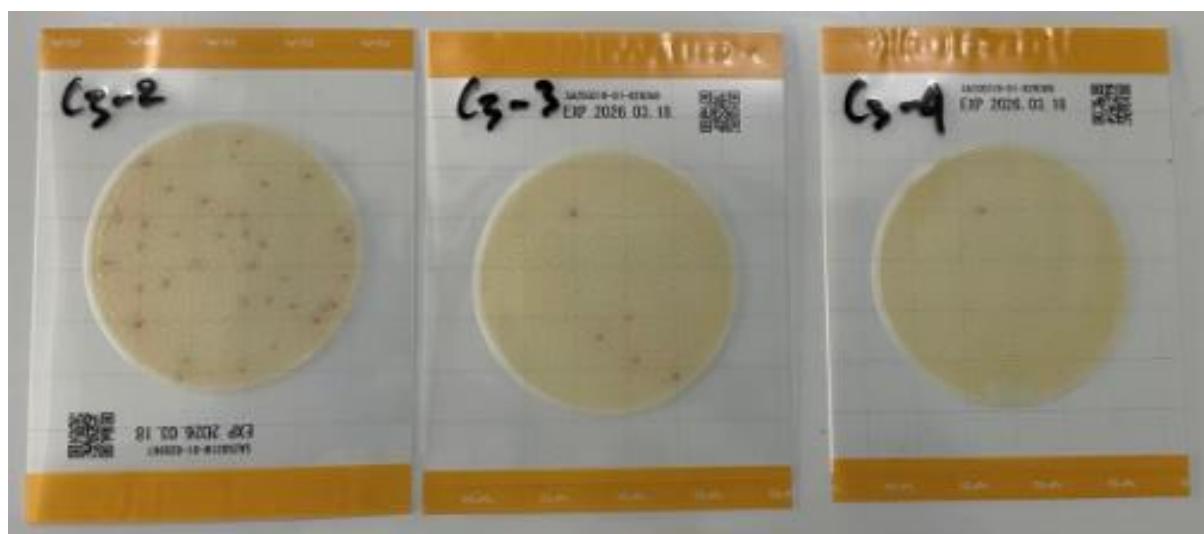
Gambar 12. Proses penyiapan dan suplementasi susu



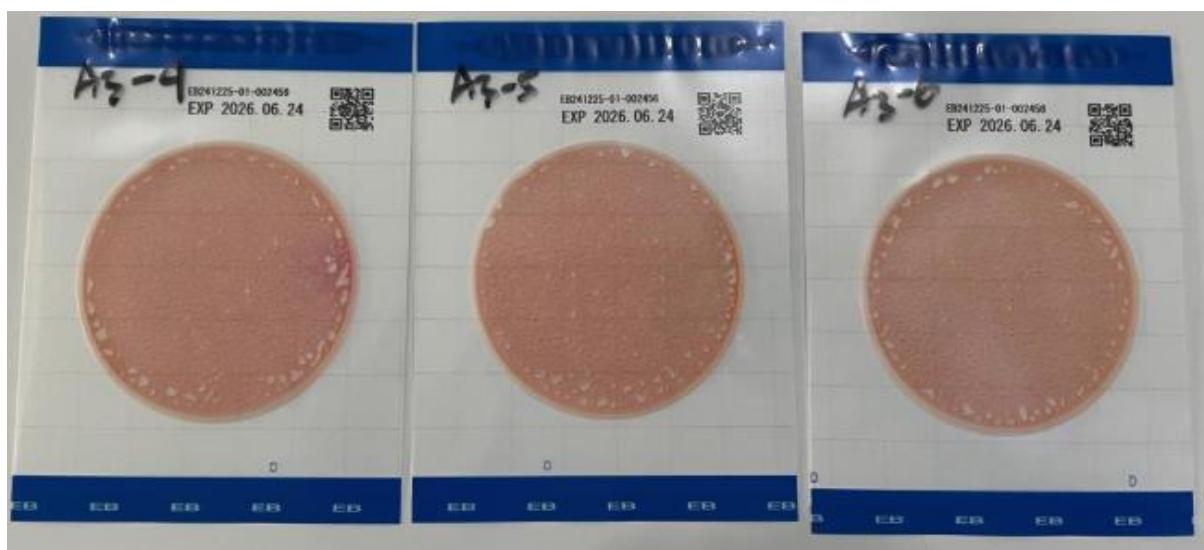
Gambar 12. Produk susu herbal berbasis minyak alpukat



Gambar 13. Dokumentasi kegiatan pengujian



Gambar 14. Dokumentasi pembacaan hasil *S.aureus* pada media *esyplate*



Gambar 15. Dokumentasi pembacaan hasil *Enterobacteriaceae* pada media *esyplate*



Gambar 16. Dokumentasi pembacaan hasil *Total Plate Count* pada media *esyplate*



Gambar 17. Dokumentasi pembacaan hasil *Total Plate Count* pada media *easyplate*

Lampiran 2. Bukti Publikasi Penelitian

The screenshot shows the homepage of the journal "Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan". The header features the journal's name in large green letters, with "Why You MEDIA PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KESIHATAN With Us" and "Media of Health Research and Development". It also highlights "High Visibility Open Access Fast Response". The sidebar includes a "Make Submission" button and a "Additional Menu" with links to Focus and Scope, Section Policies, Publication Frequency, Peer Review Process, Open Access Policy, Publication Ethics, Copyright & License, Plagiarism Policy, Article Retraction & Withdrawal, and Articles Processing Charge. The main content area displays the journal's About section, indexing information (SINTA 2, Crossref, GARUDA, Dimensions, Google Scholar), and a submission interface. The submission interface shows a queue with one item assigned to the user, titled "Microbial Safety and Stability of Avocado-Turmeric Oil-Based Herbal Milk as a Basis for Food Safety Education in Public Health Promotion". The footer indicates the platform is OJS / PKP.

STABILITAS DAN KEAMANAN MIKROBA SUSU HERBAL MINYAK ALPUKAT - KUNYIT SEBAGAI DASAR EDUKASI KEAMANAN PANGAN DALAM PROMOSI KESEHATAN MASYARAKAT

Microbial Safety and Stability of Avocado–Turmeric Oil-Based Herbal Milk as a Basis for Food Safety Education in Public Health Promotion

Sri Winarni¹*, Annasari Mustafa², Atik Kurniawati³

¹Jurusan Promosi Kesehatan, Poltekkes Kemenkes Malang, Indonesia;

²Jurusan Gizi, Poltekkes Kemenkes Malang, Indonesia;

³Jurusan Analisis Farmasi dan Makanan, Poltekkes Kemenkes Malang, Indonesia

Email: sri_winarni@poltekkes-malang.ac.id

ABSTRACT

Herbal milk formulated with avocado oil and turmeric is a functional beverage with potential health benefits, but its microbiological safety requires evaluation to determine appropriate storage conditions. This study aimed to analyze the effects of storage temperature and duration on total bacterial count (Total Plate Count/TPC) as well as the presence of *Escherichia coli*, coliforms, *Staphylococcus aureus*, and *Enterobacteriaceae*. A laboratory experimental design using a factorial Completely Randomized Design (CRD) was applied, involving two factors: storage temperature (4°C, 25°C, and 40°C) and storage duration (0, 3, and 7 days). The results showed that storage at 4°C effectively affected microbial growth, indicated by a decrease in TPC from 5.51 log CFU/mL to 2.57 log CFU/mL on day 7. In contrast, storage at room temperature (25°C) and elevated temperature (40°C) led to increased microbial activity during the first three days. Overall, storage at 4°C is recommended as the safest condition, with a maximum storage duration of seven days to maintain the microbiological safety and stability of the avocado–turmeric herbal milk..

Keywords: *avocado–turmeric oil, food safety, herbal milk, microbial stability, storage temperature.*

ABSTRAK

Susu herbal berbasis minyak alpukat dan kunyit merupakan minuman fungsional yang berpotensi memberikan manfaat kesehatan, namun memerlukan evaluasi keamanan mikrobiologis untuk menentukan kondisi penyimpanan yang tepat. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh suhu penyimpanan dan lama simpan terhadap jumlah total bakteri (Total Plate Count/TPC) serta jumlah bakteri *Escherichia coli*, Coliform, *Staphylococcus aureus*, dan *Enterobacteriaceae*. Penelitian menggunakan metode eksperimen laboratorik dengan rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, melibatkan dua faktor suhu penyimpanan (4°C, 25°C, dan 40°C) dan lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari). Hasil menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu dingin 4°C berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba total, ditandai dengan penurunan nilai TPC dari 5,51 log CFU/mL menjadi 2,57 log CFU/mL pada hari ke-7. Sebaliknya, pada suhu ruang (25°C) dan tinggi (40°C) terjadi peningkatan aktivitas mikroba pada tiga hari pertama. Berdasarkan keseluruhan hasil, suhu 4°C dinyatakan sebagai kondisi penyimpanan paling aman, dengan batas penyimpanan maksimal tujuh hari untuk mempertahankan keamanan dan stabilitas mikrobiologis susu herbal minyak alpukat-kunyit.

Kata kunci: keamanan pangan, minyak alpukat-kunyit, susu herbal, stabilitas mikroba, suhu penyimpanan

PENDAHULUAN

Pola makan sehat memiliki peran penting dalam pencegahan berbagai macam penyakit, terutama untuk mengatasi gangguan metabolismik seperti hiperlipidemia. Konsumsi pangan fungsional yang kaya akan senyawa bioaktif telah menjadi salah satu strategi untuk mengelola kadar kolesterol dan meningkatkan kesehatan jantung [1], [2]. Salah satu bahan pangan yang memiliki potensi sebagai agen antihiperkolesterol adalah minyak alpukat (*Persea americana*), yang kaya akan asam oleat dan fitosterol. Minyak ini dikenal dapat menurunkan kolesterol jahat (LDL) dan meningkatkan kolesterol baik (HDL) [3]. Selain alpukat, terdapat tanaman herbal lain seperti kunyit (*Curcuma longa*) yang mengandung kurkuminoid bersifat antioksidan dan antiinflamasi dan juga berperan dalam mengurangi risiko penyakit kardiovaskular [4]. Penelitian kami sebelumnya menunjukkan minyak alpukat didalam susu herbal kunyit (susu tersuplementasi minyak alpukat-kunyit) memiliki efek penurunan nilai LDL pada hewan coba. Dengan demikian susu herbal yang tersuplementasi minyak alpukat memiliki potensi menjadi bahan pangan fungsional untuk mencegah penyakit tidak menular khususnya penyakit yang berhubungan dengan lipid dan gangguan kesehatan pada jantung [5].

Pola konsumsi tinggi lemak jenuh menjadi faktor utama yang dapat dikendalikan melalui perbaikan pola makan dan konsumsi pangan fungsional alami. Di Indonesia, tren konsumsi minuman herbal meningkat disebabkan karena tingginya minat gaya hidup sehat, hal ini menyebabkan susu herbal yang kaya bioaktif menjadi semakin relevan untuk dikembangkan. Berdasarkan tren perubahan gaya hidup sehat, permintaan minuman herbal tradisional di Indonesia meningkat tajam selama pandemi, hal ini juga didorong oleh kepercayaan masyarakat terhadap manfaat kesehatan dari minuman ini [6]. Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan dan pola makan seimbang, pengembangan produk susu herbal kaya senyawa bioaktif kombinasi seperti minyak alpukat dan kunyit berpotensi besar dikembangkan sebagai produk pangan inovatif berbasis kearifan lokal yang mendukung tren gaya hidup sehat di Indonesia.

Pengembangan susu herbal berbasis minyak alpukat dan kunyit, memang menarik untuk dikembangkan tetapi belum ada data mengenai keamanan mikrobiologisnya. Padahal keamanan suatu produk makanan dan minuman menjadi isu penting di seluruh dunia, terlebih lagi keamanan susu herbal. Suhu dan lama penyimpanan juga memegang peranan penting dalam menentukan mutu dan keamanan suatu produk minuman. Pada suhu ruang, bakteri dapat berkembang biak dengan cepat dan mempercepat proses kerusakan, sementara penyimpanan dingin hanya memperlambat bukan menghentikan pertumbuhan mikroorganisme. Jika produk seperti susu herbal tidak disimpan dalam kondisi yang tepat, maka jumlah kuman dapat meningkat jauh melampaui ambang batas keamanan dalam waktu singkat. Bakteri seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, dan *Enterobacter* dapat mencemari minuman dan menyebabkan gangguan kesehatan, mulai dari sakit perut hingga infeksi yang lebih serius [7].

Berbagai kasus keracunan makanan pernah dilaporkan akibat kesalahan penyimpanan, terutama pada produk berbahan susu yang memiliki nutrisi tinggi [8]. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya kajian mendalam mengenai stabilitas mikrobiologis susu herbal alpukat dan kunyit pada berbagai kondisi penyimpanan. Hal ini dilakukan agar risiko kontaminasi dan keracunan dapat dicegah. Bahan dasar dari susu dan minyak yang kaya zat gizi, sehingga mudah menjadi tempat berkembangnya bakteri, hal ini bisa terjadi apabila pengolahan dan penyimpanannya tidak tepat [9]. Karena itu, penting dilakukan uji stabilitas dan keamanan mikroba untuk memastikan minuman tetap aman selama penyimpanan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh perlakuan suhu penyimpanan dan lama penyimpanan terhadap jumlah mikroba total (*Total Plate Count/TPC*) serta mengetahui jumlah mikroba indikator pencemaran makanan

(Coliform, *Escherichia coli* (*E.coli*), *Staphylococcus aureus* (SA), dan *Enterobacteriaceae*) pada susu herbal berbasis minyak alpukat–kunyit. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar edukasi keamanan pangan bagi masyarakat, yaitu tentang cara penyimpanan, lama simpan yang aman, dan pentingnya kebersihan saat memproduksi minuman herbal. Dengan begitu, masyarakat tidak hanya mendapatkan manfaat kesehatan dari kandungan alpukat dan kunyit, tetapi juga terlindungi dari risiko penyakit akibat makanan dan minuman yang tercemar. Selain memastikan produk tetap layak konsumsi, informasi mengenai keamanan mikroba juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan edukasi bagi masyarakat.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik dengan rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu penyimpanan dan lama penyimpanan terhadap jumlah mikroba total (TPC) dan keberadaan mikroba indikator (*Coliform*, *E. coli*, *S. aureus*, *Enterobacteriaceae*) pada susu herbal minyak alpukat-kunyit. Desain yang digunakan adalah eksperimen dua faktor, yaitu: Faktor A: Suhu penyimpanan (4°C, 25°C, dan 40°C). Faktor B: Lama penyimpanan (hari ke-0, ke-3, dan ke-7). Setiap kombinasi perlakuan dilakukan tiga kali ulangan untuk memperoleh data yang valid dan terhindar dari bias. Data hasil pengujian mikrobiologi diolah menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey HSD untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

Lokasi penelitian di Laboratorium Mikrobiologi Terpadu Kemenkes Poltekkes Malang, pada bulan Maret-Agustus 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah produk susu herbal berbasis minyak alpukat–kunyit yang diproduksi pada kondisi skala laboratorium. Pembuatan susu herbal minyak alpukat mengacu pada penelitian sebelumnya dimana minyak alpukat yang diekstrak dengan metode autoklaf ditambahkan kedalam susu dan sari kunyit sebanyak 2%. Setelah produk susu herbal selesai dibuat, sampel dibagi ke dalam botol steril dan disimpan pada dua kondisi penyimpanan, yaitu suhu dingin ($\pm 4^{\circ}\text{C}$), suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) dan suhu dipercepat ($\pm 40^{\circ}\text{C}$) [5]. Pengambilan sampel dilakukan secara aseptik pada beberapa titik waktu yang telah ditentukan, dimana hari ke-0 dilakukan uji segera setelah produksi), hari ke-3, dan 7. Hal ini dilakukan untuk menilai perubahan selama penyimpanan. Pada setiap titik, sampel diambil dari masing-masing kondisi dan batch, kemudian dimasukkan ke dalam wadah steril berlabel kode batch, suhu, dan waktu.

Setiap sampel susu herbal minyak alpukat dan kunyit diencerkan secara serial, kemudian masing-masing pengenceran diinokulasikan sebanyak 1 mL ke dalam media siap pakai *EasyPlate* (Kikkoman Biochemifa, Japan) sesuai parameter yang diukur. Jumlah mikroba total (TPC) ditentukan menggunakan *EasyPlate AC* sebagai media untuk menghitung total bakteri aerob, kemudian diinkubasi pada suhu $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 24-48 jam hingga terbentuk koloni berwarna merah yang dapat dihitung sebagai total bakteri aerob.

Identifikasi *Escherichia coli* dan Coliform dilakukan dengan *EasyPlate EC*, yang mengandung substrat kromogenik Magenta-Gal dan X-Gluc. Setelah inkubasi 24 ± 1 jam pada $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$, koloni *E. coli* diinterpretasikan sebagai koloni berwarna biru-ungu sampai biru tua, sedangkan koloni koliform non-*E. coli* terlihat sebagai koloni berwarna merah muda sampai ungu kemerahan.

Untuk mendeteksi *Staphylococcus aureus*, digunakan *EasyPlate SA*, yaitu media kromogenik khusus *S. aureus*; setelah inkubasi 24 ± 1 jam pada $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$, koloni tersangka *S. aureus* diidentifikasi berdasarkan terbentuknya koloni berwarna biru terang sebagaimana dijelaskan dalam lembar manual produk.

Analisis laboratorium untuk menguji angka kuman menggunakan media easyplate dari Kikkoman [10]. Penentuan spesies dilakukan berdasarkan karakteristik

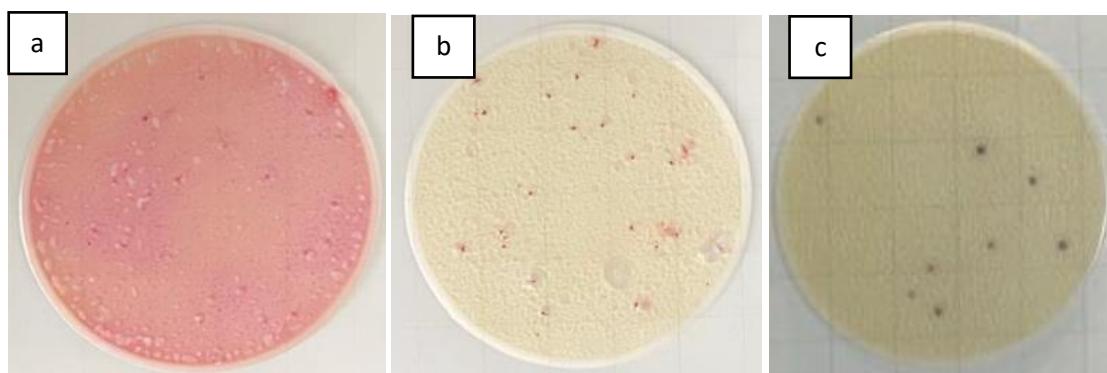
warna dan morfologi koloni pada masing-masing EasyPlate yang telah tervalidasi dan tersertifikasi (AOAC PTM) sebagai metode enumerasi *E. coli*, koliform, *Staphylococcus aureus*, dan total bakteri aerob dalam pangan. Hasil uji laboratorium didasarkan jumlah koloni (CFU/mL) dan status keberadaan patogen pada media uji. Hasil ini dicatat pada lembar kerja atau spreadsheet digital. Seluruh proses dilakukan dalam kondisi aseptik di bawah *laminar air flow* untuk mencegah kontaminasi, dan setiap pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali ulangan (triplicate) untuk menjamin ketelitian data.

Alat bahan penelitian ini terdiri dari bahan untuk uji laboratorium yaitu *easyplate* dari Kikkoman, dan bahan baku susu herbal: susu sapi rendah lemak, minyak alpukat, ekstrak kunyit dan aquadest. Alat laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf, oven, *laminar air flow / LAF*, inkubator (30–37°C), mikropipet & tip steril, tabung reaksi steril, botol sampel steril, timbangan elektronik.

Pengolahan dan analisis data dilakukan dimana data jumlah koloni dari uji *TPC*, *E. coli*, *Staphylococcus*, dan *Enterobacter* dicatat ke lembar kerja, kemudian dihitung menjadi satuan CFU/mL dan ditransformasi log10 untuk memudahkan analisis. Rata-rata dan standar deviasi setiap kondisi penyimpanan dan waktu pengujian dihitung, lalu ditampilkan dalam tabel serta grafik perkembangan jumlah mikroba. Perbedaan jumlah mikroba antar waktu dan kondisi dianalisis menggunakan uji statistik.

HASIL

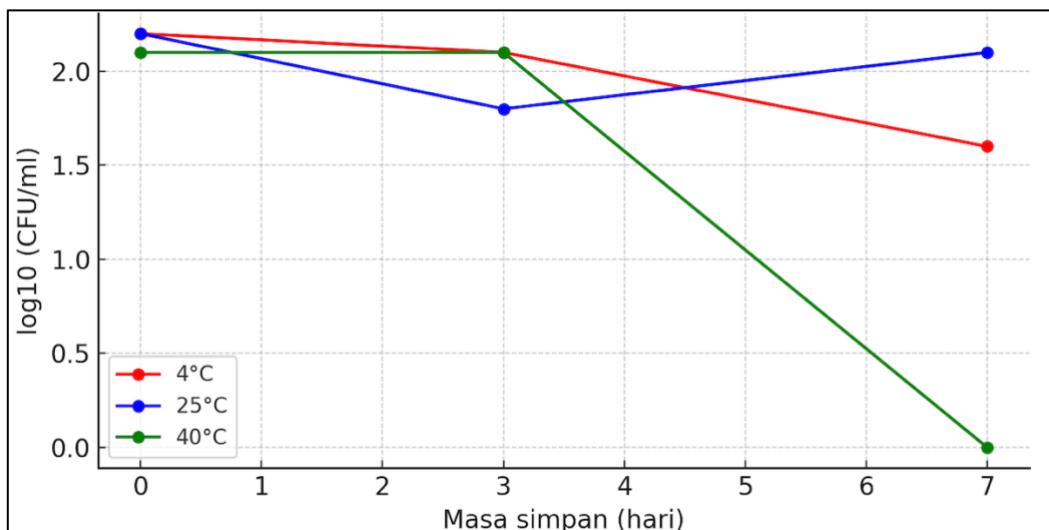
Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa bakteri tumbuh pada media easyplate dengan menunjukkan ciri spesifik koloni yang digunakan untuk identifikasi. Pada media EasyPlate EC, pada semua pengenceran tidak terlihat munculnya koloni berwarna biru keunguan, yang merupakan ciri khas *E. coli*. Tetapi, terdapat koloni berwarna merah muda–ungu, yang mengindikasikan keberadaan bakteri koliform non-*E. Coli* (Gambar 1a). Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan pada media EasyPlate AC, terlihat ciri-ciri pertumbuhan bakteri aerob, dimana terbentuk koloni berwarna merah pada media (Gambar 1b). Berdasarkan hasil penelitian diketahui terdapat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yang tumbuh pada media EasyPlate SA dimana diidentifikasi berdasarkan terbentuknya koloni berwarna biru (Gambar 1c).



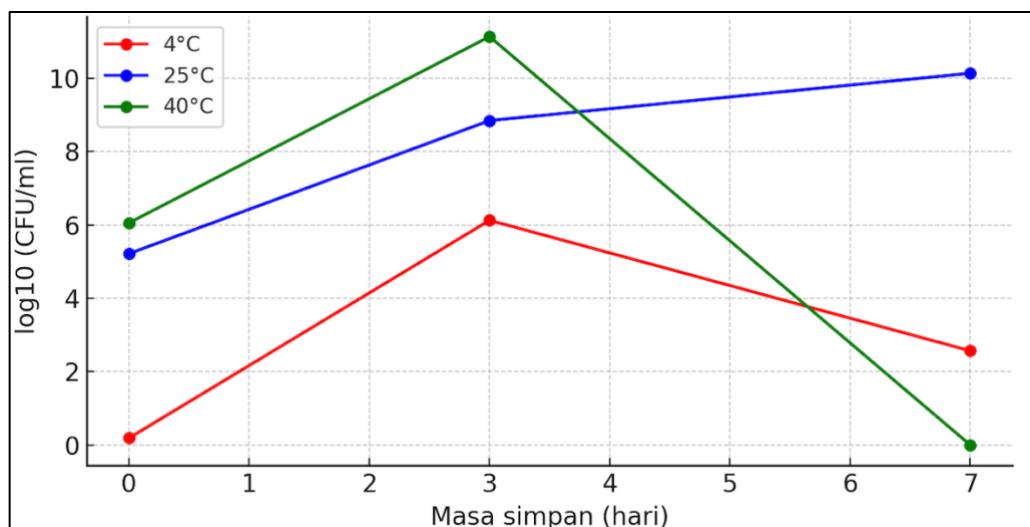
Gambar 1. Gambaran visual pertumbuhan bakteri pada media EasyPlate untuk *E.coli* dan Coliform (a), EasyPlate AC untuk bakteri aerob (b), dan EasyPlate SA untuk *S. aureus*

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah mikroba pada susu herbal alpukat dan kunyit cenderung menurun seiring lama penyimpanan. Pada penyimpanan 4°C, jumlah mikroba mengalami penurunan bertahap dari 2,2 log CFU/mL pada hari ke-0 menjadi 1,6 log CFU/mL pada hari ke-7. Pada penyimpanan suhu ruang (25°C) menunjukkan hasil fluktuasi, dimana terjadi penurunan jumlah mikroba pada hari

ke-3 yang kemudian meningkat kembali pada hari ke-7. Pada penyimpanan suhu 40°C jumlah mikroba terlihat stabil hingga hari ke-3, namun menurun drastis hingga tidak terdeteksi pada hari ke-7. Garis tren pada Gambar 2 menunjukkan pola penurunan perlahan dari kiri ke kanan, menandakan kecenderungan rata-rata jumlah mikroba menurun seiring bertambahnya waktu penyimpanan.



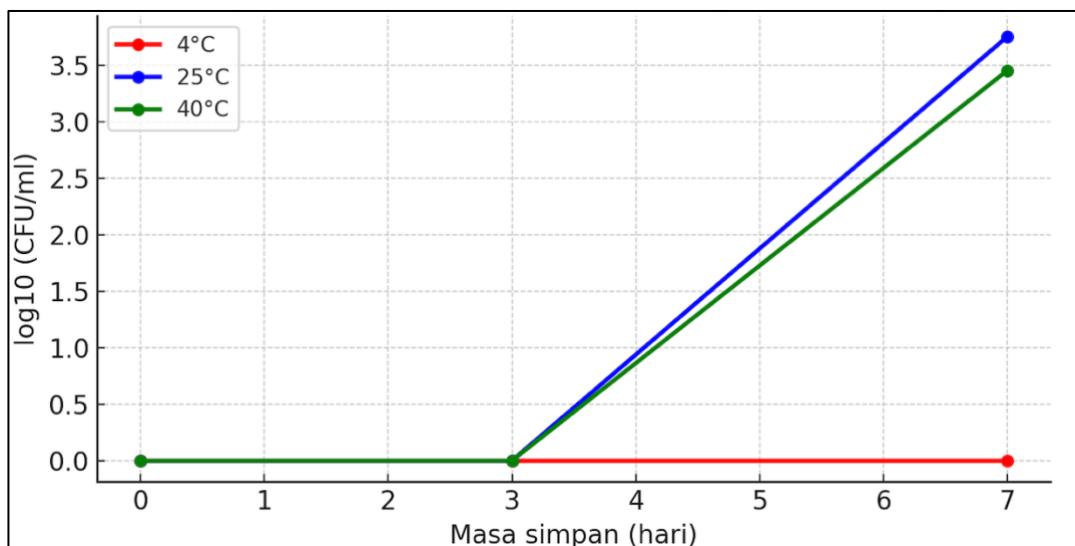
Gambar 2. Grafik total bakteri aerob berdasarkan uji TPC susu herbal berbasis alpukat-kunyit pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu (4°C, 25°C, dan 40°C)



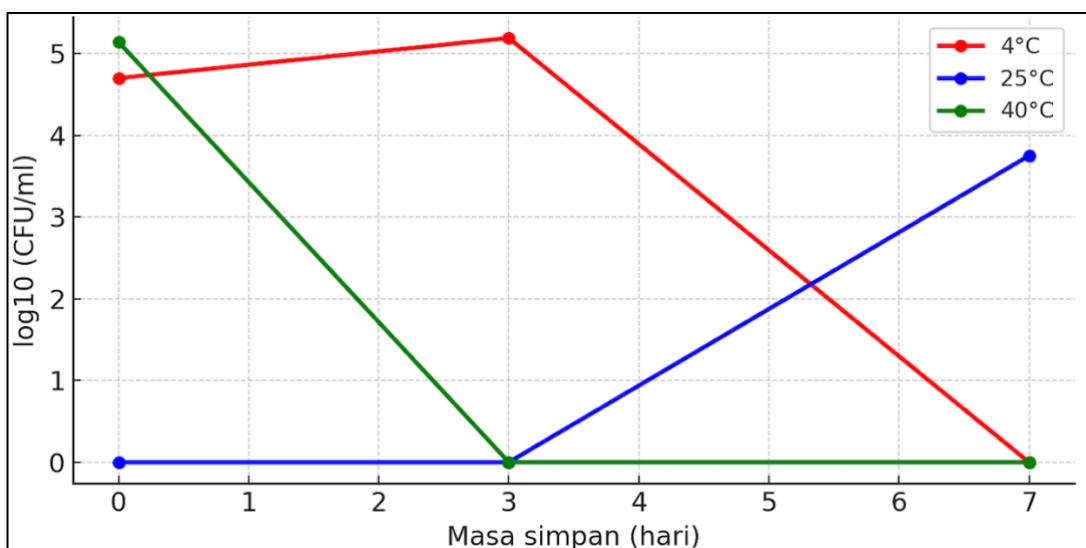
Gambar 3. Grafik angka coliform susu herbal pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu (4°C, 25°C, dan 40°C)

Gambar 3 menunjukkan pertumbuhan kelompok coliform dalam sampel. Hasil penelitian menunjukkan jumlah angka coliform cenderung menurun seiring lamanya penyimpanan. Pada penyimpanan suhu 4°C, pertumbuhan mikroba menunjukkan jumlah awal yang sangat rendah (0,19 log CFU/mL) kemudian meningkat tajam pada hari ke-3 (6,13 log CFU/mL), kemudian menurun kembali pada hari ke-7 (2,57 log CFU/mL). Pada penyimpanan suhu 25°C, pertumbuhan mikroba sangat jelas meningkat

secara konsisten dari 5,22 log CFU/mL pada hari ke-0 menjadi 10,14 log CFU/mL pada hari ke-7. Pada penyimpanan suhu 40°C, jumlah mikroba awal cukup tinggi (6,06 log CFU/mL) dan meningkat drastis pada hari ke-3 (11,14 log CFU/mL), tetapi kemudian turun menjadi 0 log CFU/mL pada hari ke-7. Dalam penelitian ini bakteri *E.coli* tidak memperlihatkan adanya pertumbuhan pada hari ke 0, 3 dan 7 untuk semua suhu penyimpanan.



Gambar 4. Grafik angka bakteri *S.aureus* susu herbal pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu (4°C, 25°C, dan 40°C)



Gambar 5. Grafik angka bakteri *Enterobacteriaceae* susu herbal pada lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari) dan suhu (4°C, 25°C, dan 40°C)

Gambar 4 menunjukkan dari hasil uji jumlah angka bakteri *Staphylococcus aureus* terhadap masa simpan menunjukkan tren kenaikan jumlah bakteri seiring lamanya penyimpanan. Pada suhu penyimpanan 4°C, tidak ditemukan pertumbuhan bakteri pada seluruh lama penyimpanan (0, 3, dan 7 hari). Pada penyimpanan suhu 25°C, terlihat pola pertumbuhan yang berbeda, dimana pada hari ke-0 dan ke-3, jumlah

mikroba masih berada pada level 0 log CFU/mL, tetapi meningkat signifikan menjadi 3,75 log CFU/mL pada hari ke-7. Pada penyimpanan suhu 40°C menunjukkan tidak ada pertumbuhan mikroba pada hari ke-0 dan ke-3, tetapi terjadi peningkatan menjadi 3,45 log CFU/mL pada hari ke-7.

Gambar 5 menunjukkan hasil uji Enterobacter pada susu herbal berbasis minyak alpukat dan kunyit menunjukkan bahwa jumlah bakteri cenderung menurun seiring bertambahnya masa simpan dan dipengaruhi oleh suhu penyimpanan. Pada suhu 4°C, jumlah mikroba awal berada pada level sedang (4,7 log CFU/mL), meningkat sedikit pada hari ke-3 menjadi 5,19 log CFU/mL, namun menurun drastis hingga 0 log CFU/mL pada hari ke-7. Pada suhu 25°C, tidak ditemukan pertumbuhan mikroba pada hari ke-0 dan ke-3 (0 log CFU/mL), tetapi terjadi peningkatan tajam pada hari ke-7 hingga mencapai 3,75 log CFU/mL. Pada suhu 40°C, jumlah mikroba awal cukup tinggi (5,14 log CFU/mL), namun menurun hingga tidak terdeteksi kembali pada hari ke-3 dan ke-7 (0 log CFU/mL).

Berdasarkan hasil pengujian mikrobiologis susu herbal minyak alpukat–kunyit pada berbagai suhu dan lama penyimpanan, terlihat perbedaan yang jelas pada jumlah total mikroba (*Total Plate Count/TPC*) serta keberadaan mikroba indikator lainnya (Tabel 1). Pada penyimpanan suhu dingin 4°C, TPC awal sebesar $3,2 \times 10^5$ CFU/mL (log 5,51) relatif stabil hingga hari ke-3 ($3,6 \times 10^5$ CFU/mL, log 5,56) dan menurun drastis pada hari ke-7 menjadi $3,7 \times 10^2$ CFU/mL (log 2,57). Pada suhu ruang 25 °C, TPC awal jauh lebih tinggi, $2,5 \times 10^9$ CFU/mL (log 9,31), dan sempat meningkat hingga $4,2 \times 10^9$ CFU/mL (log 9,62) pada hari ke-3, namun menurun menjadi $1,6 \times 10^5$ CFU/mL (log 5,22) pada hari ke-7. Pada suhu tinggi 40 °C, TPC awal $3,3 \times 10^5$ CFU/mL (log 5,53) meningkat tajam menjadi $2,8 \times 10^{10}$ CFU/mL (log 10,45) pada hari ke-3, lalu menurun hingga tidak terdeteksi pada hari ke-7, kemungkinan akibat kematian sel karena panas dan penurunan pH. Berdasarkan hasil uji hipotesis pada tabel *Tests of Between-Subjects Effects*, dapat dijelaskan bahwa nilai signifikansi (Sig.) pada faktor Suhu sebesar 0,204 (> 0,05) menunjukkan bahwa perbedaan suhu penyimpanan (4°C, 25°C, dan 40°C) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah total mikroba (*Total Plate Count/TPC*). Faktor Hari memiliki nilai signifikansi 0,012 (< 0,05), yang berarti lama penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap perubahan jumlah mikroba pada susu herbal minyak alpukat–kunyit. Interaksi antara Suhu × Hari memiliki nilai signifikansi 0,261 (> 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa kombinasi suhu dan lama penyimpanan secara simultan tidak menunjukkan interaksi yang signifikan terhadap TPC.

Tabel 1 Hasil Uji Total Mikroba (TPC), Coliform, *E.coli*, *S.aureus* dan *Enterobacteriaceae* Pada Susu Herbal Suplementasi Minyak Alpukat

Suhu	Hari	TPC (CFU/mL)	log10 TPC (CFU/mL)	Coliform (CFU/mL)	log10 Coliform (CFU/mL)	<i>E. coli</i> (CFU/mL)	log10 <i>E. coli</i> (CFU/mL)	<i>S. aureus</i> (CFU/mL)	log10 <i>S. aureus</i> (CFU/mL)	Enterobacter (CFU/mL)	log10 Enterobacter
4°C	0	3.2×10^5	5.51	2.0×10^6	6.30	0	—	0	—	5.0×10^4	4.70
	3	3.6×10^5	5.56	2.3×10^5	5.36	0	—	0	—	1.6×10^5	5.20
	7	3.7×10^2	2.57	0	—	0	—	0	—	0	—
25 °C	0	2.5×10^9	9.40	3.3×10^5	5.52	0	—	0	—	3.3×10^4	4.52
	3	4.2×10^9	9.62	2.2×10^{10}	10.34	0	—	0	—	0	—
	7	1.6×10^5	5.20	1.1×10^9	9.04	0	—	5.6×10^3	3.75	5.6×10^3	3.75
40 °C	0	3.3×10^5	5.52	2.8×10^5	5.45	0	—	0	—	1.3×10^5	5.11
	3	2.8×10^{10}	10.45	2.8×10^5	5.45	0	—	0	—	0	—
	7	0	—	0	—	0	—	2.8×10^3	3.45	0	—

Berdasarkan hasil uji lanjut Tukey HSD pada variabel *Total Plate Count (TPC)* berdasarkan faktor hari penyimpanan, diperoleh perbedaan yang signifikan antara beberapa pasangan waktu penyimpanan. Nilai signifikansi antara hari ke-0 dan hari ke-7 sebesar 0,042 (< 0,05) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara jumlah mikroba pada awal penyimpanan dan akhir penyimpanan. Artinya, terjadi penurunan signifikan jumlah mikroba dari hari pertama ke hari ketujuh. Sebaliknya, perbandingan antara hari ke-0 dengan hari ke-3 (Sig. = 1,000) dan hari ke-3 dengan hari ke-7 (Sig. = 0,059) menunjukkan bahwa perbedaan keduanya tidak signifikan secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan jumlah mikroba antara hari ke-0 dan ke-3 masih relatif stabil, sedangkan penurunan yang signifikan baru terjadi setelah hari ke-7.

Tabel 1 menunjukkan jumlah angka Coliform pada suhu dingin 4°C yang awalnya $2,0 \times 10^6$ CFU/mL (log 0,3) juga turun hingga tidak terdeteksi pada hari ke-7. Pada suhu ruang 25 °C Coliform semula $3,3 \times 10^5$ CFU/mL (log 5,52) melonjak menjadi $2,2 \times 10^{10}$ CFU/mL (log 10,36) pada hari ke-3, lalu kembali tinggi $1,1 \times 10^9$ CFU/mL (log 9,06) di hari ke-7. Pada suhu tinggi 40° Coliform awal $2,8 \times 10^5$ CFU/mL (log 5,45) meningkat pesat hingga log 9,3 pada hari ke-3, kemudian hilang pada hari ke-7. Berdasarkan hasil uji hipotesis pada tabel Tests of Between-Subjects Effects untuk variabel coliform, diperoleh informasi bahwa nilai signifikansi (Sig.) pada faktor Suhu sebesar 0,105 (> 0,05), yang berarti perbedaan suhu penyimpanan (4°C, 25°C, dan 40°C) tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah bakteri coliform. Faktor Hari memiliki nilai signifikansi 0,010 (< 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan jumlah coliform pada susu herbal minyak alpukat-kunyit. Sementara itu, interaksi antara Suhu × Hari memiliki nilai signifikansi 0,143 (> 0,05), yang menunjukkan bahwa kombinasi antara suhu dan lama penyimpanan tidak menimbulkan pengaruh interaktif yang signifikan terhadap jumlah coliform.

Berdasarkan hasil uji lanjut Tukey HSD terhadap variabel coliform berdasarkan hari penyimpanan, terlihat bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara beberapa pasangan waktu pengamatan. Nilai signifikansi antara hari ke-0 dan hari ke-7 sebesar 0,027 (< 0,05) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik dalam jumlah coliform antara awal dan akhir masa simpan. Artinya, jumlah coliform menurun signifikan dari hari pertama ke hari ketujuh, yang menandakan bahwa penyimpanan lebih lama mampu menekan populasi bakteri coliform. Sementara itu, perbandingan antara hari ke-0 dan hari ke-3 (Sig. = 0,824) serta antara hari ke-3 dan hari ke-7 (Sig. = 0,117) menunjukkan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada periode tersebut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perubahan jumlah coliform belum terlihat nyata hingga hari ke-3, dan penurunan yang berarti baru terjadi setelah hari ke-7 penyimpanan.

Tabel 1 menunjukkan jumlah angka *Enterobacteriaceae* pada suhu 4 °C, populasi *Enterobacter* masih ditemukan sejak hari 0 sebesar $5,0 \times 10^4$ CFU/mL (log 4,70), meningkat pada hari 3 menjadi $1,6 \times 10^5$ CFU/mL (log 5,20), lalu menurun hingga tidak terdeteksi pada hari 7. Ini menunjukkan bahwa pada suhu dingin, bakteri ini masih mampu bertahan dan sedikit berkembang di awal, tetapi akhirnya menurun akibat tekanan suhu rendah yang menghambat metabolisme. Pada suhu 25 °C, pertumbuhan terlihat fluktuatif hari 0 sebesar $3,3 \times 10^4$ CFU/mL, lalu menurun hingga tidak terdeteksi pada hari 3, dan muncul lagi pada hari 7 sebesar $5,6 \times 10^3$ CFU/mL (log 3,75). Pola ini menggambarkan fase adaptasi dan kematian sebagian akibat kompetisi dengan mikroba lain. Sementara pada suhu 40 °C, awalnya jumlahnya $1,3 \times 10^5$ CFU/mL (log 5,11), namun turun drastis dan hilang pada hari 3 dan 7 karena suhu tinggi merusak sel bakteri gram-negatif seperti *Enterobacteriaceae*.

Berdasarkan hasil uji hipotesis pada tabel Tests of Between-Subjects Effects untuk variabel *Enterobacteriaceae*, diketahui bahwa nilai signifikansi (Sig.) pada faktor

Suhu sebesar 0,065, sedikit di atas batas signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan suhu penyimpanan (4°C , 25°C , dan 40°C) hampir memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah *Enterobacteriaceae*, namun secara statistik belum cukup kuat untuk dinyatakan berbeda nyata. Faktor Hari memiliki nilai signifikansi 0,010 ($< 0,05$), yang berarti lama penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap perubahan jumlah *Enterobacteriaceae*. Dengan kata lain, durasi penyimpanan merupakan faktor utama yang memengaruhi dinamika pertumbuhan atau penurunan bakteri. Sementara itu, interaksi antara Suhu \times Hari memiliki nilai signifikansi $0,026 < 0,05$, yang berarti ada perbedaan signifikan. Ini menunjukkan bahwa kombinasi antara suhu dan lama penyimpanan memberikan pengaruh bersama yang berarti terhadap jumlah *Enterobacteriaceae*.

Berdasarkan hasil uji lanjut Tukey HSD terhadap variabel *Enterobacteriaceae* berdasarkan faktor hari penyimpanan, terlihat bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara beberapa waktu pengamatan. Nilai signifikansi (Sig.) antara hari ke-0 dan hari ke-7 sebesar 0,005 ($< 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik pada jumlah *Enterobacteriaceae* antara awal dan akhir masa simpan. Artinya, jumlah *Enterobacteriaceae* mengalami penurunan signifikan dari hari ke-0 ke hari ke-7, yang menandakan bahwa semakin lama produk disimpan, populasi bakteri ini semakin menurun. Sebaliknya, perbandingan antara hari ke-0 dan hari ke-3 (Sig. = 0,109) serta antara hari ke-3 dan hari ke-7 (Sig. = 0,290) menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan jumlah *Enterobacteriaceae* pada periode awal (hari ke-0 hingga ke-3) masih relatif stabil, dan penurunan yang berarti baru terjadi setelah penyimpanan lebih lama hingga hari ke-7.

Tabel 1 menunjukkan Bakteri *Staphylococcus aureus* juga tidak ditemukan (0 CFU/mL) pada suhu 4°C dan 40°C selama seluruh periode penyimpanan. Namun, pada suhu 25°C selama 7 hari, muncul pertumbuhan sebesar $5,6 \times 10^3$ CFU/mL (log 3,75). Hal ini menunjukkan bahwa suhu ruang memberi kondisi yang cukup optimal untuk pertumbuhan *S. aureus*, walaupun masih tergolong rendah dibandingkan total mikroba lainnya. Pertumbuhan ini bisa berasal dari kontaminasi sekunder atau aktivitas bakteri yang semula dorman dan aktif kembali saat suhu meningkat. Berdasarkan hasil uji hipotesis pada tabel Tests of Between-Subjects Effects untuk variabel *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), diperoleh nilai signifikansi (Sig.) pada faktor Suhu sebesar 0,292 ($> 0,05$), yang berarti perbedaan suhu penyimpanan (4°C , 25°C , dan 40°C) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah bakteri *S. aureus*. Faktor Hari memiliki nilai signifikansi $0,061 > 0,05$, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa lama penyimpanan tidak memengaruhi jumlah *S. aureus*, dengan kata lain pengaruhnya belum signifikan secara statistik. Interaksi antara Suhu \times Hari menunjukkan nilai signifikansi 0,301 ($> 0,05$), yang mengindikasikan bahwa kombinasi antara suhu dan lama penyimpanan tidak memberikan efek interaktif yang signifikan terhadap perubahan populasi *S. aureus*.

Tabel 1 menunjukkan bahwa selama penyimpanan pada ketiga suhu (4°C , 25°C , dan 40°C), jumlah *E. coli* terdeteksi nol (0 CFU/mL) di hampir semua hari pengamatan. Ini menunjukkan bahwa bakteri *E. coli* tidak tumbuh atau sangat cepat mati pada kondisi tersebut, baik pada suhu dingin maupun panas. Bahkan hingga hari ke-7, tidak ada pertumbuhan yang terukur. Hasil ini menandakan kemungkinan proses pasteurisasi atau sanitasi awal cukup efektif, sehingga kontaminasi *E. coli* berhasil dicegah sepenuhnya sepanjang masa simpan.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama penyimpanan merupakan faktor paling berpengaruh terhadap perubahan jumlah mikroba, sedangkan suhu memiliki pengaruh terbatas kecuali pada kelompok *Enterobacteriaceae* yang sensitif terhadap kombinasi panas dan waktu. Pada suhu dingin (4°C), pertumbuhan mikroba berlangsung

sangat lambat. Hal ini terlihat dari nilai TPC dan coliform yang stabil pada awal penyimpanan lalu menurun drastis setelah 7 hari. Kondisi suhu rendah menyebabkan aktivitas enzimatik mikroba terhambat dan laju metabolisme menurun, sehingga bakteri tidak dapat berkembang biak dengan cepat. Oleh karena itu, penyimpanan pada suhu 4°C selama 7 hari merupakan kondisi terbaik dalam menekan pertumbuhan mikroba tanpa merusak mutu susu. Temuan ini sejalan dengan prinsip dasar mikrobiologi pangan bahwa suhu rendah memperlambat metabolisme dan replikasi bakteri mesofilik [11].

Penyimpanan pada suhu ruang (25°C) menyebabkan pertumbuhan cepat mikroorganisme pada hari ke-3, khususnya untuk coliform dan *S. aureus*, yang kemudian menurun karena kemungkinan terbentuknya senyawa antimikroba alami dari komponen kunyit dan minyak alpukat. Kondisi ini menunjukkan bahwa penyimpanan suhu ruang kurang aman untuk masa simpan panjang. Hal ini menegaskan bahwa suhu ruang menyediakan kondisi yang optimal bagi bakteri mesofilik dan patogen oportunistik, Meskipun terjadi penurunan TPC pada hari ke-7, kemungkinan besar disebabkan keterbatasan nutrien dan akumulasi senyawa antimikroba alami, fase awal pertumbuhan yang tinggi tetap menandakan risiko keamanan pangan [12].

Penyimpanan pada kondisi suhu 40°C berdasarkan hasil penelitian memicu percepatan pertumbuhan TPC dan coliform namun menyebabkan kematian pada hari ke-7 karena stres panas dan penurunan pH. Walaupun dapat menonaktifkan Enterobacteriaceae lebih cepat, suhu ini tidak direkomendasikan karena dapat merusak kandungan gizi dan karakteristik organoleptik susu [13].

Tidak ditemukannya *Escherichia coli* pada semua kondisi penyimpanan menandakan bahwa proses pengolahan, pasteurisasi, dan sanitasi bahan baku berjalan baik. Namun, keberadaan coliform dengan jumlah tinggi pada suhu ruang dan panas tetap menunjukkan kemungkinan kontaminasi dari lingkungan atau bahan baku, karena kelompok coliform mencakup bakteri selain *E. coli* yang lebih resisten terhadap kondisi sedang [14]. Sementara itu, keberadaan *S. aureus* hanya pada suhu ruang hari ke-7 mengindikasikan adanya kemungkinan kontaminasi sekunder atau aktivitas bakteri yang dorman [15].

Selain suhu dan lama penyimpanan, peran senyawa bioaktif alpukat dan kunyit terbukti membantu menekan pertumbuhan mikroba sehingga dapat memperkuat efek dari susu herbal ini menjadi minuman yang fungsional khususnya kesehatan. Minyak alpukat mengandung fitosterol dan asam lemak tak jenuh tunggal seperti asam oleat yang memiliki kemampuan antibakteri, terutama terhadap bakteri Gram-positif. Sementara itu, kurkuminoid dari kunyit memiliki efek antimikroba yang luas dan juga berfungsi sebagai antioksidan, yang dapat menghambat pembentukan lapisan pelindung (*biofilm*) pada permukaan mikroba [16], [17]. Kombinasi kedua bahan ini menciptakan efek sinergis, yaitu bekerja saling mendukung dalam menghambat pertumbuhan mikroba penyebab pembusukan maupun patogen. Hal ini diduga menjadi salah satu alasan mengapa jumlah *Total Plate Count (TPC)* dan Enterobacteriaceae menurun selama penyimpanan, terutama pada suhu rendah (4°C). Dengan demikian, perpaduan penyimpanan dingin dan senyawa bioaktif alpukat–kunyit membantu menjaga keamanan dan daya simpan produk secara alami [12], [18].

Bila melihat hasil penelitian, jika dibandingkan dengan standar keamanan pangan yang berlaku, seperti Peraturan BPOM No 13 Tahun 2019, nilai TPC hasil penelitian pada suhu 4°C hingga hari ke-0 dan 3 masih berada sedikit di atas ambang batas dari SNI (1×10^5 CFU/mL). Meskipun jumlah coliform dan Enterobacteriaceae pada beberapa titik melebihi ambang batas SNI, hasil uji terhadap mikroba indikator patogen seperti *E. coli* dan *S. aureus* menunjukkan hasil negatif atau sangat rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa produk masih memenuhi syarat keamanan konsumsi dari sisi kesehatan hingga maksimal 7 hari dengan penyimpanan di suhu dingin 4°C. Meskipun beberapa parameter mikrobiologis awal masih berada di atas ambang batas, tren penurunan jumlah mikroba menunjukkan potensi kuat dari kombinasi suhu dingin dan

senyawa bioaktif dari minyak alpukat dan kunyit dalam susu herbal dapat menjaga keamanan produk [19], [20].

Berdasarkan tren penurunan TPC dan tidak tumbuhnya mikroba patogen hingga hari ke-7, produk susu herbal minyak alpukat–kunyit masih layak dikonsumsi hingga 7 hari pada suhu 4°C. Namun, pada suhu ruang dan suhu tinggi, aktivitas mikroba meningkat drastis dalam 3 hari pertama, sehingga tidak disarankan untuk penyimpanan tanpa pendinginan. Dari sisi teknologi pangan, hasil ini dapat menjadi dasar dalam pengembangan produk susu herbal alami yang tidak memerlukan bahan pengawet sintetis, dengan syarat penyimpanan pada suhu rendah. Pendekatan ini sejalan dengan tren industri pangan modern yang mengutamakan *clean label* yaitu produk tanpa bahan tambahan kimia namun tetap aman secara mikrobiologis melalui pengendalian suhu dan pemanfaatan senyawa bioaktif alami. Sehingga, kombinasi teknologi pendinginan dan kandungan fitosterol, asam oleat, serta kurkuminoid dari bahan alami menjadi strategi potensial untuk memperpanjang umur simpan sekaligus mempertahankan mutu fungsional produk [21].

Nilai edukatif yang penting dari hasil penelitian ini adalah dapat meningkatkan pemahaman masyarakat dan pelaku industri kecil mengenai keamanan pangan alami tanpa pengawet sintetis. Temuan bahwa penyimpanan susu herbal minyak alpukat–kunyit pada suhu 4°C selama tujuh hari mampu menekan pertumbuhan mikroba hingga berada di bawah ambang batas aman menunjukkan bahwa pengendalian suhu merupakan faktor kunci dalam menjaga mutu mikrobiologis produk pangan berbasis susu dan herbal. Hal ini sejalan penelitian lain yang menyebutkan bahwa masyarakat Indonesia cenderung mengonsumsi produk tinggi lemak dan kurang memperhatikan aspek penyimpanan pangan, selain itu terdapat fenomena peningkatan tren konsumsi minuman herbal tradisional di Indonesia menuntut penerapan prinsip *Good Manufacturing Practices (GMP)* dan *Good Storage Practices (GSP)* untuk menjamin keamanan produk [6]. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar edukasi keamanan pangan dan gizi masyarakat, baik melalui penyuluhan maupun pembelajaran vokasional di bidang kesehatan, gizi, dan teknologi pangan, dengan penekanan pada pentingnya sanitasi, pasteurisasi, serta penyimpanan dingin dalam pengolahan susu herbal alami. Dengan penerapan edukasi ini, diharapkan masyarakat mampu mengembangkan perilaku sadar pangan aman sekaligus mendukung gerakan nasional *clean label food* berbasis bahan bioaktif lokal yang menyehatkan dan aman dikonsumsi.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyimpanan dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap jumlah mikroba total (TPC) dan jumlah mikroba indikator pencemaran makanan seperti *E.coli*, Coliform, *S.aureus*, dan *Enterobacteriaceae* pada susu herbal berbasis minyak alpukat–kunyit. Penyimpanan pada suhu rendah (4°C) terbukti paling efektif dalam menekan pertumbuhan mikroba selama masa simpan, sedangkan suhu ruang (25°C) dan suhu hangat (40°C) menyebabkan peningkatan jumlah mikroba sehingga tidak direkomendasikan untuk penyimpanan jangka panjang. Penyimpanan pada suhu rendah (4°C) paling efektif dalam menekan pertumbuhan mikroba seperti total bakteri, *Coliform*, dan *Enterobacteriaceae*, dengan hasil menunjukkan penurunan signifikan hingga hari ke-7. Suhu penyimpanan rendah juga tidak mendeteksi mikroba patogen seperti *E. coli* dan *S. aureus*. Sebaliknya, penyimpanan pada suhu ruang (25°C) dan suhu tinggi (40°C) mempercepat pertumbuhan mikroba pada awal penyimpanan dan menurunkan mutu produk. Hal ini disebabkan kandungan senyawa bioaktif dalam minyak alpukat (fitosterol dan asam oleat) serta kunyit (kurkuminoid) berperan penting sebagai agen antimikroba alami yang membantu menjaga kestabilan mikrobiologis produk. Kombinasi suhu dingin dan senyawa bioaktif tersebut berfungsi sinergis dalam menjaga keamanan, mutu, dan daya simpan susu herbal.

Penelitian lanjutan disarankan untuk mengoptimalkan proses pemanasan awal dan sanitasi bahan agar dapat memenuhi seluruh parameter SNI sejak hari pertama penyimpanan. Selain itu perlu dilakukan uji organoleptik (warna, aroma, dan rasa) untuk menilai mutu produk dan tingkat penerimaan konsumen terhadap susu herbal setelah penyimpanan pada berbagai suhu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Kementerian Kesehatan RI, dan Direktur Poltekkes Kemenkes Malang atas dukungannya dalam pembiayaan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] R. Alfahel, T. Sawicki, M. Jabłońska, and K. E. Przybyłowicz, "Anti-Hyperglycemic Effects of Bioactive Compounds in the Context of the Prevention of Diet-Related Diseases," *Foods*, vol. 12, no. 19, pp. 3698–3698, 2023, doi: 10.3390/foods12193698.
- [2] S. Asgary, A. Rastqar, and M. Keshvari, "Functional Food and Cardiovascular Disease Prevention and Treatment: A Review," *J Am Coll Nutr*, vol. 37, no. 5, pp. 429–455, 2018, doi: 10.1080/07315724.2017.1410867.
- [3] S. Winarni, A. Mustafa, and A. Kurniawati, "Kajian Pembuatan & Karakterisasi Minyak Alpukat Sebagai Sumber Asam Oleat & Linoleat Serta Potensi Sebagai Antioksidan & Antihiperlipidemia Sebagai Bahan Dasar Susu Herbal Tinggi HDL.," Laporan Penelitian SIMLITABKES, Poltekkes Kemenkes Malang, Malang, 2023.
- [4] S. Sukamto, "Metode Formulasi Kurkumin Kunyit Susu dan Asam Organik Asam Jawa yang Dipasteurisasi untuk Penyiapan Bahan Minuman Fungsional IN Patent P00,200,900,281," 2009
- [5] S. Winarni, A. Mustafa, and A. Kurniawati, "Analisis Profil Senyawa Kimia Minyak Alpukat Dari Dua Varietas Buah Alpukat (*Persea Americana*) Dan Potensinya Untuk Kesehatan.," Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, vol. 34, no. 4, pp. 879–892, Dec. 2024, doi: 10.34011/jmp2k.v34i4.2039.
- [6] T. Estiasih et al., "Indonesian traditional herbal drinks: diversity, processing, and health benefits," *Journal of Ethnic Foods*, vol. 12, no. 1, pp. 7–7, Feb. 2025, doi: 10.1186/s42779-025-00267-5.
- [7] W. Nopitasari, M. Anggraini, and L. Advinda, "Pengendalian Cemaran Mikroba Pada Bahan," *Jurnal Lidbang Pertanian (Prosiding SEMNAS BIO)*, vol. 28, no. 3, 2021.
- [8] J. Kenyon et al., "Campylobacter outbreak associated with raw drinking milk, North West England, 2016," *Epidemiol Infect*, vol. 148, 2020, doi: 10.1017/S0950268820000096.
- [9] A. A. Adine, E. Wulandari, and D. T. Utama, "Karakteristik Mikrobiologi (Total Bakteri, Total Yeast) dan pH Produk Susu Kurma Selama Penyimpanan Suhu Rendah (4-6°C)," *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, vol. 4, no. 1, 2023, doi: 10.24198/jthp.v4i1.46258.
- [10] A. C. Simpson, T. Suzuki, D. R. Miller, and K. Venkateswaran, "Microbial Burden Estimation of Food Items, Built Environments, and the International Space Station Using Film Media," *Microorganisms*, vol. 10, no. 9, 2022, doi: 10.3390/microorganisms10091714.

- [11] K. M. Edwards, A. Badiger, D. R. Heldman, and M. S. Klein, "Metabolomic markers of storage temperature and time in pasteurized milk," *Metabolites*, vol. 11, no. 7, pp. 410–419, 2021, doi: 10.3390/metabo11070419.
- [12] T. M. Ilesanmi, O. O. Oladipo, A. C. Olaleye, and O. D. Osasona, "Antimicrobial Activity of Essential Oil from Avocado (*Persea americana*) Seed and Pulp on Some Pathogenic Organisms," *South Asian Journal of Research in Microbiology*, vol. 12, no. 3, pp. 61–68, May 2022, doi: 10.9734/sajrm/2022/v12i330276.
- [13] N. Zeaki, S. Johler, P. N. Skandamis, and J. Schelin, "The role of regulatory mechanisms and environmental parameters in staphylococcal food poisoning and resulting challenges to risk assessment," *Front Microbiol*, vol. 10, no. JUN, pp. 1306–1307, 2019, doi: 10.3389/fmicb.2019.01307.
- [14] P. N. Tempini, S. S. Aly, B. M. Karle, and R. V. Pereira, "Multidrug residues and antimicrobial resistance patterns in waste milk from dairy farms in Central California," *J Dairy Sci*, vol. 101, no. 9, pp. 8110–8122, 2018, doi: 10.3168/jds.2018-14398.
- [15] G. Lv et al., "Molecular Characteristics of *Staphylococcus aureus* From Food Samples and Food Poisoning Outbreaks in Shijiazhuang, China," *Front Microbiol*, vol. 12, pp. 652236–652276, 2021, doi: 10.3389/fmicb.2021.652276.
- [16] Sanjana Seth, Kashmeera Agarwal, and Abdul Rahman, "Curcumin: A Review of Its' Effects on Human Health," *International Healthcare Research Journal*, vol. 5, no. 10, pp. RV1–RV4, 2022, doi: 10.26440/ihrj/0510.01486.
- [17] S. J. Hewlings and D. S. Kalman, "Curcumin: A review of its effects on human health," *Foods*, vol. 6, no. 10, pp. 90–92, 2017, doi: 10.3390/foods6100092.
- [18] M. Rai, A. P. Ingle, R. Pandit, P. Paralikar, N. Anasane, and C. A. Dos Santos, "Curcumin and curcumin-loaded nanoparticles: antipathogenic and antiparasitic activities," *Expert Rev Anti Infect Ther*, vol. 18, no. 4, pp. 367–79, 2020, doi: 10.1080/14787210.2020.1730815.
- [19] C. Dai et al., "The Natural Product Curcumin as an Antibacterial Agent: Current Achievements and Problems," 2022. doi: 10.3390/antiox11030459.
- [20] A. Marra et al., "Avocado and Its By-Products as Natural Sources of Valuable Anti-Inflammatory and Antioxidant Bioactives for Functional Foods and Cosmetics with Health-Promoting Properties," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 14, pp. 5978–5978, Jul. 2024, doi: 10.3390/app14145978.
- [21] M. E. M. Soutelino, A. C. de O. Silva, and R. da S. Rocha, "Natural Antimicrobials in Dairy Products: Benefits, Challenges, and Future Trends," *Antibiotics*, vol. 13, no. 5, pp. 415–415, May 2024, doi: 10.3390/antibiotics13050415.

Lampiran SPSS tambahan

Aroma

		Frequency	Percent	Valid	Cumulative
				Percent	Percent
Valid	aroma minyak berkurang, tercium aroma masam/ kecut	6	22.2	22.2	22.2
	dominan minyak alpukat	15	55.6	55.6	77.8
	tidak ada aroma minyak, asam kuat/ terdapat gas	6	22.2	22.2	100.0
	Total	27	100.0	100.0	

Descriptive Statistics

Dependent Variable: pH

Suhu	Hari	Mean	Std. Deviation	N
4°C	hari 0	6.9333	.02887	3
	hari 3	6.8600	.05292	3
	hari 7	6.9200	.02000	3
	Total	6.9044	.04640	9
25°C	hari 0	6.9200	.02646	3
	hari 3	6.7133	.01528	3
	hari 7	6.8233	.02517	3
	Total	6.8189	.09171	9
40°C	hari 0	6.9433	.04041	3
	hari 3	6.4600	.06083	3
	hari 7	5.8700	.06083	3
	Total	6.4244	.46795	9
Total	hari 0	6.9322	.02991	9
	hari 3	6.6778	.17998	9
	hari 7	6.5378	.50376	9
	Total	6.7159	.34060	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of		df	Mean Square	F	Sig.
	Squares					
Corrected Model	2.987 ^a		8	.373	229.637	.000
Intercept	1217.799		1	1217.799	748987.902	.000
Suhu	1.180		2	.590	362.845	.000

Hari	.720	2	.360	221.346	.000
Suhu * Hari	1.087	4	.272	167.179	.000
Error	.029	18	.002		
Total	1220.815	27			
Corrected Total	3.016	26			

a. R Squared = .990 (Adjusted R Squared = .986)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pH

Tukey HSD

(I) Suhu	(J) Suhu	(I-J)	Mean Difference		95% Confidence Interval		
			Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	
4°C	25°C	.0856*	.01901	.001	.0370	.1341	
	40°C	.4800*	.01901	.000	.4315	.5285	
25°C	4°C	-.0856*	.01901	.001	-.1341	-.0370	
	40°C	.3944*	.01901	.000	.3459	.4430	
40°C	4°C	-.4800*	.01901	.000	-.5285	-.4315	
	25°C	-.3944*	.01901	.000	-.4430	-.3459	

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

pH

Tukey HSD^{a,b}

Suhu	N	Subset		
		1	2	3
40°C	9	6.4244		
25°C	9		6.8189	
4°C	9			6.9044
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pH

Tukey HSD

(I) Hari	(J) Hari	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
hari 0	hari 3	.2544*	.01901	.000	.2059	.3030
	hari 7	.3944*	.01901	.000	.3459	.4430
hari 3	hari 0	-.2544*	.01901	.000	-.3030	-.2059
	hari 7	.1400*	.01901	.000	.0915	.1885
hari 7	hari 0	-.3944*	.01901	.000	-.4430	-.3459
	hari 3	-.1400*	.01901	.000	-.1885	-.0915

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

pH

Tukey HSD^{a,b}

Hari	N	Subset		
		1	2	3
hari 7	9	6.5378		
hari 3	9		6.6778	
hari 0	9			6.9322
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pH

Tukey HSD

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
4°C & hari 0	4°C & hari 3	.07333	.03292	.430	-.0420	.1887
	4°C & hari 7	.01333	.03292	1.000	-.1020	.1287
	25°C & hari 0	.01333	.03292	1.000	-.1020	.1287
	25°C & hari 3	.22000*	.03292	.000	.1046	.3354
	25°C & hari 7	.11000	.03292	.068	-.0054	.2254
	40°C & hari 0	-.01000	.03292	1.000	-.1254	.1054

	40°C & hari 3	.47333*	.03292	.000	.3580	.5887
	40°C & hari 7	1.06333*	.03292	.000	.9480	1.1787
4°C & hari 3	4°C & hari 0	-.07333	.03292	.430	-.1887	.0420
	4°C & hari 7	-.06000	.03292	.669	-.1754	.0554
	25°C & hari 0	-.06000	.03292	.669	-.1754	.0554
	25°C & hari 3	.14667*	.03292	.007	.0313	.2620
	25°C & hari 7	.03667	.03292	.964	-.0787	.1520
	40°C & hari 0	-.08333	.03292	.280	-.1987	.0320
	40°C & hari 3	.40000*	.03292	.000	.2846	.5154
	40°C & hari 7	.99000*	.03292	.000	.8746	1.1054
	4°C & hari 7	-.01333	.03292	1.000	-.1287	.1020
25°C & hari 0	4°C & hari 3	.06000	.03292	.669	-.0554	.1754
	25°C & hari 0	.00000	.03292	1.000	-.1154	.1154
	25°C & hari 3	.20667*	.03292	.000	.0913	.3220
	25°C & hari 7	.09667	.03292	.144	-.0187	.2120
	40°C & hari 0	-.02333	.03292	.998	-.1387	.0920
	40°C & hari 3	.46000*	.03292	.000	.3446	.5754
	40°C & hari 7	1.05000*	.03292	.000	.9346	1.1654
	4°C & hari 0	-.01333	.03292	1.000	-.1287	.1020
	4°C & hari 3	.06000	.03292	.669	-.0554	.1754
25°C & hari 3	4°C & hari 7	.00000	.03292	1.000	-.1154	.1154
	25°C & hari 3	.20667*	.03292	.000	.0913	.3220
	25°C & hari 7	.09667	.03292	.144	-.0187	.2120
	40°C & hari 0	-.02333	.03292	.998	-.1387	.0920
	40°C & hari 3	.46000*	.03292	.000	.3446	.5754
	40°C & hari 7	1.05000*	.03292	.000	.9346	1.1654
	4°C & hari 0	-.22000*	.03292	.000	-.3354	-.1046
	4°C & hari 3	-.14667*	.03292	.007	-.2620	-.0313
	4°C & hari 7	-.20667*	.03292	.000	-.3220	-.0913
25°C & hari 7	25°C & hari 0	-.20667*	.03292	.000	-.3220	-.0913
	25°C & hari 7	-.11000	.03292	.068	-.2254	.0054
	40°C & hari 0	-.23000*	.03292	.000	-.3454	-.1146
	40°C & hari 3	.25333*	.03292	.000	.1380	.3687
	40°C & hari 7	.84333*	.03292	.000	.7280	.9587
	4°C & hari 0	-.11000	.03292	.068	-.2254	.0054

	40°C & hari 3	.36333*	.03292	.000	.2480	.4787
	40°C & hari 7	.95333*	.03292	.000	.8380	1.0687
40°C & hari 0	4°C & hari 0	.01000	.03292	1.000	-.1054	.1254
	4°C & hari 3	.08333	.03292	.280	-.0320	.1987
	4°C & hari 7	.02333	.03292	.998	-.0920	.1387
	25°C & hari 0	.02333	.03292	.998	-.0920	.1387
	25°C & hari 3	.23000*	.03292	.000	.1146	.3454
	25°C & hari 7	.12000*	.03292	.038	.0046	.2354
	40°C & hari 3	.48333*	.03292	.000	.3680	.5987
	40°C & hari 7	1.07333*	.03292	.000	.9580	1.1887
	40°C & hari 3	-.47333*	.03292	.000	-.5887	-.3580
40°C & hari 3	4°C & hari 3	-.40000*	.03292	.000	-.5154	-.2846
	4°C & hari 7	-.46000*	.03292	.000	-.5754	-.3446
	25°C & hari 0	-.46000*	.03292	.000	-.5754	-.3446
	25°C & hari 3	-.25333*	.03292	.000	-.3687	-.1380
	25°C & hari 7	-.36333*	.03292	.000	-.4787	-.2480
	40°C & hari 0	-.48333*	.03292	.000	-.5987	-.3680
	40°C & hari 7	.59000*	.03292	.000	.4746	.7054
	40°C & hari 7	-1.06333*	.03292	.000	-1.1787	-.9480
	4°C & hari 3	-.99000*	.03292	.000	-1.1054	-.8746
40°C & hari 7	4°C & hari 7	-1.05000*	.03292	.000	-1.1654	-.9346
	25°C & hari 0	-1.05000*	.03292	.000	-1.1654	-.9346
	25°C & hari 3	-.84333*	.03292	.000	-.9587	-.7280
	25°C & hari 7	-.95333*	.03292	.000	-1.0687	-.8380
	40°C & hari 0	-1.07333*	.03292	.000	-1.1887	-.9580
	40°C & hari 3	-.59000*	.03292	.000	-.7054	-.4746

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

pH

Tukey HSD^a

Kelompok	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
40°C & hari 7	3	5.8700				
40°C & hari 3	3		6.4600			
25°C & hari 3	3			6.7133		
25°C & hari 7	3			6.8233	6.8233	
4°C & hari 3	3				6.8600	6.8600
4°C & hari 7	3				6.9200	6.9200
25°C & hari 0	3				6.9200	6.9200

4°C & hari 0	3				6.9333	6.9333
40°C & hari 0	3					6.9433
Sig.		1.000	1.000	.068	.068	.280

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Viskositas (cP)

Suhu	Hari	Mean	Std. Deviation	N
4°C	hari 0	187.6667	2.30940	3
	hari 3	135.5333	.68069	3
	hari 7	67.0000	87.46999	3
	Total	130.0667	68.27219	9
25°C	hari 0	185.0000	4.58258	3
	hari 3	597.5000	.45826	3
	hari 7	188.3333	4.04145	3
	Total	323.6111	205.44458	9
40°C	hari 0	186.0000	3.00000	3
	hari 3	203.6667	1.52753	3
	hari 7	212.0000	2.64575	3
	Total	200.5556	11.69520	9
Total	hari 0	186.2222	3.19287	9
	hari 3	312.2333	215.97629	9
	hari 7	155.7778	80.35511	9
	Total	218.0778	145.27893	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Viskositas (cP)

Source	Type III Sum of		Mean Square	F	Sig.
	Squares	df			
Corrected Model	533329.840 ^a	8	66666.230	77.794	.000
Intercept	1284063.763	1	1284063.763	1498.388	.000
Suhu	172712.416	2	86356.208	100.770	.000
Hari	123852.016	2	61926.008	72.262	.000
Suhu * Hari	236765.409	4	59191.352	69.071	.000
Error	15425.347	18	856.964		
Total	1832818.950	27			
Corrected Total	548755.187	26			

a. R Squared = .972 (Adjusted R Squared = .959)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Viskositas (cP)

Tukey HSD

(I) Suhu	(J) Suhu	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
4°C	25°C	-193.5444*	13.79987	.000	-228.7640	-158.3249
	40°C	-70.4889*	13.79987	.000	-105.7084	-35.2694
25°C	4°C	193.5444*	13.79987	.000	158.3249	228.7640
	40°C	123.0556*	13.79987	.000	87.8360	158.2751
40°C	4°C	70.4889*	13.79987	.000	35.2694	105.7084
	25°C	-123.0556*	13.79987	.000	-158.2751	-87.8360

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 856.964.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Viskositas (cP)

Tukey HSD^{a,b}

Suhu	N	Subset		
		1	2	3
4°C	9	130.0667		
40°C	9		200.5556	
25°C	9			323.6111
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 856.964.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Viskositas (cP)

Tukey HSD

(I) Hari	(J) Hari	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
hari 0	hari 3	-126.0111*	13.79987	.000	-161.2306	-90.7916
	hari 7	30.4444	13.79987	.097	-4.7751	65.6640

hari 3	hari 0	126.0111*	13.79987	.000	90.7916	161.2306
	hari 7	156.4556*	13.79987	.000	121.2360	191.6751
hari 7	hari 0	-30.4444	13.79987	.097	-65.6640	4.7751
	hari 3	-156.4556*	13.79987	.000	-191.6751	-121.2360

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 856.964.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Viskositas (cP)

Tukey HSD^{a,b}

Hari	N	Subset	
		1	2
hari 7	9	155.7778	
hari 0	9	186.2222	
hari 3	9		312.2333
Sig.		.097	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) =

856.964.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Viskositas (cP)

Tukey HSD

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference		Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Lower Bound			Upper Bound	
4°C & hari 0	4°C & hari 3	52.13333	23.90207	.455		-31.6162	135.8829
	4°C & hari 7	120.66667*	23.90207	.002		36.9171	204.4162
	25°C & hari 0	2.66667	23.90207	1.000		-81.0829	86.4162
	25°C & hari 3	-409.83333*	23.90207	.000		-493.5829	-326.0838
	25°C & hari 7	-.66667	23.90207	1.000		-84.4162	83.0829
	40°C & hari 0	1.66667	23.90207	1.000		-82.0829	85.4162
	40°C & hari 3	-16.00000	23.90207	.999		-99.7496	67.7496
	40°C & hari 7	-24.33333	23.90207	.979		-108.0829	59.4162
4°C & hari 3	4°C & hari 0	-52.13333	23.90207	.455		-135.8829	31.6162
	4°C & hari 7	68.53333	23.90207	.162		-15.2162	152.2829

	25°C & hari 0	-49.46667	23.90207	.520	-133.2162	34.2829
	25°C & hari 3	-461.96667*	23.90207	.000	-545.7162	-378.2171
	25°C & hari 7	-52.80000	23.90207	.440	-136.5496	30.9496
	40°C & hari 0	-50.46667	23.90207	.496	-134.2162	33.2829
	40°C & hari 3	-68.13333	23.90207	.167	-151.8829	15.6162
	40°C & hari 7	-76.46667	23.90207	.090	-160.2162	7.2829
4°C & hari 7	4°C & hari 0	-120.66667*	23.90207	.002	-204.4162	-36.9171
	4°C & hari 3	-68.53333	23.90207	.162	-152.2829	15.2162
	25°C & hari 0	-118.00000*	23.90207	.003	-201.7496	-34.2504
	25°C & hari 3	-530.50000*	23.90207	.000	-614.2496	-446.7504
	25°C & hari 7	-121.33333*	23.90207	.002	-205.0829	-37.5838
	40°C & hari 0	-119.00000*	23.90207	.002	-202.7496	-35.2504
	40°C & hari 3	-136.66667*	23.90207	.001	-220.4162	-52.9171
	40°C & hari 7	-145.00000*	23.90207	.000	-228.7496	-61.2504
25°C & hari 0	4°C & hari 0	-2.66667	23.90207	1.000	-86.4162	81.0829
	4°C & hari 3	49.46667	23.90207	.520	-34.2829	133.2162
	4°C & hari 7	118.00000*	23.90207	.003	34.2504	201.7496
	25°C & hari 3	-412.50000*	23.90207	.000	-496.2496	-328.7504
	25°C & hari 7	-3.33333	23.90207	1.000	-87.0829	80.4162
	40°C & hari 0	-1.00000	23.90207	1.000	-84.7496	82.7496
	40°C & hari 3	-18.66667	23.90207	.996	-102.4162	65.0829
	40°C & hari 7	-27.00000	23.90207	.961	-110.7496	56.7496
25°C & hari 3	4°C & hari 0	409.83333*	23.90207	.000	326.0838	493.5829
	4°C & hari 3	461.96667*	23.90207	.000	378.2171	545.7162
	4°C & hari 7	530.50000*	23.90207	.000	446.7504	614.2496
	25°C & hari 0	412.50000*	23.90207	.000	328.7504	496.2496
	25°C & hari 7	409.16667*	23.90207	.000	325.4171	492.9162
	40°C & hari 0	411.50000*	23.90207	.000	327.7504	495.2496
	40°C & hari 3	393.83333*	23.90207	.000	310.0838	477.5829
	40°C & hari 7	385.50000*	23.90207	.000	301.7504	469.2496
25°C & hari 7	4°C & hari 0	.66667	23.90207	1.000	-83.0829	84.4162
	4°C & hari 3	52.80000	23.90207	.440	-30.9496	136.5496
	4°C & hari 7	121.33333*	23.90207	.002	37.5838	205.0829
	25°C & hari 0	3.33333	23.90207	1.000	-80.4162	87.0829
	25°C & hari 3	-409.16667*	23.90207	.000	-492.9162	-325.4171
	40°C & hari 0	2.33333	23.90207	1.000	-81.4162	86.0829
	40°C & hari 3	-15.33333	23.90207	.999	-99.0829	68.4162
	40°C & hari 7	-23.66667	23.90207	.982	-107.4162	60.0829
40°C & hari 0	4°C & hari 0	-1.66667	23.90207	1.000	-85.4162	82.0829
	4°C & hari 3	50.46667	23.90207	.496	-33.2829	134.2162

	4°C & hari 7	119.00000*	23.90207	.002	35.2504	202.7496
	25°C & hari 0	1.00000	23.90207	1.000	-82.7496	84.7496
	25°C & hari 3	-411.50000*	23.90207	.000	-495.2496	-327.7504
	25°C & hari 7	-2.33333	23.90207	1.000	-86.0829	81.4162
	40°C & hari 3	-17.66667	23.90207	.997	-101.4162	66.0829
	40°C & hari 7	-26.00000	23.90207	.969	-109.7496	57.7496
40°C & hari 3	4°C & hari 0	16.00000	23.90207	.999	-67.7496	99.7496
	4°C & hari 3	68.13333	23.90207	.167	-15.6162	151.8829
	4°C & hari 7	136.66667*	23.90207	.001	52.9171	220.4162
	25°C & hari 0	18.66667	23.90207	.996	-65.0829	102.4162
	25°C & hari 3	-393.83333*	23.90207	.000	-477.5829	-310.0838
	25°C & hari 7	15.33333	23.90207	.999	-68.4162	99.0829
	40°C & hari 0	17.66667	23.90207	.997	-66.0829	101.4162
	40°C & hari 7	-8.33333	23.90207	1.000	-92.0829	75.4162
40°C & hari 7	4°C & hari 0	24.33333	23.90207	.979	-59.4162	108.0829
	4°C & hari 3	76.46667	23.90207	.090	-7.2829	160.2162
	4°C & hari 7	145.00000*	23.90207	.000	61.2504	228.7496
	25°C & hari 0	27.00000	23.90207	.961	-56.7496	110.7496
	25°C & hari 3	-385.50000*	23.90207	.000	-469.2496	-301.7504
	25°C & hari 7	23.66667	23.90207	.982	-60.0829	107.4162
	40°C & hari 0	26.00000	23.90207	.969	-57.7496	109.7496
	40°C & hari 3	8.33333	23.90207	1.000	-75.4162	92.0829

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Viskositas (cP)

Tukey HSD^a

Kelompok	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4°C & hari 7	3	67.0000		
4°C & hari 3	3	135.5333	135.5333	
25°C & hari 0	3		185.0000	
40°C & hari 0	3		186.0000	
4°C & hari 0	3		187.6667	
25°C & hari 7	3		188.3333	
40°C & hari 3	3		203.6667	
40°C & hari 7	3		212.0000	
25°C & hari 3	3			597.5000
Sig.		.162	.090	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Protein (%)

Suhu	Hari	Mean	Std. Deviation	N
4°C	hari 0	1.6133	.01155	3
	hari 3	1.6900	.01000	3
	hari 7	1.7967	.10017	3
	Total	1.7000	.09447	9
25°C	hari 0	1.6200	.02000	3
	hari 3	1.8533	.03512	3
	hari 7	1.5633	.05508	3
	Total	1.6789	.13743	9
40°C	hari 0	1.5500	.04583	3
	hari 3	1.6233	.02517	3
	hari 7	1.6867	.01528	3
	Total	1.6200	.06519	9
Total	hari 0	1.5944	.04216	9
	hari 3	1.7222	.10485	9
	hari 7	1.6822	.11638	9
	Total	1.6663	.10514	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Protein (%)

Source	Type III Sum of		Mean Square	F	Sig.
	Squares	df			
Corrected Model	.252 ^a	8	.031	15.815	.000
Intercept	74.967	1	74.967	37692.739	.000
Suhu	.031	2	.015	7.778	.004
Hari	.077	2	.038	19.331	.000
Suhu * Hari	.144	4	.036	18.074	.000
Error	.036	18	.002		
Total	75.254	27			
Corrected Total	.287	26			

a. R Squared = .875 (Adjusted R Squared = .820)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Protein (%)

Tukey HSD

(I) Suhu	(J) Suhu	(I-J)	Mean Difference			95% Confidence Interval	
			Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	
4°C	25°C	.0211	.02102	.584	-.0325	.0748	
	40°C	.0800*	.02102	.004	.0263	.1337	
25°C	4°C	-.0211	.02102	.584	-.0748	.0325	
	40°C	.0589*	.02102	.030	.0052	.1125	
40°C	4°C	-.0800*	.02102	.004	-.1337	-.0263	
	25°C	-.0589*	.02102	.030	-.1125	-.0052	

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Protein (%)

Tukey HSD^{a,b}

Suhu	N	Subset	
		1	2
40°C	9	1.6200	
25°C	9		1.6789
4°C	9		1.7000
Sig.		1.000	.584

Means for groups in homogeneous subsets
are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size =

9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Protein (%)

Tukey HSD

(I) Hari	(J) Hari	(I-J)	Mean Difference			95% Confidence Interval	
			Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	
hari 0	hari 3	-.1278*	.02102	.000	-.1814	-.0741	
	hari 7	-.0878*	.02102	.002	-.1414	-.0341	
hari 3	hari 0	.1278*	.02102	.000	.0741	.1814	
	hari 7	.0400	.02102	.167	-.0137	.0937	

hari 7	hari 0	.0878*	.02102	.002	.0341	.1414
	hari 3	-.0400	.02102	.167	-.0937	.0137

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Protein (%)

Tukey HSD^{a,b}

Hari	N	Subset	
		1	2
hari 0	9	1.5944	
hari 7	9		1.6822
hari 3	9		1.7222
Sig.		1.000	.167

Means for groups in homogeneous subsets
are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Protein (%)

Tukey HSD

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
4°C & hari 0	4°C & hari 3	-.07667	.03641	.499	-.2043	.0509
	4°C & hari 7	-.18333*	.03641	.002	-.3109	-.0557
	25°C & hari 0	-.00667	.03641	1.000	-.1343	.1209
	25°C & hari 3	-.24000*	.03641	.000	-.3676	-.1124
	25°C & hari 7	.05000	.03641	.894	-.0776	.1776
	40°C & hari 0	.06333	.03641	.717	-.0643	.1909
	40°C & hari 3	-.01000	.03641	1.000	-.1376	.1176
	40°C & hari 7	-.07333	.03641	.553	-.2009	.0543
4°C & hari 3	4°C & hari 0	.07667	.03641	.499	-.0509	.2043
	4°C & hari 7	-.10667	.03641	.146	-.2343	.0209
	25°C & hari 0	.07000	.03641	.609	-.0576	.1976
	25°C & hari 3	-.16333*	.03641	.007	-.2909	-.0357
	25°C & hari 7	.12667	.03641	.053	-.0009	.2543

	40°C & hari 0	.14000*	.03641	.025	.0124	.2676
	40°C & hari 3	.06667	.03641	.664	-.0609	.1943
	40°C & hari 7	.00333	.03641	1.000	-.1243	.1309
4°C & hari 7	4°C & hari 0	.18333*	.03641	.002	.0557	.3109
	4°C & hari 3	.10667	.03641	.146	-.0209	.2343
	25°C & hari 0	.17667*	.03641	.003	.0491	.3043
	25°C & hari 3	-.05667	.03641	.815	-.1843	.0709
	25°C & hari 7	.23333*	.03641	.000	.1057	.3609
	40°C & hari 0	.24667*	.03641	.000	.1191	.3743
	40°C & hari 3	.17333*	.03641	.004	.0457	.3009
	40°C & hari 7	.11000	.03641	.124	-.0176	.2376
25°C & hari 0	4°C & hari 0	.00667	.03641	1.000	-.1209	.1343
	4°C & hari 3	-.07000	.03641	.609	-.1976	.0576
	4°C & hari 7	-.17667*	.03641	.003	-.3043	-.0491
	25°C & hari 3	-.23333*	.03641	.000	-.3609	-.1057
	25°C & hari 7	.05667	.03641	.815	-.0709	.1843
	40°C & hari 0	.07000	.03641	.609	-.0576	.1976
	40°C & hari 3	-.00333	.03641	1.000	-.1309	.1243
	40°C & hari 7	-.06667	.03641	.664	-.1943	.0609
25°C & hari 3	4°C & hari 0	.24000*	.03641	.000	.1124	.3676
	4°C & hari 3	.16333*	.03641	.007	.0357	.2909
	4°C & hari 7	.05667	.03641	.815	-.0709	.1843
	25°C & hari 0	.23333*	.03641	.000	.1057	.3609
	25°C & hari 7	.29000*	.03641	.000	.1624	.4176
	40°C & hari 0	.30333*	.03641	.000	.1757	.4309
	40°C & hari 3	.23000*	.03641	.000	.1024	.3576
	40°C & hari 7	.16667*	.03641	.006	.0391	.2943
25°C & hari 7	4°C & hari 0	-.05000	.03641	.894	-.1776	.0776
	4°C & hari 3	-.12667	.03641	.053	-.2543	.0009
	4°C & hari 7	-.23333*	.03641	.000	-.3609	-.1057
	25°C & hari 0	-.05667	.03641	.815	-.1843	.0709
	25°C & hari 3	-.29000*	.03641	.000	-.4176	-.1624
	40°C & hari 0	.01333	.03641	1.000	-.1143	.1409
	40°C & hari 3	-.06000	.03641	.768	-.1876	.0676
	40°C & hari 7	-.12333	.03641	.063	-.2509	.0043
40°C & hari 0	4°C & hari 0	-.06333	.03641	.717	-.1909	.0643
	4°C & hari 3	-.14000*	.03641	.025	-.2676	-.0124
	4°C & hari 7	-.24667*	.03641	.000	-.3743	-.1191
	25°C & hari 0	-.07000	.03641	.609	-.1976	.0576
	25°C & hari 3	-.30333*	.03641	.000	-.4309	-.1757

	25°C & hari 7	-.01333	.03641	1.000	-.1409	.1143
	40°C & hari 3	-.07333	.03641	.553	-.2009	.0543
	40°C & hari 7	-.13667*	.03641	.031	-.2643	-.0091
40°C & hari 3	4°C & hari 0	.01000	.03641	1.000	-.1176	.1376
	4°C & hari 3	-.06667	.03641	.664	-.1943	.0609
	4°C & hari 7	-.17333*	.03641	.004	-.3009	-.0457
	25°C & hari 0	.00333	.03641	1.000	-.1243	.1309
	25°C & hari 3	-.23000*	.03641	.000	-.3576	-.1024
	25°C & hari 7	.06000	.03641	.768	-.0676	.1876
	40°C & hari 0	.07333	.03641	.553	-.0543	.2009
	40°C & hari 7	-.06333	.03641	.717	-.1909	.0643
40°C & hari 7	4°C & hari 0	.07333	.03641	.553	-.0543	.2009
	4°C & hari 3	-.00333	.03641	1.000	-.1309	.1243
	4°C & hari 7	-.11000	.03641	.124	-.2376	.0176
	25°C & hari 0	.06667	.03641	.664	-.0609	.1943
	25°C & hari 3	-.16667*	.03641	.006	-.2943	-.0391
	25°C & hari 7	.12333	.03641	.063	-.0043	.2509
	40°C & hari 0	.13667*	.03641	.031	.0091	.2643
	40°C & hari 3	.06333	.03641	.717	-.0643	.1909

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Protein (%)

Tukey HSD^a

Kelompok	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
40°C & hari 0	3	1.5500			
25°C & hari 7	3	1.5633	1.5633		
4°C & hari 0	3	1.6133	1.6133		
25°C & hari 0	3	1.6200	1.6200		
40°C & hari 3	3	1.6233	1.6233		
40°C & hari 7	3		1.6867	1.6867	
4°C & hari 3	3		1.6900	1.6900	
4°C & hari 7	3			1.7967	1.7967
25°C & hari 3	3				1.8533
Sig.		.553	.053	.124	.815

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Karbohidrat (%)

Suhu	Hari	Mean	Std. Deviation	N
4°C	hari 0	4.0233	.02082	3
	hari 3	6.8933	.09018	3
	hari 7	6.6800	.05292	3
	Total	5.8656	1.38578	9
25°C	hari 0	3.9500	.04359	3
	hari 3	5.9200	.02646	3
	hari 7	5.4533	.11015	3
	Total	5.1078	.89360	9
40°C	hari 0	3.8933	.09018	3
	hari 3	6.2333	.25166	3
	hari 7	6.1733	.06807	3
	Total	5.4333	1.16350	9
Total	hari 0	3.9556	.07618	9
	hari 3	6.3489	.45076	9
	hari 7	6.1022	.53840	9
	Total	5.4689	1.16325	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Karbohidrat (%)

Source	Type III Sum of		Mean Square	F	Sig.
	Squares	df			
Corrected Model	34.978 ^a	8	4.372	385.028	.000
Intercept	807.536	1	807.536	71113.750	.000
Suhu	2.601	2	1.301	114.529	.000
Hari	31.191	2	15.596	1373.389	.000
Suhu * Hari	1.185	4	.296	26.097	.000
Error	.204	18	.011		
Total	842.718	27			
Corrected Total	35.182	26			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .992)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Karbohidrat (%)

Tukey HSD

(I) Suhu	(J) Suhu	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval
----------	----------	------------	------	-------------------------

		Mean Difference				
		(I-J)			Lower Bound	Upper Bound
4°C	25°C	.7578*	.05023	.000	.6296	.8860
	40°C	.4322*	.05023	.000	.3040	.5604
25°C	4°C	-.7578*	.05023	.000	-.8860	-.6296
	40°C	-.3256*	.05023	.000	-.4538	-.1974
40°C	4°C	-.4322*	.05023	.000	-.5604	-.3040
	25°C	.3256*	.05023	.000	.1974	.4538

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .011.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Karbohidrat (%)

Tukey HSD^{a,b}

Suhu	N	Subset		
		1	2	3
25°C	9	5.1078		
40°C	9		5.4333	
4°C	9			5.8656
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .011.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Karbohidrat (%)

Tukey HSD

(I) Hari	(J) Hari	Mean Difference		Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)				Lower Bound	Upper Bound
hari 0	hari 3	-2.3933*	.05023	.000		-2.5215	-2.2651
	hari 7	-2.1467*	.05023	.000		-2.2749	-2.0185
hari 3	hari 0	2.3933*	.05023	.000		2.2651	2.5215
	hari 7	.2467*	.05023	.000		.1185	.3749
hari 7	hari 0	2.1467*	.05023	.000		2.0185	2.2749
	hari 3	-.2467*	.05023	.000		-.3749	-.1185

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .011.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Karbohidrat (%)

Tukey HSD^{a,b}

Hari	N	Subset		
		1	2	3
hari 0	9	3.9556		
hari 7	9		6.1022	
hari 3	9			6.3489
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .011.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Karbohidrat (%)

Tukey HSD

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
4°C & hari 0	4°C & hari 3	-2.87000*	.08701	.000	-3.1749	-2.5651
	4°C & hari 7	-2.65667*	.08701	.000	-2.9615	-2.3518
	25°C & hari 0	.07333	.08701	.994	-.2315	.3782
	25°C & hari 3	-1.89667*	.08701	.000	-2.2015	-1.5918
	25°C & hari 7	-1.43000*	.08701	.000	-1.7349	-1.1251
	40°C & hari 0	.13000	.08701	.844	-.1749	.4349
	40°C & hari 3	-2.21000*	.08701	.000	-2.5149	-1.9051
	40°C & hari 7	-2.15000*	.08701	.000	-2.4549	-1.8451
4°C & hari 3	4°C & hari 0	2.87000*	.08701	.000	2.5651	3.1749
	4°C & hari 7	.21333	.08701	.316	-.0915	.5182
	25°C & hari 0	2.94333*	.08701	.000	2.6385	3.2482
	25°C & hari 3	.97333*	.08701	.000	.6685	1.2782
	25°C & hari 7	1.44000*	.08701	.000	1.1351	1.7449
	40°C & hari 0	3.00000*	.08701	.000	2.6951	3.3049
	40°C & hari 3	.66000*	.08701	.000	.3551	.9649
	40°C & hari 7	.72000*	.08701	.000	.4151	1.0249
4°C & hari 7	4°C & hari 0	2.65667*	.08701	.000	2.3518	2.9615
	4°C & hari 3	-.21333	.08701	.316	-.5182	.0915

	25°C & hari 0	2.73000*	.08701	.000	2.4251	3.0349
	25°C & hari 3	.76000*	.08701	.000	.4551	1.0649
	25°C & hari 7	1.22667*	.08701	.000	.9218	1.5315
	40°C & hari 0	2.78667*	.08701	.000	2.4818	3.0915
	40°C & hari 3	.44667*	.08701	.002	.1418	.7515
	40°C & hari 7	.50667*	.08701	.000	.2018	.8115
25°C & hari 0	4°C & hari 0	-.07333	.08701	.994	-.3782	.2315
	4°C & hari 3	-2.94333*	.08701	.000	-3.2482	-2.6385
	4°C & hari 7	-2.73000*	.08701	.000	-3.0349	-2.4251
	25°C & hari 3	-1.97000*	.08701	.000	-2.2749	-1.6651
	25°C & hari 7	-1.50333*	.08701	.000	-1.8082	-1.1985
	40°C & hari 0	.05667	.08701	.999	-.2482	.3615
	40°C & hari 3	-2.28333*	.08701	.000	-2.5882	-1.9785
	40°C & hari 7	-2.22333*	.08701	.000	-2.5282	-1.9185
25°C & hari 3	4°C & hari 0	1.89667*	.08701	.000	1.5918	2.2015
	4°C & hari 3	-.97333*	.08701	.000	-1.2782	-.6685
	4°C & hari 7	-.76000*	.08701	.000	-1.0649	-.4551
	25°C & hari 0	1.97000*	.08701	.000	1.6651	2.2749
	25°C & hari 7	.46667*	.08701	.001	.1618	.7715
	40°C & hari 0	2.02667*	.08701	.000	1.7218	2.3315
	40°C & hari 3	-.31333*	.08701	.041	-.6182	-.0085
	40°C & hari 7	-.25333	.08701	.150	-.5582	.0515
25°C & hari 7	4°C & hari 0	1.43000*	.08701	.000	1.1251	1.7349
	4°C & hari 3	-1.44000*	.08701	.000	-1.7449	-1.1351
	4°C & hari 7	-1.22667*	.08701	.000	-1.5315	-.9218
	25°C & hari 0	1.50333*	.08701	.000	1.1985	1.8082
	25°C & hari 3	-.46667*	.08701	.001	-.7715	-.1618
	40°C & hari 0	1.56000*	.08701	.000	1.2551	1.8649
	40°C & hari 3	-.78000*	.08701	.000	-1.0849	-.4751
	40°C & hari 7	-.72000*	.08701	.000	-1.0249	-.4151
40°C & hari 0	4°C & hari 0	-.13000	.08701	.844	-.4349	.1749
	4°C & hari 3	-3.00000*	.08701	.000	-3.3049	-2.6951
	4°C & hari 7	-2.78667*	.08701	.000	-3.0915	-2.4818
	25°C & hari 0	-.05667	.08701	.999	-.3615	.2482
	25°C & hari 3	-2.02667*	.08701	.000	-2.3315	-1.7218
	25°C & hari 7	-1.56000*	.08701	.000	-1.8649	-1.2551
	40°C & hari 3	-2.34000*	.08701	.000	-2.6449	-2.0351
	40°C & hari 7	-2.28000*	.08701	.000	-2.5849	-1.9751
40°C & hari 3	4°C & hari 0	2.21000*	.08701	.000	1.9051	2.5149
	4°C & hari 3	-.66000*	.08701	.000	-.9649	-.3551

	4°C & hari 7	-.44667*	.08701	.002	-.7515	-.1418
	25°C & hari 0	2.28333*	.08701	.000	1.9785	2.5882
	25°C & hari 3	.31333*	.08701	.041	.0085	.6182
	25°C & hari 7	.78000*	.08701	.000	.4751	1.0849
	40°C & hari 0	2.34000*	.08701	.000	2.0351	2.6449
	40°C & hari 7	.06000	.08701	.998	-.2449	.3649
40°C & hari 7	4°C & hari 0	2.15000*	.08701	.000	1.8451	2.4549
	4°C & hari 3	-.72000*	.08701	.000	-1.0249	-.4151
	4°C & hari 7	-.50667*	.08701	.000	-.8115	-.2018
	25°C & hari 0	2.22333*	.08701	.000	1.9185	2.5282
	25°C & hari 3	.25333	.08701	.150	-.0515	.5582
	25°C & hari 7	.72000*	.08701	.000	.4151	1.0249
	40°C & hari 0	2.28000*	.08701	.000	1.9751	2.5849
	40°C & hari 3	-.06000	.08701	.998	-.3649	.2449

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Karbohidrat (%)

Tukey HSD^a

Kelompok	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
40°C & hari 0	3	3.8933				
25°C & hari 0	3	3.9500				
4°C & hari 0	3	4.0233				
25°C & hari 7	3		5.4533			
25°C & hari 3	3			5.9200		
40°C & hari 7	3			6.1733	6.1733	
40°C & hari 3	3				6.2333	
4°C & hari 7	3					6.6800
4°C & hari 3	3					6.8933
Sig.		.844	1.000	.150	.998	.316

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Lemak (%)

Suhu	Hari	Mean	Std. Deviation	N
4°C	hari 0	2.5133	.01528	3
	hari 3	2.5167	.01528	3

	hari 7	2.2367	.11846	3
	Total	2.4222	.15164	9
25°C	hari 0	2.5133	.01528	3
	hari 3	2.4500	.05000	3
	hari 7	2.4200	.02646	3
	Total	2.4611	.05061	9
40°C	hari 0	2.5233	.02517	3
	hari 3	2.4300	.03000	3
	hari 7	2.4100	.07211	3
	Total	2.4544	.06654	9
Total	hari 0	2.5167	.01732	9
	hari 3	2.4656	.04953	9
	hari 7	2.3556	.11381	9
	Total	2.4459	.09760	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Lemak (%)

Source	Type III Sum of		Mean Square	F	Sig.
	Squares	df			
Corrected Model	.198 ^a	8	.025	9.045	.000
Intercept	161.529	1	161.529	58936.238	.000
Suhu	.008	2	.004	1.420	.267
Hari	.122	2	.061	22.258	.000
Suhu * Hari	.069	4	.017	6.251	.002
Error	.049	18	.003		
Total	161.777	27			
Corrected Total	.248	26			

a. R Squared = .801 (Adjusted R Squared = .712)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Lemak (%)

Tukey HSD

(I) Hari	(J) Hari	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
hari 0	hari 3	.0511	.02468	.124	-.0119	.1141
	hari 7	.1611*	.02468	.000	.0981	.2241
hari 3	hari 0	-.0511	.02468	.124	-.1141	.0119
	hari 7	.1100*	.02468	.001	.0470	.1730

hari 7	hari 0	-.1611*	.02468	.000	-.2241	-.0981
	hari 3	-.1100*	.02468	.001	-.1730	-.0470

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .003.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Lemak (%)

Tukey HSD^{a,b}

Hari	N	Subset	
		1	2
hari 7	9	2.3556	
hari 3	9		2.4656
hari 0	9		2.5167
Sig.		1.000	.124

Means for groups in homogeneous subsets
are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .003.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Lemak (%)

Tukey HSD

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
4°C & hari 0	4°C & hari 3	-.00333	.04275	1.000	-.1531	.1464
	4°C & hari 7	.27667*	.04275	.000	.1269	.4264
	25°C & hari 0	.00000	.04275	1.000	-.1498	.1498
	25°C & hari 3	.06333	.04275	.850	-.0864	.2131
	25°C & hari 7	.09333	.04275	.454	-.0564	.2431
	40°C & hari 0	-.01000	.04275	1.000	-.1598	.1398
	40°C & hari 3	.08333	.04275	.592	-.0664	.2331
	40°C & hari 7	.10333	.04275	.332	-.0464	.2531
4°C & hari 3	4°C & hari 0	.00333	.04275	1.000	-.1464	.1531
	4°C & hari 7	.28000*	.04275	.000	.1302	.4298
	25°C & hari 0	.00333	.04275	1.000	-.1464	.1531
	25°C & hari 3	.06667	.04275	.813	-.0831	.2164
	25°C & hari 7	.09667	.04275	.411	-.0531	.2464

	40°C & hari 0	-.00667	.04275	1.000	-.1564	.1431
	40°C & hari 3	.08667	.04275	.545	-.0631	.2364
	40°C & hari 7	.10667	.04275	.296	-.0431	.2564
4°C & hari 7	4°C & hari 0	-.27667*	.04275	.000	-.4264	-.1269
	4°C & hari 3	-.28000*	.04275	.000	-.4298	-.1302
	25°C & hari 0	-.27667*	.04275	.000	-.4264	-.1269
	25°C & hari 3	-.21333*	.04275	.002	-.3631	-.0636
	25°C & hari 7	-.18333*	.04275	.010	-.3331	-.0336
	40°C & hari 0	-.28667*	.04275	.000	-.4364	-.1369
	40°C & hari 3	-.19333*	.04275	.006	-.3431	-.0436
	40°C & hari 7	-.17333*	.04275	.017	-.3231	-.0236
25°C & hari 0	4°C & hari 0	.00000	.04275	1.000	-.1498	.1498
	4°C & hari 3	-.00333	.04275	1.000	-.1531	.1464
	4°C & hari 7	.27667*	.04275	.000	.1269	.4264
	25°C & hari 3	.06333	.04275	.850	-.0864	.2131
	25°C & hari 7	.09333	.04275	.454	-.0564	.2431
	40°C & hari 0	-.01000	.04275	1.000	-.1598	.1398
	40°C & hari 3	.08333	.04275	.592	-.0664	.2331
	40°C & hari 7	.10333	.04275	.332	-.0464	.2531
25°C & hari 3	4°C & hari 0	-.06333	.04275	.850	-.2131	.0864
	4°C & hari 3	-.06667	.04275	.813	-.2164	.0831
	4°C & hari 7	.21333*	.04275	.002	.0636	.3631
	25°C & hari 0	-.06333	.04275	.850	-.2131	.0864
	25°C & hari 7	.03000	.04275	.998	-.1198	.1798
	40°C & hari 0	-.07333	.04275	.731	-.2231	.0764
	40°C & hari 3	.02000	.04275	1.000	-.1298	.1698
	40°C & hari 7	.04000	.04275	.987	-.1098	.1898
25°C & hari 7	4°C & hari 0	-.09333	.04275	.454	-.2431	.0564
	4°C & hari 3	-.09667	.04275	.411	-.2464	.0531
	4°C & hari 7	.18333*	.04275	.010	.0336	.3331
	25°C & hari 0	-.09333	.04275	.454	-.2431	.0564
	25°C & hari 3	-.03000	.04275	.998	-.1798	.1198
	40°C & hari 0	-.10333	.04275	.332	-.2531	.0464
	40°C & hari 3	-.01000	.04275	1.000	-.1598	.1398
	40°C & hari 7	.01000	.04275	1.000	-.1398	.1598
40°C & hari 0	4°C & hari 0	.01000	.04275	1.000	-.1398	.1598
	4°C & hari 3	.00667	.04275	1.000	-.1431	.1564
	4°C & hari 7	.28667*	.04275	.000	.1369	.4364
	25°C & hari 0	.01000	.04275	1.000	-.1398	.1598
	25°C & hari 3	.07333	.04275	.731	-.0764	.2231

	25°C & hari 7	.10333	.04275	.332	-.0464	.2531
	40°C & hari 3	.09333	.04275	.454	-.0564	.2431
	40°C & hari 7	.11333	.04275	.232	-.0364	.2631
40°C & hari 3	4°C & hari 0	-.08333	.04275	.592	-.2331	.0664
	4°C & hari 3	-.08667	.04275	.545	-.2364	.0631
	4°C & hari 7	.19333*	.04275	.006	.0436	.3431
	25°C & hari 0	-.08333	.04275	.592	-.2331	.0664
	25°C & hari 3	-.02000	.04275	1.000	-.1698	.1298
	25°C & hari 7	.01000	.04275	1.000	-.1398	.1598
	40°C & hari 0	-.09333	.04275	.454	-.2431	.0564
	40°C & hari 7	.02000	.04275	1.000	-.1298	.1698
40°C & hari 7	4°C & hari 0	-.10333	.04275	.332	-.2531	.0464
	4°C & hari 3	-.10667	.04275	.296	-.2564	.0431
	4°C & hari 7	.17333*	.04275	.017	.0236	.3231
	25°C & hari 0	-.10333	.04275	.332	-.2531	.0464
	25°C & hari 3	-.04000	.04275	.987	-.1898	.1098
	25°C & hari 7	-.01000	.04275	1.000	-.1598	.1398
	40°C & hari 0	-.11333	.04275	.232	-.2631	.0364
	40°C & hari 3	-.02000	.04275	1.000	-.1698	.1298

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lemak (%)

Tukey HSD^a

Kelompok	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4°C & hari 7	3	2.2367	
40°C & hari 7	3		2.4100
25°C & hari 7	3		2.4200
40°C & hari 3	3		2.4300
25°C & hari 3	3		2.4500
4°C & hari 0	3		2.5133
25°C & hari 0	3		2.5133
4°C & hari 3	3		2.5167
40°C & hari 0	3		2.5233
Sig.		1.000	.232

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kadar Air (%)

Suhu	Hari	Mean	Std. Deviation	N
4°C	hari 0	91.2933	.09504	3
	hari 3	91.3467	.05033	3
	hari 7	91.5967	.26652	3
	Total	91.4122	.20080	9
25°C	hari 0	91.3933	.09504	3
	hari 3	92.2667	.30551	3
	hari 7	93.0867	.12503	3
	Total	92.2489	.75320	9
40°C	hari 0	91.4700	.10000	3
	hari 3	92.4200	.14422	3
	hari 7	92.1933	.10066	3
	Total	92.0278	.44144	9
Total	hari 0	91.3856	.11359	9
	hari 3	92.0111	.53095	9
	hari 7	92.2922	.66781	9
	Total	91.8963	.61405	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar Air (%)

Source	Type III Sum of		Mean Square	F	Sig.
	Squares	df			
Corrected Model	9.320 ^a	8	1.165	43.412	.000
Intercept	228013.090	1	228013.090	8496209.550	.000
Suhu	3.383	2	1.692	63.037	.000
Hari	3.877	2	1.939	72.235	.000
Suhu * Hari	2.060	4	.515	19.188	.000
Error	.483	18	.027		
Total	228022.894	27			
Corrected Total	9.803	26			

a. R Squared = .951 (Adjusted R Squared = .929)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kadar Air (%)

Tukey HSD

(I) Suhu	(J) Suhu	(I-J)	Mean Difference		95% Confidence Interval		
			Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	
4°C	25°C	-.8367*	.07723	.000	-1.0338	-.6396	
	40°C	-.6156*	.07723	.000	-.8126	-.4185	
25°C	4°C	.8367*	.07723	.000	.6396	1.0338	
	40°C	.2211*	.07723	.027	.0240	.4182	
40°C	4°C	.6156*	.07723	.000	.4185	.8126	
	25°C	-.2211*	.07723	.027	-.4182	-.0240	

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .027.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Kadar Air (%)

Tukey HSD^{a,b}

Suhu	N	Subset		
		1	2	3
4°C	9	91.4122		
40°C	9		92.0278	
25°C	9			92.2489
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .027.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kadar Air (%)

Tukey HSD

(I) Hari	(J) Hari	(I-J)	Mean Difference		95% Confidence Interval		
			Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	
hari 0	hari 3	-.6256*	.07723	.000	-.8226	-.4285	
	hari 7	-.9067*	.07723	.000	-1.1038	-.7096	
hari 3	hari 0	.6256*	.07723	.000	.4285	.8226	
	hari 7	-.2811*	.07723	.005	-.4782	-.0840	
hari 7	hari 0	.9067*	.07723	.000	.7096	1.1038	
	hari 3	.2811*	.07723	.005	.0840	.4782	

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .027.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Kadar Air (%)

Tukey HSD^{a,b}

Hari	N	Subset		
		1	2	3
hari 0	9	91.3856		
hari 3	9		92.0111	
hari 7	9			92.2922
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .027.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kadar Air (%)

Tukey HSD

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
4°C & hari 0	4°C & hari 3	-.05333	.13376	1.000	-.5220	.4153
	4°C & hari 7	-.30333	.13376	.408	-.7720	.1653
	25°C & hari 0	-.10000	.13376	.997	-.5687	.3687
	25°C & hari 3	-.97333*	.13376	.000	-1.4420	-.5047
	25°C & hari 7	-1.79333*	.13376	.000	-2.2620	-1.3247
	40°C & hari 0	-.17667	.13376	.912	-.6453	.2920
	40°C & hari 3	-1.12667*	.13376	.000	-1.5953	-.6580
	40°C & hari 7	-.90000*	.13376	.000	-1.3687	-.4313
4°C & hari 3	4°C & hari 0	.05333	.13376	1.000	-.4153	.5220
	4°C & hari 7	-.25000	.13376	.641	-.7187	.2187
	25°C & hari 0	-.04667	.13376	1.000	-.5153	.4220
	25°C & hari 3	-.92000*	.13376	.000	-1.3887	-.4513
	25°C & hari 7	-1.74000*	.13376	.000	-2.2087	-1.2713
	40°C & hari 0	-.12333	.13376	.988	-.5920	.3453
	40°C & hari 3	-1.07333*	.13376	.000	-1.5420	-.6047
	40°C & hari 7	-.84667*	.13376	.000	-1.3153	-.3780
4°C & hari 7	4°C & hari 0	.30333	.13376	.408	-.1653	.7720
	4°C & hari 3	.25000	.13376	.641	-.2187	.7187

	25°C & hari 0	.20333	.13376	.832	-.2653	.6720
	25°C & hari 3	-.67000*	.13376	.002	-1.1387	-.2013
	25°C & hari 7	-1.49000*	.13376	.000	-1.9587	-1.0213
	40°C & hari 0	.12667	.13376	.986	-.3420	.5953
	40°C & hari 3	-.82333*	.13376	.000	-1.2920	-.3547
	40°C & hari 7	-.59667*	.13376	.007	-1.0653	-.1280
25°C & hari 0	4°C & hari 0	.10000	.13376	.997	-.3687	.5687
	4°C & hari 3	.04667	.13376	1.000	-.4220	.5153
	4°C & hari 7	-.20333	.13376	.832	-.6720	.2653
	25°C & hari 3	-.87333*	.13376	.000	-1.3420	-.4047
	25°C & hari 7	-1.69333*	.13376	.000	-2.1620	-1.2247
	40°C & hari 0	-.07667	.13376	1.000	-.5453	.3920
	40°C & hari 3	-1.02667*	.13376	.000	-1.4953	-.5580
	40°C & hari 7	-.80000*	.13376	.000	-1.2687	-.3313
25°C & hari 3	4°C & hari 0	.97333*	.13376	.000	.5047	1.4420
	4°C & hari 3	.92000*	.13376	.000	.4513	1.3887
	4°C & hari 7	.67000*	.13376	.002	.2013	1.1387
	25°C & hari 0	.87333*	.13376	.000	.4047	1.3420
	25°C & hari 7	-.82000*	.13376	.000	-1.2887	-.3513
	40°C & hari 0	.79667*	.13376	.000	.3280	1.2653
	40°C & hari 3	-.15333	.13376	.958	-.6220	.3153
	40°C & hari 7	.07333	.13376	1.000	-.3953	.5420
25°C & hari 7	4°C & hari 0	1.79333*	.13376	.000	1.3247	2.2620
	4°C & hari 3	1.74000*	.13376	.000	1.2713	2.2087
	4°C & hari 7	1.49000*	.13376	.000	1.0213	1.9587
	25°C & hari 0	1.69333*	.13376	.000	1.2247	2.1620
	25°C & hari 3	.82000*	.13376	.000	.3513	1.2887
	40°C & hari 0	1.61667*	.13376	.000	1.1480	2.0853
	40°C & hari 3	.66667*	.13376	.002	.1980	1.1353
	40°C & hari 7	.89333*	.13376	.000	.4247	1.3620
40°C & hari 0	4°C & hari 0	.17667	.13376	.912	-.2920	.6453
	4°C & hari 3	.12333	.13376	.988	-.3453	.5920
	4°C & hari 7	-.12667	.13376	.986	-.5953	.3420
	25°C & hari 0	.07667	.13376	1.000	-.3920	.5453
	25°C & hari 3	-.79667*	.13376	.000	-1.2653	-.3280
	25°C & hari 7	-1.61667*	.13376	.000	-2.0853	-1.1480
	40°C & hari 3	-.95000*	.13376	.000	-1.4187	-.4813
	40°C & hari 7	-.72333*	.13376	.001	-1.1920	-.2547
40°C & hari 3	4°C & hari 0	1.12667*	.13376	.000	.6580	1.5953
	4°C & hari 3	1.07333*	.13376	.000	.6047	1.5420

	4°C & hari 7	.82333*	.13376	.000	.3547	1.2920
	25°C & hari 0	1.02667*	.13376	.000	.5580	1.4953
	25°C & hari 3	.15333	.13376	.958	-.3153	.6220
	25°C & hari 7	-.66667*	.13376	.002	-1.1353	-.1980
	40°C & hari 0	.95000*	.13376	.000	.4813	1.4187
	40°C & hari 7	.22667	.13376	.742	-.2420	.6953
40°C & hari 7	4°C & hari 0	.90000*	.13376	.000	.4313	1.3687
	4°C & hari 3	.84667*	.13376	.000	.3780	1.3153
	4°C & hari 7	.59667*	.13376	.007	.1280	1.0653
	25°C & hari 0	.80000*	.13376	.000	.3313	1.2687
	25°C & hari 3	-.07333	.13376	1.000	-.5420	.3953
	25°C & hari 7	-.89333*	.13376	.000	-1.3620	-.4247
	40°C & hari 0	.72333*	.13376	.001	.2547	1.1920
	40°C & hari 3	-.22667	.13376	.742	-.6953	.2420

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Kadar Air (%)

Tukey HSD^a

Kelompok	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4°C & hari 0	3	91.2933		
4°C & hari 3	3	91.3467		
25°C & hari 0	3	91.3933		
40°C & hari 0	3	91.4700		
4°C & hari 7	3	91.5967		
40°C & hari 7	3		92.1933	
25°C & hari 3	3		92.2667	
40°C & hari 3	3		92.4200	
25°C & hari 7	3			93.0867
Sig.		.408	.742	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kadar Abu (%)

Suhu	Hari	Mean	Std. Deviation	N
4°C	hari 0	.5200	.01000	3
	hari 3	.5167	.01528	3

	hari 7	.5233	.02082	3
	Total	.5200	.01414	9
25°C	hari 0	.5133	.01528	3
	hari 3	.5200	.01000	3
	hari 7	.5400	.01000	3
	Total	.5244	.01590	9
40°C	hari 0	.4600	.02646	3
	hari 3	.5433	.00577	3
	hari 7	.5333	.01528	3
	Total	.5122	.04236	9
Total	hari 0	.4978	.03270	9
	hari 3	.5267	.01581	9
	hari 7	.5322	.01563	9
	Total	.5189	.02679	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar Abu (%)

Source	Type III Sum of		Mean Square	F	Sig.
	Squares	df			
Corrected Model	.014 ^a	8	.002	7.442	.000
Intercept	7.270	1	7.270	30196.938	.000
Suhu	.001	2	.000	1.431	.265
Hari	.006	2	.003	12.785	.000
Suhu * Hari	.007	4	.002	7.777	.001
Error	.004	18	.000		
Total	7.288	27			
Corrected Total	.019	26			

a. R Squared = .768 (Adjusted R Squared = .665)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kadar Abu (%)

Tukey HSD

(I) Hari	(J) Hari	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
hari 0	hari 3	-.0289*	.00731	.003	-.0476	-.0102
	hari 7	-.0344*	.00731	.000	-.0531	-.0158
hari 3	hari 0	.0289*	.00731	.003	.0102	.0476
	hari 7	-.0056	.00731	.732	-.0242	.0131

hari 7	hari 0	.0344*	.00731	.000	.0158	.0531
	hari 3	.0056	.00731	.732	-.0131	.0242

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .000.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Kadar Abu (%)

Tukey HSD^{a,b}

Hari	N	Subset	
		1	2
hari 0	9	.4978	
hari 3	9		.5267
hari 7	9		.5322
Sig.		1.000	.732

Means for groups in homogeneous subsets
are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .000.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kadar Abu (%)

Tukey HSD

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference		Sig.	95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
4°C & hari 0	4°C & hari 3	.00333	.01267	1.000	-.0411	.0477
	4°C & hari 7	-.00333	.01267	1.000	-.0477	.0411
	25°C & hari 0	.00667	.01267	1.000	-.0377	.0511
	25°C & hari 3	.00000	.01267	1.000	-.0444	.0444
	25°C & hari 7	-.02000	.01267	.804	-.0644	.0244
	40°C & hari 0	.06000*	.01267	.004	.0156	.1044
	40°C & hari 3	-.02333	.01267	.657	-.0677	.0211
	40°C & hari 7	-.01333	.01267	.974	-.0577	.0311
4°C & hari 3	4°C & hari 0	-.00333	.01267	1.000	-.0477	.0411
	4°C & hari 7	-.00667	.01267	1.000	-.0511	.0377
	25°C & hari 0	.00333	.01267	1.000	-.0411	.0477
	25°C & hari 3	-.00333	.01267	1.000	-.0477	.0411
	25°C & hari 7	-.02333	.01267	.657	-.0677	.0211

	40°C & hari 0	.05667*	.01267	.007	.0123	.1011
	40°C & hari 3	-.02667	.01267	.499	-.0711	.0177
	40°C & hari 7	-.01667	.01267	.914	-.0611	.0277
4°C & hari 7	4°C & hari 0	.00333	.01267	1.000	-.0411	.0477
	4°C & hari 3	.00667	.01267	1.000	-.0377	.0511
	25°C & hari 0	.01000	.01267	.996	-.0344	.0544
	25°C & hari 3	.00333	.01267	1.000	-.0411	.0477
	25°C & hari 7	-.01667	.01267	.914	-.0611	.0277
	40°C & hari 0	.06333*	.01267	.002	.0189	.1077
	40°C & hari 3	-.02000	.01267	.804	-.0644	.0244
	40°C & hari 7	-.01000	.01267	.996	-.0544	.0344
25°C & hari 0	4°C & hari 0	-.00667	.01267	1.000	-.0511	.0377
	4°C & hari 3	-.00333	.01267	1.000	-.0477	.0411
	4°C & hari 7	-.01000	.01267	.996	-.0544	.0344
	25°C & hari 3	-.00667	.01267	1.000	-.0511	.0377
	25°C & hari 7	-.02667	.01267	.499	-.0711	.0177
	40°C & hari 0	.05333*	.01267	.012	.0089	.0977
	40°C & hari 3	-.03000	.01267	.356	-.0744	.0144
	40°C & hari 7	-.02000	.01267	.804	-.0644	.0244
25°C & hari 3	4°C & hari 0	.00000	.01267	1.000	-.0444	.0444
	4°C & hari 3	.00333	.01267	1.000	-.0411	.0477
	4°C & hari 7	-.00333	.01267	1.000	-.0477	.0411
	25°C & hari 0	.00667	.01267	1.000	-.0377	.0511
	25°C & hari 7	-.02000	.01267	.804	-.0644	.0244
	40°C & hari 0	.06000*	.01267	.004	.0156	.1044
	40°C & hari 3	-.02333	.01267	.657	-.0677	.0211
	40°C & hari 7	-.01333	.01267	.974	-.0577	.0311
25°C & hari 7	4°C & hari 0	.02000	.01267	.804	-.0244	.0644
	4°C & hari 3	.02333	.01267	.657	-.0211	.0677
	4°C & hari 7	.01667	.01267	.914	-.0277	.0611
	25°C & hari 0	.02667	.01267	.499	-.0177	.0711
	25°C & hari 3	.02000	.01267	.804	-.0244	.0644
	40°C & hari 0	.08000*	.01267	.000	.0356	.1244
	40°C & hari 3	-.00333	.01267	1.000	-.0477	.0411
	40°C & hari 7	.00667	.01267	1.000	-.0377	.0511
40°C & hari 0	4°C & hari 0	-.06000*	.01267	.004	-.1044	-.0156
	4°C & hari 3	-.05667*	.01267	.007	-.1011	-.0123
	4°C & hari 7	-.06333*	.01267	.002	-.1077	-.0189
	25°C & hari 0	-.05333*	.01267	.012	-.0977	-.0089
	25°C & hari 3	-.06000*	.01267	.004	-.1044	-.0156

	25°C & hari 7	-.08000*	.01267	.000	-.1244	-.0356
	40°C & hari 3	-.08333*	.01267	.000	-.1277	-.0389
	40°C & hari 7	-.07333*	.01267	.000	-.1177	-.0289
40°C & hari 3	4°C & hari 0	.02333	.01267	.657	-.0211	.0677
	4°C & hari 3	.02667	.01267	.499	-.0177	.0711
	4°C & hari 7	.02000	.01267	.804	-.0244	.0644
	25°C & hari 0	.03000	.01267	.356	-.0144	.0744
	25°C & hari 3	.02333	.01267	.657	-.0211	.0677
	25°C & hari 7	.00333	.01267	1.000	-.0411	.0477
	40°C & hari 0	.08333*	.01267	.000	.0389	.1277
	40°C & hari 7	.01000	.01267	.996	-.0344	.0544
40°C & hari 7	4°C & hari 0	.01333	.01267	.974	-.0311	.0577
	4°C & hari 3	.01667	.01267	.914	-.0277	.0611
	4°C & hari 7	.01000	.01267	.996	-.0344	.0544
	25°C & hari 0	.02000	.01267	.804	-.0244	.0644
	25°C & hari 3	.01333	.01267	.974	-.0311	.0577
	25°C & hari 7	-.00667	.01267	1.000	-.0511	.0377
	40°C & hari 0	.07333*	.01267	.000	.0289	.1177
	40°C & hari 3	-.01000	.01267	.996	-.0544	.0344

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Kadar Abu (%)

Tukey HSD^a

Kelompok	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
40°C & hari 0	3	.4600	
25°C & hari 0	3		.5133
4°C & hari 3	3		.5167
4°C & hari 0	3		.5200
25°C & hari 3	3		.5200
4°C & hari 7	3		.5233
40°C & hari 7	3		.5333
25°C & hari 7	3		.5400
40°C & hari 3	3		.5433
Sig.		1.000	.356

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.