

**KARAKTERISTIK DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
TEH DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) DENGAN
PENAMBAHAN KOLAGEN CEKER AYAM
PADA BERBAGAI LEVEL**

S K R I P S I

ZALSAH ZAKHIRA



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS TADULAKO
PALU
2025**

**KARAKTERISTIK DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
TEH DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) DENGAN
PENAMBAHAN KOLAGEN CEKER AYAM
PADA BERBAGAI LEVEL**

S K R I P S I

**Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Peternakan pada
Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako**

Oleh

**ZALSAH ZAKHIRA
O 121 22 065**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS TADULAKO
PALU
2025**

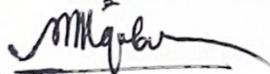
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam Pada Berbagai Level
Nama : Zalsah Zakhira
Stambuk : O12122065
Lulus Ujian : Kamis, 23 Oktober 2025

Palu, November 2025

Menyetujui

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Minarny Gobel, M.Si.
NIP. 196404301989032002

Pembimbing Anggota



Dr. Ir. Nova Rugayah, MES.
NIP. 196811271994032004

Disahkan Oleh,

Dekan Fakultas Peternakan dan Perikanan
Universitas Tadulako



Prof. Ir. Damry HB, M.Sc.Ag., Ph.D
NIP. 19651220 199203 1 004

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya ilmiah saya (skripsi) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana), baik di Universitas Tadulako maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya ilmiah ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lainnya, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Dalam karya ilmiah ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi ini.

Palu, November 2025

Yang membuat pernyataan



ZALSAH ZAKHIRA

O12122065

RINGKASAN

Zalsah Zakhira (O 121 22 065). Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam Pada Berbagai Level (Minarny Gobel dan Nova Rugayah, 2025)

Ceker ayam merupakan bagian dari tubuh ayam yang berpotensi sebagai sumber kolagen dan belum optimal pemanfaatannya di Sulawesi Tengah, serta manfaat teh daun kelor sebagai minuman herbal antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan menentukan level optimal penambahan kolagen ceker ayam terhadap aktivitas antioksidan, viskositas, dan kadar air teh daun kelor. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Universitas Tadulako pada bulan Juli-September 2025. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan level kolagen yaitu T0 (0%); T1 (2%); T2 (4%); dan T3 (6%). Analisis aktivitas antioksidan (IC_{50}) dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, analisis viskositas di Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian, dan analisis kadar air di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan dan Perikanan. Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ), menunjukkan bahwa perlakuan T2 memberikan aktivitas antioksidan terbaik (IC_{50} , 61,34 ppm), viskositas pada perlakuan T2 (398,5 cP) dan T3 (417,5 cP) adalah sama dan lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya, dan kadar air pada perlakuan T1 (9,91%) tidak berbeda nyata dengan perlakuan T2 (10,13%).

Kata Kunci: **Antioksidan, Kadar Air, Kolagen Ceker Ayam, Teh Daun Kelor, Viskositas**

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam Pada Berbagai Level” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini, terutama kepada yang terhormat:

1. Prof. Ir. Damry H.B, M.Sc.Ag., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako;
2. Wakil Dekan Bidang Akademik Dr. Sayekti Handayani, S.Pt., M.Si., Wakil Dekan Didang Keuangan Dr. Ir. Mardiah Mangun, MP. dan Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Dr. Muhammad Safir, S.Pi., M.Si.;
3. Dr. Ir. Yulius Duma, MP, selaku Koordinator Program Studi Peternakan;
4. Dosen Pembimbing Utama Dr. Ir. Minarny Gobel, M.Si., dan Dosen Pembimbing Anggota Dr. Ir. Nova Rugayah, MES., yang mengarahkan dalam proses pembuatan skripsi;
5. Prof. Dr. Ir. Fatmawati, MP., IPM., ASEAN Eng., sebagai Dosen Wali;
6. Dosen Pembahas Utama Prof. Dr. Ir. Hj. Asriani Hasanuddin, MS., Dosen Pembahas Anggota I, Dr. Sugiarto, S.Pt., MP., dan Dosen Pembahas

Anggota II, Dr. Ir. Sukisman Abdul Halid, IPM., ASEAN Eng., yang telah membantu dalam menyempurnakan skripsi;

7. Orang tua Bapak Ir. Mura, M.Si. dan Ibu Syamsiar Fitri S.Pd., M.Pd. tercinta yang telah memberikan dukungan maupun bantuan dalam bentuk apapun;
8. Laboran Ka Hikmah dan Ibu Ida yang telah membantu menyelesaikan penelitian dan memberikan semangat selama menyelesaikan perkuliahan sampai penulisan skripsi ini;
9. Teman-teman *International Class* 2022 dan teman seangkatan yang baik dan selalu perhatian satu sama lain selama kurang lebih 7 semester ini;
10. Teman-teman seperjuangan dari SMA Al-Azhar Mandiri Palu; Andisyah Finabila, Nadya Khoirunisa, Izza Amaliah, Nur Fadilah, Ika Nurfadilla, Asti Yunita, dan Dwi Putri Salsabila.

Akhrinya dengan rasa syukur penulis berterima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang hingga sampai pada penyelesaian skripsi ini.

Penulis telah berupaya semaksimal mungkin dalam penyusunan skripsi ini, namun sebagai manusia tidak luput dari kesalahan dan kekhilafan. Olehnya itu dengan penuh rasa rendah hati penulis menerima kritikan dan saran yang sifatnya membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembacanya.

Aamiin

Palu, September 2025
Penulis

Zalsah Zakhira
NIM. O12122065

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
RINGKASAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Hipotesis.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kelor.....	4
2.2 Teh Daun Kelor	6
2.3 Kolagen Ceker Ayam	7
2.4 Aktivitas Antioksidan.....	9
2.5 Viskositas.....	10
2.6 Kadar Air	11
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat.....	12
3.2 Materi (Bahan dan Alat)	12
3.2.1 Bahan	12
3.2.2 Alat	12
3.3 Metode Penelitian	12
3.3.1 Rancangan Percobaan	12
3.3.2 Prosedur Penelitian	13
3.6 Peubah yang Diamati	16
3.6.1 Aktivitas Antioksidan	16
3.6.2 Viskositas	17
3.6.3 Kadar Air.....	17
3.3 Analisis Data	17

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Aktivitas Antioksidan.....	19
4.2.	Viskositas.....	21
4.3.	Kadar Air	23

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	25
5.2.	Saran.....	25

DAFTAR PUSTAKA**26****LAMPIRAN****31****RIWAYAT HIDUP.....****41**

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 2-1. Komposisi Zat Gizi Ceker Ayam Broiler per 100 gr	8
Tabel 4-1 Rataan Hasil Pengukuran Daya Antioksidan (IC ₅₀) (ppm) Teh Daun Kelor Kolagen Ceker Ayam.....	19
Tabel 4-2 Rataan Hasil Pengukuran Nilai Viskositas (cP) Teh Daun Kelor Kolagen Ceker Ayam.....	21
Tabel 4-3 Rataan Hasil Pengukuran Nilai Kadar Air (%) Teh Daun Kelor Kolagen Ceker Ayam.....	23

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 3-1 Diagram Alir Pembuatan Teh Daun Kelor	13
Gambar 3-2 Diagram Alir Ekstraksi Kolagen Ceker Ayam.....	15
Gambar 3-3 Diagram Alir Penelitian Pembuatan Teh Kelor Kolagen Ceker Ayam	16

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
Lampiran 1	Data Pengamatan dan Analisis Ragam Aktivitas Antioksidan Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam.....	32
Lampiran 2	Data Pengamatan dan Analisis Ragam Viskositas Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam.....	34
Lampiran 3	Data Pengamatan dan Analisis Ragam Kadar Air Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam.....	36
Lampiran 4	Dokumentasi Penelitian.....	38

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ceker ayam merupakan bagian dari tubuh ayam yang kurang diminati masyarakat khususnya di Sulawesi Tengah, padahal dari segi kandungan nutrisi ceker ayam mengandung beberapa jenis nutrien yang cukup tinggi. Berdasarkan data Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Palu, bahwa sebanyak 1.037.880 ekor ayam yang dipotong pertahun dan diasumsikan berat satu ceker ayam adalah ± 25 g, maka jumlah ceker ayam yang dihasilkan adalah 51,894 ton/tahun. Jumlah ini cukup besar dan jika tidak dimanfaatkan dengan baik, maka ceker ayam hanya akan menjadi limbah di Rumah Potong Unggas (RPU).

Ceker ayam terdiri dari komponen kulit, tulang, otot, dan kolagen. Ceker ayam memiliki kandungan tulang dan kulit yang tinggi dan daging yang rendah (Anindita, 2019). Ceker ayam juga mengandung komposisi nutrisi yang tinggi diantaranya kadar air 65%, protein 22,98%, lemak 5,6%, abu 3,49%, dan bahan – bahan lain 2,03% (Sompie *et al.*, 2019), serta sebanyak 5,64% hingga 31,39% dari protein total adalah kolagen (Liu *et al.*, 2001).

Kolagen memiliki banyak manfaat, diantaranya untuk kesehatan tulang dan sendi, serta rambut yang kuat. Kolagen yang mudah larut dalam air cocok untuk dijadikan bahan tambahan dalam minuman. Teh kelor menjadi minuman herbal yang populer belakangan ini, dipercaya memiliki banyak manfaat untuk kesehatan tubuh. Kombinasi kolagen dengan teh daun kelor

tidak hanya meningkatkan nilai gizi, tetapi juga berpotensi menjadikannya sebagai minuman fungsional yang dapat mendukung kesehatan secara keseluruhan.

Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan jenis tanaman yang banyak dijumpai di Sulawesi Tengah khususnya Kota Palu dan sekitarnya. Tanaman ini tumbuh dalam berbagai iklim serta menjadi olahan sayur khas di Kota Palu. Tanaman kelor mulai dari akar hingga biji buah kelor mengandung zat gizi yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Daun kelor mengandung unsur gizi yang sangat penting dan dipercaya dapat mencegah berbagai macam penyakit (Zuhdi *et al.*, 2023). Berbagai penelitian telah dilaporkan bahwa daun kelor mengandung komponen bioaktif, sebagai antiinflamasi, antifungi, anti kanker, dan antioksidan.

Penelitian mengenai pengkayaan teh daun kelor telah banyak dilakukan, seperti teh daun kelor variasi dengan kolagen ikan (Wicaksono *et al.*, 2020); teh daun kelor dan kayu manis (Filianty *et al.*, 2022). Hingga saat ini belum dilaporkan tentang penambahan ceker ayam sebagai sumber kolagen dalam teh daun kelor. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah;

1. Mengetahui pengaruh penambahan kolagen ceker ayam pada berbagai level terhadap aktivitas antioksidan, viskositas, dan kadar air teh daun kelor;

2. Menentukan level optimal penambahan kolagen ceker ayam yang menghasilkan teh daun kelor terbaik dilihat dari aktivitas antioksidan, viskositas, dan kadar air.

1.3 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu;

1. Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai potensi kolagen ceker ayam sebagai bahan tambahan fungsional dalam produk teh;
2. Mengembangkan produk teh daun kelor sebagai minuman fungsional dengan kandungan antioksidan yang tinggi;
3. Mendorong pemanfaatan ceker ayam (limbah ternak) sebagai sumber kolagen bernilai ekonomi dan meningkatkan kesehatan.

1.4 Hipotesis

Penambahan kolagen ceker ayam dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, viskositas, dan menurunkan kadar air teh daun kelor.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelor

Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman yang berasal dari daerah tropis dan subtropis di Asia Selatan, dapat tumbuh dengan cepat, berumur panjang, berbunga sepanjang tahun, dan tahan kondisi panas ekstrim (Britany dan Sumarni, 2021). Di Indonesia kelor merupakan tanaman umum yang dapat tumbuh dalam berbagai iklim, dan tidak mengenal musim.

Kelor termasuk jenis tanaman herbal, karena memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Terdapat beberapa julukan untuk pohon kelor, antara lain; *Teh Miracle Tree*, *Tree for Life*, dan *Amazing Tree*. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa kandungan bioaktif dalam daun kelor berpotensi sebagai senyawa obat diantaranya sebagai antiinflamasi, antifungi, anti kanker, serta antioksidan.

Kelor mengandung senyawa bioaktif diantaranya vitamin, karotenoid, polifenol, flavonoid, alkaloid, glukosinolat, tannin, dan saponin (Vergara-jimenez *et al.*, 2017). Daun kelor mengandung protein, mineral, dan vitamin seperti zat besi, kalsium, dan karotenoid (Barichella *et al.*, 2019). Asam aspartat, asam glutamat, alanin, valin, leusin, isoleusin, histidine, lisin, arginin, fenilalanin, triptofan, sistein, dan metionin merupakan jenis-jenis asam amino tambahan yang terdapat pada daun kelor (Yonita, 2023). Asam amino tersebut merupakan asam amino esensial dan

non esensial yang memainkan peran penting dalam tubuh, baik sistem imun, pembentukan jaringan tubuh, penyembuhan luka, dan lainnya.

Daun kelor juga mengandung elemen makro seperti kalsium, magnesium, sodium, dan fosfor, serta elemen mikro seperti mangan, zinc, dan besi. Sumber vitamin pada daun kelor beragam, seperti provitamin A, vitamin B, vitamin C, mineral dan zat besi. Daun kelor sudah banyak dimanfaatkan sebagai teh herbal karena banyak terdapat komponen zat gizi seperti antioksidan (Wicaksono *et al.*, 2020). Daun kelor kering per 100 g, mengandung air 7,5%, kalori 205 g, karbohidrat 38,2 g, protein 27,1 g, serat 19,2 g, lemak 2,3 g, kalsium 2003 mg, magnesium 368 mg, fosfor 204 mg, tembaga 0,6 mg, besi 28,2 mg, sulfur 870 mg, potassium 1.324 mg (Haryadi dan Kholis, 2011).

Kandungan protein daun kelor kering mencapai 28,44%, lemak 27,74%, karbohidrat 57,01%, serat 12,63%, dan kalsium 1600-2200mg. Daun kelor kering memiliki kandungan kalsium yang jauh lebih tinggi yaitu 1600-2200mg dari daun basah yaitu 350-550mg, sehingga banyak disediakan dalam bentuk ekstrak (Fauziah dan Jacob, 2024). Dalam penelitian Andriyani dan Nofrida (2024), nilai kadar air daun kelor kering berdasarkan kandungan gizi daun kelor per 100 g bahan yaitu 4,09%.

2.2. Teh Daun Kelor

Teh herbal merupakan istilah umum yang digunakan untuk minuman yang bukan berasal dari tanaman teh (*Camellia sinensis*) dan bermanfaat bagi kesehatan (Jayani *et al.*, 2020). Teh daun kelor sudah banyak dikonsumsi oleh khalayak umum karena manfaatnya bagi kesehatan. Daun kelor segar memiliki manfaat bagi ibu hamil dan menyusui karena dapat meningkatkan produksi ASI dan dapat mencegah terjadinya anemia (Fuglie, 1999). Selain itu daun kelor juga digunakan untuk menstabilkan tekanan darah dan mengontrol kadar glukosa darah (Kamal *et al.*, 2021). Kelor berpotensi menjadi alternatif pengobatan secara tradisional dan sebagai profilaksis yang murah untuk mengobati banyak penyakit.

Das *et al.* (2012), menyebutkan bahwa daun kelor mengandung antioksidan tinggi dan antimikroba. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan asam askorbat, flavonoid, phenolic, dan karotenoid. Efek penghambat dan antioksidan daun kelor telah banyak diteliti (Al-Baidhani *et al.*, 2024). Salah satu senyawa antioksidan kuat adalah kurstein yang terdapat pada daun kelor, dimana kekuatannya 4-5 kali lebih tinggi dibandingkan dengan vitamin C dan vitamin E (Jusnita dan Syurya, 2019). Konsentrasi kuerstein dalam daun kelor yaitu 384,61 mg/100g (Bhagwan, *et al.*, 2017).

2.3. Kolagen Ceker Ayam

Ceker ayam merupakan salah satu bagian tubuh ayam yang kurang diminati masyarakat. Ceker ayam terdiri dari komponen yaitu kulit, tulang, otot, dan kolagen (Hido *et al.*, 2021). Selain itu, ceker ayam juga mengandung komposisi kimia yang tinggi diantaranya, memiliki kadar air 65%, protein 22,98%, lemak 5,6%, abu 3,49%, dan bahan-bahan lainnya 2,03% (Sompie *et al.*, 2019). Ceker ayam kaya akan protein, khususnya kolagen yang menjadikannya peluang dalam pemanfaatannya. Hal ini dapat menambah nilai ekonomi dari ceker ayam. Menurut Hashim *et al.* (2014) kolagen pada ceker ayam broiler sekitar 12,08%. Lebih lanjut Syam *et al.* (2015) mengatakan kolagen dalam ceker ayam kampung adalah 9,07%. Ayam broiler memiliki struktur kolagen yang kurang padat dibandingkan ayam kampung, sehingga kelarutannya lebih tinggi saat diekstraksi. Komposisi ceker ayam disajikan pada Tabel 2-1.

Kolagen merupakan golongan utama protein dari jaringan ikat vertebrata yang membentuk sekitar 25% sampai 35% dari kandungan protein tubuh (Ahmad *et al.*, 2023). Sekitar 28 tipe kolagen yang dikode oleh 45 gen telah ditemukan (Rahmitasari dan Fitria, 2016). Kolagen tipe I adalah kolagen yang paling banyak ditemukan dan mayoritas ditemukan di dalam penyusun tulang yaitu >90% dari massa organik tulang (Kruger *et al.*, 2013). Kolagen tipe I ditemukan di kulit, mewakili 80%-90% kolagen kulit. Kolagen pada ayam banyak ditemukan pada kulit, tulang, dan tulang rawan (Wahyuningsih *et al.*, 2022). Organ terstruktur kolagen termasuk

tendon, kulit, tulang, pembuluh darah, dan selubung jaringan ikat yang mengelilingi serat otot (Munasinghe, 2014).

Tabel 2-1. Komposisi Zat Gizi Ceker Ayam Broiler per 100 gr

Zat Gizi	Jumlah Energi (kJ)
Energi (kJ)	900
Protein (g)	19,4
Karbohidrat (g)	0,2
Vitamin	
Vitamin A (IU)	100
Vitamin K (μ g)	0,2
Niacin (mg)	0,4
Riboflavin (mg)	0,2
Folat (μ g)	86
Kolin (mg)	13,3
Mineral	
Kalsium (mg)	88
Zat besi (mg)	0,9
Magnesium (mg)	5
Fosfor (mg)	83
Potassium (mg)	31
Sodium (mg)	67
Zinc (mg)	0,7
Lemak	
Asam lemak omega 3 (mg)	187
Asam lemak omega 6 (mg)	2,570
Lemak jenuh/saturated fat (g)	3,9
Lemak tak jenuh tunggal/ monounsaturated fat (g)	5,5
Lemak tak jenuh ganda/ polyunsaturated fat (g)	3
Kolesterol (mg)	84
Air (g)	65,8

Sumber: Syam *et al.* (2015)

Kolagen biasanya dimanfaatkan dalam industri pangan, kosmetik, farmasi, medis, industri tekstil, dan kertas. Kolagen dalam industri pangan banyak digunakan dalam gelatin. Gelatin adalah turunan yang dihasilkan dari hidrolisis serabut kolagen (Santoso *et al.*, 2015). Usman, *et al.* (2014), menyatakan bahwa hasil gelatin ceker ayam broiler sedikit lebih tinggi yaitu

7,93% dibandingkan dengan gelatin ceker ayam kampung 7,06%.

Kolagen memegang peranan yang sangat penting pada setiap tahap proses penyembuhan luka. Kolagen mempunyai kemampuan antara lain homoestasis, interaksi dengan trombosit, interaksi dengan fibronectin, meningkatkan eksudasi cairan, meningkatkan komponen seluler, meningkatkan faktor pertumbuhan dan mendorong proses fibroplasia dan terkadang pada poliferasi epidermis (Triyono, 2005). Manfaat kolagen dalam bidang medis adalah mempercepat tumbuhnya jaringan baru. Bolke, *et al.* (2019), mengatakan bahwa penggunaan *Oral Low Molecular Weight Collagen Peptide* yang bersumber dari ikan lele Sutchi (*Pangasius hypophthalmus*) terbukti meningkatkan kelembaban kulit setelah 6 sampai 12 minggu penggunaan, mengurangi kerutan setelah 12 minggu penggunaan. Tingkat keamanan kolagen telah diteliti pada beberapa penelitian ilmiah dengan kesimpulan tidak menimbulkan efek samping dan aman serta ditoleransi dengan baik selama penggunaan dan setelahnya (Kim *et al.*, 2018).

2.4. Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan adalah kemampuan suatu bahan yang dapat meredam senyawa radikal bebas yang ada dalam tubuh (Rahim *et al.*, 2023). Uji aktivitas antioksidan dilakukan secara kuantitatif dengan metode 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). Pengujian dilakukan menggunakan spektrofometri UV-vis yang bertujuan untuk mengetahui nilai % inhibisi pada teh herbal agar mendapatkan nilai IC₅₀.

Aktivitas antioksidan dapat diketahui dengan nilai IC₅₀, semakin rendah nilai IC₅₀, maka aktivitas antioksidannya semakin tinggi (Rahmi, 2017). Jika nilai IC₅₀ suatu ekstrak <50 µg/ml, maka aktivitas antioksidannya dikategorikan sangat kuat. Nilai IC₅₀ berada diantara 50-100µg/ml berarti aktivitas antioksidannya dikategorikan sedang. Nilai IC₅₀ berada diantara 150-200 µg/ml, berarti aktivitas antioksidannya dikategorikan lemah (Halifa *et al.*, 2024). Kamal dan Aris (2021), mengatakan bahwa aktivitas antioksidan yang diperoleh sangat kuat dengan nilai IC₅₀ (0,538 µg/mL), karena berada pada range nilai IC₅₀ (<10 µg/mL).

2.5. Viskositas

Viskositas merupakan gaya gesekan antara lapisan-lapisan yang bersisian pada fluida waktu lapisan-lapisan tersebut bergerak satu melewati yang lainnya. Viskositas menunjukkan tingkat kekentalan suatu produk pangan. Semakin tinggi nilai viskositas, maka akan menghasilkan produk pangan yang semakin kental. Viskositas merupakan salah satu sifat fisika yang dapat dilakukan dalam pengujian produk pangan, dimana pengujian tersebut dilakukan pada minuman hasil olahan (Novianti dan Arsandi, 2021).

Faktor yang dapat mempengaruhi viskositas minuman adalah komposisi yang digunakan, misalnya gula dan penambahan bahan tambahan lainnya, sehingga jumlah padatan terlarut semakin tinggi (Dini, 2020). Selain itu viskositas suatu cairan dapat berubah berdasarkan banyaknya penambahan jumlah air (Verawati *et al.*, 2023). Viskositas akan berubah apabila ditambahkan larutan lain seperti kolagen. Kolagen dapat meningkatkan

viskositas, karena struktur kolagen yang berupa rantai polipeptida triple helix. Ketika kolagen dilarutkan dengan air panas, maka rantai polipeptidanya akan terurai menjadi bebas. Besarnya viskositas juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, gaya antara molekul, dan ukuran, serta jumlah molekul terlarut (Aprilyani, 2020).

2.6. Kadar Air

Kadar air adalah jumlah air yang terkandung dalam bahan pangan. Kadar air suatu bahan berhubungan dengan daya simpan bahan, karena air yang terkandung dalam bahan dapat menjadi media tumbuh bagi mikroba yang menyebabkan kerusakan. Kadar air yang tinggi memicu pertumbuhan mikroorganisme yang akan mempengaruhi perubahan kimia pada senyawa aktif. Penetapan kadar air bertujuan untuk memberikan batasan minimal tentang besarnya kandungan air di dalam bahan (Buditama, 2020).

Syarat mutu teh daun kelor menurut SNI 383:2013 yaitu memiliki kadar air maksimal 16 %. Pitriana *et al.* (2023), kadar air teh daun kelor yaitu antara 5,67-11,34% adalah memenuhi persyaratan SNI. Terjadinya penurunan kadar air pada teh disebabkan karena adanya penguapan air ketika proses pengeringan (Tanjung *et al.*, 2016). Analisis kadar air pada minuman seduhan bertujuan untuk mengetahui besarnya kadar air yang berpengaruh terhadap daya terima, kesegaran dan daya tahan terhadap bahan itu sendiri (Lee *et al.*, 2019).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli – September 2025, di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Tadulako.

3.2 Materi (Bahan dan Alat)

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah teh kelor, ceker ayam broiler, NaOH 1 N, aquades, asam asetat 5%, kertas pH, kantong teh, sarung tangan, masker, dan tisu.

3.2.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nampan, pisau, gunting, talenan, panci, gelas ukur, blender, saringan, oven, timbangan analitik, kertas label, dan cawan petri.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan empat perlakuan dan empat ulangan. Adapun perlakuan yang digunakan yaitu:

$$T_0 = 0\% \text{ kolagen} + 2 \text{ gr teh daun kelor}$$

$$T_1 = 2\% \text{ kolagen} + 2 \text{ gr teh daun kelor}$$

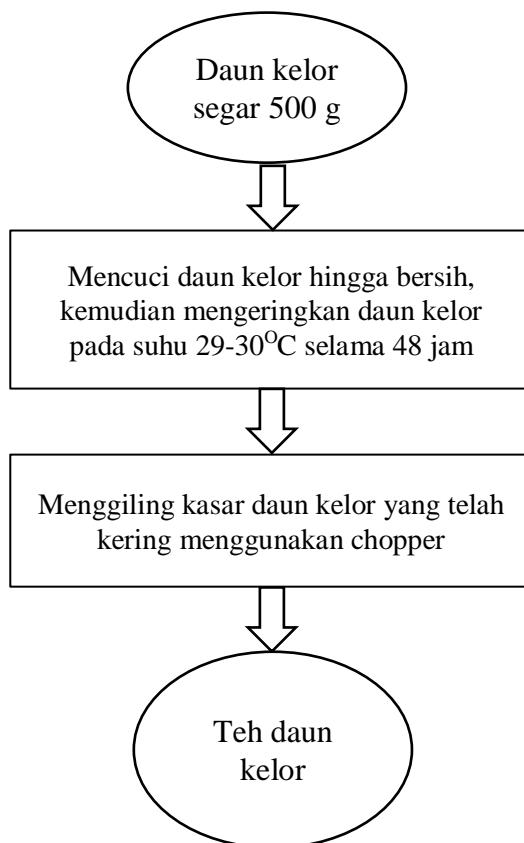
$$T_2 = 4\% \text{ kolagen} + 2 \text{ gr teh daun kelor}$$

$$T_3 = 6\% \text{ kolagen} + 2 \text{ gr teh daun kelor}$$

3.3.2 Prosedur Penelitian

A. Pengolahan Teh Daun Kelor

Proses pembuatan teh daun kelor dimulai dengan mencuci kelor segar menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran dan debu. Setelah itu, memisahkan daun kelor sebanyak 500 gr dari tangkainya. Kemudian, mengeringkan daun kelor pada suhu 29^oC -30^oC selama 48 jam. Menggiling kasar daun kelor yang telah kering menggunakan chopper dan siap menggunakannya sebagai bahan penelitian. Diagram alur pembuatan teh daun kelor disajikan pada Gambar 3-1.

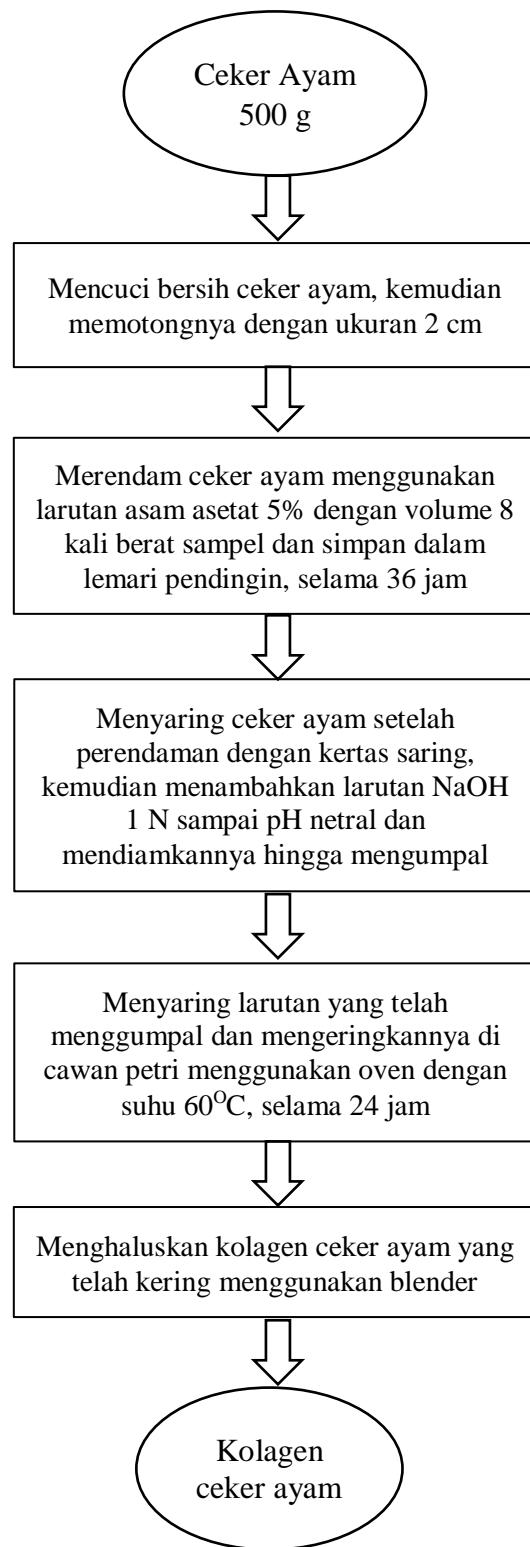


Gambar 3-1 Diagram Alir Pembuatan Teh Daun Kelor

B. Ekstraksi Kolagen Ceker Ayam

Proses ekstraksi kolagen ceker ayam dimulai dengan mengambil ceker ayam sebanyak 500 gr dari Rumah Potong Unggas (RPU), kemudian mencuci bersih ceker ayam. Setelah itu, memotong ceker ayam dengan ukuran 2 cm. Kemudian, merendam ceker ayam menggunakan asam asetat 5% dengan volume delapan kali berat sampel dan menyimpannya dalam lemari pendingin selama 36 jam. Setelah proses perendaman selesai, selanjutnya memisahkan ceker ayam melalui penyaringan menggunakan kertas saring.

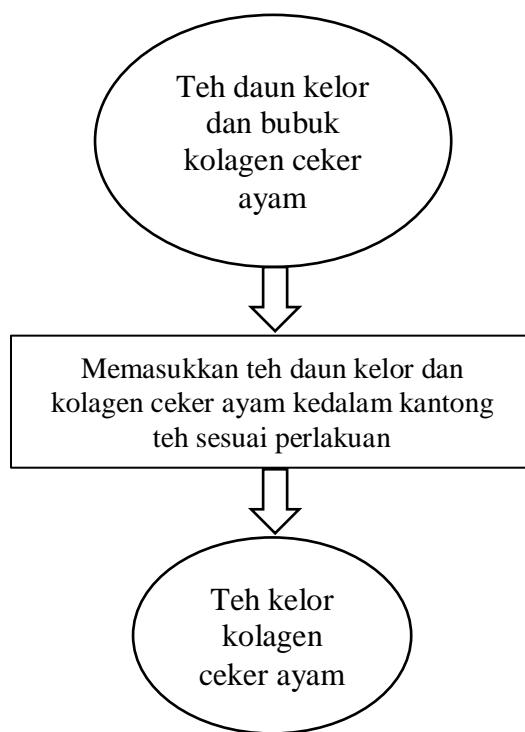
Menambahkan larutan NaOH 1 N kedalam filtrat hasil saringan hingga mencapai pH netral dan membiarkannya sampai menggumpal (Prayitno, 2007). Setelah menggumpal, menyaring kembali larutan dan mengeringkannya di cawan petri menggunakan oven dengan suhu 60°C. Kemudian menghaluskan kolagen ceker ayam yang telah kering dengan blender. Siap menggunakan kolagen ceker ayam sebagai bahan penelitian. Diagram alir ekstraksi kolagen ceker ayam disajikan pada Gambar 3-2.



Gambar 3-2. Diagram Alir Ekstraksi Kolagen Ceker Ayam

C. Pembuatan Teh Kelor Kolagen Ceker Ayam

Proses pembuatan teh kelor kolagen ceker ayam dimulai dengan menggabungkan teh daun kelor dengan kolagen ceker ayam yang telah diekstraksi kedalam kantong teh sesuai perlakuan. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 3-3.



Gambar 3-3 Diagram Alir Penelitian Pembuatan Teh Kelor Kolagen Ceker Ayam

3.6 Peubah yang Diamati

3.6.1 Aktivitas Antioksidan

Analisis antioksidan menggunakan metode DPPH (IC_{50}) dan menentukan % inhibisi (Molyneux, 2004):

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Abs. DPPH} - \text{Abs. Sampel}}{\text{Abs. DPPH}} \times 100\%$$

3.6.2 Viskositas

Analisis viskositas menggunakan alat Viscosymeter Analyzer MYR Kleb VK 2000. Pengoperasian berdasarkan SOP peralatan, yaitu pemilihan satuan pengukuran kemudian meletakkan wadah berisi sampel yang akan diukur lalu memilih waktu pengukuran. Setelah spindle berhenti otomatis hasil pembacaan akan muncul.

3.6.3 Kadar Air

Analisis kadar air menggunakan metode AOAC (2005), dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat cawan kosong (gr)

B = Berat cawan yang diisi dengan sampel (gr)

C = Berat cawan dengan sampel yang sudah dikeringkan (gr)

3.3 Analisis Data

Data semua variabel pengamatan dihitung dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) satu arah menurut petunjuk Steel dan Torrie (Montgomery, 2019) sesuai rancangan yang digunakan. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Pengamatan pada perlakuan ke-i = (T0, T1, T2, T3) dan ulangan ke-j =

(1,2,3,4)

μ = Nilai tengah populasi (rata-rata umum)

α_i = Pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = Pengaruh galat percobaan pada pengamatan perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Apabila perlakuan menunjukan pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (Uji-BNJ).

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Aktivitas Antioksidan

Data pengamatan dan analisis ragam aktivitas antioksidan (IC_{50}) ppm teh daun kelor dengan penambahan kolagen ceker ayam disajikan pada Lampiran 1. Rataan aktivitas antioksidan teh daun kelor dengan penambahan kolagen ceker ayam disajikan pada Tabel 4-1

Tabel 4-1 Rataan Aktivitas Antioksidan (IC_{50}) ppm Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam

Perlakuan	Rataan
T0	127,50 ^a
T1	86,60 ^b
T2	61,34 ^c
T3	107,77 ^d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda menurut uji BNJ $p=0,01 = 5,05$

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan berbagai level kolagen ceker ayam memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p<0,01$) terhadap aktivitas antioksidan teh daun kelor kolagen ceker ayam.

Hasil uji Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) menunjukkan bahwa perlakuan T2 (4% kolagen ceker ayam) adalah berbeda dan lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Perlakuan T2 memberikan nilai terendah yaitu 61,34 ppm yang menandakan kemampuan penangkapan radikal bebas yang paling efektif. Hal ini sesuai dengan penelitian Inke *et al.* (2022), minuman sari lemon kolagen memiliki aktivitas antioksidan sebesar $19,3\% \pm 0,08$. Pada penelitian Ozturk-Kerimoğlu *et al.* (2023), menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan dipeptida

CF dari ceker ayam adalah $69,63 \text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ dan $145,41 \text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$, serta dipeptida GY adalah $15,27$ dan $10,06 \text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$, masing-masing dalam uji 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) dan kapasitas absorbansi radikal oksigen (ORAC).

Penambahan kolagen ceker ayam dapat meningkatkan aktivitas antioksidan teh daun kelor, namun peningkatan ini tidak selalu linier dengan peningkatan konsentrasi kolagen. Tabel 4-1 menunjukkan aktivitas antioksidan meningkat dari T0 ke T1 dan mencapai puncaknya pada T2, sedangkan pada perlakuan T3 terjadi penurunan, meskipun masih lebih baik dari T0. Hal ini menunjukkan adanya konsentrasi optimum kolagen untuk mencapai aktivitas antioksidan maksimal dalam formulasi teh daun kelor.

Wicaksono *et al.* (2020), menyatakan bahwa penambahan kolagen ikan 3% pada teh kelor diperoleh aktivitas antioksidan 89,79%, yang berarti konsentrasi ini belum melebihi konsentrasi optimal, sehingga tidak terjadi penurunan aktivitas antioksidan. Interaksi antara kolagen dengan senyawa antioksidan yang ada dalam daun kelor mungkin menjadi faktor penentu dalam mencapai titik optimum aktivitas antioksidan.

Konsentrasi kolagen yang tinggi kemungkinan dapat menyebabkan efek pro-oksidan atau kejemuhan situs aktif, dimana molekul-molekul kolagen diduga mulai berinteraksi satu sama lain, sehingga mengurangi ketersediaan gugus fungsional untuk berinteraksi dengan radikal bebas. Selain itu, efek pro-oksidan terjadi ketika antioksidan pada konsentrasi tertentu justru bertindak sebagai oksidan, terutama jika terdapat ion logam transisi seperti Fe ataupun Cu dalam

suatu zat (Halliwell, 2009; Sies, 2015). Lebih lanjut, Sotler *et al.* (2019), menyatakan bahwa vitamin C dapat menjadi pro-oksidan dalam dosis yang tinggi selain itu, efek pro-oksidan vitamin C juga terjadi ketika berikatan dengan zat besi atau tembaga.

4.2. Viskositas

Data pengamatan dan analisis ragam viskositas (cP) teh daun kelor dengan penambahan kolagen ceker ayam disajikan pada Lampiran 3. Rataan viskositas teh daun kelor dengan penambahan kolagen ceker ayam disajikan pada Tabel 4-2

Tabel 4-2 Rataan Viskositas (cP) Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam

Perlakuan	Rataan
T0	175,5 ^a
T1	321 ^b
T2	398,5 ^c
T3	417,5 ^c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda menurut uji BNJ $p=0,01 = 5,05$

Hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa penambahan berbagai level kolagen ceker ayam memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p<0,01$) terhadap viskositas teh daun kelor kolagen ceker ayam.

Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) menunjukkan bahwa perlakuan T2 (4% kolagen ceker ayam) dan T3 (6% kolagen ceker ayam) adalah sama dan lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Terjadinya hal ini diduga, penambahan kolagen ceker ayam sampai 4% dalam teh daun kelor adalah optimum untuk kelarutannya, dimana penambahan

lebih dari 6% tidak memberikan perbedaan terhadap viskositas teh daun kelor yang diakibatkan kejenuhan suatu larutan. Apsari dan Anis (2020), menyatakan bahwa kesetimbangan larutan terjadi pada saat jenuh, karena kecepatan reaksi telah konstan.

Rataan pada Tabel 4-2 menunjukan bahwa rata-rata viskositas dari teh daun kelor kolagen ceker ayam yaitu antara 175,5 cP sampai dengan 417,5 cP, Hal ini sesuai dengan Widjaja *et al.* (2021) bahwa penambahan konsentrasi kolagen sebanyak 3% menghasilkan viskositas minuman jus jambu biji tertinggi yaitu dengan rata-rata viskositas sebesar 119 m.pa.s.

Penambahan level kolagen akan meningkatkan jumlah molekul terlarut sehingga nilai viskositas teh daun kelor kolagen ceker ayam juga meningkat. Nilai viskositas tertinggi pada T3 disebabkan tingginya konsentrasi kolagen yang ditambahkan pada teh daun kelor. Huda *et al.* (2013) menyatakan bahwa kolagen memiliki kemampuan untuk mengikat air, sehingga air dalam bahan akan berkurang dan meningkatkan viskositas. Molekul-molekul kolagen akan menyerap dan memerangkap molekul air, sehingga mengurangi jumlah air bebas dalam larutan. Hal ini menyebabkan peningkatan padatan terlarut dan meningkatkan gesekan internal dalam cairan yang meningkatkan viskositas dari teh daun kelor kolagen ceker ayam

Barth *et al.* (2023), menyatakan kolagen yang terdenaturasi diperlakukan dengan pendinginan akan membentuk jaringan spiral tiga dimensi yang memungkinkan kolagen membentuk gel dengan memerangkap air dalam jaringannya. Hal ini mununjukkan bahwa kolagen tidak hanya

bertindak sebagai padatan terlarut sederhana, tetapi juga sebagai agen pembentuk struktur yang secara signifikan memengaruhi viskositas teh daun kelor.

4.3. Kadar Air

Data pengamatan dan analisis ragam kadar air (%) teh daun kelor dengan penambahan kolagen ceker ayam disajikan pada Lampiran 5. Rataan kadar air teh daun kelor dengan penambahan kolagen ceker ayam disajikan pada Tabel 4-3.

Tabel 4-3 Rataan Kadar Air (%) Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam

Perlakuan	Rataan
T0	9,24 ^a
T1	9,91 ^b
T2	10,13 ^b
T3	10,85 ^c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda menurut uji BNJ
 $p=0,01 = 5,05$

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan berbagai level kolagen ceker ayam memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p<0,01$) terhadap kadar air teh daun kelor kolagen ceker ayam.

Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) kadar air, diperoleh perlakuan T1 (2% kolagen ceker ayam) tidak berbeda nyata dengan perlakuan T2 (4% kolagen ceker ayam). Berdasarkan SNI 4342-2014 untuk teh hijau celup yaitu kadar air maksimal 10%, maka perlakuan T0, T1, dan T2 memenuhi standar yang ditetapkan. Perlakuan T3 telah melebihi batas maksimal yang ditetapkan SNI.

Rataan pada Tabel 4-3 menunjukan bahwa rata-rata kadar air teh daun kelor kolagen ceker ayam yaitu antara 9,24% sampai dengan 10,85%. Hasil ini masih lebih rendah dibandingkan dengan Gusti *et al.* (2024), kadar air tertinggi terdapat pada penambahan kolagen 25% pada produk minuman *matcha latte* dengan nilai 80,3% dan kadar air terendah pada penambahan kolagen 0% dengan nilai 76,74 %.

Kenaikan nilai kadar air dipengaruhi oleh metode pengeringan dan lama pengeringan bahan. Paramita *et al.* (2021), menyatakan bahwa kadar air daun kelor mencapai 75,68% tanpa perlakuan dan berkurang menjadi 7,46% untuk pengeringan langsung dibawah sinar matahari, 8,61% jika dikeringkan dalam ruangan, dan 8,20% jika dikeringkan menggunakan oven suhu 40°, sehingga kadar air daun kelor dipengaruhi oleh suhu dan lama pengeringan. Selain itu penambahan level kolagen ceker ayam dengan kadar air 8,33% secara langsung akan meningkatkan kadar air total.

Kadar air dari teh daun kelor kolagen ceker ayam berhubungan dengan daya simpan bahan, karena air yang terkandung dalam bahan dapat menjadi media tumbuh bagi mikroba yang menyebabkan kerusakan. Menurut Apriliyani *et al.* (2021), semakin lama waktu pengeringan, kadar air dalam bahan semakin berkurang namun dengan kecepatan penurunan kadar air makin sedikit. Murhadi *et al.* (2023) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar air suatu produk pangan, maka akan semakin cepat mengalami kerusakan secara biologis, fisik, maupun kimia sehingga dapat menurunkan kualitas produk pangan tersebut.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penambahan kolagen ceker ayam dalam teh daun kelor memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap aktivitas antioksidan, viskositas, dan kadar air. Level optimal penambahan kolagen ceker ayam dalam teh daun kelor adalah 4% dengan nilai aktivitas antioksidan terbaik sebesar 61,34 ppm, viskositas 398,5 cP, dan kadar air 10,13%.

5.2. Saran

Penggunaan metode pengeringan daun kelor dan kolagen ceker ayam yang berbeda, untuk menghasilkan kadar air yang lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Baidhani, S.M.A., H.Z. Alia, K. Haider, Al-Qutaifi, R. Asaad, M. Al-Hilphy, Waseem, M.M.K. Felix, dan M. Faisal. 2024. Ultrasound-Assisted Extraction of Bioactive Compounds from *Moringa Oleifera* Leaves for Beef Patties Preservation: Antioxidant and Inhibitory Activities, Half-Life, and Sensory Attributes. *Food science dan Nutrition*, 12 (10): 7737-7750
- Andriyani, S., dan R. Nofrida. 2024. Pengaruh Penambahan Bubuk Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) terhadap Sifat Kimia, Fisik dan Organoleptik Teh Daun Kelor (*Moringa Oleifera L*). *Jurnal Edukasi Pangan*, 2 (1): 93-106
- Anindita, S.W. 2019. Karakteristik Gelatin Kulit Ceker Ayam Broiler (*Gallus gallus domesticus*) dengan Hidrolisis Menggunakan Variasi Konsentrasi Enzim Papain. *Skripsi*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- Apriliyani, D.A., P. Sigit, dan Y. Bara. 2021. Pengaruh Variasi Formulasi dan Waktu Pengeringan terhadap Karakteristik Minuman Herbal Daun Beluntas dan Daun Mint. *Agrointek*, 15 (3): 876-885
- Apriliyani, W. 2020. Analisis Perubahan Viskositas Madu Murni Akibat Penambahan Larutan Gula, sebagai Identifikasi Kemurnian Madu. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Mataram
- Apsari, K., dan C.Y. Anis. 2020. Review Jurnal: Upaya Peningkatan Kelarutan Obat. *Farmaka*, 18 (2): 56-68
- Barichella, M., G. Pezzoli, A.S. Faierman, B. Raspini, M. Rimoldi, E. Cassani, S. Bertoli, A. Battezzati, A. Leone, L. Iorio, V. Ferri, G. Pinelli, C. Pusani, C. Bolliri, R. Cilia, S. Caronni, P. De Marco, dan E. Cereda. 2019. Nutritional Characterisation of Zambian *Moringa oleifera*: Acceptability and Safety of Short-Term Daily Supplementation in a Group of Malnourished Girls. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70 (1): 107–115
- Barth, A., M. Koller, dan C. Schmitt. 2023. Modulation of Collagen Gelation Processes and Tehir Implications. *Trends in Food Science & Technology*, 132: 1-12
- Bolke, L., G. Schlippe, J. Ger, dan W. Voss. 2019. A Collagen Supplement Improves Skin Hydration, Elasticity, Roughness, and Density: Results of a Randomized, Placebo-Controlled, Blind Study. *Nutrients*, 11 (10): 2494
- Britany, M.N., dan L. Sumarni. 2021. Pembuatan Teh Herbal dari Daun Kelor

- untuk Meningkatkan Daya Tahan Tubuh Selama Pandemi Covid-19 di Kecamatan Limo. In *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 1 (1): 92-97
- Buditama, A.R. 2020. Perbandingan Metode Uji Penentuan Kadar Lemak dan Kadar Air dalam Sampel Bubuk Kakao di Pt Kalla Kakao Industri. *Laporan Tugas Akhir*. Univarsitas Islam Indonesia
- Das, A.K., V. Rajkumar, K.A. Verma, dan D. Swarup. 2012. *Moringa oleifera* Leaves Extract: A Natural Antioxidant for Retarding Lipid Peroxidation in Cooked Goat Meat Patties. *International Journal of Food Science and Technology*, 47: 585–591
- Dini, D.W., dan D. Junita. 2020. Karakteristik Fisik dan Sensori Minuman Sari Buah Pedada. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23 (3): 532-541
- Fauziah, A., dan L.J. Jambormias. 2024. Studi Kasus: Konsumsi Sayur Bening Kelor dalam Asuhan Kebidanan pada Ibu Hamil dengan Anemia Sedang. *Jurnal Kebidanan*, 4 (2): 68-78
- Filianty, F., N.I. Ilmi, dan P.V. Yarlina. 2022. Kajian Proses Penyeduhan Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Kayu Manis (*Cinnamomum cassia*) sebagai Minuman Fungsional. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 16 (3): 155-162
- Fitria, N.Y. 2022. Formulasi Minuman Bubuk Fungsional Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.). *Tesis*.
- Fuglie, L.J. 1999. Teh Miracle Tree: *Moringa oleifera*: Natural Nutrition for teh Tropics. Church World Service, Dakar, p. 68 revised in 2001 and published as Teh Miracle Tree: Teh Multiple Attributes of *M. oleifera*, 172.
- Gusti, M.B., K. Intan, dan H. Arti. 2024. Karakteristik Kimia pada Minuman *Matcha Latte* dengan Penambahan Kolagen. *Karimah Tauhid*, 3 (10): 11956-11966
- Halifa, S.Z., Djohrani, Aktsar, A. Roksiana, dan Hasnaeni. 2024. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Deklorofilasi Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dengan Metode DPPH. *Makassar Natural Product Journal*, 2 (1): 33-42
- Halliwell, B. 2009. *Free Radicals in Biology and Medicine* (4th ed.). Oxford University Press
- Haryadi, N.K. 2011. *Kelor Herbal Multikhasiat*. Penerbit Delta Media: Solo.
- Hashim, P., M.S.M. Ridzwan, dan J. Bakar. 2014. Isolation and Characterization

- of Collagen from Chicken Feet. *International Journal of Bioengineering and Life Sciences*, 8 (3): 250-254
- Hido, F., M. Sompie, W.H.J. Pontoh, dan N.N. Lontaan. 2021. Pengaruh Perbedaan Suhu Ekstraksi terhadap Kekuatan Gel, Viskositas, dan Rendemen Gelatin Ceker Ayam Kampung. *Zootec*, 41 (2) : 451–456
- Huda, N., K.E. Seow, N.M. Normawati, M.N. Nik Aisyah, A. Fazilah, dan M.A. Easa. 2013. Effect of Duck Feet Collagen Addition on Physicochemical Properties of Surimi. *International Food Research Journal*, 20 (2): 537–544
- Inke, L.A., Z.S. Ahmad, K. Dyah, dan N. Siti. 2022. Karakteristik Minuman Sari Lemon (*Citrus limon*) dengan Penambahan Konsentrasi Kolagen yang Berbeda. *agriTECH*, 42 (4): 369-379
- Jayani, N.I.E., C.K. Rani, K.N. Darmasetiawan, dan E. Tandelilin. 2020. Perbaikan Sarana Produksi Teh Kelor. *Journal of Character Education Society*, 3 (2): 277-288
- Jusnita, N dan W. Syurya. 2019. Karakterisasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera Lamk.*). *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis*, 6: 16-24
- Kamal, S.E., dan M. Aris. 2021. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 70% Daun Kelor (*Moringa oleifera Lam.*) terhadap DPPH. *Jurnal Pro-Life*, 8 (2): 168-177
- Kim, D.-U., H.-C. Chung, J. Choi, Y. Sakai, dan B.-Y. Lee. 2018. Oral Intake of Low-Molecular-Weight Collagen Peptide Improves Hydration, Elasticity, and Wrinkling in Human Skin: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *Nutrients*, 10 (7): 826
- Kruger, T.E., H.A. Miller, dan J. Wang. 2013. Collagen Scaffolds in Bone Sialoprotein Mediated Bone Regeneration. *Teh Scientific World Journal*, 812718
- Lee, R.E., R.A. Elisabeth, A. Sisiwi, dan S.Y. Eko. 2019. African Stevia Leaves Herbal Tea as a Low Calorie Antioxidant Source. *EJERS, European Journal of Engineering Research and Science*, 4 (12): 57-64
- Liu, D.C, K.Y. Lin, dan M.T. Chen. 2001. Optimum Condition of Extracting Collagen from Chicken Feet and its Characteristics. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 14: 1638-1644
- Montgomery, D.C. 2019. *Design and Analysis of Experiments*. 10th Ed. Wiley. Hoboken, New Jersey.
- Munasinghe, K.A. 2014. Chicken Collagen from Law Market Value By-

- Products as an Alternative Source. *Journal of Food Processing*, 5: 1-6
- Murhadi, S. Eriska, M. Nur, dan S. Rizal. 2023. Pengaruh Penambahan Daun Mint (*Mentha piperita L.*) dan Daun Stevia (*Stevia rebaudiana*) terhadap Karakteristik Sensori Teh Celup Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 2 (2): 264-271
- Novianti, S., dan A. Arisandi. 2021. Analisis Kosentrasi Kadar Lemak, Protein, Serat dan Karbohidrat Alga Coklat (*Sargassum crassifolium*) pada Lokasi yang Berbeda. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 2 (1): 32–38
- Ozturk-Kerimoğlu, B., H. Alejandro, M. Leticia, dan T. Fidel. 2023. Antioxidant Peptides Generated from Chicken Feet Protein Hydrolysates. *Journal of Teh Science of Food and Agriculture*, 103 (14): 7027-7217
- Paramita, V.D., R.H. Yuliani, Rosalin, dan P. Iwan. 2021. Pengaruh Berbagai Metode Pengeringan terhadap Kadar Air, Abu dan Protein Tepung Daun Kelor. *Prosiding 5th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 17: 1-6
- Pitriana, D., M.A. Methatias, dan P. Andwini. 2023. Analisis Mutu Fisik, Kimia dan Organoleptik Teh Celup Kelor (*Moringa oleifera*) dengan Metode Pengeringan yang Berbeda. *Science, Technology and Agriculture Journal*, 4 (2):239-250
- Rahim, A., F. Yuyun, A. Muhsin, dan N.K.R. Nur. 2023. Uji Perbandingan Antioksidan dari Produk Teh Daun Kelor, Teh Bunga Rosella dan Teh Daun Melati dengan Metode Seduhan Suhu Konstan. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 5 (1): 69-74
- Rahmi, H. 2017. Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Sumber Buah-buahan di Indonesia. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2 (1): 34-38
- Rahmitasari, dan Fitria. 2016. Scaffold 3D Kitosan dan Kolagen sebagai Graft pada Kasus Kerusakan Tulang (Study Pustaka). *Jurnal Material Kedokteran gigi*, 5 (2): 1-7
- Santoso, C., dan T. Surti. 2015. Perbedaan Penggunaan Konsentrasi Larutan Asam Sitrat dalam Pembuatan Gelatin Tulang Rawan Ikan Pari Mondol (*Himantura gerrardi*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 4 (2): 106-114
- Sies, H. 2015. Oxidative Stress: a Concept in Redox Biology and Medicine. *FEBS Letters*. 589 (24 Part A): 3457-3461
- Sompie, M., S.E. Siswosubroto, D.G. Rembet, dan W.J.H. Ponto. 2019. Effect of Different Type of Acid Solvent on Functional and Microbiological

- Properties of Chicken Claw Gelatin. *IOP Conf. Ser.:Earth Environ, Sci.* 387 012128
- Sotler, R., P. Borut, D. Raja, J. Tomislav, J.P. Doroteja, R. Cecilija, T. Polonca, dan S. Andrej. 2019. Prooxidant Activities of Antioxidants and Tehir Impact on Health. *Acta Clin Croat*, 58 (4): 726-736
- Syam, I.A., R. Hatta, dan M. Ruslin. 2015. Potensi dari Ceker Ayam Kampung (*Gallus domesticus*) untuk Mempercepat Penyembuhan Soket Pascaekstraksi Gigi. *Makassar Dental Journal*, 4 (2)
- Tanjung, R., F. Hamzah, dan R. Efendi. 2016. Lama Fermentasi terhadap Mutu Teh Daun Sirsak (*Annona muricata L.*) *Disertasi Doktoral*, Riau University
- Triyono, B. 2005. Perbedaan Tampilan Kolagen di sekitar Luka Inisisipada Tikus Wistar yang diberi Infiltrasi Penghilang Nyeri Levobupivakain dan yang tidak diberi Levobupivakain. *Tesis. Program Megister Biomedis dan PPDS I, UNDIP*. Semarang
- Usman, M., S. Amna, A.M. Rana, dan M. Shahid. 2024. Extraction and Physicochemical Characterization of Native and Broiler Chicken Feet Gelatin. *Journal of teh Science of Food and Agriculture*, 104 (14): 8939-8944
- Verawati, N., A. Nur, dan A. Yani. 2023. Pengaruh Perbandingan Jenis Jahe dan Konsentrasi Jahe pada Karakteristik Kimia, Mikrobiologi Minuman Herbal Tradisional Minaserua. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7 (4): 1732-1739
- Vergara-Jimenez, M., M.M. Almatrafi, dan M.L. Fernandez. 2017. Bioactive Components in *Moringa oleifera* Leaves Protect Against Chronic Disease. *Antioxidants*, 6 (4): 91
- Wahyuningsih, E.S. 2022. Review Artikel: Pemanfaatan Limbah Tulang Ayam Sebagai Sumber Kolagen untuk Anti Aging pada Kulit. *Jurnal Buana Farma*, 2 (1): 38-42
- Wicaksono, L.A., S. Djajati, Laksmi, dan E.N. Arina. 2020. Karakteristik Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dengan Pengkayaan Kolagen Ikan. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 4 (2): 163-180
- Widjaja, W.P., G. Thomas, dan S.R. Mochamad. 2021. Penambahan Kolagen Sisik dan Tulang Ikan Gurami (*Osphronemus goramy*) pada Minuman Jus Jambu Biji (*Psidium guajava*). *Pasundan Food Technology Journal*, 8 (1): 12-19
- Yonita, P.S. 2023. Karakteristik Bumbu Penyedap Jamur Grigit (*Schizophyllum*

Commune) dengan Variasi Komposisi Kepala Udang Laut (*Caridea*) Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Disertasi Doktoral*, Universitas Dehasen Bengkulu

Zuhdi, S., G. Lestari, F. Yunianti, N. Nurfazia, S. Aisyah, B. Wijaya, dan I.D. Aprilliandari. 2023. Pengembangan Produk Unggulan Color (Coklat Daun Kelor) sebagai Upaya Kudapan Inovatif Bernilai Gizi. *semnas-pkm*, 1 (1): 124-136

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengamatan dan Analisis Ragam Aktivitas Antioksidan Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rataan
	1	2	3	4		
T0	127,63	127,12	127,37	127,89	510,01	127,50
T1	86,56	86,70	86,63	86,49	346,39	86,60
T2	61,08	62,13	61,60	60,55	245,35	61,34
T3	107,90	107,40	107,65	108,15	431,09	107,77
Total	383,17	383,35	383,26	383,08	1532,85	

Perhitungan:

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{1.532,85^2}{16} = 146.851,05$$

$$\begin{aligned}\text{JK Total} &= (127,63)^2 + (127,12)^2 + \dots + (108,15)^2 - \text{FK} \\ &= 9.684,70\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Perlakuan} &= \frac{(510,01)^2 + (346,39)^2 + (245,35)^2 + (431,09)^2}{4} - \text{FK} \\ &= 9.682,65\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Eror} &= 9.684,70 - 9.682,65 \\ &= 2,05\end{aligned}$$

Daftar Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	FH	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	9.682,65	3.227,55	18.869,84**	3,49	5,95
Eror	12	2,05	0,17			
Total	15	9.684,70				

Uji Lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) Aktivitas Antioksidan Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam

$$\text{SD} = \sqrt{\frac{0,17}{4}} = 0,21$$

$$\text{BNJ Tabel 1\%} = 5,05$$

$$\text{BNJ Hitung 1\%} = 0,21 \times 5,05$$

$$= 1,04$$

Perlakuan	Rataan	Selisih				Notasi
		T0	T1	T2	T3	
T0	127,50	0				a
T1	86,60	40,90	0			b
T2	61,34	66,16	25,26	0		c
T3	107,77	19,73	21,18	46,44	0	d

Lampiran 2 Data Pengamatan dan Analisis Ragam Viskositas Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rataan
	1	2	3	4		
T0	179	165	172	186	702	175,5
T1	322	317	320	325	1284	321
T2	395	410	402	387	1594	398,5
T3	415	425	420	410	1670	417,5
Total	1311	1317	1314	1308	5250	

Perhitungan:

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{5.250^2}{16} = 1.722.656,25$$

$$\begin{aligned}\text{JK Total} &= (179)^2 + (165)^2 + \dots + (410)^2 - \text{FK} \\ &= 145.835,75\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Perlakuan} &= \frac{(702)^2 + (1284)^2 + (1594)^2 + (1670)^2}{4} - \text{FK} \\ &= 145.142,75\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Eror} &= 145.835,75 - 145.142,75 \\ &= 693\end{aligned}$$

Daftar Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	FH	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	145.142,75	48.380,92	837,76**	3,49	5,95
Eror	12	693	57,75			
Total	15	145.835,75				

Uji Lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) Viskositas Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam

$$\text{SD} = \sqrt{\frac{57,75}{4}} = 3,80$$

$$\text{BNJ Tabel 1\%} = 5,05$$

$$\text{BNJ Hitung 1\%} = 3,80 \times 5,05$$

$$= 19,19$$

Perlakuan	Rataan	Selisih				Notasi
		T0	T1	T2	T3	
T0	175,5	0				a
T1	321	145,5	0			b
T2	398,5	223	77,5	0		c
T3	417,5	242	96,5	19	0	c

Lampiran 3 Data Pengamatan dan Analisis Ragam Kadar Air Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rataan
	1	2	3	4		
T0	9,36	9,21	9,14	9,24	36,95	9,24
T1	10,14	9,55	10,03	9,91	39,63	9,91
T2	9,56	10,61	10,20	10,13	40,50	10,13
T3	10,73	10,95	10,89	10,85	43,41	10,85
Total	39,79	40,32	40,25	44,32	160,49	

Perhitungan:

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{160,49^2}{16} = 1609,87$$

$$\begin{aligned}\text{JK Total} &= (9,36)^2 + (9,21)^2 + \dots + (10,85)^2 - \text{FK} \\ &= 6,14\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Perlakuan} &= \frac{(36,95)^2 + (39,63)^2 + (40,50)^2 + (43,41)^2}{4} - \text{FK} \\ &= 5,32\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Eror} &= 6,14 - 5,32 \\ &= 0,82\end{aligned}$$

Daftar Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	FH	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	5,32	1,77	26,12**	3,49	5,95
Eror	12	0,82	0,07			
Total	15	6,14				

Uji Lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) Kadar Air Teh Daun Kelor dengan Penambahan Kolagen Ceker Ayam

$$SD = \sqrt{\frac{0,07}{4}} = 0,13$$

$$BNJ \text{ Tabel } 1\% = 5,05$$

$$BNJ \text{ Hitung } 1\% = 0,13 \times 5,05$$

$$= 0,66$$

Perlakuan	Rataan	Selisih				Notasi
		T0	T1	T2	T3	
T0	9,2376	0				a
T1	9,9066	0,6691	0			b
T2	10,1253	0,8878	0,2187	0		b
T3	10,8537	1,6161	0,9471	0,7284	0	c

Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian





RIWAYAT HIDUP



Zalsah Zakhira lahir pada tanggal 17 Oktober 2004 di Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. Penulis adalah anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Ir. Mura, M.Si. dan Ibu Syamsiar Fitri, S.Pd., M.Pd. Penulis memulai jenjang pendidikan pada tahun 2010 di SDN Inpres 1 Tondo dan lulus pada tahun 2017, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 4 Palu dan lulus pada tahun 2019. Setelah itu melanjutkan pendidikan di SMA Al-Azhar Mandiri Palu dan lulus pada tahun 2022, ditahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Negeri di Universitas Tadulako dan diterima di Fakultas Peternakan dan Perikanan, Jurusan Peternakan melalui jalur SBMPTN.