

KTI SITI KALSUM SOFT.docx

by Student Turnitin

Submission date: 10-Sep-2025 09:18PM (UTC-0700)

Submission ID: 2747674475

File name: KTI_SITI_KALSUM_SOFT.docx (3.71M)

Word count: 15619

Character count: 99482

KARYA TULIS ILMIAH

**PENGARUH PEMBERIAN FORMALIN DENGAN BERBAGAI VARIASI
KONSENTRASI TERHADAP KADAR PROTEIN PADA TAHU YANG
DIJUAL DI KOTA MAKASSAR**



SITI KALSUM

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI DIPLOMA III
2025**

KARYA TULIS ILMIAH

**PENGARUH PEMBERIAN FORMALIN DENGAN BERBAGAI VARIASI
KONSENTRASI TERHADAP KADAR PROTEIN PADA TAHU YANG
DIJUAL DI KOTA MAKASSAR**

SITI KALSUM

PO.71.3.203.22.1.092

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI DIPLOMA III
2025**

**PENGARUH PEMBERIAN FORMALIN DENGAN BERBAGAI VARIASI
KONSENTRASI TERHADAP KADAR PROTEIN PADA TAHU YANG
DIJUAL DI KOTA MAKASSAR**

KARYA TULIS ILMIAH

Untuk Memperoleh Gelar
Ahli Madya Kesehatan (A.Md.Kes)
Dalam Program Studi Diploma III Teknologi Laboratorium Medis
pada Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Poltekkes Kemenkes Makassar

Oleh :

**SITI KALSUM
PO.71.3.203.22.1.092**

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI DIPLOMA III
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

Seminar ²² Karya Tulis Ilmiah dengan Judul:

PENGARUH PEMBERIAN FORMALIN DENGAN BERBAGAI VARIASI KONSENTRASI TERHADAP KADAR PROTEIN PADA TAHU YANG DIJUAL DI KOTA MAKASSAR

³ Telah disetujui untuk diseminarkan / diujikan oleh Tim Penguji
Pada Hari Rabu, Tanggal 30 Juli 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

⁴
M. Askar As'ad, S.Kep. Ns., M.Kes
NIP. 19800228 200701 1 006

Maulia Hardian Hayati, S.Tr.Kes., M.Imun
NIP. 19960722 202404 2 001

¹
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Poltekkes Kemenkes Makassar

Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 19641231 198603 1 032

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar Karya Tulis Ilmiah dengan Judul:

PENGARUH PEMBERIAN FORMALIN DENGAN BERBAGAI VARIASI KONSENTRASI TERHADAP KADAR PROTEIN PADA TAHU YANG DIJUAL DI KOTA MAKASSAR

1
Proposal Ini Telah Diuji dan Disetujui oleh Tim Penguji
Pada Hari Rabu, Tanggal 04 Agustus 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

1
M. Askar As'ad, S.Kep. Ns., M.Kes
NIP. 19800228 200701 1 006

Maulia Hardian Hayati, S.Tr.Kes., M.Imun
NIP. 19960722 202404 2 001

Penguji

Rafika, S.Si., M.Kes
NIP. 19840322 201012 2 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Poltekkes Kemenkes Makassar

Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 19641231 198603 1 032

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji syukur Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan²⁰ Karya Tulis Ilmiah ini. Karya Tulis Ilmiah ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar A.Md.,Kes jurusan Teknologi Laboratorium Medis dengan judul **"Pengaruh Pemberian Formalin Dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Terhadap Kadar Protein Pada Tahu Yang Dijual Di Kota Makassar"**.

Tak lupa pula kita haturkan³ shalawat serta salam penulis pada junjungan Rasulullah SAW beserta sahabat, keluarga, dan para pengikutnya yang senantiasa menegakkan islam yang kaffah.

Tujuan dari penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini adalah untuk memenuhi tugas akhir perkuliahan.⁴ Atas selesainya penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini, penulis mengucapkan terimakasih¹ kepada :

1. Bapak Dr. Drs Rusli, Sp.FRS., Apt, selaku Direktur Poltekkes Kemenkes Makassar.
2. Bapak Rahman, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar.
3. Bapak Dr. Drs Rusli, Sp.FRS., Apt, selaku Direktur Poltekkes Kemenkes Makassar.

4. Bapak Zulfian Armah, S.Si, M.Si, selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar.
5. Bapak Nurdin, S. Si, M.Kes, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknologi Laboratorium Medis.
6. Bapak M. Askar As'ad, S.Kep, Ns., M. Kes, selaku pembimbing akademik/pembimbing 1, saya ucapkan terimakasih atas segala bantuan dan bimbingannya.
7. Ibu Maulia Hardian Hayati, S. Tr. Kes., M.Imun, selaku pembimbing 2, saya ucapkan terimakasih atas segala bantuan dan bimbingannya.
8. Ibu Rafika, S.Si, M.Kes, selaku dosen penguji, saya ucapkan terimakasih atas bimbingan, masukan, dan sarannya.
9. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar yang telah memberikan arahan dan bantuan kepada penulis dalam menempuh pendidikan.
10. Teruntuk Bapak saya, Amiruddin Latief, terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada bapak tercinta, yang selalu menjadi sumber kekuatan dan ketenangan dalam hidup saya. Terimakasih selalu hadir saat saya kebingungan, memberikan rasa aman yang tak tergantikan. Dukungan dan keyakinan bapak menjadi kekuatan yang tak ternilai, yang menguatkan langkah saya

hingga akhirnya dapat menyelesaikan proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

11. Kepada Mama saya, A.Harliati, ucapan terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada mama tercinta, yang selalu menjadi tempat saya pulang, tempat berbagi keluh kesah, dan sandaran dalam setiap kesulitan. Mama selalu peka terhadap setiap kegelisahan saya, bahkan ketika saya belum sempat bercerita. Doa-doa tulus mama yang menembus langit menjadi kekuatan terbesar dalam menyelesaikan setiap proses, termasuk dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini. Mama adalah surga dunia bagi saya, terima kasih atas segala cinta, doa, dan pengorbanan yang tak akan pernah terbalas.
12. Kepada kakak saya Rahmat Hidayat dan Ridwan, terima kasih banyak atas dukungan secara moral maupun materil, terimakasih juga atas segala motivasi dan dukungan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
13. Kepada Adik saya terkasih, Raihan dan Abita Nur Annisa, terimakasih telah hadir di hidup penulis.
14. Terima kasih kepada sahabat seperjuangan, Resky Fitriani, Utami Alief, Nur Khasanah, dan Nur Amelia Pertiwi. S, atas kebersamaan, dukungan, dan tawa selama masa perkuliahan.

Semoga persahabatan ini tetap terjaga dan langkah kita ke depan selalu dimudahkan.

15. Teman-teman seperjuangan Trombofilia²², terkhusus kepada teman-teman se-kelas penulis, terima kasih atas suka maupun duka selama proses perkuliah, serta terima kasih sudah berjuang bersama dan saling menguatkan.

⁴¹ Penulis menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih memiliki banyak kekurangan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengapresiasi segala bentuk kritik dan saran yang membangun demi perbaikan ¹¹⁴ di masa mendatang. Penulis berharap karya ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi lintas disiplin, serta ¹³⁶ memberikan manfaat bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 25 Juli 2025

Siti Kalsum

ABSTRAK

Siti Kalsum : Pengaruh Pemberian Formalin Dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Terhadap Kadar Protein Pada Tahu Yang Dijual Di Kota Makassar (Dibimbing oleh **M. Askar As'ad** dan **Maulia Hardian Hayati**)

Tahu adalah makanan kaya protein nabati yang rentan rusak. Penelitian ini bertujuan mendeteksi formalin pada tahu di Kota Makassar dan menganalisis dampaknya terhadap kadar protein. Hasilnya, tahu di Pasar Tradisional Pa'baeng-baeng bebas formalin dan aman dikonsumsi. Namun, eksperimen perendaman menunjukkan bahwa formalinalin meningkatkan kadar protein yang terdeteksi secara semu. Tahu tanpa perendaman memiliki kadar protein 7,73%, sedangkan setelah direndam formalin, kadar protein meningkat menjadi 8,11% (1% konsentrasi), 9,06% (2% konsentrasi), 8,37% (3% konsentrasi), dan 9,73% (4% konsentrasi). Peningkatan ini disebabkan oleh ikatan silang antara formaldehid dan protein yang menghambat degradasi, membuat protein tidak lagi bermanfaat secara gizi dan justru merusak mutu pangan. Formalin merupakan zat berbahaya yang bersifat toksik dan karsinogenik, berisiko menyebabkan gangguan kesehatan serius. Perendaman tahu dalam air panas efektif mengurangi formalin, dan alternatif pengawet alami dapat digunakan untuk keamanan pangan.

Kata kunci : Tahu, formalin, kadar protein, dan keamanan pangan

Daftar Pustaka : 2016-2025

ABSTRACT

Siti Kalsum: *The Effect of Formalin Addition at Various Concentrations on Protein Content in Tofu Sold in Makassar City (Supervised by M. Askar As'ad and Maulia Hardian Hayati)*

Tofu is a food rich in vegetable protein that is susceptible to spoilage. This study aimed to detect formalin in tofu in Makassar City and analyze its impact on protein content. The results showed that tofu at the Pa'baeng-baeng Traditional Market was formaldehyde-free and safe for consumption. However, soaking experiments showed that formalin increased the detected protein content significantly. Tofu without soaking had a protein content of 7.73%, while after soaking in formalin, the protein content increased to 8.11% (1% concentration), 9.06% (2% concentration), 8.37% (3% concentration), and 9.73% (4% concentration). This increase is caused by cross-linking between formaldehyde and protein, which inhibits degradation, rendering the protein nutritionally unusable and actually impairing food quality. Formalin is a hazardous substance that is toxic and carcinogenic, and poses a risk of causing serious health problems. Soaking tofu in hot water effectively reduces formaldehyde, and this natural preservative alternative can be used for food safety.

Keywords: Tofu, formalin, protein content, and food safety

Bibliography: 2016-2025

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR JUDUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
A. Tinjauan umum Tahu	9
1. Sejarah tentang Tahu	9
2. Pengertian Tahu	10
3. Kandungan Tahu	10
4. Jenis-jenis Tahu.....	11
5. Proses Pembuatan Tahu	17
6. Syarat Mutu Tahu	19
7. Ciri-ciri Tahu Berformalin dan Tidak Berformalin.....	21
B. Tinjauan umum tentang kadar protein	22
1. Pengertian Protein	22
2. Kebutuhan Protein.....	22
3. Fungsi Protein	25
4. Sumber Protein.....	30
5. Akibat Kelebihan dan Kekurangan	31

6. Analisis Protein.....	33
C. Tinjauan umum Bahan Pengawet.....	43
1. Pengertian Bahan Pengawet.....	43
2. Tujuan Bahan Pengawet	44
3. Prinsip Pengawetan.....	45
4. Metode Pengawetan.....	46
5. Jenis-jenis Bahan Pengawet	49
6. Faktor Penyebab Kerusakan Pangan	52
D. Tinjauan umum tentang Formalin	53
1. Pengertian Formalin	53
2. Sifat Fisika dan Kimia Formalin	54
3. Fungsi Formalin.....	55
4. Penyalahgunaan Formalin.....	56
5. Metabolisme Formalin Dalam Tubuh	57
6. Dampak Formalin Terhadap Kesehatan	59
7. Lama Waktu Perendaman Pada Tahu	59
8. Kerangka Konseptual	60
BAB III METODE PENELITIAN	65
A. Desain Penelitian.....	65
B. Tempat Dan Waktu Penelitian	65
1. Tempat Penelitian	65
2. Waktu Penelitian.....	65
C. Populasi, Sampel, Teknik Pengambilan Sampel, Dan Kriteria Sampel Penelitian Variabel Penelitian	65
1. Populasi	66
2. Sampel	66
3. Besar Sampel.....	66
4. Kriteria Sampel.....	66
5. Teknik Pengambilan Sampel	66
D. Variabel Penelitian	67
E. Definisi Operasional	67

F. Instrumen Penelitian	68
G. Prosedur Kerja Penelitian	70
H. Pengumpulan Data	76
I. Analisis Data	77
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	79
A. Hasil	79
B. Pembahasan Hasil Penelitian	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	90
A. Kesimpulan	90
B. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93

DAFTAR GAMBAR

¹⁸ Gambar 2.1 Tahu Sumedang Sebelum Digoreng	12
Gambar 2.2 Tahu Sumedang Setelah Digoreng	⁴⁷ 12
Gambar 2.3 Tahu Bandung.....	13
Gambar 2.4 Tahu Kuning	14
Gambar 2.5 Tahu Takwa	15
Gambar 2.6 Tahu Sutra.....	16
Gambar 2.7 Tahu Kitagama	17
Gambar 2.8 Anak Yang Mengalami Kwashiorkor.....	32
Gambar 2.9 Manak Yang Mengalami Maramus.....	33
Gambar 2.10 Reaksi Antara Asam Amino Dan Ninhidrin	34
Gambar 2.11 Reaksi Yang Terjadi Antara Reagen Biuret Dengan Cu^{2+}	35
Gambar 2.12 Reaksi Yang Terjadi Antara Reagen Millon Dan Protein.....	36
Gambar 2.13 Reaksi Yang Terjadi pada Uji Xantoproteat.....	38
Gambar 2.14 Kerangka Konseptual.....	64
Gambar 2.15 Kerangka Operasional	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Mutu Gizi.....	20
Tabel 4.1 Hasil Uji Kandungan Formalin.....	80
Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar Protein	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kode Etik Penelitian	96
Lampiran 2 Surat Izin Penelitian	97
Lampiran 3 Hasil Penelitian	99
Lampiran 4 Surat Keterangan Bebas Laboratorium	100
Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian	101
Lampiran 6 Biodata	105

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tahu merupakan salah satu makanan tradisional yang sangat populer di kalangan masyarakat Indonesia. Berasal dari olahan kedelai, tahu dikenal sebagai sumber protein nabati yang kaya gizi, murah, dan mudah diolah menjadi berbagai jenis masakan. Kandungan proteinnya yang tinggi menjadikan tahu sebagai alternatif penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi harian, terutama bagi masyarakat menengah ke bawah yang tidak selalu memiliki akses terhadap sumber protein hewani seperti daging atau ikan (Bintoro, 2017).

Tahu merupakan salah satu produk pangan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Selain memiliki harga yang relatif terjangkau, tahu juga mengandung protein nabati yang tinggi, sehingga menjadi pilihan utama dalam berbagai jenis olahan makanan. Permintaan yang tinggi menjadikan tahu sebagai komoditas dengan perputaran distribusi yang cepat di pasaran. Tetapi, karena kandungan kadar air pada tahu sekitar 84-90% menyebabkan tahu sangat mudah mengalami kerusakan fisik seperti berlendir, berbau asam, serta mudah hancur apabila tidak disimpan atau ditangani secara higienis (Masyura, 2019).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahu sebaiknya dikonsumsi dalam waktu kurang dari empat hari sejak diproduksi, mengingat

efektivitas bahan pengawet alami yang digunakan masih terbatas dalam mempertahankan mutu produk dalam jangka waktu yang lama. Oleh karena itu, penanganan tahu sebelum dikonsumsi sangat penting untuk menjamin keamanan dan kualitasnya. Salah satu langkah yang direkomendasikan adalah dengan merendam tahu secara menyeluruh dan membilasnya menggunakan air panas sebelum proses pengolahan, guna mengurangi kontaminasi mikroorganisme serta memperpanjang umur simpannya secara alami (Marlina, 2023).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syarfaini (2017), diketahui bahwa sebagian tahu yang dijual di pasar tradisional Kota Makassar masih mengandung formalin dan tidak memenuhi standar keamanan pangan. Dari 15 sampel tahu yang diambil dari delapan pasar tradisional, sebanyak 5 sampel (33,3%) terdeteksi positif mengandung formalin dan dinyatakan tidak layak konsumsi, sedangkan 10 sampel lainnya (66,7%) dinyatakan negatif dan aman untuk dikonsumsi. Sebaliknya, hasil penelitian Rostina (2020) yang dilakukan di Pasar Tradisional Pa'baeng-baeng menunjukkan bahwa seluruh sampel tahu yang diperiksa di Laboratorium Kimia Jurusan Kesehatan Lingkungan negatif mengandung formalin, sehingga aman dikonsumsi oleh masyarakat. Dalam enam tahun terakhir, temuan-temuan tersebut mengindikasikan adanya penurunan penggunaan formalin pada tahu yang beredar di beberapa pasar tradisional di Kota Makassar. Namun, masih ditemukan kasus penggunaan formalin pada

produk pangan lainnya. Oleh karena itu, pengawasan yang berkelanjutan serta edukasi kepada produsen dan penjual sangat diperlukan guna menjamin keamanan pangan bagi masyarakat.

Formalin, atau secara kimia dikenal sebagai formaldehida, merupakan senyawa yang digunakan secara legal di bidang industri dan medis, misalnya sebagai pengawet mayat dan bahan pembersih. Namun, penggunaannya dalam makanan jelas dilarang karena bersifat toksik dan dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius seperti iritasi lambung, kerusakan hati, gangguan pernapasan, hingga risiko kanker dalam jangka panjang. Meskipun demikian, sebagian produsen tahu tetap nekat menggunakan formalin karena dianggap mampu memperpanjang masa simpan dan menjaga tekstur tahu agar tetap kenyal dan tidak mudah rusak (Salim, 2021).

Formalin dapat menimbulkan iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan. Iftriani., *et al.* (2016) menjelaskan bahwa paparan formalin dalam jangka pendek (akut), terutama jika tertelan, dapat menyebabkan sensasi terbakar pada mulut, tenggorokan, dan saluran pencernaan, disertai dengan nyeri saat menelan, mual, muntah, diare, hingga kehilangan kesadaran bahkan koma. Dalam jangka panjang (kronis), formalin bersifat karsinogenik dan berpotensi menimbulkan kerusakan pada organ vital seperti hati, limpa, pankreas, sistem saraf pusat, serta ginjal, yang dapat berujung pada penyakit kanker dan kematian.

Permasalahan yang lebih kompleks muncul ketika aspek kandungan gizi pada tahu turut terdampak akibat keberadaan formalin. Tahu yang secara alami merupakan sumber protein nabati berkualitas dapat mengalami penurunan mutu gizi akibat interaksi kimiawi dengan formalin. Kondisi ini menjadi ancaman ganda bagi masyarakat, karena selain terpapar zat kimia berbahaya, mereka juga kehilangan manfaat gizi yang seharusnya diperoleh dari konsumsi tahu. Apabila praktik ini terus berlangsung tanpa adanya pengawasan yang ketat dan edukasi kepada masyarakat, maka dikhawatirkan akan menurunkan kualitas kesehatan secara umum, khususnya pada ¹⁴³kelompok rentan seperti anak-anak dan lanjut usia yang sangat bergantung pada kecukupan asupan gizi harian (Salim, 2021).

Untuk meminimalkan risiko paparan formalin dari bahan pangan, diperlukan upaya penanganan yang tepat terhadap makanan yang terkontaminasi. ²⁹Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah perendaman bahan pangan dalam air mengalir atau air hangat, yang berfungsi untuk mengurangi residu formalin yang menempel pada permukaan makanan. Selain metode fisik tersebut, penggunaan ¹³⁰larutan alami seperti air perasan jeruk nipis, cuka, atau ekstrak daun kelor juga diketahui memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar formalin (Malina, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Ningtyas., *et al.* (2018) menunjukkan bahwa perendaman tahu dalam larutan jeruk nipis

secara signifikan mampu menurunkan kandungan formalin. Hal ini menjadikan bahan-bahan alami sebagai alternatif yang relatif aman, mudah dijangkau, dan aplikatif dalam upaya dekontaminasi pangan.

Penggunaan formalin dalam bahan pangan tidak hanya membahayakan kesehatan konsumen, tetapi juga berdampak pada penurunan nilai gizi dari produk tersebut, khususnya kandungan proteinnya. Oleh karena itu, penting dilakukan upaya untuk menurunkan atau menghilangkan kandungan formalin pada bahan pangan yang terkontaminasi. Penurunan kadar formalin diharapkan dapat mengurangi dampak negatif terhadap struktur protein, sehingga kandungan protein dalam bahan pangan tetap terjaga (Malina, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Khaira (2016) menyatakan bahwa formalin mengandung gugus aldehid yang mudah bereaksi dengan protein, sehingga ketika disiramkan pada bahan pangan seperti tahu, formalin akan mengikat protein dari permukaan hingga ke bagian dalam. Ikatan tersebut menyebabkan protein mengalami denaturasi atau kematian, yang ditandai dengan tekstur tahu menjadi lebih kenyal. Selain itu, protein yang telah mati tidak dapat lagi dimanfaatkan oleh bakteri pembusuk, sehingga membuat tahu menjadi lebih awet. Hasil serupa juga diperoleh dalam penelitian oleh Nurfiani (2017) yang menunjukkan bahwa terdapat pengaruh waktu perendaman dalam larutan formalin 3% terhadap kadar protein pada tahu.

Berdasarkan latar belakang diatas, diketahui bahwa pemberian formalin dapat memengaruhi kadar protein pada bahan pangan. Namun, hingga saat ini masih terbatas literatur yang secara khusus membahas dan meneliti pengaruh perendaman formalin terhadap kadar protein, khususnya pada tahu. Dalam penelitian ini, akan dilakukan deteksi awal untuk mengetahui apakah tahu yang dijual di Kota Makassar mengandung formalin atau tidak. Jika ditemukan tahu yang mengandung formalin, maka akan dihitung persentase tahu yang mengandung formalin. Selanjutnya, tahu yang tidak mengandung formalin akan digunakan sebagai sampel untuk perlakuan perendaman dengan berbagai variasi konsentrasi. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Pemberian Formalin dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Terhadap Kadar Protein pada Tahu yang Dijual di Kota Makassar".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Apakah tahu yang dijual di Kota Makassar mengandung formalin dan berapa persentase tahu yang mengandung formalin dari seluruh sampel yang diperoleh di Kota Makassar?
2. Bagaimana pengaruh perendaman formalin dengan berbagai konsentrasi terhadap kadar protein pada tahu?

4 C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan umum

Untuk mengetahui keberadaan kandungan formalin dalam tahu yang dijual di pasaran, khususnya di wilayah Kota Makassar serta menentukan persentase sampel yang terdeteksi mengandung formalin.

5 2. Tujuan khusus

Untuk menganalisis kadar protein pada tahu yang tidak mengandung formalin, sebagai langkah lanjutan yaitu perendaman tahu dengan berbagai variasi konsentrasi formalin yang digunakan setelah proses identifikasi kandungan formalin dilakukan.

91 D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi Peneliti

Manfaat bagi peneliti yaitu sebagai pengalaman pertama dalam meneliti, dan 135 syarat untuk menyelesaikan pendidikan di program studi DIII Teknologi Laboratorium Medis. Serta untuk menambah ilmu pengetahuan, wawasan, dan keterampilan terkait analisis untuk mengukur kadar protein dalam tahu dan mendeteksi keberadaan formalin.

44 2. Manfaat bagi Institusi Pendidikan

Manfaat penelitian ini untuk institusi pendidikan adalah Sebagai sumbangan ilmiah terhadap institusi Poltekkes Kemenkes Makassar Jurusan Teknologi Laboratorium Medis. Serta bahan

informasi dan masukan dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan bagi calon pranata laboratorium kesehatan terutama di bidang Analisis Makanan dan Minuman.

¹⁰ 3. Manfaat bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kandungan formalin pada tahu ¹¹ yang dijual di pasat tradisional kota Makassar.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tahu

1. Sejarah tentang Tahu

Tahu merupakan produk pangan hasil ekstraksi dan koagulasi sari kedelai yang berasal dari Tiongkok, berbeda dengan tempe yang merupakan produk asli Indonesia. Kata "tahu" berasal dari bahasa Hokkian *tauhu*, yang berarti "kedelai yang difermentasi." Asal-usul tahu belum dapat dipastikan secara ilmiah, namun terdapat tiga teori utama: ditemukan oleh Liu An pada masa Dinasti Han, terbentuk secara tidak sengaja melalui pencampuran bubur kedelai dengan air laut, serta adaptasi teknik pembekuan susu dari budaya Mongol dan India Timur. Bukti tertulis menunjukkan bahwa tahu telah diproduksi sejak abad ke-2 Masehi. Pada masa periode Nara (akhir abad ke-8), teknik pembuatan tahu menyebar ke Jepang dan kawasan Asia Timur serta Asia Tenggara, bersamaan dengan penyebaran ajaran Buddha. Saat ini, tahu menjadi pangan penting di berbagai negara Asia dan mulai dikenal luas di dunia Barat pada pertengahan abad ke-20. Di Indonesia, tahu berkembang menjadi bagian integral dari konsumsi masyarakat dengan beragam variasi lokal, seperti tahu Sumedang, tahu Kediri, dan berbagai olahan tradisional lainnya (Joe, 2016).

2. Pengertian Tahu

Tahu adalah istilah yang diambil dari Bahasa Hokkian (tauhu) dan dalam hanyu pinyin disebut (doufu), yang secara harfiah berarti "kedelai yang difermentasi". Tahu merupakan salah satu makanan tradisional di Indonesia yang terbuat dari pengolahan biji kedelai. Berdasarkan SNI 01-3142-1998, tahu didefinisikan sebagai produk makanan yang berasal dari olahan kedelai dengan tekstur padat yang lembut, diperoleh melalui proses pengendapan protein, baik dengan maupun tanpa tambahan bahan lain yang diperbolehkan (Santosa, 2024).

Tahu diproduksi dengan memanfaatkan sifat protein yang mengalami penggumpalan ketika bereaksi dengan asam. Proses penggumpalan protein akibat asam cuka berlangsung dengan cepat dan merata di seluruh bagian cairan sari kedelai, sehingga sebagian besar air yang sebelumnya tercampur dalam sari kedelai akan terakumulasi di dalamnya. Pengeluaran air yang terakumulasi tersebut dapat dilakukan dengan memberikan tekanan. Semakin besar tekanan yang diberikan, semakin banyak air yang dapat dikeluarkan dari gumpalan protein tersebut. Gumpalan protein inilah yang dikenal dengan sebutan tahu (Rijal, *et al.*, 2019).

3. Kandungan Tahu

Tahu merupakan sumber makanan yang kaya akan nutrisi, mengandung protein tinggi serta asam amino esensial yang

dibutuhkan oleh tubuh manusia. Selain itu, tahu juga mengandung lemak, karbohidrat, serat, serta berbagai vitamin dan mineral penting. Dalam setiap 100 gram tahu, terkandung sekitar 8 gram protein, 2 gram karbohidrat, 1 gram serat, dan 4 gram lemak, dengan total energi sebesar 70 kalori. Tahu juga memberikan kontribusi signifikan terhadap kebutuhan harian berbagai mineral, seperti mangan (31%), kalsium (20%), selenium (14%), fosfor (11%), tembaga (11%), besi (9%), magnesium (9%), dan zinc (6%). Dengan komposisi gizi yang lengkap tersebut, tahu layak dikategorikan sebagai makanan bergizi tinggi yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Fernandi, 2023).

4. Jenis-jenis Tahu

Tahu merupakan produk pangan yang diperdagangkan dalam berbagai bentuk, ukuran, serta memiliki beragam nama sesuai dengan ciri khas masing-masing. Salah satu jenis tahu yang cukup dikenal di pasaran yaitu sebagai berikut.

a. Tahu Sumedang

Tahu Sumedang, yang juga dikenal sebagai tahu "pong" atau tahu kulit, memiliki tekstur agak liat setelah melalui proses penggorengan. Dalam kondisi mentah, tahu ini berwarna putih dengan ketebalan kurang dari 3 cm, serta memiliki tekstur yang lunak dan kenyal. Tahu ini cenderung mudah hancur dan bagian dalamnya terasa kurang padat setelah digoreng. Karakteristik

tersebut disebabkan oleh penggunaan air dalam jumlah yang lebih banyak pada proses penyaringan sari kedelai dibandingkan dengan pembuatan tahu jenis lainnya. Selain itu, penambahan garam selama proses pembuatan turut memberikan cita rasa gurih pada tahu Sumedang.



Gambar 2.1 Tahu sumedang sebelum digoreng
(Sumber: dok. Kitagama, 2010)



Gambar 2.2 Tahu sumedang setelah digoreng
(Sumber: dok. Kitagama, 2010)

b. Tahu Bandung

Tahu bandung berbentuk persegi, bertekstur agak keras, dan berwarna putih atau kuning. Warna kuning ini dihasilkan oleh proses perendaman tahu menggunakan air kunyit. Selain untuk memberikan rasa tertentu, proses ini merupakan salah satu metode pengawetan tahu.



Gambar 2.3 Tahu bandung.
(Sumber: dok. Kitagama, 2010)

c. Tahu cina

Tahu Cina memiliki warna putih dengan tekstur yang lebih padat, halus, dan kenyal. Biasanya, ukurannya cukup besar, sekitar 12×12×8 cm. Dalam proses pembuatannya, digunakan bahan penggumpal berupa sioko atau kalsium sulfat dalam bentuk bubuk. Setelah menggumpal, adonan tahu dibungkus menggunakan kain putih dan kemudian dipres. Jenis tahu ini umumnya bisa ditemukan di supermarket atau restoran yang menyajikan masakan khas Tiongkok.

d. **Tahu Kuning**

Tahu kuning memiliki bentuk yang tipis dan lebar. Warna kuning pada tahu ini berasal dari proses perendaman dalam larutan sari kunyit, sebagaimana pada tahu Bandung dan tahu takwa yang juga berwarna kuning. Tahu kuning banyak ditemukan di berbagai daerah dan biasanya dijual di pasar tradisional, baik secara curah maupun dalam wadah anyaman (besek), serta tersedia di supermarket dalam kemasan plastik. Umumnya, tahu kuning digunakan sebagai bahan pelengkap dalam masakan khas Tiongkok.



Gambar 2.4 Tahu kuning
(Sumber: dok. Kitagama, 2010)

e. **Tahu Takwa**

Tahu takwa merupakan jenis tahu khas dari Kediri, Jawa Timur. Tahu ini dikenal dengan teksturnya yang kenyal dan padat. Dalam proses pembuatannya, bahan penggumpal yang umum digunakan adalah cuka. Tahu takwa memiliki tekstur yang

lebih padat dibandingkan jenis tahu lainnya karena proses pengepresannya dirancang untuk mengeluarkan sebanyak mungkin air dari tahu. Proses pengepresan dilakukan menggunakan alat pres dengan sistem ungkit dan diberi beban berupa empat buah besi yang masing-masing memiliki berat sekitar 20 kilogram. Setelah dipres selama kurang lebih 15 menit, tahu kemudian dipotong dan siap untuk dijual.

Beberapa jenis tahu takwa juga diberi warna kuning dengan cara direbus dalam campuran air, tumbukan kunyit, dan sedikit garam. Tahu takwa yang direbus ini sudah matang sehingga dapat langsung dikonsumsi tanpa perlu dimasak lagi. Bentuk tahu takwa adalah kotak segi empat dan agak pipih. Biasanya, tahu ini diolah menjadi asinan atau ditumis bersama bahan lainnya.



Gambar 2.5 Tahu takwa
(Sumber: dok. Kitagama, 2010)

f. Tahu Sutra

Tahu sutra merupakan jenis tahu yang berasal dari Jepang dan memiliki tekstur yang lembut karena menggunakan

Glukono delta lakton (GDL) sebagai bahan penggumpal. Tahu jenis ini umumnya dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam masakan khas Tiongkok maupun Jepang, seperti pada hidangan sapo tahu. Selain itu, tahu tersebut juga dapat dikonsumsi sebagai makanan penutup, biasanya disajikan bersama sirup jahe untuk meningkatkan cita rasa. Produk ini umumnya dipasarkan dalam kemasan plastik dan tersedia di berbagai supermarket.



Gambar 2.6 Tahu sutra
(Sumber: dok. Kitagama, 2010)

g. Tahu Kitagama

Tahu Kitagama diproduksi oleh CV Kitagama melalui proses ekstraksi dingin untuk memperoleh sari kedelai. Setelah melalui tahap pengemasan dalam plastik, produk tahu ini kemudian dipasteurisasi guna menghasilkan tahu yang memiliki tekstur lembut, cita rasa yang baik, serta memenuhi standar kebersihan. Meskipun tidak mengandung bahan pengawet, tahu

hasil pasteurisasi ini memiliki daya simpan hingga 15 hari apabila disimpan dalam lemari pendingin.



Gambar 2.7 Tahu Kitagama
(Sumber: dok. Kitagama, 2010)

5. ⁴Proses Pembuatan Tahu

Secara umum, proses pembuatan tahu terdiri dari dua tahap utama, yaitu pembuatan susu kedelai dan proses penggumpalan protein. Dalam metode tradisional, zat penggumpal yang digunakan disebut biang, yaitu cairan hasil pengepresan tahu yang telah difermentasi semalaman. Sebagai alternatif, dapat digunakan bahan lain seperti ⁹air jeruk, cuka, larutan asam laktat, larutan kalsium klorida (CaCl_2), atau kalsium sulfat (CaSO_4). Pada pembuatan tahu khas Tiongkok, biasanya digunakan sioko, yakni campuran yang mengandung CaSO_4 dan garam. Selain protein, beberapa komponen lain dari kedelai juga ikut mengendap dalam proses ini. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil akhir (rendemen) protein serta kualitas tahu mencakup teknik penggilingan atau ekstraksi, kualitas bahan baku, jenis koagulan

yang digunakan, serta sanitasi selama proses produksi. Berikut merupakan prosedur dalam pembuatan tahu yaitu:

- a. Kedelai yang memiliki kualitas baik terlebih dahulu dipilih, kemudian dibersihkan dari kotoran maupun biji yang rusak sebelum dilakukan proses perendaman.
- b. Setelah melalui proses pencucian, kedelai direndam dalam air bersih selama 8 hingga 12 jam. Disarankan menggunakan air yang mengalir agar hasil lebih optimal. Tujuan perendaman adalah untuk melunakkan struktur sel kedelai sehingga lebih mudah digiling, serta untuk meningkatkan kualitas dispersi dan suspensi bahan padat selama proses ekstraksi. Perendaman juga berperan dalam mengurangi kandungan oligosakarida penyebab flatulensi hingga sekitar 30 persen. Selain itu, proses ini dapat membantu mempermudah pengupasan kulit kedelai. Namun, perendaman yang berlangsung terlalu lama dapat menyebabkan penurunan kandungan total padatan.
- c. Setelah direndam, kedelai dikupas kulitnya lalu digiling dengan penambahan air sebanyak 8–10 kali dari berat kedelai. Penggunaan air panas bersuhu 80–100°C dapat membantu menonaktifkan enzim lipoksigenase yang menyebabkan bau langu, serta meningkatkan hasil akhir (rendemen).
- d. Bubur kedelai yang telah dihasilkan kemudian disaring. Cairan hasil saringan (filtrat) dimasak. Pemasakan ini bertujuan untuk

mengurangi bau langu, menonaktifkan zat penghambat enzim pencernaan (seperti tripsin inhibitor), meningkatkan daya cerna, mempermudah proses penggumpalan protein, serta memperpanjang masa simpan produk.

- e. Proses penggumpalan dilakukan dengan menambahkan bahan penggumpal, seperti batu tahu atau biang. Pada tahap ini, kecepatan dan cara penambahan bahan penggumpal perlu diperhatikan agar proses berjalan dengan baik.
- f. Gumpalan protein (*curd*) yang terbentuk kemudian dicetak dan dipres untuk mengurangi kadar air. Setelah itu, tahu dipotong sesuai ukuran yang diinginkan.
- g. Biasanya, tahu yang telah dicetak didiamkan terlebih dahulu (dieramkan) selama satu malam. Setelah itu, tahu direbus kembali sebelum dipasarkan. Pada tahap perebusan ini, dapat ditambahkan garam atau pewarna alami seperti kunyit, masing-masing sebanyak kurang lebih 2 persen dari berat tahu, sesuai kebutuhan.

6. Syarat Mutu Tahu

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3142-1998, tahu merupakan produk pangan berbentuk padat lunak yang dihasilkan dari proses pengolahan kedelai (*Glycine sp.*) melalui metode pengendapan protein, dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan yang diizinkan. Tahu yang beredar di pasaran

memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung pada tingkat kualitasnya. Syarat mutu tahu menurut SNI 01-3142-1998 dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Syarat Mutu Tahu Menurut SNI 01-3142-1998

Jenis uji	Satuan	Persyaratan
Kedaaan:		
Bau		Normal (beraroma khas kedelai)
Rasa		Normal (hambur)
Warna		Putih normal(warna putih bersih alami tanpa pewarna tambahan) atau kuning normal(warna dari proses pendaman air kunyit)
Penampakan		Normal, tidak berendur, dan tidak berjamur
Abu	%(b/b)	Maksimal 1,0
Protein	%(b/b)	Minimal 9,0
Lemak	%(b/b)	Minimal 0,5
Serat kasar	%(b/b)	Maksimal 0,1
Bahan Tambahan Pangan	%(b/b)	Sesuai SNI 0222-M dan Peraturan Menteri Kesehatan No.722/Men/Kes/Per/DK/1998
Cemaran Logam:		
Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 2,0
Tembaga(Cu)	mg/kg	Maksimal 30,0
Seng(Zn)	mg/kg	Maksimal 40,0
Timah(Sn)	mg/kg	Maksimal 40,0 atau 250,0 (dalam kaleng)
Raksa(Hg)	mg/kg	Maksimal 0,03
Arsen(As)	mg/kg	Maksimal 1,0
Cemaran mikroorganisme:		
E.Coli		Negatif
Salmonella	APM ¹ /g/25g	

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3142-1998,

7. Ciri-ciri Tahu Berformalin dan Tidak Berformalin

Menurut (Cahyadi, 2018), Ciri-ciri tahu yang mengandung formalin dan pewarna buatan yaitu sebagai berikut.

- a. Tahu yang mengandung formalin dapat diidentifikasi melalui beberapa karakteristik. Semakin tinggi kadar formalin yang terkandung, maka aroma yang tercium akan semakin menyerupai bau obat yang tajam dan menyengat. Sebaliknya, tahu yang tidak mengandung formalin memiliki aroma khas kedelai.
- b. Dari segi tekstur, tahu yang mengandung formalin cenderung memiliki sifat elastis dan kenyal saat ditekan. Sementara itu, tahu tanpa formalin akan mudah hancur ketika ditekan karena teksturnya lebih lembut.
- c. Daya tahan juga menjadi indikator penting. Menurut (Lamarunga, 2024) Tahu berformalin umumnya dapat bertahan pada suhu 25°C dapat bertahan hingga 3 hari dan jika disimpan pada suhu lemari es 10°C bertahan hingga 15 hari, sedangkan tahu yang bebas dari formalin hanya mampu bertahan selama satu hingga dua hari.
- d. Adapun penggunaan pewarna buatan pada tahu dapat dikenali melalui penampilan fisiknya. Tahu yang menggunakan pewarna sintetis biasanya tampak mengkilap. Sebaliknya, jika tahu diberi pewarna alami seperti kunyit, maka warnanya cenderung tidak

terlalu cerah. Ketika dipotong, tahu yang menggunakan pewarna alami akan menunjukkan warna bagian dalam yang tidak seragam, bahkan sebagian masih tampak berwarna putih.

B. Tinjauan Umum Tentang Kadar Protein

1. Pengertian Protein

Protein merupakan molekul besar dan kompleks yang memiliki peran sangat penting dalam tubuh makhluk hidup. Protein terdiri dari senyawa organik dengan berat molekul tinggi, yang tersusun dari rantai asam amino yang saling terhubung melalui ikatan peptida. Dalam sel, protein menjalankan sebagian besar fungsi penting dan sangat dibutuhkan untuk membentuk struktur tubuh, mendukung fungsi organ, serta mengatur kerja jaringan. Sebagai makromolekul yang serbaguna, protein berperan dalam hampir seluruh proses biologis. Semua makhluk hidup memanfaatkannya untuk menjalankan berbagai fungsi penting dalam metabolisme. Di antaranya, protein bertindak sebagai katalis (enzim), pembawa molekul, penerima sinyal biologis, serta bagian dari struktur tubuh (Noor, 2023).

2. Kebutuhan Protein

Kebutuhan protein dalam tubuh di berbagai kalangan adalah sebagai berikut (Masnar, 2021).

a. ² Kebutuhan Protein Harian Pada bayi

Kebutuhan protein harian untuk bayi usia 0–6 bulan adalah sekitar 12 gram. Sementara itu, untuk bayi berusia 6–12 bulan, disarankan untuk mencukupi asupan protein harian sebesar 18 hingga 35 gram. ¹²⁷ Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan ini adalah dengan menambahkan daging merah ke dalam menu makanan mereka.

b. ² Kebutuhan Protein Harian Pada Usia Anak-anak

Anak-anak memerlukan asupan protein yang lebih tinggi dibandingkan orang dewasa karena mereka sedang berada dalam masa pertumbuhan. Protein sangat dibutuhkan untuk mendukung proses tumbuh kembang serta aktivitas fisik anak. Berdasarkan ⁹⁸ Angka Kecukupan Gizi (AKG) dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, kebutuhan protein harian anak laki-laki usia 5 hingga 11 tahun berkisar antara 49 hingga 56 gram. ⁷⁶ Sementara itu, anak perempuan pada rentang usia yang sama membutuhkan sekitar 49 hingga 60 gram protein per hari.

c. ² Kebutuhan Protein Harian Pada Remaja

Masa remaja merupakan periode dimana pertumbuhan mengalami puncaknya. Dengan demikian diperlukan asupan yang cukup untuk menunjang proses pertumbuhan yang cepat. Seorang remaja membutuhkan asupan zat gizi yang cukup, termasuk protein. Untuk remaja laki-laki usia 12-25 tahun,

kebutuhan protein yang diperlukan sebesar 62-72 gram. Sedangkan remaja perempuan yang berusia 12-25 tahun berkisar 56-59 gram.

d. Kebutuhan Protein Harian Pada Dewasa

Setelah melewati fase remaja, orang dewasa juga membutuhkan asupan nutrisi dengan baik dikarenakan pada tahap usia ini penyakit yang berhubungan dengan nutrisi, seperti diabetes, serangan jantung, dan kanker biasanya bermunculan. Kondisi ini juga dipengaruhi karena nutrisi yang belum idela ketika berada di tahap usia sebelumnya. Dengan demikian, orang dewasa harus memenuhi kebutuhan gizi harian, termasuk asupan protein. Untuk laki-laki dewasa usia 26-45 tahun kebutuhan asupan protein harian yang dibutuhkan adalah 62-65 gram, sedangkan wanita dewasa berusia 26-45 tahun adalah 56 gram. Perbedaan kebutuhan protein laki-laki yang lebih tinggi dibanding wanita karena adanya perbedaan komposisi tubuh.

e. Kebutuhan Protein Harian Pada Ibu Hamil

Di masa kehamilan, memenuhi kebutuhan asupan protein harian adalah hal yang sangat penting. Ini karena kekurangan protein selama hamil bisa mengganggu pertumbuhan janin dan menyebabkan bayi lahir dengan lingk kepala kecil dan berat badan rendah. Oleh karena itu, dianjurkan untuk menambahkan 20 gram dari kebutuhan berdasarkan usia kehamilan maupun

usia bayi saat menyusui. Sumber protein untuk ibu hamil ini sebaiknya sebagian besar berasal dari hewan hewani, seperti ikan, susu, telur, atau daging.

3. Fungsi Protein

Protein adalah agen fungsi biologis. Hampir setiap aktivitas seluler bergantung pada satu atau lebih protein tertentu. Berbagai fungsi protein adalah sebagai berikut (Vasudevan and Vaidyanathan, 2017; Noor, 2023).

a. Enzim

Hingga saat ini, kelompok protein terbesar adalah enzim. Terdapat lebih dari 3.000 jenis enzim yang telah tercantum dalam Nomenklatur Enzim, yaitu referensi standar dalam klasifikasi enzim. Enzim berperan sebagai katalis yang mempercepat laju reaksi kimia dalam proses biologis. Setiap enzim memiliki fungsi yang sangat spesifik dan hanya bekerja pada satu jenis reaksi metabolisme tertentu. Hampir seluruh tahapan dalam proses metabolisme melibatkan enzim sebagai katalisator.

Enzim diklasifikasikan secara sistematis berdasarkan jenis reaksi yang dikatalisnya, misalnya reaksi transfer gugus fosfat (disebut *fosfotransferase*) atau reaksi oksidasi dan reduksi (disebut *oksidoreduktase*). Penamaan resmi enzim biasanya didasarkan pada reaksi spesifik yang dikatalisnya. Sebagai

contoh, enzim bernama ATP: *D-fruktosa-6-fosfat 1-fosfotransferase* menunjukkan reaksi spesifik yang dikatalis. Namun, enzim juga sering dikenal dengan nama umum yang lebih singkat. Dalam hal ini, ATP: *D-fruktosa-6-fosfat 1-fosfotransferase* lebih dikenal dengan nama *fosfofruktokinase*. Kata “*kinase*” sendiri merupakan istilah umum untuk enzim yang memindahkan gugus fosfat dengan bantuan ATP.

b. Protein Pengatur

Beberapa protein tidak mengalami perubahan kimia secara langsung, tetapi berperan dalam mengatur aktivitas protein lain agar dapat menjalankan fungsinya secara fisiologis. Protein jenis ini dikenal sebagai protein pengatur. Salah satu contoh yang dikenal luas adalah insulin. Hormon sendiri merupakan salah satu jenis protein, meskipun tidak semua hormon berbentuk protein. Hormon diproduksi oleh sel-sel tertentu dalam jumlah kecil, namun memiliki peran yang sangat penting dalam proses metabolisme tubuh. Contohnya, hormon insulin dan glukagon berfungsi mengatur metabolisme glukosa. Selain itu, terdapat hormon IGF-I (*Insulin-like Growth Factor-1*) atau *somatomedin C* yang berperan dalam merangsang pertumbuhan tulang. Hormon protein lainnya termasuk berbagai jenis hormon gonadotropik.

c. Protein Transporter

Protein ini berperan dalam mengangkut zat-zat tertentu dari satu lokasi ke lokasi lainnya dalam tubuh. Salah satu contoh mekanisme transportasi ini adalah pengangkutan oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh oleh hemoglobin, atau pengangkutan asam lemak dari jaringan adiposa ke berbagai organ tubuh oleh albumin, yaitu protein yang terdapat dalam darah. Mioglobin berfungsi sebagai pengangkut oksigen di dalam sel-sel otot. Sementara itu, globulin berperan dalam mengikat dan mengangkut zat besi dalam darah. *β -lipoprotein* memiliki fungsi untuk mengangkut lipid dalam aliran darah, sedangkan serum albumin juga berperan dalam mengangkut berbagai jenis asam lemak dalam darah.

d. Protein Penyimpanan

Protein yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan zat gizi disebut sebagai protein penyimpanan. Protein merupakan polimer yang tersusun dari asam amino. Karena nitrogen merupakan unsur penting yang sering membatasi pertumbuhan, organisme memanfaatkan protein sebagai cadangan nitrogen yang dapat digunakan saat dibutuhkan. Contohnya adalah kasein dalam susu, ovalbumin dalam putih telur, zein dalam jagung, serta gliadin dalam gandum. Selain itu, terdapat juga ferritin, yaitu protein yang terdapat pada jaringan hewan dan

berfungsi mengikat serta menyimpan zat besi. Dengan demikian, zat besi tetap tersedia bagi tubuh untuk digunakan dalam pembentukan protein penting seperti hemoglobin.

e. Protein Kontraktil

Protein tertentu memberikan kemampuan khusus bagi sel untuk bergerak. Gerakan ini dapat terlihat pada berbagai proses seperti pembelahan sel, kontraksi otot, dan pergerakan sel itu sendiri. Contoh protein yang berperan dalam proses ini antara lain aktin, myosin, dan tropomiosin B, yang merupakan bagian dari sistem kontraktil sel. Selain itu, terdapat juga tubulin, yaitu komponen utama dari mikrotubulus yang membantu membentuk kerangka sel dan berperan penting dalam pergerakan sel.

f. Protein Struktural

Protein memiliki peran penting dalam membentuk dan mempertahankan struktur biologis, meskipun perannya sering terlihat pasif. Protein struktural berfungsi memberikan kekuatan dan perlindungan bagi sel serta jaringan tubuh. Biasanya, unit dasar protein (*monomer*) akan membentuk rantai panjang melalui proses polimerisasi, seperti yang terjadi pada rambut. Salah satu contoh protein struktural adalah keratin, yaitu ⁵protein berserat yang tidak larut dalam air dan ditemukan pada rambut, kulit, kuku, dan tanduk.

Contoh lainnya adalah kolagen, yaitu protein berserat tidak larut yang banyak terdapat pada tulang, jaringan ikat, tendon, dan tulang rawan. Kolagen membentuk fibril yang kuat dan tidak elastis, dan diketahui mencakup sekitar sepertiga dari total protein pada hewan vertebrata. Selain itu, ada juga elastin, protein struktural yang memiliki sifat elastis dan menjadi komponen penting pada ligamen. Beberapa serangga juga menghasilkan protein struktural, seperti fibroin (jenis α -keratin), yang merupakan komponen utama pembentuk kepompong (sutra) dan jaring laba-laba.

g. Protein Pelindung

Protein memiliki peran penting dalam membentuk dan mempertahankan struktur biologis, meskipun perannya sering terlihat pasif. Protein struktural berfungsi memberikan kekuatan dan perlindungan bagi sel serta jaringan tubuh. Biasanya, unit dasar protein (*monomer*) akan membentuk rantai panjang melalui proses polimerisasi, seperti yang terjadi pada rambut. Salah satu contoh protein struktural adalah keratin, yaitu protein berserat yang tidak larut dalam air dan ditemukan pada rambut, kulit, kuku, dan tanduk.

Contoh lainnya adalah kolagen, yaitu protein berserat tidak larut yang banyak terdapat pada tulang, jaringan ikat, tendon, dan tulang rawan. Kolagen membentuk fibril yang kuat

dan tidak elastis, dan diketahui mencakup sekitar sepertiga dari total protein pada hewan vertebrata. Selain itu, ada juga elastin, protein struktural yang memiliki sifat elastis dan menjadi komponen penting pada ligamen.

Beberapa serangga juga menghasilkan protein struktural, seperti fibroin (jenis *α -keratin*), yang merupakan komponen utama pembentuk kepompong (sutra) dan jaring laba-laba.

4. Sumber Protein

Menurut Gilad James, Terdapat dua jenis protein berdasarkan sumbernya, yaitu protein hewani dan protein nabati. Protein hewani berasal dari hewan, seperti daging, unggas, ikan, telur, serta produk olahan susu. Jenis protein ini mengandung semua asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal. Contoh makanan yang mengandung protein hewani antara lain daging tanpa lemak, ayam, ikan, susu, keju, dan telur.

Sementara itu, protein nabati bersumber dari tumbuhan, seperti kedelai, kacang-kacangan, biji-bijian, dan sejenisnya. Umumnya, protein nabati tidak mengandung semua asam amino esensial, sehingga disebut sebagai protein tidak lengkap. Namun, dengan mengombinasikan berbagai jenis protein nabati, tubuh tetap dapat memperoleh seluruh asam amino yang diperlukan. Contoh

sumber protein nabati meliputi lentil, buncis, tahu, quinoa, susu almond, dan biji chia.

5. Akibat Kelebihan dan Kekurangan Protein

a. Akibat kelebihan protein

Kelebihan asupan protein tidak memberikan manfaat tambahan bagi tubuh. Makanan tinggi protein umumnya juga mengandung lemak dalam jumlah besar, yang dapat meningkatkan risiko kegemukan. Pada anak-anak, terutama balita, konsumsi protein yang berlebihan dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Dampak negatif yang dapat timbul antara lain gangguan keseimbangan asam-basa (*asidosis*), dehidrasi, diare, peningkatan kadar amonia dan ureum dalam darah, serta demam.

Oleh karena itu, penting untuk mengonsumsi protein dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tubuh agar tidak menimbulkan efek samping yang merugikan.

b. Akibat kekurangan protein

1) Kwashiorkor (busung lapar)

Kwashiorkor adalah istilah yang digunakan oleh Cecily Williams untuk menggambarkan kondisi kekurangan protein yang sangat parah pada balita dan anak-anak, meskipun asupan energi atau kalori mereka masih cukup. Kondisi ini ditandai dengan adanya edema akibat kelaparan, yang juga

dikenal sebagai busung lapar. Kwashiorkor merupakan salah satu bentuk malnutrisi yang umumnya terjadi di daerah yang sulit dijangkau oleh perkembangan teknologi, terutama di wilayah miskin dan tandus. Kondisi ini sering muncul saat terjadi krisis pangan, seperti masa kelaparan, bencana alam seperti banjir dan kekeringan, atau serangan hama terhadap tanaman pangan.



Gambar 2.8 Anak yang mengalami kwashiorkor
(Sumber: UNICEF, 2013)

2) Marasmus

Marasmus adalah kondisi yang terjadi ketika anak mengalami kekurangan asupan energi (kalori) dan protein secara bersamaan. ⁵Gejala klinis dari tipe KEP marasmus menurut Depkes RI, tampak sangat kurus, wajah seperti orang tua, cengeng, rewel, kulit keriput, jaringan lemak subkutis sangat sedikit sampai tidak ada (*baggy pant*/pakai celana longgar), perut cekung, iga gambang dan sering

disertai penyakit infeksi (umumnya kronis berulang) serta diare kronis atau konstipasi/susah buang air.



Gambar 2.9 Anak yang mengalami Marasmus
(Sumber: UNICEF, 2013)

6. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Protein

Pengukuran kadar protein dalam bahan pangan umumnya dilakukan menggunakan beberapa metode yaitu sebagai berikut (Rohman, 2024).

a. Analisis Protein secara Kualitatif

1) Reaksi Ninhidrin

Protein yang telah dilarutkan akan menghasilkan warna biru lembayung apabila direaksikan dengan pereaksi ninhidrin. Interaksi antara ninhidrin dan gugus amina primer menghasilkan warna ungu yang dikenal sebagai ungu Ruhemann, dinamai berdasarkan penemunya, Siegfried Ruhemann, pada tahun 1910 (Gambar 2.7). Metode ninhidrin

ini juga dapat dimanfaatkan untuk analisis kuantitatif dalam menentukan kandungan protein total.

Larutan reagen ninhidrin diketahui stabil pada suhu ruang hingga satu bulan apabila disimpan dalam sistem etilen glikol-natrium asetat, tanpa memerlukan penyimpanan dalam lingkungan bebas nitrogen.



Gambar 2.10 Reaksi antara asam amino dan reagen ninhidrin menghasilkan warna ungu
(Sumber: Starcher, 2001)

2) Reaksi biuret

Reagen biuret merupakan campuran yang terdiri dari natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH), tembaga (II) sulfat (CuSO_4), serta kalium natrium sitrat, yang berfungsi sebagai agen pengelat untuk menstabilkan ion kupri (Cu^{2+}). Baik KOH maupun NaOH berperan dalam menciptakan suasana basa, yang diperlukan agar

pembentukan kompleks kelat antara ion tembaga dan ikatan peptida berlangsung secara optimal.

Apabila larutan protein ditambahkan dengan reagen biuret (yang mengandung CuSO_4 , kalium natrium tartrat, dan NaOH), akan terbentuk warna biru lembayung. Senyawa-senyawa yang memiliki dua atau lebih ikatan peptida, ketika berinteraksi dengan ion tembaga dalam kondisi basa, akan membentuk kompleks berwarna ungu. Secara spesifik, ion kupri (Cu^{2+}) bereaksi dengan nitrogen pada ikatan peptida, menghasilkan kompleks berwarna ungu. Reaksi kimia yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Hasil-hasil negatif
dengan reagen Biuret

Hasil-hasil positif
dengan reagen Biuret

Gambar 2.8 Reaksi yang terjadi antara reagen biuret dengan ion tembaga (II) menghasilkan kompleks ungu serta warna yang terjadi (Sumber: Bhagavan, 2002)

3) Analisis Kualitatif dengan Pereaksi Millon

Pada prinsipnya, gugus fenolik yang terdapat dalam asam amino penyusun protein akan bereaksi dengan larutan

merkuri sulfat yang telah diasamkan, membentuk endapan berwarna kuning akibat terbentuknya kompleks antara merkuri dan asam amino. Selanjutnya, dengan penambahan larutan natrium nitrat dan pemanasan, kompleks tersebut akan mengalami perubahan menjadi kompleks merkuri-fenolat yang berwarna merah, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Hasil reaksi Millon negatif

Hasil reaksi Millon positif

G

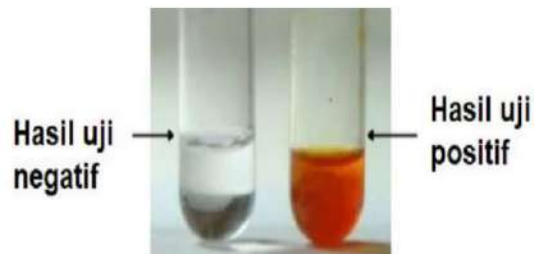
Gambar 2.12 Reaksi yang terjadi antara reagen millon dan protein yang mengandung asam amino (yang mengandung gugus fenol seperti tirosin) menghasilkan kompleks ungu serta warna yang terjadi (Sumber: Bhagavan, 2002)

4) Uji Xantoproteat

Uji ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan asam-asam amino aromatik dalam protein. Asam amino yang memiliki gugus aromatik, seperti tirosin dan triptofan, akan bereaksi dengan asam nitrat pekat membentuk turunan-turunan nitro berwarna kuning. Setelah penambahan larutan

NaOH, terjadi ionisasi pada gugus fenolik, yang menghasilkan perubahan warna menjadi oranye. Meskipun fenilalanin juga memiliki inti aromatik, senyawa ini tidak memberikan hasil positif dalam kondisi normal karena proses nitrasi tidak terjadi pada fenilalanin. Pada prosedur ini, reagen yang digunakan meliputi asam nitrat (HNO_3) pekat dan larutan NaOH 40%.

Adapun prosedur pengujian dilakukan dengan menambahkan 1 mL sampel protein ke dalam tabung uji yang kering, kemudian ditambahkan 1 mL HNO_3 pekat dan dicampurkan hingga homogen. Terbentuk endapan putih yang, setelah pemanasan selama beberapa menit, berubah menjadi warna kuning. Setelah larutan didinginkan, ditambahkan larutan NaOH 40%. Hasil uji dinyatakan positif apabila terjadi perubahan warna menjadi oranye (seperti ditunjukkan pada Gambar 2.13)



Gambar 2.13 Reaksi yang terjadi pada uji xantoproteat menghasilkan warna orange (Sumber: Dhumi., *et al*, 2002)

b. Analisis Kuantitatif Protein

1) Metode Kjeldahl

Metode Kjeldahl bekerja dengan prinsip dasar pengukuran kadar nitrogen dalam suatu bahan pangan sebagai indikator kandungan proteinnya. Proses ini dilakukan melalui tahap-tahap tertentu. Pada tahap awal, sampel dioksidasi hingga menghasilkan amonia yang kemudian bereaksi dengan asam sulfat pekat dan membentuk senyawa amonium sulfat. Selanjutnya, dalam kondisi basa, amonia diuapkan dan ditangkap oleh larutan asam, dan kadar nitrogen diukur menggunakan metode titrasi. Tahapan analisis protein dengan metode ini meliputi:

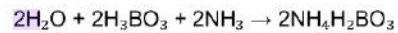
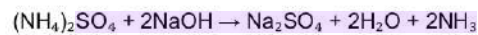
a) Tahap Destruksi

Sampel dipanaskan menggunakan asam sulfat pekat agar bahan pangan terurai menjadi unsur-unsurnya. Proses ini dibantu oleh katalis, seperti campuran natrium sulfat (Na_2SO_4) dan merkuri oksida (HgO), kalium sulfat (K_2SO_4), atau tembaga sulfat (CuSO_4), yang berfungsi untuk mempercepat dan menyempurnakan reaksi.

b) Tahap Distilasi

Larutan hasil destruksi yang mengandung amonium sulfat $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ kemudian ditambahkan natrium hidroksida (NaOH), sehingga menghasilkan gas amonia (NH_3). Selama distilasi, gas amonia yang terbentuk akan menguap dan ditangkap oleh larutan asam borat (H_3BO_3), membentuk senyawa amonium boroat ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{BO}_3$).

Reaksi yang terjadi adalah:



c) Tahap Titrasi

Pada tahap ini, larutan $\text{NH}_4\text{H}_2\text{BO}_3$ dititrasi menggunakan asam klorida encer. Proses ini menyebabkan asam borat dilepaskan dan terbentuk amonium klorida (NH_4Cl). Volume asam klorida yang digunakan dalam titrasi mencerminkan jumlah amonia yang dihasilkan dalam tahap distilasi. Berdasarkan prinsip stoikiometri, diketahui bahwa 1 mol HCl setara dengan 1 mol nitrogen, yang setara dengan 14 gram nitrogen (1 mol HCl = 1 mol N = 14 gram N). Oleh karena itu, kadar nitrogen (%N) dan kadar protein dalam sampel dapat dihitung dengan rumus:

$$\%N = \frac{(\text{VHCl} - \text{VBlanko}) \times \text{NHCl} \times 14,007}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Protein} = \% \text{N} \times \text{faktor konversi}$$

2) Metode Kolometri (Spektroskopi Tampak) dengan Biuret

Penetapan kadar protein dapat dilakukan secara spektrofotometri sinar tampak (*visibel*) atau kolorimetri dengan penambahan reagen tertentu, seperti reagen Biuret atau Lowry. Seperti halnya dalam spektrofotometri UV, metode kolorimetri ini sesuai untuk analisis protein terlarut, misalnya protein dalam darah. Tahapan analisis meliputi penyiapan reagen Biuret hingga perhitungan kadar protein, baik melalui kurva kalibrasi berdasarkan nilai absorbansi sampel maupun dengan membandingkan absorbansi sampel terhadap larutan standar protein.

Dalam metode Biuret, protein bereaksi dengan ion tembaga (Cu^{2+}) membentuk kompleks berwarna ungu. Metode ini digunakan untuk analisis protein dalam sereal, daging, protein kedelai, serta secara kualitatif dalam pakan ternak (AOAC 22.012-22.013). Metode Biuret juga diterapkan untuk analisis protein terpisah. Keunggulannya terletak pada prosedur yang cepat dan sederhana, meskipun sensitivitasnya lebih rendah dibandingkan metode kolorimetri lain.

Matsushita *et al.* (1993) mengembangkan modifikasi metode Biuret, yaitu "metode Biuret terbalik",

yang secara signifikan meningkatkan sensitivitas. Pada metode ini, ion kupri (Cu^{2+}) berlebih yang tidak terikat dalam kompleks biuret direduksi oleh asam askorbat menjadi ion kufro (Cu^+), yang kemudian bereaksi dengan batokufroin membentuk kompleks Cu-batokufroin. Konsentrasi kompleks ini berbanding terbalik dengan kadar protein. Sensitivitas metode Biuret terbalik ini dilaporkan lebih tinggi dibandingkan metode Lowry maupun metode berbasis pengikatan zat warna.

Reaksi Biuret juga memberikan hasil positif terhadap senyawa dengan gugus $-\text{CH}_2\text{NH}_2$, $-\text{CHNHNH}_2$, dan $-\text{CSNH}_2$. Oleh karena itu, keberadaan senyawa non-protein dengan gugus serupa dapat mengganggu akurasi penetapan kadar protein. Struktur peptida, seperti pada protein dan turunannya yang mengandung ikatan $-\text{CONH}-\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}-$, juga menunjukkan reaksi positif. Selain itu, metode ini memerlukan minimal 2–4 mg protein untuk pengujian dan dapat terganggu oleh konsentrasi garam amonium yang tinggi. Variasi warna berdasarkan jenis protein, kekeruhan akibat kandungan karbohidrat atau lemak tinggi, serta sifat metode yang tidak baku menyebabkan perlunya standarisasi menggunakan

protein rujukan (seperti BSA) atau melalui metode nitrogen Kjeldahl (Sapan et al., 1999).

3) Metode Kolorimetri dengan Lowry

Metode Lowry memiliki prinsip yang serupa dengan metode Biuret, namun perbedaannya terletak pada jenis reagen yang digunakan. Pada metode ini digunakan reagen Lowry serta larutan protein BSA (*Bovine Serum Albumin*) untuk pembuatan kurva standar. Metode Lowry dikenal memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode Biuret dalam analisis kandungan protein.

4) Metode Spektroskopi Ultraviolet (UV)

Metode ini hanya dapat diterapkan untuk protein dalam bentuk terlarut dan merupakan teknik yang umum digunakan dalam analisis protein pada cairan biomedis. Dalam penetapan kadar protein melalui spektroskopi UV, *bovine serum albumin* (BSA) digunakan sebagai standar pembanding karena memberikan tingkat reproduktifitas yang tinggi, disebabkan oleh keberadaan asam amino penyusunnya yang mengandung cincin aromatik, seperti *fenilalanin*, *triptofan*, dan *tirosin*. *Triptofan* memiliki puncak absorbansi pada panjang gelombang 280 nm, sedangkan *tirosin* pada 278 nm. Sementara itu, *fenilalanin*

menunjukkan absorbansi yang lebih lemah dan ¹⁶⁶ pada panjang gelombang yang lebih pendek.

Absorbansi pada panjang gelombang ¹² 280 nm dapat digunakan untuk mengestimasi konsentrasi protein dalam larutan. Agar hasil pengukuran lebih akurat, perlu dilakukan koreksi terhadap kemungkinan keberadaan asam nukleat dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang ¹² 260 nm. Pengukuran pada 260 nm bertujuan untuk mendeteksi kemungkinan kontaminasi protein oleh asam nukleat. Nilai absorptivitas molar (ϵ) beberapa jenis protein pada panjang gelombang tertentu disajikan dalam Tabel 3.4. Rasio absorbansi pada ³⁵ panjang gelombang 280 nm terhadap 260 nm digunakan untuk menentukan faktor koreksi berdasarkan tabel referensi. Penetapan kadar protein menggunakan spektrofotometri UV dilakukan.

C. Tinjauan umum Bahan Pengawet

1. Pengertian Bahan Pengawet

Pengawetan merupakan suatu metode atau tindakan yang dilakukan oleh manusia terhadap bahan pangan agar tidak mudah mengalami kerusakan. Istilah ini sering kali sulit dibedakan dengan istilah pengolahan. Sementara itu, pengolahan adalah suatu proses atau keterampilan dalam mengubah suatu bahan menjadi bentuk lain yang memiliki sifat berbeda dari bahan aslinya. Produk hasil

pengolahan bisa bersifat mudah rusak atau tahan lama, tergantung pada perlakuan tambahan yang diberikan selama atau setelah proses pengolahan. Sebagai contoh, ikan asin adalah hasil dari proses pengolahan, di mana ikan diberi kadar garam tinggi sekitar 18–20 persen dan kadar airnya diturunkan, sehingga lebih tahan lama (Suprayitno, 2022).

2. Tujuan Bahan Pengawet

Tujuan dari proses pengawetan adalah untuk memperlambat atau mencegah terjadinya kerusakan pada bahan, menjaga kualitasnya, serta menghindari risiko keracunan. Dengan demikian, pengawetan dapat mempermudah proses penanganan dan penyimpanan. Sebenarnya, pengawetan lebih tepat dianggap sebagai upaya memperlambat laju kerusakan, karena pada akhirnya semua bahan tetap akan mengalami penurunan mutu. Bahan yang telah diawetkan cenderung memiliki nilai dan harga jual yang lebih tinggi, karena memiliki risiko kerusakan yang lebih rendah (Suprayitno, 2022).

Pengawetan bahan nabati maupun hewani memiliki tujuan utama untuk menjaga kandungan nilai gizinya agar tetap baik meskipun disimpan dalam waktu yang lama. Selain itu, pengawetan juga memiliki tujuan khusus yang disesuaikan dengan jenis bahan yang diawetkan. Secara umum, pengawetan dapat memberikan manfaat ekonomi, seperti meningkatkan nilai jual produk dan

membantu meningkatkan kesejahteraan masyarakat di suatu daerah. Menurut Kementerian Kesehatan dalam Grace., *et al.* (2022), pengawetan bertujuan untuk mencegah kerusakan bahan, menjaga mutu atau kualitas, menghindari risiko keracunan, serta mempermudah proses penyimpanan (Sajidan, 2023).

125 3. Prinsip pengawetan

Prinsip pengawetan pangan ada tiga, yaitu: (Tingginehe, 2022).

- a. Menghindari kerusakan akibat faktor lingkungan, termasuk serangan hama, dengan cara menjaga kondisi penyimpanan dan perlindungan fisik bahan pangan.
- 69 b. Mencegah atau memperlambat proses dekomposisi alami (*autolisis*) pada bahan pangan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menghentikan atau menonaktifkan kerja enzim alami, misalnya melalui proses blansir (perebusan singkat). Selain itu, laju reaksi kimia juga dapat dikurangi, misalnya dengan mencegah oksidasi melalui penambahan zat antioksidan.
- 7 c. Mencegah atau menghambat kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme, yang dapat dilakukan dengan beberapa cara:
 - 1) Menghindari kontaminasi mikroorganisme, misalnya dengan menerapkan teknik kerja aseptis.
 - 2) Menghilangkan mikroorganisme dari bahan pangan, seperti melalui proses penyaringan (filtrasi).

- 3) Menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme, misalnya dengan menggunakan suhu rendah, pengeringan, kondisi tanpa oksigen (*anaerob*), atau penambahan bahan pengawet kimia.

4. Metode pengawetan

a. Metode pengawetan tradisional

1) Fermentasi

Pangan fermentasi adalah jenis makanan atau minuman yang diproses dengan bantuan mikroorganisme atau enzim, sehingga terjadi perubahan biokimia yang diinginkan dan menghasilkan karakteristik khas pada produk tersebut. Fermentasi juga merupakan salah satu cara pengawetan pangan yang efisien karena tidak memerlukan banyak energi (Yanti, 2023).

2) pendinginan

Berdasarkan pernyataan WHO (2021), pembekuan merupakan metode yang efektif untuk menghambat laju pertumbuhan bakteri mesofilik, sehingga dapat membantu menjaga keamanan dan kualitas pangan. Pendinginan dilakukan pada rentang suhu 0 hingga 4°C, sedangkan pembekuan dilakukan pada suhu di bawah -18°C (Usma, 2024).

3) Pengemasan

Kemasan antimikroba adalah jenis kemasan yang dirancang untuk menghentikan, menghambat, atau memperlambat pertumbuhan mikroorganisme patogen pada makanan maupun bahan kemasannya, sehingga dapat membantu menjaga keamanan dan kualitas produk (Setiarto, 2020).

4) Penggaraman

Penggaraman adalah metode pengawetan makanan dengan cara menambahkan garam ke dalam produk yang ingin diawetkan. Penambahan garam ini berfungsi untuk menurunkan aktivitas air dalam bahan pangan, sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperlambat proses pembusukan. Selain itu, garam menciptakan kondisi osmotik yang tinggi, yang menyebabkan mikroorganisme kehilangan cairan dan mati akibat tekanan osmosis (Usma, 2024).

5) Pengerinan

Pengerinan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara alami menggunakan sinar matahari atau secara buatan dengan bantuan oven maupun alat pengering khusus (Usma, 2024).

6) Pengasapan

Proses ini melibatkan pemaparan produk terhadap asap yang berasal dari pembakaran jenis kayu tertentu, sehingga selain memberikan efek pengawetan, juga menambahkan aroma dan rasa khas pada produk (Pearson & Gillett, 1996). Proses pengasapan tidak hanya menghasilkan rasa yang khas, tetapi juga mampu meningkatkan daya tahan produk pangan hewani terhadap kerusakan mikroba (Usma, 2024).

b. Metode pengawetan modern

1) Penggunaan Iradiasi

Penggunaan radiasi ionisasi dimanfaatkan untuk membunuh mikroorganisme, serangga, dan parasit tanpa mengurangi kualitas atau nilai gizi makanan. Contoh penerapannya terdapat pada rempah-rempah kering dan produk daging (Nurhayati, 2024).

2) Pengolahan dengan suhu tinggi maupun suhu rendah.

Metode pendinginan dan pembekuan merupakan teknik pengawetan yang sering diterapkan dalam industri perikanan modern. Kedua metode ini bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme serta memperlambat proses oksidasi, sehingga produk perikanan

162 dapat disimpan lebih lama tanpa mengalami penurunan kualitas atau kerusakan (Sahar, 2024).

5. Jenis-jenis Bahan Pengawet

Pengawet adalah bahan tambahan pangan yang digunakan untuk memperpanjang masa simpan makanan, 71 sehingga lebih tahan lama dan tidak cepat rusak. 154 Sejak zaman dahulu, nenek moyang kita telah mengenal beberapa jenis pengawet alami seperti gula, cuka, dan garam. Saat ini, penggunaan pengawet telah berkembang pesat, terutama pada makanan kemasan. Pengawet pangan 107 dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu pengawet alami dan pengawet buatan. Berikut adalah beberapa jenis bahan pengawet yang sering digunakan (Murdianti, 2018).

a. Bahan Pengawet yang Diperbolehkan Untuk Bahan Pangan

1) Pengawet Alami

Pengawetan bahan pangan secara alami dapat dilakukan dengan menambahkan bahan-bahan alami atau melalui proses pemasakan. Beberapa bahan alami yang sering digunakan antara lain gula, garam, dan cuka.

Pengawetan alami dapat dilakukan melalui berbagai metode seperti;

- a) Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kandungan air dalam bahan makanan. Proses ini dapat dilakukan dengan cara penjemuran, pemanasan, atau pengasapan

- b) Pembekuan atau pendinginan bekerja dengan cara membekukan air dalam bahan makanan, sehingga aktivitas bakteri terhenti dan pertumbuhannya terhambat.
- c) Pengalengan adalah proses pengemasan makanan dalam kaleng yang telah disterilkan, kemudian dipanaskan untuk memastikan kebersihannya
- d) Iradiasi atau penyinaran menggunakan sinar ultraviolet atau sinar gamma untuk menghambat atau membunuh bakteri tanpa merusak makanan.

2) Pengawet buatan

Pengawet buatan berfungsi untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang masa simpan produk makanan. Karena peranannya ini, pengawet sering disebut juga sebagai senyawa antimikroba. Penggunaan pengawet harus disesuaikan dengan batas aman yang telah ditetapkan. Berdasarkan komposisi kimianya, pengawet buatan dibagi menjadi dua jenis, yaitu pengawet organik dan anorganik, yang masing-masing tersedia dalam bentuk asam atau garam. Setiap jenis memiliki tingkat efektivitas yang berbeda dalam menghambat pertumbuhan bakteri, ragi, maupun kapang (Mulyati, 2023).

¹⁹ a) Pengawet Organik

Pengawet organik lebih mudah diproduksi dan umumnya digunakan dalam bentuk asam atau garam. Beberapa contohnya ¹¹⁷ adalah asam sorbat, asam propionat, asam benzoat, dan asam asetat. Jenis ini lebih sering digunakan dibandingkan pengawet anorganik.

b) Pengawet Anorganik

Sulfit, nitrat, dan nitrit merupakan contoh pengawet anorganik yang umum digunakan. Beberapa bentuk sulfit yang dipakai meliputi gas sulfur dioksida (SO_2), garam natrium atau kalium sulfit, bisulfit, dan metabisulfit. Asam sulfit dalam bentuk yang tidak terdisosiasi adalah bentuk yang paling efektif dan umumnya terbentuk pada pH di bawah 3. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah mengizinkan penggunaan beberapa jenis pengawet ini dengan batasan dosis tertentu yang berlaku secara internasional. Namun, masih ¹¹⁸ ditemukan produsen yang menggunakan pengawet yang telah dilarang oleh pemerintah, baik karena ketidaktahuan maupun ⁶ dengan sengaja.

b. Bahan Pengawet yang Dilarang Untuk Bahan Pangan

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia

No.722/Menkes/Per/IX/88 bahan tambahan pangan yang dilarang digunakan untuk pangan yaitu:

- 1) Asam borat dan senyawa borat
- 2) Asam salisilat dan garamnya
- 3) Salsilat
- 4) Dietilpirokarbonat
- 5) Dulsin
- 6) Kalsium klorat
- 7) Kloramfenikol
- 8) Minyak nabati yang dibrominasi
- 9) Nitrofurazon
- 10) Formalin (formaldehida).

6. Faktor Penyebab Kerusakan Pangan

Faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan pangan adalah sebagai berikut (Tingginehe, 2022).

- a. Pertumbuhan mikroorganisme yang memanfaatkan bahan pangan sebagai sumber nutrisi untuk menghasilkan racun di dalam makanan.
- b. Proses pemecahan dan pelayuan alami (*senescence*) yang terjadi akibat aktivitas enzim bawaan dalam bahan pangan,

sehingga menyebabkan kematangan berlebihan atau kerusakan.

- c. Reaksi kimia antara komponen-komponen pangan atau antara komponen pangan dengan zat lain dari lingkungan penyimpanan, yang dapat menyebabkan perubahan kualitas atau kerusakan pangan.
- d. Kerusakan fisik akibat faktor lingkungan, baik yang terjadi selama proses pengolahan maupun saat penyimpanan pangan.
- e. Kontaminasi oleh serangga, parasit, dan hewan pengerat seperti tikus, yang dapat menurunkan kualitas dan keamanan pangan.

D. Tinjauan Umum Tentang Formalin

1. Pengertian Formalin

Formalin (*formaldehid*) merupakan salah satu zat yang dilarang penggunaannya dalam bahan pangan. Zat ini dapat bereaksi dengan cepat terhadap lapisan lendir pada saluran pencernaan dan pernapasan. Di dalam tubuh, formalin dengan cepat mengalami proses oksidasi dan berubah menjadi asam format, terutama di hati dan sel darah merah (Suparmono, & Hudaidah, 2014). **Formalin** adalah larutan tidak berwarna dengan bau yang menyengat, terdiri dari 37% formaldehid (metanal), 15% metanol, dan sisanya adalah air. Oleh karena itu, kandungan utama formalin adalah formaldehid, sehingga kedua istilah tersebut sering dianggap sama. Dalam ilmu kimia, formalin diklasifikasikan sebagai

senyawa organik dari golongan aldehida dengan rumus molekul CH_2O , yang dikenal juga sebagai formaldehid atau metanal (Putera, 2023).

2. Sifat Fisika dan Kimia Formalin

Sifat Fisika Formalin:

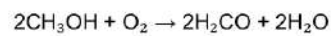
- a. Dalam kondisi suhu dan tekanan ruang, formalin murni berada dalam bentuk gas.
- b. Zat ini mudah terbakar, memiliki aroma yang tajam dan menyengat, serta dapat menyebabkan iritasi pada selaput lendir.
- c. Formalin mudah larut dalam air. Memiliki kemampuan
- d. membunuh mikroorganisme atau kuman.
- e. Titik beku formalin adalah $-118\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- f. Titik didih formalin adalah $-19,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sifat Kimia Formaldehida:

- a. Formaldehida dapat mengalami reaksi reduksi menjadi metanol dan reaksi oksidasi menjadi asam format atau menjadi karbon dioksida (CO_2) dan dinitrogen monoksida (N_2O).
- b. Dalam kehadiran katalis asam, formaldehida dapat bereaksi dengan alkohol glikol atau senyawa polihidroksi menghasilkan senyawa formal metilen eter.
- c. Ketika bereaksi dengan hidrokarbon aromatik, formaldehida dapat membentuk senyawa klorometil.

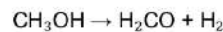
Secara industri, formaldehida diproduksi melalui proses oksidasi katalitik metanol. Katalis yang umum digunakan dalam proses ini adalah logam perak atau campuran oksida besi dengan molibdenum dan vanadium.

Pada sistem yang menggunakan oksida besi, yang dikenal sebagai proses Formox, reaksi antara metanol dan oksigen berlangsung pada suhu sekitar 250 °C, menghasilkan formaldehida sesuai reaksi kimia berikut:



Sementara itu, jika digunakan katalis berbasis logam perak, reaksi dilakukan pada suhu yang lebih tinggi, sekitar 650 °C. Pada kondisi ini, terbentuk formaldehida melalui dua jalur reaksi, yaitu:

- a. Reaksi oksidasi (seperti pada proses Formox), dan
- b. Reaksi dehidrogenasi, dengan persamaan sebagai berikut:



3. Fungsi Formalin

Formalin merupakan zat kimia yang digunakan untuk berbagai keperluan. Dalam bidang kebersihan, formalin dipakai untuk membersihkan lantai, gudang, pakaian, dan kapal, serta untuk membasmi kuman dan serangga. Dalam industri, formalin digunakan dalam proses fotografi untuk mengeraskan agar-agar dan pelapis kertas. Selain itu, formalin juga menjadi bahan dasar dalam pembuatan pupuk urea, produk parfum, pengawet dalam

produk kecantikan, pengeras kuku, penghambat korosi pada sumur minyak, serta sebagai perekat dalam industri kayu lapis (plywood). Dalam jumlah yang sangat kecil (kurang dari 1%), formalin juga digunakan sebagai pengawet dalam berbagai produk rumah tangga seperti karpet, cairan pencuci piring, pelembut pakaian, produk perawatan sepatu, sampo, dan lilin mobil. (Dewi, 2019).

Kegunaan formalin antara lain sebagai berikut. (Syailani, 2019).

- a. Pengawet mayat.
- b. Pembasmi lalat dan serangga pengganggu lainnya.
- c. Bahan pembuatan sutra sintetis, zat pewarna, cermin, kaca.
- d. Pengeras lapisan gelatin dan kertas dalam dunia fotografi.
- e. Bahan pembuatan pupuk dalam bentuk urea.
- f. Bahan untuk pembuatan produk parfum.
- g. Bahan pengawet produk kosmetika dan pengeras kuku.
- h. Pencegah korosi untuk sumur minyak.
- i. Dalam konsentrasi yang sangat kecil (kurang dari 1%), Formalin digunakan sebagai pengawet untuk berbagai barang konsumen seperti pembersih barang rumah tangga, cairan pencuci piring, pelembut kulit, perawatan sepatu, shampo mobil, lilin, dan pembersih karpet.

4. Penyalahgunaan Formalin

Berdasarkan hasil berbagai survei dan pemeriksaan laboratorium, ditemukan sejumlah produk pangan yang mengandung formalin sebagai bahan pengawet. Penggunaan formalin dalam makanan merupakan tindakan yang tidak sesuai dengan ketentuan, dan umumnya dilakukan oleh produsen atau pengusaha makanan yang tidak bertanggung jawab. Beberapa jenis produk yang sering ditemukan mengandung formalin antara lain (Syailani, 2019).

- a. Ikan segar: Ciri-ciri ikan yang mengandung formalin antara lain berwarna putih bersih, teksturnya kenyal, insangnya berwarna merah tua (bukan merah segar), tahan lama, dan tidak mudah membusuk.
- b. Ayam potong: Daging ayam yang telah dipotong tampak berwarna putih bersih, tahan lama, dan tidak cepat busuk.
- c. Mie basah: Mie yang mengandung formalin biasanya lebih awet dan tidak cepat basi jika dibandingkan dengan mie yang tidak mengandung bahan tersebut.
- d. Tahu: Tahu yang mengandung formalin umumnya memiliki bentuk yang rapi, teksturnya kenyal, tidak mudah hancur, serta tahan lama dan tidak cepat basi.

5. Metabolisme Formalin Dalam Tubuh

Formalin dalam konsentrasi tinggi dapat bereaksi secara kimia dengan hampir semua zat dalam sel tubuh, yang pada akhirnya menyebabkan kerusakan dan kematian sel. Hal ini menimbulkan efek racun bagi tubuh. Paparan formalin dalam jumlah tinggi juga dapat menyebabkan iritasi pada lambung, reaksi alergi, serta memiliki sifat karsinogenik (dapat memicu kanker) dan mutagenik (dapat menyebabkan mutasi gen). Gejala yang mungkin muncul akibat konsumsi formalin meliputi mual, muntah, diare yang disertai darah, serta risiko kematian akibat kegagalan sistem peredaran darah. Dalam bentuk gas, formalin tidak berwarna namun memiliki bau yang sangat tajam dan menyengat, yang dapat mengiritasi hidung, tenggorokan, dan mata. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melalui Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 722/MenKes/Per/IX/88 telah menetapkan bahwa formalin termasuk bahan tambahan pangan yang dilarang penggunaannya. Jika terhirup atau tertelan, formalin dapat dengan cepat bereaksi dengan lapisan lendir pada saluran pencernaan maupun saluran pernapasan. Di dalam tubuh, formalin akan dioksidasi dengan cepat menjadi asam format, terutama di hati dan sel darah merah. Asam format ini dalam jumlah besar dapat menyebabkan kerusakan pada saraf optik serta memicu kondisi asidosis (peningkatan kadar asam dalam tubuh), yang menjadi

penyebab gejala umum keracunan dan bahkan kematian. Terkait sifat karsinogeniknya, formalin tergolong sebagai senyawa karsinogen golongan IIA, yaitu golongan yang diduga berpotensi menyebabkan kanker, meskipun bukti dari hasil penelitian pada manusia masih terbatas. Dalam jumlah kecil, formalin dapat larut dalam air dan dibuang melalui cairan tubuh, sehingga sulit terdeteksi keberadaannya dalam darah (Dahlan, 2023).

6. Dampak Formalin terhadap Kesehatan

Meskipun formalin memiliki banyak manfaat dalam dunia industri, zat ini juga sering disalahgunakan oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Paparan formalin pada manusia dapat terjadi melalui tiga jalur, yaitu tertelan (ingesti), terhirup (inhalasi), atau melalui kontak langsung dengan kulit. Formalin dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan yang terkontaminasi, udara yang tercemar, atau melalui kulit yang bersentuhan langsung dengan zat tersebut. Paparan formalin dapat menimbulkan dampak keracunan yang bersifat akut maupun kronis. Dampak akut meliputi gejala seperti sakit perut, pusing, iritasi kulit, kemerahan, reaksi alergi, mata berair, mual, dan muntah. Sementara itu, paparan jangka panjang atau kronis dapat menyebabkan kerusakan hati, gangguan sistem saraf, kerusakan ginjal, dan karena sifat formalin yang karsinogenik, paparan berkelanjutan juga dapat memicu pertumbuhan sel kanker. Oleh karena itu, penggunaan formalin

sebagai bahan tambahan dalam makanan telah dilarang, karena dapat membahayakan kesehatan manusia (Arumdani, 2024).

7. Lama Waktu Perendaman Formalin Terhadap Tahu

Pengaruh lama perendaman formalin pada tahu terhadap kadar protein telah diteliti dalam beberapa studi. Salah satu penelitian oleh Purawisastra dan Sahara (2011) menunjukkan bahwa perendaman tahu dalam larutan formalin 1% selama 6 jam menyebabkan penurunan kadar protein yang signifikan. Hal ini disebabkan oleh reaksi gugus aldehid pada formalin yang mengikat protein, membentuk senyawa metilen yang bersifat reversibel. Ikatan ini dapat mengubah struktur protein, sehingga mengurangi ketersediaan biologis dan nilai gizinya.

²⁴E. Kerangka Konseptual

Kerangka konsep dalam penelitian ini dirancang untuk menggambarkan secara sistematis hubungan antara variabel-variabel yang dikaji, yaitu keberadaan formalin dalam tahu serta pengaruhnya terhadap kadar protein sebagai indikator nilai gizi. Tahu dipilih sebagai objek penelitian karena merupakan salah satu bahan pangan nabati yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, khususnya di Kota Makassar. Namun demikian, maraknya penggunaan bahan tambahan berbahaya seperti formalin pada produk tahu menimbulkan kekhawatiran terhadap aspek keamanan pangan dan kandungan gizinya.

Penelitian ini diawali dengan proses identifikasi terhadap sampel tahu yang diperoleh dari beberapa pasar tradisional di Kota Makassar. Sampel-sampel tersebut kemudian dianalisis melalui dua pendekatan utama, yaitu pengujian formalin dan pengujian kadar protein. Untuk pengujian formalin hanya menggunakan pendekatan uji kualitatif metode kalium permanganat.

Pengujian formalin terdapat dua pendekatan, yaitu uji kualitatif dan uji kuantitatif. Uji kualitatif bertujuan untuk mendeteksi keberadaan formalin secara visual melalui perubahan warna atau reaksi kimia sederhana. Adapun metode yang digunakan meliputi uji Kalium Permanganat (KMnO_4). Hasil dari uji ini memberikan indikasi awal terhadap ada atau tidaknya formalin dalam sampel.

Data hasil pengujian formalin akan diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu positif (sampel mengandung formalin) dan negatif (sampel tidak mengandung formalin). Sampel-sampel yang menunjukkan hasil positif akan ditentukan berapa persen tahu yang mengandung formalin di kota Makassar dan akan digunakan sebagai kontrol positif, sedangkan sampel yang menunjukkan hasil negatif akan dianalisis lebih lanjut untuk dilakukan perendaman dengan variasi konsentrasi formalin untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kadar protein serta potensi bahaya yang mungkin ditimbulkan bagi kesehatan konsumen.

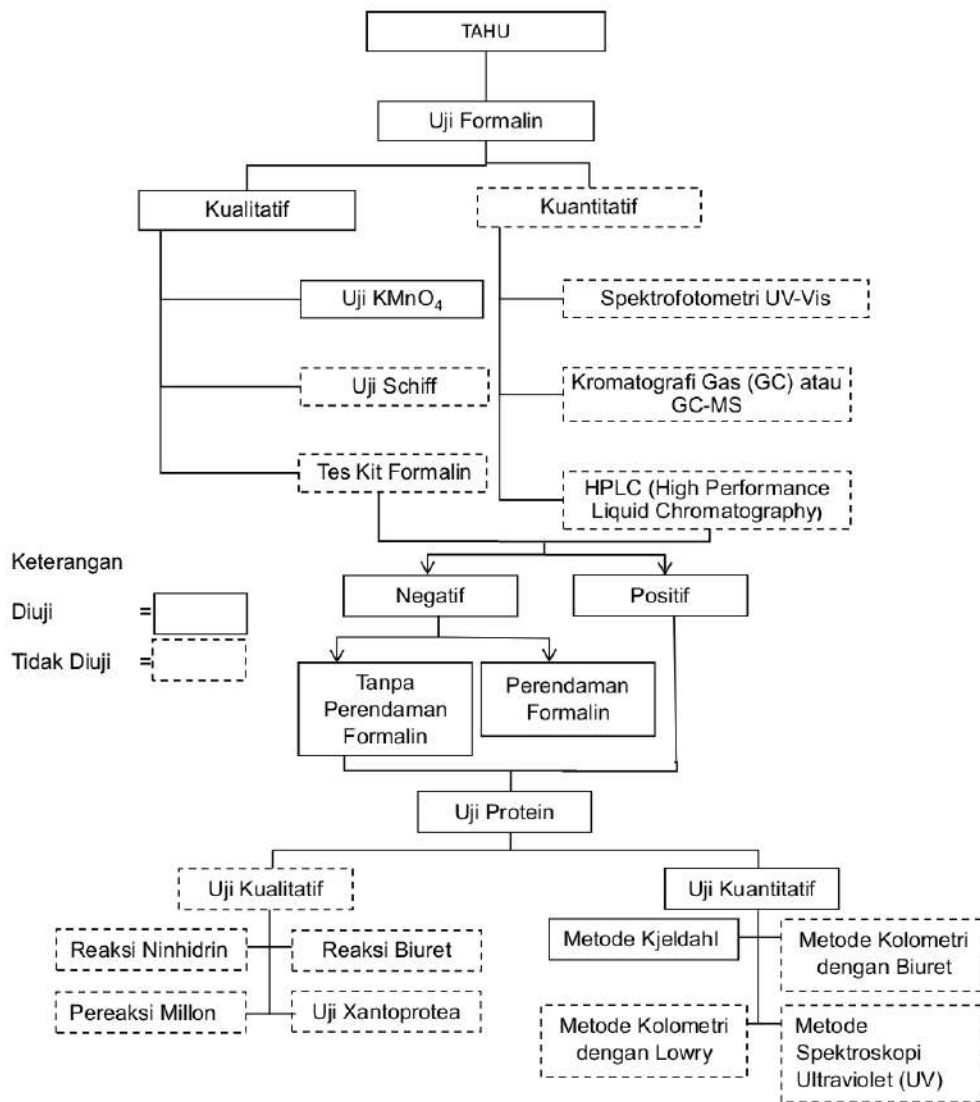
Penelitian ini juga mengkaji kadar protein dalam tahu untuk mengetahui apakah terdapat perubahan atau penurunan nilai gizi sebagai akibat dari penggunaan formalin. Pengujian kadar protein dilakukan dengan beberapa metode yakni uji kualitatif yang meliputi Reaksi Ninhidrin, Reaksi Biuret, Pereaksi Millon, dan Uji Xantoprotea. Dan uji kuantitatif, yakni Metode Kjeldahl, Metode Kolometri dengan Biuret, Metode Kolometri dengan Lowry, dan Metode Spektroskopi Ultraviolet (UV). Dari beberapa metode yang dijelaskan, pada penelitian ini hanya menggunakan uji kuantitatif dengan metode kjedhal.

Temuan-temuan dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam memberikan rekomendasi kebijakan, edukasi konsumen, serta mendorong pengawasan yang lebih ketat terhadap peredaran bahan pangan di tingkat lokal maupun nasional. Dengan demikian, kerangka konsep ini tidak hanya mengarahkan jalannya penelitian secara metodologis, tetapi juga menjadi acuan dalam memahami hubungan sebab-akibat antara penggunaan formalin, perubahan kandungan protein, dan dampaknya terhadap kesehatan serta kebijakan pangan yang berkelanjutan.

Salah satu kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi yang memberikan manfaat besar bagi umat manusia adalah teknik pengawetan makanan, baik secara alami maupun menggunakan bahan sintetis. Salah satu bahan yang sering disalahgunakan adalah

formalin. Penggunaan formalin dalam jumlah yang tidak sesuai dapat menurunkan kandungan protein dalam tahu serta membahayakan kesehatan konsumen.

Jika tertelan dalam jumlah besar, formalin dapat bereaksi dengan berbagai komponen sel tubuh, mengganggu fungsi sel, dan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan. Kandungan formalin yang tinggi dalam tahu dapat menyebabkan iritasi pada lambung, reaksi alergi, serta bersifat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker) dan mutagenik (dapat merusak atau mengubah fungsi sel dan jaringan tubuh). Gejala yang mungkin timbul akibat mengonsumsi tahu yang mengandung formalin antara lain muntah, diare berdarah, buang air kecil bercampur darah, bahkan dapat berujung pada kematian akibat kegagalan sistem peredaran darah.



Gambar 2.12 kerangka konseptual

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan menggunakan teknik analisa kuantitatif yaitu menentukan kadar protein pada tahu dengan menggunakan variasi konsentrasi formalin.

B. Tempat dan Waktu penelitian

1. Tempat penelitian

Tempat penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar dan Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar Kelas 1 (Labkesmas Makassar 1).

2. Waktu penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 6 - 8 Juli 2025.

C. Populasi, Sampel, Teknik Pengambilan Sampel, Dan Kriteria

Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah tahu yang dijual di pasar tradisional Makassar.

2. Sampel

Sampel yang di gunakan dalam penelitian ini adalah sampel tahu yang tidak mengandung formalin setelah dilakukan uji formalin.

3. Besar Sampel

Jumlah sampel yang akan ditetapkan dalam penelitian ini sebanyak 10 sampel yang diambil dari 10 penjual yang berbeda di pasar tradisional Makassar. Salah satu sampel yang dinyatakan negatif mengandung formalin akan dilakukan perendaman dengan variasi konsentrasi formalin 1%, 2%, 3%, dan 4% dan sampel yang dinyatakan positif akan dijadikan kontrol positif dan diukur kadar proteinnya.

4. Kriteria sampel

a. Inklusi

- 1) Tahu yang dijual eceran di pasar tradisional
- 2) Belum diolah menjadi makanan yang siap disajikan
- 3) Tahu yang sudah bermalam

b. Eksklusi

- 1) Sampel mengalami kerusakan saat proses pengiriman/sampai di laboratorium.
- 2) Sampel terkontaminasi sebelum pemeriksaan.

5. Teknik pengambilan sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah *Purposive sampling*. Peneliti akan melakukan kunjungan ke pasar

tradisional yang dipilih sesuai kriteria sampel inklusi. ¹⁵⁶ Pasar tradisional yang dipilih yakni pasar Pa'baeng-baeng Kota Makassar dan mengumpulkan 10 sampel dari penjual tahu yang berbeda.

D. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah perendaman formalin dengan variasi konsentrasi.

2. Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar protein pada tahu.

E. Definisi Operasional

1. Deteksi Formalin pada Tahu

Tahu yang telah diambil dan diuji menggunakan metode uji permanganat untuk mendeteksi kandungan formalin adalah ²¹ sampel tahu yang diperoleh dari pasar tradisional di kota Makassar. Sampel tahu tersebut kemudian diuji dengan mencampurkan larutan kalium permanganat (KMnO_4). Uji dilakukan dengan meneteskan permukaan sampel menggunakan larutan KMnO_4 , yang akan membentuk cincin berwarna ungu. Apabila setelah dihomogenkan warna ungu tersebut menghilang, maka sampel dianggap mengandung formalin. Sebaliknya, jika warna ungu tetap bertahan setelah dihomogenkan, maka sampel tersebut dianggap tidak mengandung formalin.

2. Perendaman tahu dengan formalin

Tahu yang telah dipastikan tidak mengandung formalin ¹⁴⁵ direndam dalam larutan formalin dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, dan 4%. Sebagai kontrol negatif, satu sampel tahu yang juga dipastikan bebas formalin tidak direndam dalam larutan formalin dan disimpan dalam kondisi tanpa perlakuan tambahan, sedangkan untuk kontrol positif, tahu yang diambil dari pasar yang terdeteksi mengandung formalin. Proses perendaman ini bertujuan untuk mengamati pengaruh konsentrasi formalin terhadap kadar protein pada tahu, serta membandingkannya dengan sampel kontrol yang tidak diberi perlakuan dan sampel kontrol positif mengandung formalin sebelum perendaman dilakukan.

3. Kadar Protein pada Tahu

Kadar protein dalam sampel tahu setelah perendaman formalin diukur menggunakan metode Kjeldahl, yang menghitung jumlah nitrogen total dalam sampel sebagai indikator kandungan protein. Setelah memperoleh nilai nitrogen, kadar protein dihitung ¹¹⁹ dengan mengalikan nitrogen yang diperoleh dengan faktor konversi 6,25, berdasarkan asumsi bahwa protein mengandung 16% nitrogen.

F. Instrumen Penelitian

1. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode kjeldahl.

2. Prinsip penelitian

Prinsip metode Kjeldahl adalah mengukur kadar protein berdasarkan jumlah nitrogen dalam sampel. Sampel terlebih dahulu dipanaskan dengan asam sulfat hingga semua nitrogen berubah menjadi bentuk ammonium sulfat. Setelah itu ditambahkan larutan basa sehingga terbentuk gas amonia. Gas ini kemudian disuling dan ditangkap dalam larutan asam borat dengan bantuan indikator, lalu diukur dengan cara titrasi menggunakan larutan asam standar. Dari hasil titrasi tersebut diperoleh kadar nitrogen yang kemudian dihitung sebagai kadar protein dalam sampel.

3. Persiapan penelitian

a. Alat dan bahan

1) Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pemanas kjedahl yang di hubungkan dengan pengisap uap aspirator, labu kjedahl, alat destilasi, erlenmeyer, buret 50 ml, neraca analitik, kertas timbang, beaker glass, dan labu ukur, gelas ukur, pipet tetes, lumpang atau alu, kain, tabung reaksi.

2) Bahan

Untuk bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu asam sulfat (H_2SO_4), selenium, aquadest, natrium hidroksida ($NaOH$), kalium sulfat, raksa (II) oksida asam borat (H_3BO_3), indikator PP, $KMnO_4$, sampel tahu.

G. Prosedur Kerja Penelitian

1. Pra Analitik

a. Mencuci Tangan dan Memakai Alat Pelindung Diri

Sebelum melakukan tindakan, cuci tangan terlebih dahulu dan digunakan alat pelindung diri tingkat 2 diantaranya masker, jas laboratorium, dan sarung tangan karet sekali pakai.

b. Menyiapkan Alat dan Bahan

Langkah awal penelitian ini adalah persiapan alat dan bahan yang meliputi penyediaan peralatan laboratorium serta bahan penelitian yang dibutuhkan sesuai prosedur.

c. Persiapan Sampel

Untuk memastikan bahwa sampel tahu yang digunakan dalam penelitian tidak mengandung formalin, terlebih dahulu dilakukan uji kualitatif terhadap beberapa sampel tahu. Berdasarkan hasil uji, seluruh sampel tahu terbukti negatif formalin. Selanjutnya, salah satu sampel tahu tersebut direndam dalam larutan formalin dengan variasi konsentrasi dan waktu perendaman tertentu guna mengamati pengaruhnya terhadap variabel yang diteliti.

Sampel dalam penelitian ini adalah tahu putih yang diperoleh dari produsen lokal yang belum diberi perlakuan bahan tambahan apapun. Sampel dibagi menjadi lima kelompok perlakuan, yaitu:

- 1) Sampel A (kontrol negatif): tahu tanpa pemberian formalin
- 2) Sampel B: tahu yang direndam dalam larutan formalin 1%
- 3) Sampel C: tahu yang direndam dalam larutan formalin 2%
- 4) Sampel D: tahu yang direndam dalam larutan formalin 3%
- 5) Sampel E: tahu yang direndam dalam larutan formalin 4%

2. Analitik

a. Uji Kualitatif Formalin

Sampel tahu terlebih dahulu dihancurkan secara merata menggunakan lumpang atau alu hingga diperoleh tekstur yang halus. Setelah itu, sebanyak 30 mL aquades ditambahkan ke dalam sampel yang telah dihancurkan, kemudian campuran tersebut disaring menggunakan kain bersih untuk memperoleh filtrat. Sebanyak 2 mL filtrat hasil penyaringan kemudian diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, ditambahkan satu tetes larutan kalium permanganat (KMnO_4) ke dalam filtrat tersebut. Indikasi sampel tidak mengandung formalin ditunjukkan oleh hilangnya warna ungu muda dari larutan KMnO_4 yang ditambahkan.

b. Pemberian Perlakuan Formalin

Tahu direndam dalam larutan formalin sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan yaitu selama selama 24 jam. Setelah perendaman, tahu ditiriskan sebelum dilakukan pengujian laboratorium.

c. Pengujian Kadar Protein

Pengujian kadar protein dilakukan di laboratorium menggunakan metode Kjeldahl, yang merupakan metode standar untuk analisis kadar nitrogen sebagai indikator kadar protein. Sampel diuji satu per satu berdasarkan kelompok perlakuan.

d. Pembuatan Konsentrasi Formalin

Larutan Formalin yang digunakan mengandung senyawa formaldehid (HCO) dengan konsentrasi 40%. Jadi, kisaran tersebut merupakan konsentrasi maksimal dari formaldehid.

1) Pembuatan formalin konsentrasi 10% sebanyak 100 ml

Untuk membuat larutan formalin 10%, caranya adalah dengan mencampurkan formaldehid dan aquades dengan perbandingan 1:9. Encerkan 10 ml formaldehid 37% dengan 90 ml aquades, maka akan terbentuk larutan formalin 10%.

2) Pembuatan formalin konsentrasi 4% sebanyak 100 ml

Untuk membuat formalin konsentrasi 4%, maka dilakukan pengenceran dengan menggunakan rumus berikut.

$$\%_1 \cdot V_1 = \%_2 \cdot V_2$$

$$10\% \cdot V_1 = 4\% \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = 4\% \cdot 100 \text{ ml} / 10\%$$

$$V_1 = 40 \text{ ml}$$

Maka, sebanyak 40 ml formalin 10% dipipet dalam 100 ml aquadest.

3) Pembuatan formalin konsentrasi 3% sebanyak 100 ml

Untuk membuat formalin konsentrasi 3%, maka dilakukan pengenceran dengan menggunakan rumus berikut.

$$\%_1 \cdot V_1 = \%_2 \cdot V_2$$

$$10\% \cdot V_1 = 3\% \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = 3\% \cdot 100 \text{ ml} / 10\%$$

$$V_1 = 30 \text{ ml}$$

Maka, sebanyak 30 ml formalin 10% dipipet dalam 100 ml aquadest.

4) Pembuatan formalin konsentrasi 2% sebanyak 100 ml

Untuk membuat formalin konsentrasi 2%, maka dilakukan pengenceran dengan menggunakan rumus berikut.

$$\%_1 \cdot V_1 = \%_2 \cdot V_2$$

$$10\% \cdot V_1 = 2\% \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = 2\% \cdot 100 \text{ ml} / 10\%$$

$$V_1 = 20 \text{ ml}$$

Maka, sebanyak 20 ml formalin 10% dipipet dalam 100 ml aquadest.

5) Pembuatan formalin konsentrasi 1% sebanyak 100 ml

Untuk membuat formalin konsentrasi 1%, maka dilakukan pengenceran dengan menggunakan rumus berikut.

$$\%_1 \cdot V_1 = \%_2 \cdot V_2$$

$$10\% \cdot V_1 = 1\% \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = 1\% \cdot 100 \text{ ml} / 10\%$$

$$V_1 = 10 \text{ ml}$$

Maka, sebanyak 10 ml formalin 10% dipipet dalam 100 ml aquadest.

e. Penetapan Kadar Protein Metode Kjeldahl

1) Tahap destruksi

Tahu yang sudah direndam menggunakan formalin kemudian ditiriskan dan biarkan pada suhu ruang 30°C. Setelah itu, sampel tahu dihancurkan dan masing-masing sampel tahu yang akan diuji ditimbang sebanyak 0,5 gram menggunakan neraca analitik. Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam labu ukur. Ditambahkan seujung sendok katalis seleniumnya. Setelah itu, sebanyak 15 mL asam sulfat pekat (H₂SO₄) dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur yang telah berisi sampel. Proses destruksi dilakukan dengan cara memanaskan campuran secara bertahap di dalam lemari asam, diatas hotplate hingga

larutan dalam labu berubah menjadi tidak berwarna sama sekali.

2) Tahap destilasi

Hasil destruksi yang diperoleh kemudian ¹didinginkan dan dipindahkan ke dalam labu ukur berkapasitas 100 mL, lalu diencerkan dengan aquadest sebanyak 85 ml. Setelah larutan menjadi homogen, selanjutnya larutan tersebut ditambahkan 5 tetes indikator fenolftalein (PP). Kemudian selanjutnya didalam ciller ditambahkan larutan natrium hidroksida (NaOH) 30% hingga larutan berubah warna menjadi merah jambu, yang menandakan kondisi basa. Pindahkan larutan sampel ke dalam labu destilasi. ⁶Labu destilasi kemudian dipasang dan dihubungkan dengan kondensor, sehingga ⁶uap dari larutan yang mendidih dapat mengalir melalui kondensor dan tertampung di dalam labu Erlenmeyer. Proses destilasi dihentikan apabila waktu dalam alat destilasi mencapai 3 menit dan ¹³⁷ditandai dengan perubahan warna pada larutan yang tertampung yaitu dari warna pink menjadi hijau bening.

3) Tahap titrasi

Hasil distilasi yang ditampung dalam erlenmeyer kemudian dititrasi menggunakan larutan asam sulfat 0,1 N

hingga mencapai titik akhir titrasi yang ditandai dengan perubahan warna dari hijau menjadi merah muda (pink).

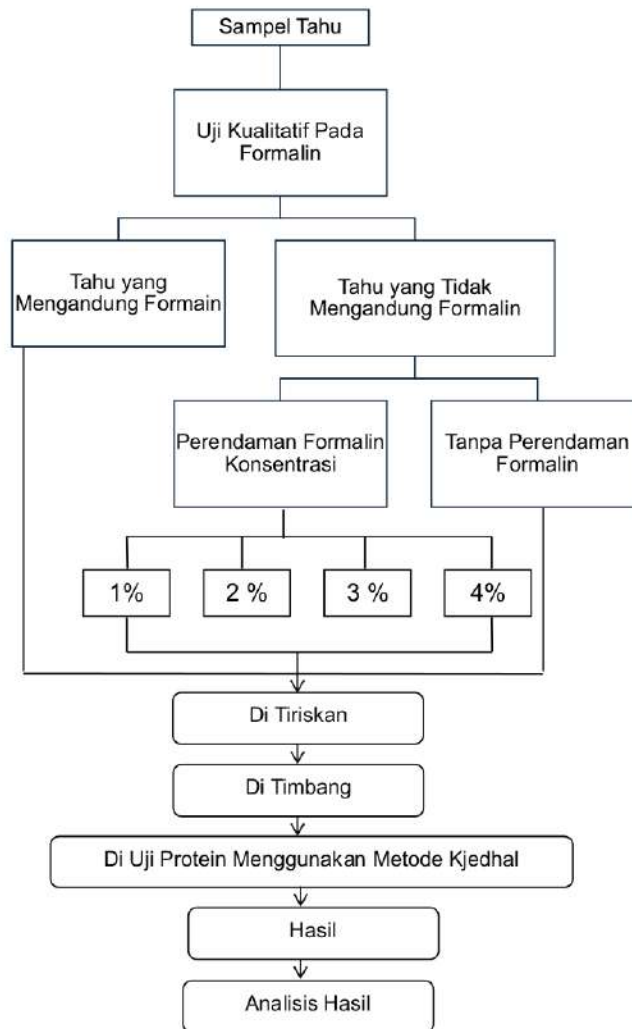
H. Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini diperoleh langsung oleh peneliti melalui pemeriksaan sampel, sehingga termasuk data primer. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen laboratorium kuantitatif, dilaksanakan pada Juli 2025 di Laboratorium Kimia Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. Populasi studi adalah tahu pasar tradisional Makassar, dengan sampel tahu negatif formalin diambil secara *purposive sampling* dari sepuluh penjual berbeda di Pasar Pa'baeng-baeng. Variabel independen mencakup perendaman formalin pada konsentrasi 1%, 2%, 3%, dan 4%, sementara variabel dependen adalah kadar protein tahu. Proses pengumpulan data melibatkan pengambilan sampel, uji kualitatif formalin menggunakan KmnO_4 , perendaman tahu, dan uji kadar protein dengan metode Kjeldahl. Data dianalisis secara deskriptif untuk menguraikan karakteristik hasil uji kandungan formalin dan kadar protein tahu, disajikan dalam tabel dan narasi.

I. Analisis data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Analisis ini berfungsi untuk menjelaskan karakteristik data yang diperoleh dari penelitian, yaitu hasil uji kandungan formalin

pada tahu dan kadar protein pada tahu setelah perendaman dengan berbagai konsentrasi formalin. Data akan disajikan dalam bentuk tabel dan dijelaskan secara naratif.

J. Kerangka Operasional

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua metode pengujian, yaitu pengujian formalin secara kualitatif dan analisis kadar protein menggunakan metode Kjeldahl. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2025 dan melibatkan dua jenis pengujian yang dilakukan di dua laboratorium berbeda. Uji kandungan formalin dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar dengan menggunakan metode kualitatif untuk mendeteksi keberadaan formalin pada sampel tahu. Sedangkan uji kadar protein dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar Kelas 1 (Labkesmas Makassar 1) menggunakan metode Kjeldahl, yang merupakan metode standar dalam analisis kadar protein pada bahan pangan. Pemilihan kedua laboratorium tersebut didasarkan pada ketersediaan fasilitas dan keakuratan metode uji yang sesuai dengan tujuan penelitian, sehingga hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan formalin pada tahu yang dijual di pasar tradisional serta mengetahui pengaruh perendaman formalin terhadap kadar protein tahu. Adapun hasil analisis kandungan formalin pada sampel tahu yang

diperoleh dari sepuluh penjual berbeda di Pasar Pa'baeng-baeng, Kota Makassar. Setiap sampel diberi kode mulai dari A1 hingga A10, yang masing-masing mewakili tahu dari penjual yang berbeda. Pengujian dilakukan untuk mendeteksi adanya kandungan formalin sebagai bahan pengawet yang dilarang penggunaannya dalam produk pangan. Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh sampel tahu yang dianalisis memberikan hasil negatif, yang berarti tidak ditemukan adanya kandungan formalin pada semua sampel. Temuan ini mengindikasikan bahwa tahu yang dijual oleh para penjual di Pasar Pa'baeng-baeng tidak mengandung bahan kimia berbahaya tersebut dan masih berada dalam batas aman untuk dikonsumsi. Namun demikian, pengawasan dan pengujian secara berkala tetap diperlukan untuk menjamin keamanan dan mutu produk pangan yang beredar di pasar.

Tahap kedua penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman tahu dalam larutan formalin terhadap kadar protein. Sampel tahu yang digunakan berasal dari sumber yang sama, kemudian direndam dalam larutan formalin dengan konsentrasi berbeda, yaitu 1%, 2%, 3%, dan 4%, masing-masing selama periode waktu yang telah ditentukan secara seragam. Sebagai pembanding, digunakan satu sampel kontrol yang tidak direndam formalin sama sekali. Hasil analisis kadar protein untuk setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Hasil Uji Kadar Protein Tahu Setelah Perendaman dengan Berbagai Konsentrasi Formalin

No	No. Lab	Kode Sampel	Hasil Uji
1	25017306	Konsentrasi 1%	8,11 %
2	25017307	Konsentrasi 2%	9,06 %
3	25017308	Konsentrasi 3%	8,37 %
4	25017309	Konsentrasi 4%	9,73 %
Kontrol	25017310	Tanpa perendaman	7,73 %

Sumber : Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa kadar protein pada tahu yang direndam dalam larutan formalin mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi formalin. Sampel kontrol, yaitu tahu yang tidak direndam formalin, memiliki kadar protein sebesar 7,73%. Sementara itu, tahu yang direndam dalam formalin dengan konsentrasi 1% menunjukkan kadar protein sebesar 8,11%, dan meningkat pada konsentrasi 2% menjadi 9,06%. Pada konsentrasi 3%, kadar protein terdeteksi sebesar 8,37%, dan tertinggi terjadi pada konsentrasi 4%, yaitu sebesar 9,73%.

Pola ini menunjukkan bahwa pemberian formalin dengan konsentrasi yang lebih tinggi cenderung meningkatkan kadar protein yang terdeteksi oleh metode uji laboratorium. Meskipun ada sedikit penurunan pada konsentrasi 3% dibanding 2%, secara umum tren kenaikan tetap terlihat, dengan puncaknya pada konsentrasi 4%.

Hasil ini mengindikasikan bahwa adanya formalin dalam larutan perendaman memiliki pengaruh terhadap struktur kimia

protein dalam tahu, yang menyebabkan kadar protein yang terukur mengalami peningkatan dibandingkan dengan tahu yang tidak direndam. Perubahan ini kemungkinan besar berkaitan dengan proses kimiawi di mana formaldehid dalam formalin membentuk ikatan silang (cross-linking) antar molekul protein, yang membuat protein menjadi lebih stabil terhadap proses destruksi enzimatis dan kimia selama analisis. Hal ini menyebabkan nilai protein yang dibaca oleh alat analisis menjadi lebih tinggi meskipun kandungan gizi aktualnya tidak meningkat.

B. Pembahasan

¹¹ Penelitian ini merupakan eksperimen laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman tahu dalam larutan formalin terhadap kadar protein serta mendeteksi keberadaan ⁴ formalin pada tahu yang dijual di pasar tradisional. Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu: (1) uji ²³ kandungan formalin secara kualitatif pada sampel tahu pasar, dan (2) analisis kadar protein tahu setelah direndam dalam larutan formalin dengan konsentrasi berbeda.

Pada tahap pertama, dilakukan ⁵⁷ uji kandungan formalin menggunakan larutan kalium permanganat (KMnO_4), di mana formalin sebagai zat reduktor akan mengubah warna ungu ⁵⁷ KMnO_4 menjadi tidak berwarna jika sampel tersebut ditemukan adanya formalin. Berdasarkan hasil uji Formalin seluruh sampel tahu dari

Pasar Tradisional Pa'baeng-baeng menunjukkan hasil negatif terhadap formalin, karena terjadi perubahan warna larutan. Ini menunjukkan bahwa tahu yang dijual di pasar tersebut aman dikonsumsi dan memenuhi standar keamanan pangan.

Hasil ini diperkuat oleh penelitian Rostina (2020) yang menunjukkan bahwa dari 9 sampel tahu di lokasi yang sama, seluruhnya juga negatif formalin. Penelitian ini bahkan menambah jumlah sampel menjadi 10 dan memperoleh hasil serupa, sehingga memperkuat dugaan bahwa para pedagang di pasar tersebut telah sadar akan pentingnya keamanan pangan. Tahu yang beredar dapat dikategorikan layak konsumsi dan tidak mengandung bahan pengawet berbahaya.

Dengan tidak ditemukannya formalin pada seluruh sampel yang diuji, baik dalam penelitian ini maupun sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan formalin pada tahu di Pasar Tradisional Pa'baeng-baeng belum terindikasi terjadi. Hal ini menjadi indikator positif bahwa produsen dan pedagang telah mengikuti standar pengolahan pangan yang aman. Meski demikian, pengawasan dari pihak terkait tetap perlu dilakukan secara berkala untuk mencegah potensi penyalahgunaan formalin di kemudian hari. Edukasi kepada pelaku usaha mengenai bahaya formalin juga perlu terus ditingkatkan.

Pada tahap kedua penelitian, dilakukan eksperimen lanjutan dengan merendam tahu dalam larutan formalin dengan konsentrasi berbeda (1%, 2%, 3%, dan 4%) untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap kadar protein. Hasil pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa kadar protein tertinggi ditemukan pada konsentrasi 4%. Secara umum, terdapat korelasi positif antara peningkatan konsentrasi formalin dan kadar protein yang terdeteksi. Hal ini diduga disebabkan oleh reaksi formaldehid dalam formalin yang bersifat sangat reaktif terhadap molekul protein, membentuk ikatan silang antar rantai protein, sehingga struktur protein menjadi lebih padat, keras, dan tidak larut. Keadaan ini menyebabkan protein sulit terdegradasi dalam proses analisis laboratorium, yang mengakibatkan nilai kadar protein yang terdeteksi menjadi relatif lebih tinggi (Cahyadi, 2016).

Meskipun kadar protein yang terukur meningkat, hal tersebut tidak mencerminkan peningkatan kualitas gizi. Sebaliknya, protein yang telah bereaksi dengan formalin menjadi tidak bioavailable atau tidak dapat dimanfaatkan tubuh secara optimal. Oleh karena itu, peningkatan nilai kadar protein dalam konteks ini mencerminkan perubahan struktur kimiawi protein, bukan peningkatan nilai nutrisinya.

Temuan ini mendukung pendapat Purawisastra dan Sahara (2018), yang menyatakan bahwa formalin dapat meningkatkan

kadar protein terukur akibat terbentuknya ikatan kimia antara formaldehid dan protein dalam bahan pangan. Dengan demikian, formalin memengaruhi hasil analisis laboratorium, tetapi justru merusak kualitas gizi pangan tersebut.

Penelitian ini juga diperkuat oleh studi Hutagalung.,*et al.* yang menunjukkan bahwa tahu yang mengandung formalin memiliki nilai PER (Protein Efficiency Ratio), NPU (Net Protein Utilization), dan DC (Digestibility Coefficient) yang lebih rendah dibandingkan dengan tahu non-formalin. Artinya, meskipun secara laboratorium nilai protein terdeteksi lebih tinggi, namun kemampuan tubuh untuk menyerap dan memanfaatkan protein tersebut lebih rendah. Hal ini terjadi karena reaksi formaldehid dengan protein menghasilkan senyawa yang tidak aktif secara biologis, yang menyebabkan tekstur tahu menjadi lebih kenyal dan tahan lama, tetapi secara gizi mengalami penurunan (Cahyadi, 2016).

Kondisi serupa dijelaskan oleh Atikah.,*et al.* (2023), yang menemukan bahwa tahu padat dapat mengandung formalin hingga 99,73 ppm. Konsentrasi tinggi ini mendukung dugaan bahwa formalin tidak hanya menempel di permukaan, tetapi terserap ke dalam jaringan tahu dan bereaksi langsung dengan molekul protein. Hal ini berimplikasi pada perubahan struktur internal tahu serta hasil analisis laboratorium yang tidak mencerminkan kondisi gizi aktual.

Selain itu, studi oleh Purawisastra dan Sahara (2018) menunjukkan bahwa tahu dapat menyerap formalin dalam jumlah signifikan, sehingga menyebabkan perubahan struktur dan tekstur. Akibatnya, kandungan nutrisi, terutama protein, mengalami degradasi karena rusaknya struktur aslinya.

Secara keseluruhan, ⁴ hasil penelitian ini sejalan dengan temuan-temuan sebelumnya yang mengindikasikan bahwa formalin bukan agen peningkat kualitas protein, melainkan senyawa yang mengubah struktur kimia protein, sehingga menghasilkan kadar protein yang terukur secara semu. Dalam konteks keamanan pangan, hal ini sangat penting diperhatikan karena dapat menimbulkan persepsi keliru di masyarakat terkait mutu tahu yang tampak lebih awet padahal nilai gizinya telah rusak.

Untuk meminimalkan risiko paparan formalin, salah satu pendekatan yang terbukti efektif ⁶ adalah dengan perendaman tahu dalam air panas. Purawisastra dan Sahara (2018) menyatakan bahwa perendaman tahu pada suhu 80°C selama 15 ⁵⁹ menit dapat ⁶⁸ menurunkan kadar formalin secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh sifat formalin yang mudah menguap pada suhu tinggi. Selain itu, penggunaan larutan asam lemah seperti cuka juga dapat membantu menurunkan residu formalin, meskipun efektivitasnya relatif lebih rendah. Metode ini dapat diterapkan oleh konsumen

maupun produsen sebagai langkah preventif sebelum tahu dikonsumsi atau dipasarkan.

Keberadaan formalin dalam tahu tidak hanya berdampak pada kandungan gizi, tetapi juga mengancam kesehatan masyarakat. Formalin merupakan senyawa toksik yang bersifat karsinogenik (dapat memicu kanker). Jika dikonsumsi dalam jangka waktu lama, formalin dapat menyebabkan gangguan pada hati, ginjal, saluran pernapasan, dan sistem saraf pusat. WHO mencatat bahwa paparan kronis terhadap formalin dapat menimbulkan iritasi saluran pencernaan, gangguan neurologis, serta meningkatkan risiko kanker seperti nasofaring dan leukemia.

Dalam hal ini, pemerintah memiliki peran strategis dalam pengawasan dan pengendalian peredaran makanan yang mengandung bahan kimia berbahaya. Inspeksi pasar, pengujian laboratorium secara berkala, dan edukasi kepada pelaku usaha merupakan langkah-langkah yang krusial. Lembaga seperti BPOM dan Dinas Kesehatan Daerah perlu bersinergi untuk memastikan keamanan pangan. Di sisi lain, partisipasi masyarakat juga sangat penting. Konsumen diharapkan lebih selektif dalam memilih produk makanan serta memahami cara sederhana mengurangi paparan formalin, seperti teknik perendaman dalam air panas sebelum dikonsumsi. Menurut Dahlan, *et al.* (2023) penerapan prinsip kesehatan dan keselamatan kerja (K3) juga dapat diterapkan dalam

industri pangan sebagai bentuk pencegahan terhadap paparan zat kimia berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan konsumen.

Sebagai alternatif jangka panjang, penggunaan bahan alami sebagai pengawet tahu dapat menjadi solusi yang lebih aman dan berkelanjutan. Misalnya, ekstrak daun sirih, jahe, atau bawang putih diketahui memiliki sifat antimikroba alami yang mampu memperlambat pertumbuhan mikroorganisme. Trisnawati, *et al.*

(2018) menyatakan bahwa pemberian ekstrak daun sirih pada tahu mampu memperpanjang masa simpan hingga tiga hari pada suhu ruang tanpa mengurangi mutu gizi.

Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap keamanan pangan, perlu adanya sinergi antara edukasi, regulasi, dan inovasi teknologi. Edukasi kepada produsen dan pedagang mengenai bahaya formalin dan alternatif pengawetan alami menjadi kunci pencegahan. Langkah ini tidak hanya mendorong produksi pangan yang aman, tetapi juga menjaga kesehatan masyarakat secara umum.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap kandungan formalin dan kadar protein pada tahu yang dijual di Pasar Tradisional Pa'baeng-baeng serta pengaruh perendaman dalam larutan formalin, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tahu yang dijual di Pasar Tradisional Pa'baeng-baeng Kota Makassar tidak mengandung formalin. Seluruh sampel dari sepuluh penjual menunjukkan hasil negatif dalam uji formalin menggunakan metode kualitatif, yang berarti aman untuk dikonsumsi. Hal ini mengindikasikan adanya kesadaran pelaku usaha terhadap keamanan pangan dan kepatuhan terhadap regulasi.
2. Perendaman tahu dalam larutan formalin menyebabkan peningkatan kadar protein yang terukur akibat terbentuknya ikatan silang antara formaldehid dan protein, sehingga menghambat proses pemecahan protein selama analisis. Namun, peningkatan tersebut tidak merepresentasikan nilai gizi yang sesungguhnya, karena protein menjadi tidak dapat diserap dan dimanfaatkan secara optimal oleh tubuh. Selain itu, penggunaan formalin turut menurunkan mutu gizi tahu,

meskipun memberikan tekstur yang lebih kenyal dan daya simpan yang lebih lama.

B. Saran

1. Penggunaan jumlah sampel yang lebih banyak dan bervariasi dapat meningkatkan representativitas serta validitas hasil penelitian.
2. Peneliti selanjutnya disarankan menambahkan parameter uji seperti lemak, karbohidrat, kadar air, dan residu formalin untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh tentang pengaruh formalin terhadap nilai gizi tahu.
3. Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengembangkan metode yang efektif dalam mengurangi atau menghilangkan kandungan formalin pada makanan tercemar, misalnya dengan memanfaatkan bahan alami seperti air jeruk nipis atau larutan garam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2016). *Pedoman Pengawasan Bahan Berbahaya pada Pangan*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Arumdani, I. S., et al., (2024). *Hakikat kesehatan lingkungan*. Sumatera Barat: Azzia Karya Bersama.
- Astira, R., et al., (2025). *Limbah sagu dan tahu sebagai alternatif bahan*. Jawa timur : Uwais Inspirasi Indonesia.
- Atikah, R., Fitria, N., & Sari, L. D. (2023). *Study of Formaldehyde Content in Different Types of Tofu Using Micro Scale Laboratory-Based Visible Beam Spectrophotometry*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Bintoro, P. A., et al., Pembuatan Tahu Rumahan Khas Ledok Kulon. *Jurnal Pemberdayaan*, 1(2), 245-252.
- Cahyadi, W. (2016). Bahan tambahan pangan: klasifikasi, fungsi, dan dampaknya. *Jurnal Teknologi Pangan*, 7(2), 45–53.
- Cahyadi, W. (2018). *Analisis dan aspek kesehatan bahan tambahan pangan (Edisi ke-2)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Dahlan, H. M., et al., (2023). *Penerapan kesehatan dan keselamatan kerja pada industri kimia*. Palembang: Bening Media Publishing.
- Fernandi, A. (2023). *Panduan Praktis Membuat Tahu di Rumah*. Yogyakarta: Pustaka Referensi.
- Hutagalung, R. I., Tangenjaya, B., & Apriyantono, A. (2018). *Mutu Biologis Protein dan Mutu Organoleptik Tahu dengan dan tanpa Menggunakan Formalin*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Iftriani, I., et al., (2016). Analisis kandungan bahan pengawet formalin pada tahu yang diperdagangkan di pasar tradisional Kota Kendari (Pasar Panjang, Pasar Anduonohu, Pasar Basah, dan Pasar Baruga). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 1(2), 129. <https://doi.org/10.33772/jstp.v1i2.1267>

- Joe. W. (2016). *101++ Keajaiban Khasiat Kedelai*. Yogyakarta: ANDI.
- Khaira, K. (2016). Pemeriksaan formalin pada tahu yang beredar di Pasar Batusangkar menggunakan kalium permanganat (KMnO_4) dan kulit buah naga. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 7(1), 76. <https://www.neliti.com/publications/129817/>
- Malina, L (2023). Pengaruh Rendaman Asam Jawa (*Tamarindus Indica.L*) Terhadap Penurunan Kadar Formalin Pada Ikan Asin Teri (*Stolephorus Sp*). *Lambung Mangkurat Medical Seminar*, 4(1).
- Marlina, L., et al., (2023). Pengaruh konsentrasi garam dapur dan garam himalaya terhadap masa simpan tahu. *Pasundan Food Technology Journal*, 10(1), 6. <https://doi.org/10.23969/pftj.v10i1.6149>
- Masnar, A., et al., (2021). *Ilmu Gizi Dasar (dengan Ilustrasi)*. Depok: CV. Edugizi Pratama Indonesia.
- Mulyati, Y, et al., (2023). *Buku ajar: Zat aditif zat adiktif*. Jawa Barat: CV. Mega Press Nusantara.
- Murdiati., et al., (2018). *Panduan Penyiapan Pangan Sehat Untuk Semua*. Jakarta: Kencana.
- Ningtyas, I., et al., (2018). Pengaruh Pengalaman, Keahlian, Dan Skeptisisme Profesional Terhadap Pendeteksian Kecurangan (Studi Empiris Pada BPK RI Perwakilan Sumatera Selatan). *Akuntabilitas : Jurnal Penelitian dan Pengembangan Akuntansi*, 12 (2), 113-124.
- Noor, T., et al., (2023). *Buku ajar dasar ilmu gizi kesehatan masyarakat*. Jambi: PT Sonpedia Publishing Indonesia.
- Nurfiani. (2017). *Pengaruh waktu perendaman tahu pada formalin terhadap kadar formalin*. Makassar: Poltekkes Makassar, Jurusan Analis Kesehatan.
- Nurhayati, S., et al., (2024). *Pengantar teknologi pangan*. Sumatera Barat: Azzia Karya Bersama.
- Rijal, M., et al., (2019). *Limbah Sagu dan Tahu Sebagai Alternatif Bahan Bioplastik*. Jawa timur: Uwais Inspirasi Indonesia.

- Rohman, A. (2024). *Analisis Kimia Produk Pangan*. Jaarta:UGM Press.
- Rostina, S., & Stientje, R. (2020). Deteksi formalin pada produk tahu di Pasar Tradisional Pa'baeng-baeng Kota Makassar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(1), 15–22.
- Sahar, R. A., et al.,(2024). *Inovasi dan teknologi pengolahan hasil perikanan: Strategi meningkatkan nilai tambah produk*. Sumatera Barat: Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.
- Sajidan., et al.,(2023). *Paradigma Baru Pembelajaran IPA Terapan*. Surakarta:CV.Pajang Putra Wijaya.
- Santosa, A. H., et al., (2024). *Teknologi agroindustri kedelai*. Jawa timur : Uwais Inspirasi Indonesia.
- Setiarto, R. H. B. (2020). *Teknologi pengemasan pangan antimikroba yang ramah lingkungan*. Bogor: Guepedia.
- Suprayitno, E. (2022). *Dasar pengawetan*. Malang: UB Press.
- Suprayitno, E., et al.,(2017). *Metabolisme protein*. Malang: UB Press.
- Syarfaini. (2017). *Analisis kandungan formalin pada tahu di pasar tradisional Kota Makassar*. Skripsi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
- Syailani, S. (2019). *Kimia Sahabatku dan Kimia Kompetensiku*. Jawa Tengah: CV Oase Group.
- Tingginehe, R. M., et al.,(2022). *Dasar-dasar teknologi pangan*. Sumatera Barat: CV. Azka Pustaka.
- Trisnawati, R.,et.al.,(2018). Pengaruh penambahan ekstrak daun sirih terhadap daya simpan dan mutu gizi tahu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(3), 45–52.
- Usma, A., et al.,(2024). *Teknologi pengolahan pangan hewani*. Sumatera Barat: CV Gita Lentera.
- Purawisastra, S., & Sahara, N. (2018). Penyerapan Formalin oleh Beberapa Bahan Makanan serta Penghilangannya melalui Perendaman dalam Air Panas. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 34(1), 63–74. <https://doi.org/10.22435/pgm.v34i1.3112>

- Putera, D. B. R. A. (2023). *Buku praktikum kimia rumah tangga*. Jawa Timur: CV. Bayfa Cendekia Indonesia.
- Yanti, N. A., et al., (2023). *Teknologi fermentasi pangan*. Jawa Tengah: PT Nasya Expanding Management.

LAMPIRAN

Perhitungan Kadar Protein dengan Metode Kjeldahl

Perhitungan kadar protein pada penelitian ini menggunakan rumus Kjeldahl sebagai berikut:

$$\%N = \frac{(V_{HCl} - V_{Blanko}) \times N_{HCl} \times 14,007}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Protein} = \%N \times \text{faktor konversi}$$

Keterangan:

V_{HCl} = Volume HCl yang dipakai untuk titrasi sampel (mL)

V_{Blanko} = volume HCl yang dipakai untuk titrasi blanko (mL)

N_{HCl} = normalitas HCl

14,007 = bobot atom N (gram/mol)

Diketahui:

V_{Blanko} = 0,50 mL

N_{HCl} = 0,1 N

Berat Sampel = 0,5 gram

Faktor konversi = 6,25

a. Konsentrasi 1%

V_{HCl} = 5,14

$$\%N = \frac{(5,14 - 0,50) \times 0,1 \times 14,007}{0,5} \times 100\% = 1,230\%$$

Kemudian dilanjutkan perhitungan Protein%, yaitu:

$$\% \text{ Protein} = \%N \times \text{faktor konversi}$$

$$\% \text{ Protein} = 1,30\% \times 6,25 = 8,11\%$$

b. Konsentrasi 2%

V_{HCl} = 5,68

$$\%N = \frac{(5,68 - 0,50) \times 0,1 \times 14,007}{0,5} \times 100\% = 1,45\%$$

Kemudian dilanjutkan perhitungan Protein%, yaitu:

$$\% \text{ Protein} = \% \text{N} \times \text{faktor konversi}$$

$$\% \text{ Protein} = 1,45\% \times 6,25 = 9,06\%$$

c. Konsentrasi 3%

$$\text{VHd} = 5,28$$

$$\% \text{N} = \frac{(5,28 - 0,50) \times 0,1 \times 14,007}{0,5} \times 100\% = 1,34\%$$

Kemudian dilanjutkan perhitungan Protein%, yaitu:

$$\% \text{ Protein} = \% \text{N} \times \text{faktor konversi}$$

$$\% \text{ Protein} = 1,34\% \times 6,25 = 8,37\%$$

d. Konsentrasi 4%

$$\text{VHd} = 6,07$$

$$\% \text{N} = \frac{(6,07 - 0,50) \times 0,1 \times 14,007}{0,5} \times 100\% = 1,56\%$$

Kemudian dilanjutkan perhitungan Protein%, yaitu:

$$\% \text{ Protein} = \% \text{N} \times \text{faktor konversi}$$

$$\% \text{ Protein} = 1,56\% \times 6,25 = 9,73\%$$

e. Tanpa Perendaman Formalin

$$\text{VHd} = 4,93$$

$$\% \text{N} = \frac{(4,93 - 0,50) \times 0,1 \times 14,007}{0,5} \times 100\% = 1,24\%$$

Kemudian dilanjutkan perhitungan Protein%, yaitu:

$$\% \text{ Protein} = \% \text{N} \times \text{faktor konversi}$$

$$\% \text{ Protein} = 1,24\% \times 6,25 = 7,73\%$$

Lampiran 1. Kode Etik Penelitian



Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Sumber Daya Manusia Kesehatan
Politeknik Kesehatan Makassar
 Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 48 Banta-Banteng
 Makassar, Sulawesi Selatan 90222
 ☎ 08111566006
 🌐 <https://portal.poltekkes-mk.ac.id>

KETERANGAN LAYAK ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION
"ETHICAL EXEMPTION"
 No. 1092/M/KEPK-PTKMS-V/2025

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
 The research protocol proposed by

Penceli Utama : **Siti Kahum**
 Principal in Investigator

Nama Institusi : **Prodi D. III Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar**
 Name of the Institution

Dengan Judul:
 Title
"Pengaruh Pemberian Formalin Dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Terhadap Kadar Protein Pada Tahu Yang Dijual Di Kota Makassar"

"The Effect of Formalin Administration with Various Concentrations on Protein Content in Tofu Sold in Makassar City"

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

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

Pernyataan Layak Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 26 Mei 2025 sampai dengan tanggal 26 Mei 2026.

Declaration of ethics applies during the period May 26, 2025 until May 26, 2026.



May 26, 2025
 Professor and Chairperson,

H. Santi Simala, S.Si, M.Si, Apt
 Ketua KEPK, Poltekkes Makassar

Lampiran 2. Surat Izin Penelitian**PERMOHONAN IZIN PENELITIAN**

Kepada YTH,

Kepala Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes
Makassar

Di,-

Tempat

Dengan Hormat

Dalam rangka penyelesaian Karya Tulis Ilmiah (KTI), maka yang akan
bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Siti Kalsum
NIM	: PO713203221092
Judul Penelitian	: Pengaruh Pemberian Formalin Dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Terhadap Kadar Protein Pada Tahu Yang Dijual Di Kota Makassar

Bermaksud melakukan penelitian di Laboratorium Kimia Klinik Jurusan
Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Makassar.

Demikian surat ini dibuat. Atas perhatian dan kerja samanya diucapkan terima
kasih.

Asi 26 Mei 2025

Makassar, 26 Mei 2025

Peneliti



Lampiran 3. Hasil Penelitian



Kemenkes

Kementerian Kesehatan
Labkesmas Makassar I

Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 11 Kec. Tamalene
Makassar 90245
0811415655
www.bbblabkesmasmakassar.go.id

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis
No : 25017306 - 25017310 / LHM / BBLK-MKS / VII / 2025

Nama Customer : SITI KALSUM
Customer Name :
Alamat : Jl. Talassapang No. 97
Acidities :
Jenis Sampel : Tahu
Type of Sample (S) :
No. Sampel : 25017306 - 25017310
No. Sample :
Tanggal Penerimaan : 07 Juli 2025
Received Date : July 07, 2025
Tanggal Pengujian : 07 Juli 2025 s.d 08 Juli 2025
Test Date : July 07, 2025 to July 08, 2025

HASIL PEMERIKSAAN

No	No. Lab	Kode Sampel	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Spesifikasi Metode
1	25017306	Konsentrasi 1 %	Protein	%	8,11	Kjeldahl
2	25017307	Konsentrasi 2 %	Protein	%	9,06	
3	25017308	Konsentrasi 3 %	Protein	%	8,37	
4	25017309	Konsentrasi 4 %	Protein	%	9,73	
5	25017310	Tidak direndam	Protein	%	7,73	

Catatan : 1 Hasil uji ini berlaku untuk sampel sesuai data
Note : 1 The analytical result are only valid for the tested sample
2 Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman
The report of analysis consists of 1 page
3 Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan kecuali secara lengkap dan sesuai terdapat Labkesmas Pengal Labkesmas Makassar I
This report of analysis shall not be reproduced (copied) except for the completed one and with their written permission of the testing Laboratory Labkesmas Makassar I

Makassar, 15 Juli 2025
Ketua Tim Program Layanan,

IRMAWATI HAERUDDIN
NIP : 19830226201012001

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

Persiapan Alat dan bahan
untuk uji formalin



sampel tahu yang akan di
lakukan uji formalin



Penghancuran tahu
menggunakan alu atau



Penyaringan tahu untuk
memperoleh ekstrak



Pengujian formalin dengan
 KMnO_4



Pengamatan perubahan
warna



Hasil uji formalin setelah di homogenkan



Persiapan tahu untuk uji lanjutan



Persiapan larutan formalin 1 - 4 %



Perendaman tahu menggunakan larutan



Penirisan sampel tahu



Penimbangan sampel tahu



Persiapan alat dan bahan untuk metode kjeldahl



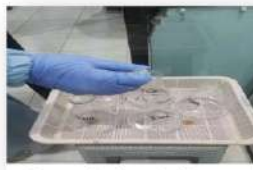
Penambahan katalis selenium



Penambahan H_2SO_4



Proses destruksi dalam
lemarin asam



Penambahan indikator
fenolftalein (PP)



Penambahan NaOH
dalam alat destilasi



Destilasi ammonia
kedalam larutan
boraks



Proses destilasi



Titration dengan HCl
standar



Larutan yang teah di
titrasi

Lampiran 6. Biodata

BIODATA



29 Nama Lengkap	: Siti Kalsum
NIM	: PO713203221092
Tempat Tanggal Lahir	: Sinjai, 7 Juli 2004
Jenis Kelamin	: Perempuan
Agama	: Islam
E-mail	: skalsum420@gmail.com
Judul KTI	: Pengaruh Pemberian Formalin Dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Terhadap Kadar Protein Pada Tahu Yang Dijual Di Kota Makassar
Nama Ayah	: Amiruddin
Pekerjaan	: Petani
Nama Ibu	: A. Harliati
Pekerjaan	: Guru
Pembimbing	: 1. M. Askar As'ad, S.Kep,Ns.,M.Kes 2. Maulia Hardian Hayati, S.Tr.Kes.,M.Imun
Penguji	: Rafikah, S.Si.,M.Kes

ORIGINALITY REPORT

26%

SIMILARITY INDEX

25%

INTERNET SOURCES

9%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Badan PPSPDM Kesehatan
Kementerian Kesehatan

Student Paper

2%

2

gayasehatku.com

Internet Source

2%

3

www.scribd.com

Internet Source

1%

4

123dok.com

Internet Source

1%

5

repository.uin-alauddin.ac.id

Internet Source

1%

6

repository.ub.ac.id

Internet Source

1%

7

docobook.com

Internet Source

1%

8

www.slideshare.net

Internet Source

1%

9

repository.ipb.ac.id

Internet Source

<1%

10	docplayer.info Internet Source	<1 %
11	core.ac.uk Internet Source	<1 %
12	ayunutrisionist.wordpress.com Internet Source	<1 %
13	repo.poltekkes-medan.ac.id Internet Source	<1 %
14	eprints.poltekkesjogja.ac.id Internet Source	<1 %
15	es.scribd.com Internet Source	<1 %
16	repository.unej.ac.id Internet Source	<1 %
17	Submitted to Southville International School and Colleges Student Paper	<1 %
18	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
19	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
20	repository.wima.ac.id Internet Source	<1 %
	jurnal.fk.unand.ac.id	

21

Internet Source

<1 %

22

perpustakaan.poltekkes-malang.ac.id

Internet Source

<1 %

23

api.uinjkt.ac.id

Internet Source

<1 %

24

media.neliti.com

Internet Source

<1 %

25

repository.uinjkt.ac.id

Internet Source

<1 %

26

ejournal-balitbang.kkp.go.id

Internet Source

<1 %

27

etheses.uin-malang.ac.id

Internet Source

<1 %

28

jurnal.polsri.ac.id

Internet Source

<1 %

29

adoc.pub

Internet Source

<1 %

30

www.coursehero.com

Internet Source

<1 %

31

repository.stei.ac.id

Internet Source

<1 %

32

panganpedia.com

Internet Source

<1 %

33	repository.radenintan.ac.id Internet Source	<1 %
34	eprints.unmer.ac.id Internet Source	<1 %
35	id.123dok.com Internet Source	<1 %
36	repository.unika.ac.id Internet Source	<1 %
37	etheses.uingusdur.ac.id Internet Source	<1 %
38	repository.itspku.ac.id Internet Source	<1 %
39	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
40	www.repository.poltekkes-kdi.ac.id Internet Source	<1 %
41	Submitted to Universitas Muslim Indonesia Student Paper	<1 %
42	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
43	Sunyoto Sunyoto, Shohihatur Rohman, Moch Faizal Rachmadi, Indah Anisykurlillah. "OPTIMALISASI STRATEGI UPSCALING UMKM SENTRA OLAHAN KEDELAI DI BANDUNGAN,	<1 %

KABUPATEN SEMARANG", DedikasiMU :
Journal of Community Service, 2024
Publication

44	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %
45	journal.uta45jakarta.ac.id Internet Source	<1 %
46	www.prenagen.com Internet Source	<1 %
47	Submitted to Universitas Muhammadiyah Palembang Student Paper	<1 %
48	ejurnal.poltekkesjakarta3.ac.id Internet Source	<1 %
49	fk.ulm.ac.id Internet Source	<1 %
50	joglosemarnews.com Internet Source	<1 %
51	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
52	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %
53	Submitted to Padjadjaran University Student Paper	<1 %

54	Submitted to Universitas Negeri Makassar Student Paper	<1 %
55	ariawanputu2.blogspot.com Internet Source	<1 %
56	jurnal.fkip.untad.ac.id Internet Source	<1 %
57	Yuniarti Dewi Rahmawati. "A ANALISIS KUALITATIF FORMALIN PADA TAHU YANG BEREDAR DI PASAR DESA KUPU KOTA BREBES", Jurnal Gizi Aisyah, 2022 Publication	<1 %
58	digilib.uinkhas.ac.id Internet Source	<1 %
59	ejournal.poltekkes-smg.ac.id Internet Source	<1 %
60	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %
61	Submitted to UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Student Paper	<1 %
62	Submitted to UIN Sunan Ampel Surabaya Student Paper	<1 %
63	cdn-gbelajar.simpkb.id Internet Source	<1 %

64	jurnalnasional.ump.ac.id Internet Source	<1 %
65	pdfcoffee.com Internet Source	<1 %
66	ppjp.ulm.ac.id Internet Source	<1 %
67	bioboosthebat.blogspot.com Internet Source	<1 %
68	cinta-analis-kesehatan.blogspot.com Internet Source	<1 %
69	eafrianto.wordpress.com Internet Source	<1 %
70	journal.poltekkes-mks.ac.id Internet Source	<1 %
71	my-best.id Internet Source	<1 %
72	ojs3.unpatti.ac.id Internet Source	<1 %
73	Azlaini Yus Nasution, Marlinda Marlinda. "PENETAPAN KADAR RESIDU FORMALIN PADA IKAN TONGKOL YANG DIBERI JERUK NIPIS (Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis)", JOPS (Journal Of Pharmacy and Science), 2018 Publication	<1 %

74	digilib.stituwjombang.ac.id Internet Source	<1 %
75	journal.lppmunindra.ac.id Internet Source	<1 %
76	tracystasties.com Internet Source	<1 %
77	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
78	Submitted to Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Student Paper	<1 %
79	artikelpendidikan.id Internet Source	<1 %
80	darululumjember.blogspot.com Internet Source	<1 %
81	isnainicandra.wordpress.com Internet Source	<1 %
82	jas.ejournal.unri.ac.id Internet Source	<1 %
83	repository.poltekkes-kdi.ac.id Internet Source	<1 %
84	starskimia.blogspot.com Internet Source	<1 %

85

Internet Source

<1 %

86

Submitted to CSU, San Marcos

Student Paper

<1 %

87

Submitted to Universitas Airlangga

Student Paper

<1 %

88

Submitted to Universitas Muhammadiyah
Makassar

Student Paper

<1 %

89

digilib.unila.ac.id

Internet Source

<1 %

90

iainbukittinggi.ac.id

Internet Source

<1 %

91

repo.poltekkestasikmalaya.ac.id

Internet Source

<1 %

92

repository.poltekkesbengkulu.ac.id

Internet Source

<1 %

93

Submitted to Institut Teknologi Kalimantan

Student Paper

<1 %

94

Submitted to Universitas Jambi

Student Paper

<1 %

95

Submitted to University of Wollongong

Student Paper

<1 %

96

donjuan6375.blogspot.com

Internet Source

<1 %

97

edysof.wordpress.com

Internet Source

<1 %

98

hidokter.com

Internet Source

<1 %

99

id.julinse.com

Internet Source

<1 %

100

Ashlikhatul Khanif, Trias Mahmudiono.
"Hubungan Tingkat Pendidikan terhadap
Pengetahuan pada Pedagang Tahu Putih
tentang Kandungan Formalin di Pasar
Tradisional Kota Surabaya", Media Gizi
Kesmas, 2023

Publication

<1 %

101

Campos, M.A.. "Protein nutritional value of
extrusion-cooking defatted lung flour", Food
Chemistry, 1993

Publication

<1 %

102

anzdoc.com

Internet Source

<1 %

103

books.google.com

Internet Source

<1 %

104

ekopuryanto.blogspot.com

Internet Source

<1 %

105	khaliq869.blogspot.com Internet Source	<1 %
106	mitalom.com Internet Source	<1 %
107	najwa-hafizh.blogspot.com Internet Source	<1 %
108	ojs.unud.ac.id Internet Source	<1 %
109	repo.undiksha.ac.id Internet Source	<1 %
110	repository.ar-raniry.ac.id Internet Source	<1 %
111	repository.poltekkespim.ac.id Internet Source	<1 %
112	sanitarian-indonesia.blogspot.com Internet Source	<1 %
113	www.cnnindonesia.com Internet Source	<1 %
114	Submitted to Universitas Dian Nuswantoro Student Paper	<1 %
115	Wahyu Vera Wardani. "POTENTIAL OF BLACK TEA TO REDUCE FORMALDEHYDE LEVELS IN FRESH TUNA FISH (Auxis thazard) DURING	<1 %

IMMERSION TIME", Jurnal Gizi dan Pangan Soedirman, 2020

Publication

116	bajangjournal.com Internet Source	<1 %
117	berassehat-petikwangi.weebly.com Internet Source	<1 %
118	edoc.site Internet Source	<1 %
119	garuda.ristekbrin.go.id Internet Source	<1 %
120	ojs.uho.ac.id Internet Source	<1 %
121	repository.usu.ac.id:8080 Internet Source	<1 %
122	repository.stikesmitrakeluarga.ac.id Internet Source	<1 %
123	repository.unair.ac.id Internet Source	<1 %
124	warstek.com Internet Source	<1 %
125	alvinadila.blogspot.com Internet Source	<1 %
126	etd.repository.ugm.ac.id Internet Source	

<1 %

127 fitriahilda.wordpress.com
Internet Source

<1 %

128 ginte.wordpress.com
Internet Source

<1 %

129 infokesehatanakurat.blogspot.com
Internet Source

<1 %

130 jabarekspres.com
Internet Source

<1 %

131 journal.ipm2kpe.or.id
Internet Source

<1 %

132 journal.uad.ac.id
Internet Source

<1 %

133 repo.stikesicme-jbg.ac.id
Internet Source

<1 %

134 repository.iainpalopo.ac.id
Internet Source

<1 %

135 repository.poltekkes-denpasar.ac.id
Internet Source

<1 %

136 repository.unhas.ac.id
Internet Source

<1 %

137 text-id.123dok.com
Internet Source

<1 %

138	www.lab2gene.co.kr Internet Source	<1 %
139	www.poloshirtjakarta.id Internet Source	<1 %
140	zombiedoc.com Internet Source	<1 %
141	Emi Kurnia Sari, Danvi Sekartaji, Athi' Nur Auliati Rahmah, Wipsar Sunu Brams Dwandaru. "Nanomaterial Carbon-Dots Berbahan Dasar Daun Sirih (Piper Betle L.) Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri S. Mutans dan E. Coli", POSITRON, 2020 Publication	<1 %
142	Iqbal Syaifudin, Ainur Rhain. "Puasa dan Gaya Hidup Sehat, Tafsir Tematik QS. Al-Baqarah", Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan, 2025 Publication	<1 %
143	Meriem Meisyaroh Syamson, Abd Hayat Fattah, Sulkifli Nurdin. "Pengaruh Edukasi Kesehatan Terhadap Kecemasan Lansia Tentang Penularan Corona Virus Disease (Covid 19)", Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada, 2021 Publication	<1 %

144	Taufik Budhi Pramono, Yola Vebiola Vebiola, Sri Marnani Marnani, Marhaendro Santoso Santoso, Kasprijo Kasprijo Kaprijo. "EFEKTIFITAS PERENDAMAN TELUR DALAM LARUTAN HORMON TIROKSIN DENGAN DOSIS BERBEDA TERHADAP DAYA TETAS, PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP LARVA IKAN NILEM (<i>Osteochilus hasseltii</i>)", Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan, 2021 Publication	<1 %
145	Yisia Katiandagho, Siegfried Berhimpon, Albert Royke Reo. "PENGARUH KONSENTRASI ASAP CAIR DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP MUTU ORGANOLEPTIK IKAN KAYU (KATSUO-BUSHI)", MEDIA TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN, 2017 Publication	<1 %
146	anisulpiyani.wordpress.com Internet Source	<1 %
147	armaididarmawan.blogspot.com Internet Source	<1 %
148	ayubikamikaze.wordpress.com Internet Source	<1 %
149	bedalak.blogspot.com Internet Source	<1 %

150	doaj.org Internet Source	<1 %
151	ecampus.poltekkes-medan.ac.id Internet Source	<1 %
152	elibrary.almaata.ac.id Internet Source	<1 %
153	idoc.pub Internet Source	<1 %
154	infosobatmuslim.blogspot.com Internet Source	<1 %
155	issuu.com Internet Source	<1 %
156	journal.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
157	journal.unpas.ac.id Internet Source	<1 %
158	kimryeoraa.wordpress.com Internet Source	<1 %
159	librepo.stikesnas.ac.id Internet Source	<1 %
160	lipi.go.id Internet Source	<1 %
161	lordbroken.wordpress.com Internet Source	<1 %

162	pertaniannews.blogspot.com Internet Source	<1 %
163	repository.stikeswirahusada.ac.id Internet Source	<1 %
164	repository.uhamka.ac.id Internet Source	<1 %
165	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
166	tridycantik.blogspot.com Internet Source	<1 %
167	vdocuments.site Internet Source	<1 %
168	www.erwinedwar.com Internet Source	<1 %
169	www.validnews.id Internet Source	<1 %
170	ejournal.unibabwi.ac.id Internet Source	<1 %
171	politeknikketapang.blogspot.com Internet Source	<1 %
172	Boxin Ou, Dejian Huang, Maureen Hampsch-Woodill, Judith A. Flanagan, Elizabeth K. Deemer. "Analysis of Antioxidant Activities of Common Vegetables Employing Oxygen	<1 %

Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assays: A Comparative Study", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002

Publication

173

Misleni Indah Purwati, Andi Gustomi, Okto Supratman. "Analisis Kualitas NaCl dan Keadaan Garam yang Dihasilkan dari Perairan Bangka Selatan", Journal of Tropical Marine Science, 2020

Publication

<1 %

174

aguskrisnoblog.wordpress.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off