

BAB I

PENDAHULUAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Stunting (*short stature*) yaitu tinggi atau panjang badan terhadap umur yang rendah digunakan sebagai indikator malnutrisi kronis yang menggambarkan riwayat kurang gizi balita dalam jangka waktu lama (Mukhsin et al., 2023). Kondisi stunting dapat menyebabkan gangguan perkembangan kognitif dan motorik anak serta meningkatkan risiko penyakit kronis di kemudian hari. Menurut Laporan Nutrisi Global pada tahun 2022, Indonesia berada pada yang memiliki permasalahan nutrisi kronik, salah satunya yaitu stunting (*Child Malnutrition Today*, 2019). Stunting terjadi akibat kurangnya nutrisi atau malnutrisi sejak konsepsi hingga anak berusia 2 tahun, atau yang dikenal dengan 1000 Hari Pertama Kehidupan (HPK) anak dan berlangsung kronis. Secara global, prevalensi stunting pada anak dibawah usia 5 tahun pada tahun 2023 mencapai 22.3%. Sekitar 148,1 juta anak di bawah usia 5 tahun mengalami stunting, dengan mayoritas populasi berada pada Asia Tengah-Selatan dan Afrika sub-Sahara. Sejalan dengan komitmen global, World Health Organization (WHO) melalui *Sustainable Development Goals* (SDGs) menargetkan penurunan prevalensi stunting global menjadi 15% pada tahun 2030, yang menuntut percepatan upaya intervensi gizi di seluruh negara termasuk Indonesia (WHO & UNICEF, 2024).

Prevalensi balita stunting Nasional sebesar 19,8% (SSGI, 2024) dan dilansir dari website Kementerian Dalam Negeri, prevalensi stunting di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 976.768 individu pada anak dengan kategori pendek, dan 343.796 individu pada anak dengan kategori sangat pendek. Angka prevalensi stunting di Jawa Barat sebesar 20%, dan prevalensi stunting di Kabupaten Kuningan mengalami kenaikan menjadi 23,4 % berdasarkan data yang dimuat pada website open data provinsi Jawa Barat. Beberapa penelitian melaporkan bahwa terdapat berbagai faktor yang dapat meningkatkan insidensi stunting pada anak, seperti metode parenting, praktik ASI eksklusif, stimulasi psikososial, higienitas dan sanitasi lingkungan yang buruk terutama pada wilayah dengan penduduk padat, serta faktor demografis dan ekonomi (WHO & UNICEF, 2024; Setiyabudi, 2019).

Pemerintah Indonesia telah menjadikan stunting sebagai prioritas program pemerintah. Pemerintah berkomitmen untuk menurunkan stunting menjadi sebesar 14,4% pada tahun 2029 dan mencapai 5% pada tahun 2045 sebagaimana ditetapkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) Tahun 2025-2045. Regulasi terkait stunting telah diamanatkan dalam Peraturan Presiden Nomor 72 tahun 2021 bertujuan untuk mempercepat pengurangan stunting di Indonesia, terutama berfokus pada 1.000 hari pertama yang kritis dalam kehidupan seorang anak (Sitohang et al., 2024). Upaya dalam pencegahan stunting ini dapat diwujudkan dengan



hamil, karena ibu hamil sebagai kelompok rawan gizi buruk baik mikronutrien. Berat badan lahir rendah merupakan faktor risiko stunting (Aryastami et al, 2017). Pola makan ibu hamil yang gangguan gizi seperti anemia, kekurangan energi kronis (KEK), malnutrisi (Galhena et al., 2013) Sumber makanan variatif ini perlu diperhatikan oleh masyarakat dalam rangka menurunkan kondisi malnutrisi yang stunting (Nurriszka et al., 2021).

Kekurangan energi kronik sendiri adalah sebuah kondisi yang dapat meningkatkan mortalitas ibu hamil dan juga anaknya. Adapun jumlah perempuan yang mengalami KEK di Indonesia mencapai 17,3% (Munir & Sunarti, 2022). Adapun parameter yang digunakan untuk menentukan kondisi ini adalah indeks massa tubuh (IMT) $<18,5 \text{ kg/m}^2$. Di dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Junita Indarti (2023), kondisi ini dapat berakibat pada komplikasi terhadap ibu maupun anak. Adapun komplikasi terhadap ibu dapat meliputi anemia dan komplikasi perinatal, yang kemudian dapat berpengaruh pada perdarahan postpartum dan mortalitas yang meningkat. Pada neonatus sendiri, KEK dapat meningkatkan kemungkinan gangguan kongenital dan penyakit membrane hialin, serta perawatan di NICU (Junita Indarti, 2023). Terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi dan meningkatkan risiko KEK, yaitu adalah pengetahuan, riwayat penyakit, jumlah kehamilan (Novelia, 2021).

Pengetahuan terhadap kebutuhan asupan nutrisi pada ibu hamil terlebih lagi ditemukan memiliki hubungan positif yang kuat dengan menurunkan angka KEK pada perempuan hamil (Elfiyah et al., 2021). Ini berarti, pengetahuan terkait KEK serta nutrisi menjadi penting bagi ibu hamil untuk memastikan kondisi kehamilan dan bayi nantinya dapat sehat dan terjadi dengan aman. Pemberdayaan masyarakat terhadap ibu dengan KEK juga menjadi penting untuk mencegah terjadinya *stunting* serta memperbaiki kesehatan ibu hamil pada umumnya. Pemberdayaan sebelumnya menunjukkan terdapat peningkatan berat badan sejumlah 1-4 kg dalam 1 bulan setelah terdapat pemberian contoh makanan ataupun varian menu gizi seimbang. Peningkatan pengetahuan, sikap, motivasi juga dirasakan relevan untuk mencegah berlangsungnya KEK pada ibu hamil (Sulistyorini, 2016). Penelitian dan pemberdayaan lainnya juga menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan setelah ibu-ibu hamil dilakukan penyuluhan dalam rangka *antenatal care* (Mbohong et al., 2022). Penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa pemberdayaan masyarakat terhadap ibu KEK merupakan salah satu aspek penting yang dapat menurunkan prognosis terjadinya komplikasi kesehatan seperti anemia, komplikasi perinatal, kematian ibu, maupun gangguan kongenital.

Pemberdayaan masyarakat merupakan salah satu strategi penting untuk menangani *stunting*. Pemberdayaan masyarakat adalah proses pembangunan yang membuat masyarakat berinisiatif untuk memulai proses kegiatan sosial dalam memperbaiki situasi dan kondisi diri sendiri. Tujuan dari pemberdayaan masyarakat ini tidak hanya terbatas pada penurunan prevalensi *stunting* secara global, namun juga peningkatan kualitas hidup masyarakat (Raharjo & Fidyasari, 2020). Berbagai aspek pemberdayaan masyarakat lainnya yang dapat diterapkan dalam usaha mewujudkan tujuan pembangunan, seperti pemberian edukasi akan kebiasaan makan pada anak, edukasi bagi ibu hamil dan menyusui, dengan berfokus pada langkah preventif yang dapat dilakukan (Raharjo & Fidyasari, 2020).



nya pemberdayaan masyarakat telah dilakukan di Indonesia dalam *stunting* dengan edukasi kesehatan dan edukasi nutrisi, serta akses fasilitas kesehatan. Pengoptimalan fungsi kader kesehatan kesehatan, puskesmas, posyandu, polindes, pustu, dan berbagai upayakan untuk menurunkan angka *stunting* di Indonesia, terutama memiliki rata-rata perekonomian yang rendah (Hatimah & Lutfiansyah, 2020). Keterlibatan keluarga, komunitas, masyarakat, dan pemangku

kepentingan (*stakeholder*) memegang peran penting dalam menyukseskan upaya penurunan angka stunting. Kooperasi yang baik antara pemerintah dan komunitas dapat meningkatkan populasi masyarakat yang sehat, bebas dari malnutrisi dan stunting.

Pemberdayaan masyarakat akan pembuatan bahan baku makanan, seperti yodium, kacang kedelai, dan pengolahan tempe juga dapat menjadi fokus untuk meningkatkan konsumsi makanan bergizi pada anak-anak di bawah 5 tahun dengan nutrisi yang buruk. Kegiatan ini juga secara tidak langsung dapat memberdayakan industri kecil menengah dan meningkatkan perekonomian masyarakat global. Pemanfaatan sumber daya manusia dalam teknologi pengolahan pangan lokal juga dapat dimaksimalkan untuk meningkatkan akseptabilitas makanan bergizi pada masyarakat khususnya balita (MY & Welan, 2024). Pemberdayaan masyarakat, khususnya dalam hal nutrisi, dapat dioptimalkan untuk mencapai target penurunan angka stunting. Komitmen pemerintah dalam mengusahakan perbaikan nutrisi telah dinyatakan pada Peraturan Presiden Nomor 42 Tahun 2013 untuk meningkatkan status gizi dan memaksimalkan sumber daya manusia yang tersedia (Ginting et al., 2023).

Keragaman kondisi sosio ekonomi di Indonesia mempersulit akses terhadap makanan dengan kandungan nutrisi tinggi bagi kelompok sosio ekonomi yang rendah. Faktor ekonomi ini dapat dipengaruhi oleh tingkatan edukasi orangtua, jumlah anggota keluarga, usia dan Body Mass Index (BMI) ibu, dan jumlah penghasilan dalam keluarga (Black et al., 2013). Di samping itu, pola penerapan pemberian makan pada anak juga masih menjadi tantangan yang harus dihadapi bagi edukator kesehatan (Noor Khayati et al., 2023). Kebiasaan masyarakat pedesaan yang lebih banyak mengonsumsi produk biji-bijian dan kurang akan protein berdampak pada meningkatnya prevalensi stunting di wilayah tersebut. (Ahnan-Winarno et al., 2021).

Dalam era modern, penelitian makanan tradisional berkembang melampaui jenis makanan atau penerimaan budaya untuk mencakup kesehatan, sensori, dan bahkan makanan fungsional (Djalal, 2022). Eksplorasi makanan tradisional sebagai solusi malnutrisi telah mendapat perhatian signifikan dari para peneliti, terutama karena makanan tradisional memiliki keunggulan dalam hal aksesibilitas, keberlanjutan, dan kesesuaian budaya (Kuhnlein, 2015). Makanan tradisional Indonesia yang telah diteliti memiliki potensi sebagai pangan fungsional dengan manfaat biologis yang spesifik, seperti peningkatan imunitas, perbaikan fungsi metabolisme, dan bahkan pencegahan penyakit (Ningsih et al., 2020). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi pada makanan tradisional dapat meningkatkan bioavailabilitas nutrisi dan menghasilkan senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan (M. Astuti et al., 2000; Nuraida, 2015). Selain itu, inovasi dalam pengolahan makanan tradisional, termasuk fortifikasi dan modifikasi, telah terbukti dapat meningkatkan nilai gizi dan mengatasi defisiensi nutrisi tertentu pada kelompok rentan (Fadly & Chaerunnisa, 2023; Rahbari et



al., 2023). Perspektif ini membuka peluang untuk memanfaatkan menghadapi tantangan nutrisi global, termasuk stunting, dengan ahuan tradisional dan teknologi modern dalam pengembangan ng berbasis makanan lokal seperti tempe.

dapat dipikirkan dengan adanya kondisi tersebut salah satunya ernatif sumber protein dan mikronutrien yang dapat mencukupi anak, salah satunya yaitu tempe. Tempe, makanan tradisional

Indonesia yang merupakan hasil fermentasi dari kacang kedelai dapat menjadi alternatif kebutuhan protein dan mikronutrien lainnya (Castanheira et al., 2021). Beberapa penelitian di Indonesia telah berfokus untuk mencari sumber nutrisi bagi balita yang berbasis lokal dan tradisional. Sebagai makanan tradisional Indonesia, tempe diharapkan dapat menjadi sumber energi dan protein pada masyarakat Indonesia, khususnya bagi balita dan masyarakat dengan kondisi sosio ekonomi yang rendah. Tempe yang terjangkau dari segi harga dan kaya akan nutrisi diharapkan dapat meningkatkan status nutrisi balita di Indonesia. Proses yang dilalui dalam proses pembuatan tempe dapat meningkatkan zat aktif dan bernutrisi dalam perkembangan otak (Ahn-an-Winarno et al., 2021).

Kandungan nutrisi pada tempe diketahui memiliki makronutrien dan mikronutrien yang adekuat dalam pertumbuhan anak. Di Indonesia, tempe dianggap sebagai “protein kelas bawah” dan dikonsumsi sebagai sumber protein utama, terutama pada pulau Jawa dan Bali. Tempe yang kaya akan protein ini juga memiliki kandungan zat besi, vitamin B, kalsium, fosfor, magnesium, riboflavin dan mangan yang tinggi. Dengan proses fermentasi, tempe menghasilkan kandungan makronutrien dan mikronutrien yang seimbang untuk menunjang tumbuh kembang anak (Castanheira et al., 2021).

Penelitian saat ini juga telah berfokus pada potensi tempe sebagai alternatif protein dan meningkatkan status nutrisi di Indonesia dan negara lainnya. (Fibri & Frøst, 2020a; Raharjo & Fidyasari, 2020; Susanto et al., 2017). Kini, kaum millennial Indonesia mulai menunjukkan rasa bangga terhadap produk tempe dan lebih menyukai tempe dengan pengolahan tradisional dibandingkan tempe dengan proses pengolahan modern (Fibri & Frøst, 2020). Penanganan stunting membutuhkan upaya secara holistik, terintegrasi, dan berkualitas sehingga membutuhkan kerjasama antara masyarakat, fasilitas kesehatan, relawan, dan kaum millennial (Raharjo & Fidyasari, 2020).

Pembuatan tempe secara tradisional menggunakan bahan baku kacang kedelai murni. Seiring perkembangan teknologi, tempe kini telah dibuat dengan bahan baku kacang putih, kacang arab, gandum, kacang hitam, kacang hijau, dan produk berbasis tumbuhan lainnya. Dengan kandungan kacang yang kaya akan protein, energi, dan zat gizi, serta dengan proses fermentasi, inokulasi, dan inkubasi, yang menambah kandungan mikronutrien dan meningkatkan higienitas, tempe menjadi makanan yang ideal untuk dikonsumsi oleh balita yang memulai MPASI.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa tempe dapat dimodifikasi dengan penambahan bahan pangan lain untuk meningkatkan nilai gizinya. Fortifikasi atau substitusi pada tempe telah dikembangkan oleh beberapa peneliti, seperti penambahan biji-bijian, kacang-kacangan, dan bahan pangan hewani untuk meningkatkan kandungan protein, vitamin, dan mineral (Sudargo et al., 2013; Wolkers et al., 2018). Hal ini sejalan dengan potensi penambahan bahan pangan hewani pada tempe yang masih terbatas



n menjanjikan manfaat nutrisi yang signifikan. Salah satu bahan digunakan sebagai fortifikan adalah tepung ikan teri, yang dikenal protein dan mineral yang tinggi (Canti et al., 2022) serta dapat isi tempe khususnya untuk kebutuhan gizi anak-anak dalam masa

teri merupakan produk yang diperoleh dari penggilingan ikan yang reduksi bahan mentah menjadi suatu produk yang sebagian besar

terdiri dari komponen protein ikan. Dalam setiap 100 gram tepung ikan teri, kandungan protein tepung ikan relatif tinggi (48,8 gram) yang tersusun oleh asam amino esensial yang kompleks seperti asam amino lisin dan methionine. Kandungan mineral kalsium (4,608 mg) dan fosfor (1200 mg) serta vitamin B kompleks seperti B12 dalam tepung ikan teri juga tinggi. Kandungan energinya sebesar 347 kilokalori, dengan karbohidrat 19,6 gram, lemak 6,4 gram, dan zat besi 18,6 miligram (Sulaiman, 2013). Oleh karena itu, tepung ikan teri dapat digunakan dalam fortifikasi pangan tempe untuk meningkatkan nilai gizi yang terdapat pada kandungan tempe.

Disisi lain, apabila dibandingkan dengan produk olahan dari kedelai seperti tahu, tempe memiliki lebih banyak kandungan tembaga, vitamin B2, vitamin B3, fosfor, vitamin B6, dan magnesium. Sedangkan tahu lebih kaya akan kalsium, selenium, dan vitamin B1. Dalam setiap 100 gram tempe, kandungan kalsium yang ada di dalamnya adalah 155 mg. Meskipun memiliki berbagai kelebihan nutrisi, tempe masih memiliki keterbatasan dari segi kandungan asam amino esensial metionin dan sistein yang relatif rendah serta bioavailabilitas mineral seperti zink dan zat besi yang terhambat oleh adanya asam fitat (R. M. Astuti et al., 2018). Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa kandungan kalsium pada tempe belum mencukupi kebutuhan harian ibu hamil dan balita yang masing-masing memerlukan 1200 mg dan 500 mg kalsium per hari untuk mencegah masalah pertumbuhan tulang dan gigi (Fernández-Gaxiola & De-Regil, 2019). meskipun tempe memiliki kandungan protein yang baik, masih terdapat kekurangan pada asam amino esensial tertentu dan beberapa vitamin penting seperti B12 yang sangat dibutuhkan untuk perkembangan otak dan sistem saraf pada masa pertumbuhan. Kekurangan nutrisi ini menjadi dasar pentingnya upaya fortifikasi tempe untuk meningkatkan nilai gizi dan potensinya sebagai pangan fungsional dalam pencegahan stunting.

Berdasarkan kajian literatur yang telah dipaparkan, teridentifikasi bahwa meskipun terdapat berbagai penelitian tentang fortifikasi pangan dan pencegahan stunting, masih terdapat kesenjangan pengetahuan terkait pemberdayaan ibu hamil KEK melalui fortifikasi tempe dengan tepung ikan teri. Penelitian ini menjadi penting karena mengintegrasikan dua pendekatan kunci dalam penanggulangan stunting, yaitu pemberdayaan masyarakat dan inovasi pangan lokal. Upaya ini mengoptimalkan potensi tempe sebagai pangan fungsional dengan fortifikasi tepung ikan teri yang kaya kalsium dan protein untuk mengatasi kekurangan nutrisi spesifik yang belum teratasi pada tempe konvensional. Dengan berfokus pada kelompok ibu hamil KEK yang merupakan kelompok rentan dan berperan penting dalam pencegahan stunting sejak 1000 HPK, penelitian ini memberikan solusi yang berkelanjutan, ekonomis, dan berbasis kearifan lokal yang dapat diadopsi oleh masyarakat dari berbagai lapisan sosial ekonomi. Penelitian ini diharapkan tidak hanya akan berkontribusi dalam pengembangan ilmu gizi dan kesehatan masyarakat, tetapi juga akan memberikan upaya pencegahan stunting di Indonesia, khususnya di Kabupaten Iliki prevalensi stunting mencapai 19,4% menurut data SSGI 2022.



asalah

uraian pada latar belakang di atau maka rumusan masalah adalah

- 1.2.1 “Bagaimana daya terima dari berbagai formulasi tempe fortifikasi berbasis pangan lokal pada ibu hamil KEK?”
- 1.2.2 “Bagaimana pengaruh pemberdayaan ibu hamil Kekurangan Energi Kronis (KEK) melalui pelatihan dan intervensi terhadap perilaku pencegahan stunting ?”
- 1.2.3 “Berapa lama masa simpan tempe fortifikasi berdasarkan parameter biologis seperti jumlah fungi dan bakteri?”
- 1.2.4 “Bagaimana kandungan gizi tempe fortifikasi (protein, lemak total, kalsium) serta kontribusinya terhadap kebutuhan gizi ibu hamil KEK dalam upaya pencegahan stunting?”
- 1.2.5 “Seberapa efektif media edukasi berbasis buku saku dalam meningkatkan pengetahuan ibu hamil KEK tentang pembuatan tempe fortifikasi?”
- 1.2.6 “Apakah karakteristik responden berperan sebagai variabel perancu dalam intervensi pemberdayaan?”
- 1.2.7 “Bagaimana perubahan perilaku pencegahan stunting pada ibu hamil KEK setelah mengikuti pelatihan pembuatan tempe fortifikasi?”
- 1.2.8 “Apakah terdapat perbedaan output kehamilan (berat badan lahir dan panjang badan lahir bayi) antara kelompok ibu hamil KEK yang mengonsumsi tempe biasa dan tempe fortifikasi?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menganalisis “Pengaruh Pemberdayaan Ibu Hamil Kekurangan Energi Kronis (KEK) Melalui Fortifikasi Tempe Terhadap Berat Badan Lahir (BBL) Dan Panjang Badan Lahir (PBL) Sebagai Indikasi Pencegahan Stunting”

1.3.2 Tujuan Khusus

- 1.3.2.1 Merancang dan menghasilkan produk tempe fortifikasi berbasis pangan lokal serta mengevaluasi daya terima dari berbagai formulasi melalui uji organoleptik (warna, aroma, tekstur, dan rasa) untuk menentukan formulasi yang paling disukai.
- 1.3.2.2 Menentukan masa simpan tempe fortifikasi berdasarkan parameter biologis (jumlah fungi dan bakteri).
- 1.3.2.3 Menganalisis kandungan gizi tempe fortifikasi, termasuk kadar protein, lemak total, dan kalsium, serta menilai kontribusinya terhadap pencegahan stunting.
- 1.3.2.4 Merancang media edukasi berbasis buku saku tentang pembuatan tempe fortifikasi untuk ibu hamil.
- 1.3.2.5 Menganalisis pengaruh pelatihan pembuatan tempe fortifikasi terhadap peningkatan pengetahuan, sikap, dan keterampilan ibu hamil KEK dalam kontribusi karakteristik responden sebagai variabel perancu).
asi dampak pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan tempe fortifikasi terhadap perubahan perilaku pencegahan stunting il KEK.



- 1.3.2.8 Menganalisis efektivitas pemberian tempe dan tempe fortifikasi terhadap output kehamilan ibu hamil KEK, khususnya berat badan lahir dan panjang badan lahir bayi.

1.4 Manfaat Penelitian

- 1.4.1 Bagi Pemerintah hasil penelitian ini dapat direkomendasikan pemanfaatan tempe fortifikasi dalam bentuk kerjasama dengan fasilitas kesehatan dalam Pemberian Makanan Tambahan (PMT), yang berfungsi sebagai alternatif dalam penyediaan makanan tambahan berbasis pangan lokal dan kerjasama dengan industri pengelolaan Makanan Bergizi Gratis (MBG) sebagai bahan baku.
- 1.4.2 Bagi Perguruan Tinggi sebagai bentuk penelitian dan pengembangan kepada masyarakat (salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi)
- 1.4.3 Bagi Peneliti diharapkan dapat melakukan pengembangan intervensi pemberdayaan pencegahan stunting berbasis pangan lokal

1.5 Kebaharuan Penelitian

Penelitian ini memperkenalkan pendekatan inovatif dalam intervensi berbasis pangan lokal untuk mencegah stunting, dengan penekanan pada pengembangan dan pemanfaatan tempe fortifikasi sebagai solusi gizi yang terjangkau bagi ibu hamil yang mengalami Kekurangan Energi Kronis (KEK). Hingga saat ini, belum ada penelitian di Indonesia yang secara komprehensif mengintegrasikan proses pengembangan produk pangan, termasuk uji daya terima, analisis gizi, dan uji masa simpan dengan pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan pembuatan pangan lokal bergizi, serta intervensi langsung berupa pemberian tempe fortifikasi kepada ibu hamil dengan KEK untuk mengevaluasi dampaknya terhadap hasil kehamilan, seperti berat dan panjang badan lahir.

Sebagai studi pertama yang mengeksplorasi efektivitas tempe fortifikasi dalam konteks pencegahan stunting melalui tiga pendekatan terpadu yaitu pengembangan produk, intervensi edukatif, dan uji efektivitas klinis, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam literatur gizi ibu dan anak di negara berkembang. Di tingkat global, penelitian yang mengintervensi ibu hamil KEK dengan pangan berbasis tempe fortifikasi masih sangat terbatas, dan belum ada yang melibatkan pendekatan partisipatif berbasis pemberdayaan masyarakat secara langsung dalam proses produksi pangan tersebut.

Penelitian ini juga menawarkan pendekatan holistik yang mengaitkan intervensi gizi lokal, perubahan perilaku (pengetahuan, sikap, keterampilan), dan hasil kehamilan, sehingga dapat menjadi landasan ilmiah bagi pengembangan kebijakan pencegahan stunting yang berbasis pada potensi pangan lokal dan pemberdayaan komunitas di daerah yang memiliki sumber daya terbatas. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperkaya khazanah ilmiah di tingkat nasional dan internasional, tetapi juga



gi aplikatif yang berpotensi untuk direplikasi secara luas dalam intervensi stunting yang berbasis komunitas.

1.6 Penelitian

memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam pertama, desain penelitian yang menggunakan pendekatan studi longitudinal berpotensi menyebabkan pengunduran diri partisipan

selama masa intervensi. Alasan pengunduran diri tersebut bisa bersifat pribadi, seperti keputusan dari pasangan atau faktor keluarga lainnya, yang berada di luar kendali peneliti. Kondisi ini dapat memengaruhi ukuran sampel akhir serta kekuatan statistik penelitian. Kedua, tidak semua faktor eksternal yang berpotensi memengaruhi hasil intervensi dapat dikendalikan secara menyeluruh. Misalnya, kondisi lingkungan tempat tinggal partisipan, seperti suhu ruangan, cuaca saat pengolahan dan penyimpanan tempe, kebersihan alat, serta kualitas media fermentasi, dapat berkontribusi terhadap variasi hasil, baik dari segi kualitas produk tempe fortifikasi maupun respons fisiologis ibu hamil terhadap intervensi gizi. Ketiga, meskipun pengukuran dilakukan terhadap beberapa indikator output kehamilan, hubungan antara intervensi tempe fortifikasi dan hasil (berat dan panjang badan lahir) tidak selalu menunjukkan korelasi positif yang konsisten. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya variabel pengganggu yang tidak dapat dikontrol, seperti status kesehatan umum ibu, asupan makanan harian lainnya, atau kondisi psikososial selama kehamilan. Terakhir, karena keterbatasan sumber daya, penelitian ini tidak mencakup pemeriksaan biologis tambahan yang dapat memperkuat pemahaman mengenai mekanisme biologis dari intervensi, seperti status inflamasi, status hormonal, atau keberadaan infeksi kronis yang juga dapat memengaruhi hasil kehamilan. Meskipun demikian, temuan penelitian ini tetap memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan intervensi stunting berbasis pangan lokal dan menjadi dasar untuk studi lebih lanjut dengan desain dan kontrol yang lebih ketat.

1.7 Kerangka Teori

Stunting yang terjadi masih menjadi masalah kesehatan terbesar di Indonesia. Stunting disebabkan oleh terbatasnya akses masyarakat terhadap layanan kesehatan, makanan bergizi, dan kurangnya pengetahuan ibu mengenai kesehatan dan gizi, khususnya pada saat hamil, usia anak-anak, dan balita. Angka status gizi pada ibu hamil yang kurang dapat meningkatkan angka kejadian bayi lahir dengan berat badan yang rendah. Pengetahuan ibu hamil tentang gizi tersebut secara tidak langsung memengaruhi terjadinya stunting pada bayi. Wanita hamil di negara berkembang umumnya memiliki asupan kalsium yang rendah. Sebuah penelitian menunjukkan sebanyak 50% ibu hamil memiliki asupan kalsium yang inadekuat dengan rata-rata asupan kalsium sebesar 493.2 mg/hari. *World Health Organization* merekomendasikan suplementasi kalsium 1500 – 2000 g / hari pada populasi dengan asupan kalsium rendah (Purnasari et al., 2016). Berdasarkan penelitian, kejadian stunting di Indonesia disebabkan oleh rendahnya konsumsi makanan hewani seperti ikan, daging, telur, dan susu yang merupakan sumber protein dan kalsium bagi tubuh. (Hacker et al., 2012).

- 1.7.1 Dampak stunting dapat terjadi dalam jangka pendek, dan jangka panjang hingga pasien dewasa. Stunting dapat menghambat perkembangan anak dan menyebabkan efek jangka panjang terhadap aspek kesehatan, pendidikan, dan ak juga menjadi rentan terhadap penyakit infeksi, serta penyakit mudian hari. Pencegahan stunting memerlukan kerjasama dan tas sektor termasuk dalam tingkatan pemerintah. Pemerintah telah ijakan mengenai strategi nasional percepatan pencegahan stunting atkan masyarakat yang dipengaruhi oleh faktor perencanaan, n, pelatihan, serta monitoring dan promosi. Kebijakan tersebut

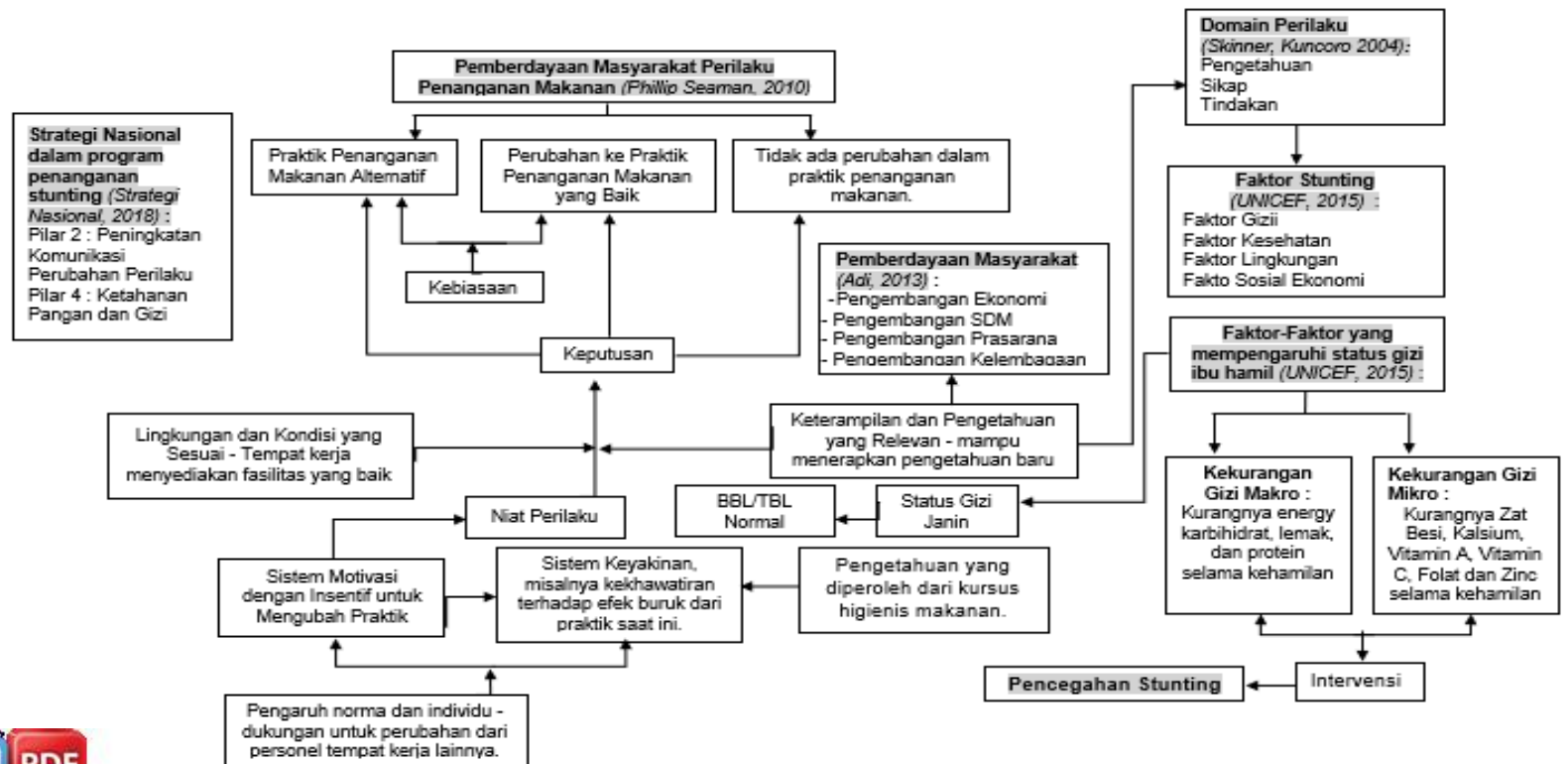


terdapat pada pilar 2, yaitu peningkatan komunikasi perubahan perilaku dan pemberdayaan masyarakat. Kebijakan ini dapat dilakukan dengan melakukan kampanye nasional dan sosialisasi menggunakan berbagai bentuk media atau melakukan sebuah kegiatan masyarakat untuk mencegah stunting serta komunikasi antar pribadi untuk mendorong perubahan perilaku masyarakat. Pada teori *Tone's Health Action Model (THAM)*, kebijakan atau norma atau pengetahuan yang dimiliki masyarakat akan dapat memengaruhi sikap dan perilaku masyarakat. Oleh karena itu, penelitian ini melibatkan pemberdayaan masyarakat dengan penyuluhan ketrampilan mengelola pangan higienis, dan perilaku pencegahan stunting sehingga nantinya masyarakat akan dapat mengubah sikap dan perilaku untuk mengonsumsi makanan bergizi.

- 1.7.2 Stunting disebabkan oleh kekurangan gizi kronis, dan biasanya berhubungan dengan kurangnya asupan nutrisi penting selama tahun-tahun awal kehidupan. Makanan alternatif dapat berkontribusi atau mengurangi risiko stunting. Hal ini bergantung pada berbagai faktor, seperti kualitas gizi makanan alternatif, keragaman makanan, aksesibilitas, pendidikan, faktor budaya, dan praktik pemberian makan yang benar. Makanan alternatif dapat menjadi bagian dari solusi untuk mengurangi stunting jika dipilih dan disiapkan dengan bijak untuk memenuhi kebutuhan nutrisi anak, namun makanan alternatif juga dapat berkontribusi terhadap stunting jika makanan tersebut kekurangan nutrisi penting atau tidak termasuk dalam pola makan yang seimbang. Intervensi dan pendidikan kesehatan masyarakat dapat memainkan peran penting dalam memastikan bahwa makanan alternatif mendukung pertumbuhan yang sehat pada anak-anak.
- 1.7.3 Pada penelitian ini, salah satu intervensi yang digunakan dalam upaya untuk menangani stunting adalah dengan pemberian tempe yang difortifikasi dengan kandungan nutrisi yang tinggi. Fortifikasi tempe ini diharapkan dapat diterima di masyarakat, dan menurunkan angka stunting. Penerimaan tempe yang difortifikasi dalam praktik penanganan makanan alternatif, seperti pola makan vegetarian dan vegan, pola makan berkelanjutan, atau pola makan khusus, dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pengayaan nutrisi, kesadaran kesehatan, pertimbangan etika, rasa, aksesibilitas, dan pengaruh budaya. Pembuat tempe fortifikasi harus mempertimbangkan faktor-faktor ini ketika memasarkan dan mempromosikan produk mereka kepada masyarakat. Fortifikasi melibatkan penambahan nutrisi penting pada produk makanan untuk meningkatkan nilai gizinya. Pada fortifikasi tempe, terdapat beberapa nutrisi umum yang ditambahkan pada tempe termasuk vitamin dan mineral, seperti vitamin B (misalnya B12), zat besi, dan kalsium.



...akan setelahnya dengan menilai berat badan dan tinggi badan atau an. Perbandingan antara kedua intervensi dilakukan untuk menilai penurunan stunting pada masyarakat di Kabupaten Kuningan Provinsi

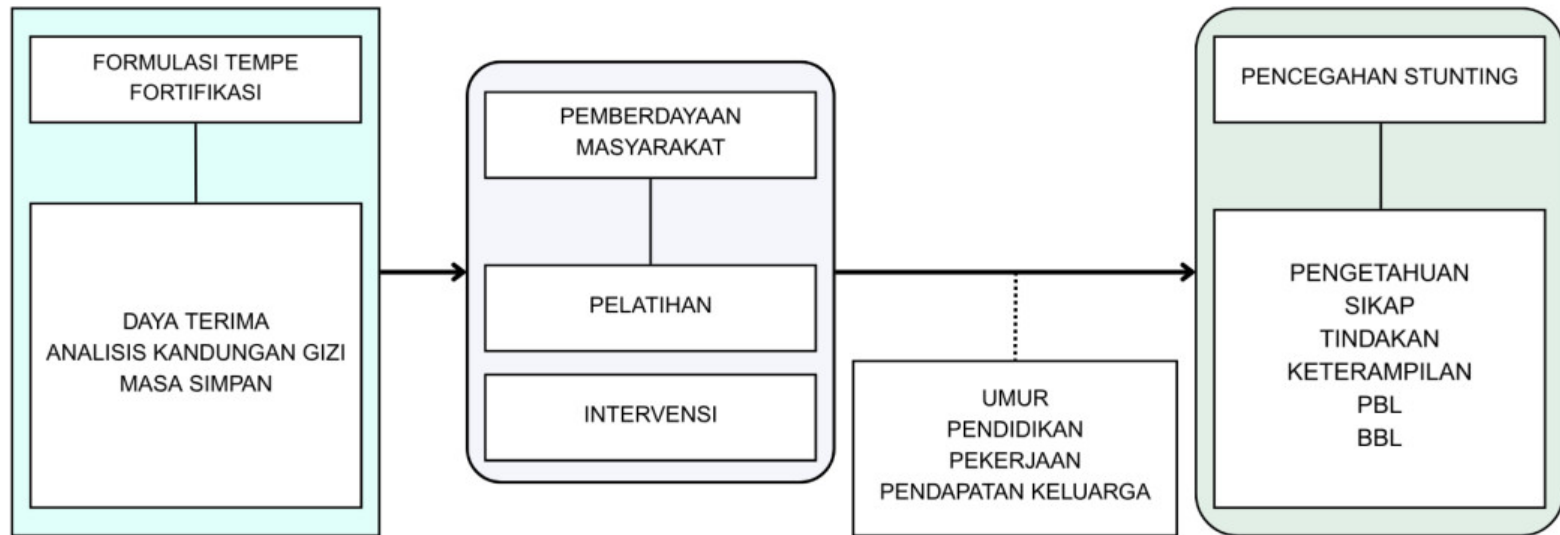


(Phillip Seaman, 2010), (Skinner, Kuncoro 2004), (Strategi Nasional, 2018), (UNICEF, 2015), (Adi, 2013)

Gambar 1.1 Kerangka Teori



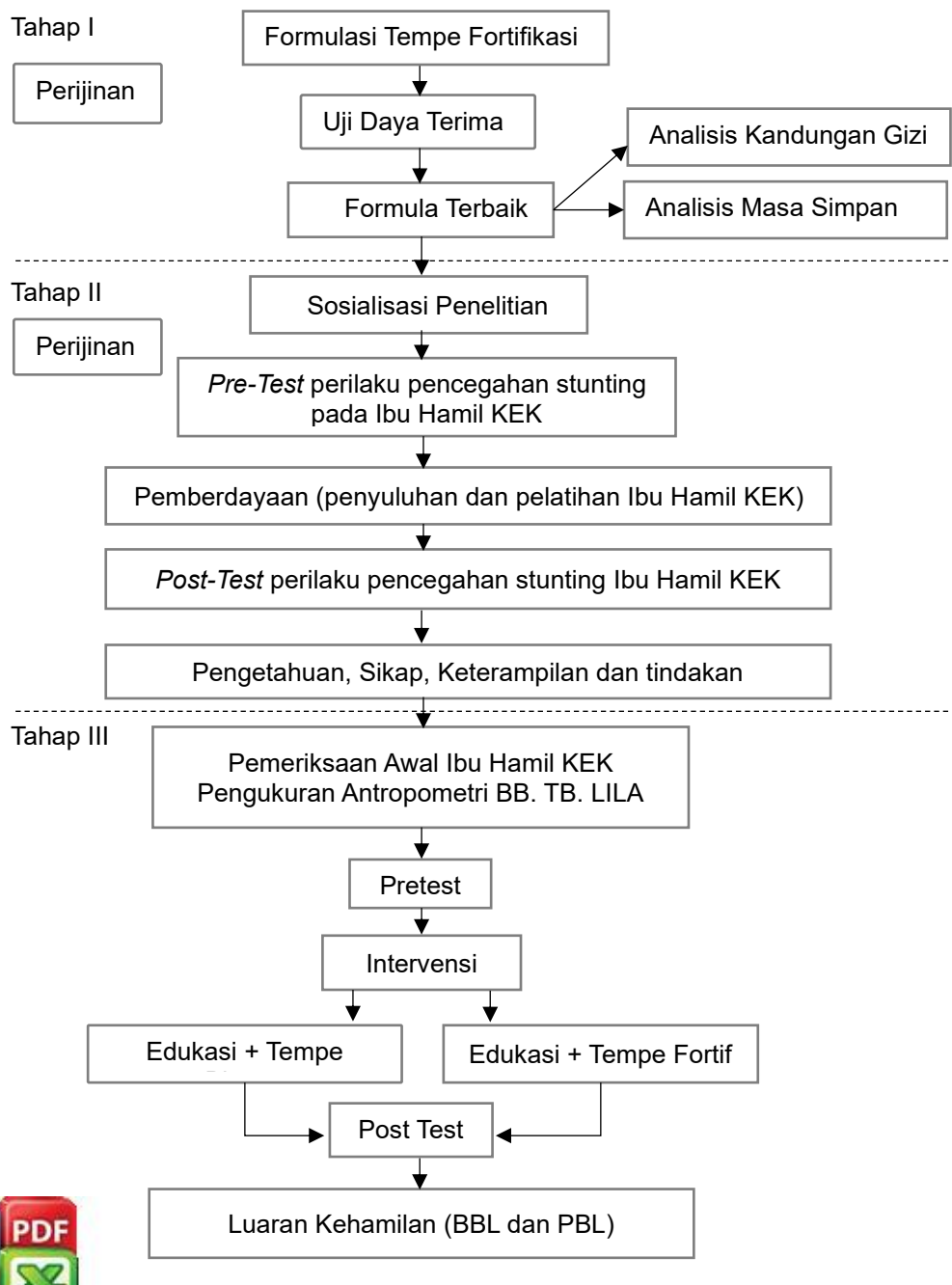
1.8 Kerangka Konsep



Variable Independen
Variable Dependen
Variabel yang di Teliti
Variable Counfounding

Gambar 1.2 Kerangka Konsep

1.9 Alur Penelitian



Gambar 1.3 Alur Penelitian



1.10 Daftar Pustaka

- Adi, I. R. (2013). *Intervensi Komunitas & Pengembangan Masyarakat (Edisi Revisi 2012): sebagai upaya pemberdayaan masyarakat*. PT Raja Grafindo Persada, 2013.
- Ahnan-Winarno, A. D., Cordeiro, L., Winarno, F. G., Gibbons, J., & Xiao, H. (2021). Tempeh: A semicentennial review on its health benefits, fermentation, safety, processing, sustainability, and affordability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(2), 1717–1767. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12710>
- Astuti, M., Meliala, A., Dalais, F. S., & Wahlqvist, M. L. (2000). Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 9(4), 322–325.
- Astuti, R. M., Widaningrum, Asiah, N., Setyowati, A., & Fitriawati, R. (2018). Effect of physical modification on granule morphology, pasting behavior, and functional properties of arrowroot (*Marantha arundinacea* L) starch. *Food Hydrocolloids*, 81, 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.02.029>
- Black, R. E., Victora, C. G., Walker, S. P., Bhutta, Z. A., Christian, P., de Onis, M., Ezzati, M., Grantham-McGregor, S., Katz, J., Martorell, R., & Uauy, R. (2013). Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *The Lancet*, 382(9890), 427–451. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(13\)60937-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(13)60937-x)
- Canti, M., Palupi, K. A. K., & Suhartono, M. T. (2022). Physicochemical and Sensory Properties of Protein Isolate from Anchovy (*Stolephorus insularis*). *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 17(1), 35–43. <https://doi.org/10.15578/squalen.608>
- Castanheira, I., Serodio, A., Nascimento, A., Gueifao, S., Santiago, S., Assunção, R., & Barbosa, C. (2021). Impact of the Cooking Methods on the Tempeh Nutritional Composition. *Current Developments in Nutrition*, 5, 576. https://doi.org/10.1093/cdn/nzab044_007
- Child malnutrition today*. (2019). United Nations Publications. <https://doi.org/10.18356/1a56f529-en>
- Dashboard Prevalensi*. (n.d.).
- Dekker, L. H., Mora-Plazas, M., Marín, C., Baylin, A., & Villamor, E. (2010). Stunting Associated with Poor Socioeconomic and Maternal Nutrition Status at Birth and Associated with Stunting and Mortality in Colombian Schoolchildren. *Food and Nutrition* (2), 242–250. <https://doi.org/10.1177/156482651003100207>
- ... A. (2022). Traditional Indonesian food: A bibliometric review from *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary* ?), 172–182. <https://doi.org/10.20956/canrea.v5i2.736>



Elfiyah, S., Nurhaeni, A., & Nurlaili, L. (2021). The Relationship Of Knowledge Of Nutritional Intake And The Even Of Chronic Energy Deficiency In Pregnant Mothers In Kalijaga Public Health Center Working Area Cirebon City. *Jurnal Kesehatan Mahardika*, 8, 1–6. <https://doi.org/10.54867/jkm.v8i1.20>

Fadly, K., & Chaerunnisa, N. N. (2023). Fortified Ultra-Processed Foods as an Intervention in Vulnerable Populations to Address Nutrient Deficiencies: A Mini Review. *Jurnal Jizi Dan Pangan*, 18(1).

Fernández-Gaxiola, A. C., & De-Regil, L. M. (2019). Intermittent iron supplementation for reducing anaemia and its associated impairments in adolescent and adult menstruating women. In *Cochrane Database of Systematic Reviews* (Vol. 2019, Issue 1). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009218.pub3>

Fibri, D. L. N., & Frøst, M. B. (2020). Indonesian millennial consumers' perception of tempe – And how it is affected by product information and consumer psychographic traits. *Food Quality and Preference*, 80, 103798. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103798>

Galhena, D. H., Freed, R., & Maredia, K. M. (2013). Home gardens: a promising approach to enhance household food security and wellbeing. *Agriculture & Food Security*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/2048-7010-2-8>

Ginting, W. A. W., Yulidar Hafni, S., Rahmawati, N., Latifahny, E., Tampubolon, R., Ayuni, P., Tri Azrina, D., & Rahman, A. (2023). Penerapan Program Intervensi Stunting Pada Balita dan Ibu Hamil Dengan Pemberdayaan Masyarakat. *LENTERA Jurnal Pengabdian*, 3(2).

Global Nutrition Targets 2025: Stunting Policy Brief. (n.d.). <https://www.who.int/publications-detail-redirect/WHO-NMH-NHD-14.3>

Hacker, A. N., Fung, E. B., & King, J. C. (2012). Role of calcium during pregnancy: Maternal and fetal needs. *Nutrition Reviews*, 70(7), 397–409. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2012.00491.x>

Hatimah, I., & Lutfiansyah, D. Y. (2021). Community Empowerment Synergy Model based on Parenting Programs in Reducing Numbers of Stunting in Cirebon Regency. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 13(2), 1130–1137. <https://doi.org/10.9756/int-jecse/v13i2.211158>

Junita Indarti, H. S. W. (2023). Maternal and Neonatal Outcome in Pregnant Women with Chronic Energy Deficiency in Cipto Mangunkusumo General Hospital, Indonesia. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 11. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2023.8509>



(2015). Food system sustainability for health and well-being of Peoples. *Public Health Nutrition*, 18(13), 2415–2424. <https://doi.org/10.1017/S1368980014002961>

- Mbohong, C., Husen, E., Imul, A., Mandes, H., & Janggu, J. P. (2022). Pemberdayaan Ibu Hamil Melalui Pelayanan Antenatal Care Untuk Mencegah Kurang Energi Kronik. *Selaparang*, 6(1), 481–485. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i1.7855>
- Mukhsin, Abd. M., Nasution, D. R., Farha, M., Mustika, M., & Nahda, Z. (2023). Upaya Pencegahan Stunting dan Potensi Tumbuh Kembang Anak. *Reslaj: Religion Education Social Laa Roiba Journal*, 5(4), 2224–2233. <https://doi.org/10.47467/reslaj.v5i5.2197>
- Munir, R., & Sunarti. (2022). Pregnant Women's Knowledge of Chronic Energy Deficiency with Economic Status. *AbdimasMu UMTAS*, 1, 105–111. <https://doi.org/10.35568/amu.v1i2.2543>
- MY, M. L., & Welan, R. (2024). Providing Complementary Food Made from Local Food for Toddlers in Indonesia: A Literature Review. *International Journal of Research and Review*, 11(5), 420–422. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20240549>
- Noor Khayati, F., Agustiningrum, R., & Mulyaningsih, D. (2023). Upaya Optimalisasi Pertumbuhan dan Perkembangan Anak Usia Pra Sekolah melalui Deteksi Dini Tumbuh Kembang. *JURNAL INOVASI DAN PENGABDIAN MASYARAKAT INDONESIA*, 2(2), 6–9. <https://doi.org/10.26714/jipmi.v2i2.98>
- Novelia, S. , Rukmaini. , & A. E. (2021). Factors related to chronic energy deficiency among pregnant women. *Nursing and Health Sciences Journal*. <https://doi.org/https://doi.org/10.53713/nhs.v1i3.54>
- Nuraida, L. (2015). A review: Health promoting lactic acid bacteria in traditional Indonesian fermented foods. In *Food Science and Human Wellness* (Vol. 4, Issue 2, pp. 47–55). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.06.001>
- Nurrizka, R. H., Wenny, D. M., & Amalia, R. (2021). Complementary Feeding Practices and Influencing Factors Among Children Under 2 Years of Age: A Cross-Sectional Study in Indonesia. *Pediatric Gastroenterology, Hepatology & Nutrition*, 24(6), 535–545. <https://doi.org/10.5223/pghn.2021.24.6.535>
- Phillip Seaman. (2010). Food hygiene training: Introducing the Food Hygiene Training Model. *Food Control*, 21, 381–387. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.08.005>
- Purnasari, G., Briawan, D., & Dwiriani, C. M. (2016). Kepatuhan Konsumsi Kalsium Serta Hubungannya Dengan Tingkat Kecukupan Kalsium Hamil Di Kabupaten Jember. *Jurnal Kesehatan Reproduksi*, 7(2). <https://doi.org/10.22435/kespro.v7i2.4968.83-93>
- Fidyasari, A. (2020). Community Empowerment Through 2nd Tempeh Innovation Towards a Food Organized Village.



JSMARTech, 2(1), 43–47.
<https://doi.org/10.21776/ub.jsmartech.2020.002.01.43>

Rahbari, M., Rahlfs, S., Jortzik, E., Bogeski, I., & Becker, K. (2017). H2O2 dynamics in the malaria parasite *Plasmodium falciparum*. *PLoS ONE*, 12(4).
<https://doi.org/10.1371/journal>

Setiyabudi, R. (2019). Stunting, risk factor, effect and prevention. *MEDISAINS*, 17(2), 24. <https://doi.org/10.30595/medisains.v17i2.5656>

Sitohang, D., Lestari, M. W., Ilmu, S. T., Nasional, K., & Artikel, R. (2024). Analisis Normatif terhadap Implementasi Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 72 Tahun 2021 tentang Percepatan Penurunan Stunting. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah*, 1(12), 848–856. <https://doi.org/10.62335>

Sudargo, T., Nisa, F. Z., Helmiyanti, S., & Kusuma, R. J. (2013). Tempeh with Iron Fortification to Overcome Iron Deficiency Anemia. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12(9), 815–820.

Sulaiman, H. (2013). *Fermentasi Hasil Perasan Kelapa Parut dengan Fortifikasi Tepung Ikan Teri dalam Pembuatan Produk Kokojompi*.

Sulistyorini, L. , & I. E. n. d. (2016). *Kuliah kerja nyata – program pemberdayaan masyarakat (KKN-PPM) gerakan sayang ibu dan bayi sebagai solusi masalah kurang energi kalori pada ibu hamil di kecamatan Julbuk kabupaten Jember*.
https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/73316/XDone%20LANTIN%20SULISTYORINI%20M.Kes%2C%20S.Kep_artikel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Susanto, T., Syahrul, Sulistyorini, L., Rondhianto, & Yudisianto, A. (2017). Local-food-based complementary feeding for the nutritional status of children ages 6-36 months in rural areas of Indonesia. *Korean Journal of Pediatrics*, 60(10), 320–326. <https://doi.org/10.3345/kjp.2017.60.10.320>

Thakur, A., Sharma, R., & Rajput, R. (2023). Food Fortification to Combat Micronutrient Deficiencies- A Review. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 42(47), 66–79. <https://doi.org/10.9734/cjast/2023/v42i474317>

Walton, M., Arsyad, D. S., Alimuddin, S., Arundhana, A. I., Guest, D., McMahon, P., Doel, R., & Nasir, S. (2020). Implementing a One Health village volunteer programme in West Sulawesi, Indonesia: A pilot study. *Global Public Health*, 16(11), 1741–1756. <https://doi.org/10.1080/17441692.2020.1836247>



̄. (2024). *Levels and trends in child malnutrition*.

., Endika, M. F., & Smid, E. J. (2018). Enhancing vitamin B12 in tempeh by in situ fortification. *LWT*, 96, 513–518.
[org/10.1016/j.lwt.2018.05.062](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.062)

BAB II

TOPIK PENELITIAN I TEMPE FORTIFIKASI SEBAGAI MAKANAN ALTERNATIF UNTUK IBU HAMIL DENGAN KEKURANGAN ENERGI KRONIS

ABSTRAK

Latar Belakang: Sebagai produk fermentasi dari kedelai, tempe merupakan sumber protein, serat pangan, dan vitamin esensial yang kaya. Namun, fortifikasi dengan bahan tambahan seperti bubuk ikan teri dapat meningkatkan kandungan kalsium, zat besi, dan mikronutrien secara keseluruhan. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formula terbaik dalam proses fortifikasi tempe dengan penambahan ikan teri. **Metode:** Metode yang digunakan adalah uji hedonik untuk menilai penerimaan warna, aroma, dan rasa tempe yang difortifikasi oleh panelis terlatih dan konsumen menggunakan skala hedonik 5 poin. Selanjutnya, formula dengan dosis ikan teri terbaik dari hasil uji hedonik dianalisis lebih lanjut melalui uji proksimat guna mengetahui kandungan nutrisinya. Dosis ikan teri yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 gram, 5 gram, 7 gram, dan 10 gram per 100 gram tempe. **Hasil:** Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik dalam hal warna, rasa, dan aroma pada setiap formula yang diuji. Namun, berdasarkan skor hedonik tertinggi, tempe dengan penambahan 5 gram ikan teri menjadi yang paling disukai oleh panelis semi terlatih. Analisis proksimat pada sampel terbaik menunjukkan variasi dalam kandungan nutrisi. Selain itu, tidak ditemukannya bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* selama masa penyimpanan. Selain itu, keamanan tempe yang difortifikasi dengan 5 gram ikan teri dikonfirmasi dengan tidak ditemukannya bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* selama masa penyimpanan. Uji masa simpan menunjukkan bahwa tempe fortifikasi tepung ikan teri aman dikonsumsi hingga 5 hari pada suhu ruang dengan kualitas optimal. **Kesimpulan:** Hasil penelitian menunjukkan tempe yang difortifikasi dengan 5 gram ikan teri memiliki nilai sensoris optimal dan kandungan kalsium tinggi, dengan masa simpan hingga 5 hari, direkomendasikan sebagai makanan untuk mengurangi risiko kekurangan energi kronis pada ibu hamil.

Kata Kunci: Tempe Fortifikasi, *Anchovy*, Kekurangan Energi Kronis



ABSTRACT

Background : As a fermented soybean product, tempeh is a rich source of protein, dietary fiber, and essential vitamins. However, fortification with ingredients such as anchovy powder further increases the overall calcium, iron, and micronutrient content. **Objective:** This study aims to determine the best formula for adding anchovy to the tempeh fortification process. **Method:** The method used was a hedonic test to evaluate the acceptance of fortified tempeh's color, aroma, and taste by trained panelists and consumers with a 5-point hedonic scale. Furthermore, the results of adding the best anchovy dose from the hedonic test were continued in the proximate test to determine the nutritional content of the tempeh. The doses of anchovy used in this study were 3 gram, 5 gram, 7 gram, and 10 gram in every 100 gram of tempeh. **Results:** The hedonic test showed that there was no statistically significant difference in terms of color, taste, and aroma from the addition of anchovy in each formula, but based on the highest hedonic score, the addition of 5% of anchovy was most preferred by semi trained panelists. Proximate analysis of the best-performing samples showed variations in nutrient content, with total energy and energy derived from fat decreasing over time, while calcium content increased, indicating improved bioavailability. The absence of pathogenic bacteria such as *Escherichia coli* and *Salmonella sp.* during the storage duration further confirmed the safety of the tempeh fortified with 5 gram anchovy addition. Furthermore, the safety of tempeh fortified with 5 grams of anchovy was confirmed by the absence of pathogenic bacteria such as *Escherichia coli* and *Salmonella sp.* during storage period. Shelf-life testing showed that anchovy flour-fortified tempeh was safe for consumption up to 5 days at room temperature with optimal quality maintained until day 3. **Conclusion:** Research results show that tempeh fortified with 5 gram anchovy has optimal sensory value and high calcium content, with a shelf life of up to 5 days with best quality on day 3, recommended as a food supplement to reduce the risk of chronic energy deficiency in pregnant women.

Keywords: Fortified tempeh, Anchovy, Chronic Energy Deficiency



2.1 Pendahuluan

Kekurangan Energi Kronis (KEK) pada ibu hamil merupakan masalah kesehatan masyarakat yang signifikan dengan prevalensi global mencapai 20-40% di negara berkembang (Dewey & Begum, 2011; Fibrila et al., 2023). Di Indonesia, prevalensi KEK pada ibu hamil mencapai 16,9% berdasarkan data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 (KEMENKES, 2023). KEK ditandai dengan asupan kalori yang tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan energi tubuh, yang diidentifikasi melalui Lingkar Lengan Atas (LILA) $<23,5$ cm, menunjukkan deplesi cadangan protein dan energi yang telah berlangsung dalam jangka waktu lama (Al Rahmad, 2023; Fibrila et al., 2023; Irawati, 2009).

Konsekuensi KEK selama kehamilan sangat serius. Menurut studi oleh (Steketee, 2003), sekitar 28,3% wanita hamil mengalami anemia yang menunjukkan hubungan signifikan dengan kejadian KEK. Konsekuensi KEK selama kehamilan sangat serius. Menurut studi oleh Steketee (2003), sekitar 26% wanita hamil mengalami anemia yang menunjukkan hubungan signifikan dengan kejadian KEK. Selain itu, penelitian terbaru oleh Ruwayda & Sartika, (2024) menunjukkan bahwa KEK pada ibu hamil berhubungan dengan peningkatan risiko perdarahan, infeksi, dan komplikasi seperti persalinan lama dan prematur, menekankan pentingnya penanganan KEK untuk mengurangi risiko kesehatan yang serius. Meta-analisis terbaru oleh Rahman et al., (2016) yang melibatkan 18 studi kohort menemukan bahwa ibu hamil dengan KEK memiliki risiko 2,4 kali lebih tinggi untuk melahirkan bayi dengan pertumbuhan janin terhambat, yang berkorelasi kuat dengan kejadian stunting pada anak di bawah lima tahun. Ini menunjukkan bahwa intervensi pada ibu hamil dengan KEK berpotensi memutus siklus malnutrisi antargenerasi.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi KEK pada ibu hamil, termasuk suplementasi tablet tambah darah, pemberian makanan tambahan (PMT), dan edukasi gizi. Namun, pendekatan tersebut memiliki keterbatasan dari segi cakupan, kepatuhan, dan keberlanjutan (Reyes et al., 2020). Meta-analisis oleh Bhutta et al., (2020) menunjukkan bahwa intervensi berbasis pangan memiliki efektivitas 30% lebih tinggi dibandingkan suplementasi dalam meningkatkan status gizi ibu hamil karena lebih berkelanjutan dan sesuai dengan kebiasaan makan lokal. Berdasarkan kerangka teoritis *food-based approach* yang dikembangkan oleh Gibson & Ferguson, (2008), fortifikasi pangan lokal merupakan strategi yang menjanjikan karena memadukan aspek ketersediaan, aksesibilitas, dan penerimaan budaya.

Tempe, sebagai pangan lokal Indonesia yang kaya protein (18-20 g/100g) dan memiliki bioavailabilitas zat besi yang tinggi (15-20%) dibandingkan sumber protein nabati lainnya seperti tahu (8-10%), berpotensi menjadi media fortifikasi yang 020a; N. U. Dewi, 2021; Tamam, 2022). Proses fermentasi pada in enzim fitase yang dapat mengurangi kadar asam fitat hingga ingkatkan penyerapan zat besi dan mineral lainnya (M. Astuti et ilan ini menjadikan tempe sebagai kandidat ideal untuk fortifikasi g bagi ibu hamil, termasuk zat besi, asam folat, dan kalsium.



Zat besi (Fe) merupakan mikronutrien krusial selama kehamilan karena kebutuhan yang meningkat 2-3 kali lipat untuk mendukung ekspansi volume darah, pertumbuhan plasenta, dan perkembangan janin (Ataide et al., 2023). Defisiensi zat besi selama kehamilan berkontribusi terhadap 56% kasus anemia pada ibu hamil di Indonesia (Kemenkes RI, 2018). Asam folat, sebagaimana dijelaskan oleh Rísová et al., (2025), berperan vital dalam sintesis DNA dan pembentukan sel darah merah, dengan suplementasi yang terbukti mengurangi risiko neural tube defects hingga 70%. Sementara kalsium tidak hanya mendukung mineralisasi tulang janin tetapi juga terbukti mengurangi risiko preeklampsia sebesar 50% berdasarkan meta-analisis terbaru (Pratibha Dwarkanath).

Konsep fortifikasi pangan untuk ibu hamil telah dikembangkan dalam berbagai studi eksperimental dengan hasil yang menjanjikan. Tinjauan sistematis oleh Gayer & Smith, (2015) yang menganalisis 76 uji klinis menunjukkan bahwa fortifikasi pangan multi-mikronutrien secara konsisten meningkatkan status mikronutrien (*effect size* = 0.39-0.88) dan mengurangi risiko anemia (RR=0.68, 95% CI: 0.56-0.82). Temuan ini didukung oleh meta-analisis dari Ruel dan Alderman (2013) yang melaporkan bahwa intervensi berbasis fortifikasi pangan memberikan dampak positif pada penambahan berat badan ibu hamil (MD=0.12 kg/minggu) dan berat lahir bayi (MD=154g).

Dalam konteks fortifikasi tempe, Sudargo et al. (2013) di Indonesia melaporkan bahwa fortifikasi tempe dengan NaFeEDTA secara signifikan meningkatkan kadar zat besi dalam tempe ($p < 0,05$) tanpa mengubah sifat organoleptiknya. Penelitian tersebut juga menunjukkan peningkatan signifikan kadar hemoglobin pada tikus Wistar anemia yang diberi tempe fortifikasi dengan dosis 24 ppm, dengan nilai bioavailabilitas relatif (RBV) mencapai 100,10% dibandingkan tempe biasa yang hanya 33,65%. Studi lebih lanjut oleh (Roosjacks et al., 2018) mengonfirmasi bahwa teknik fortifikasi spesifik seperti ko-inokulasi dengan kultur *Propionibacterium freudenreichii* dapat meningkatkan kandungan vitamin B12 tempe hingga 24 µg/100g, jauh di atas kebutuhan harian ibu hamil (2.6 µg). Temuan-temuan ini mengindikasikan potensi besar tempe fortifikasi sebagai intervensi berbasis pangan untuk mengatasi KEK pada ibu hamil.

Meskipun bukti ilmiah mendukung keefektifan fortifikasi pangan dalam meningkatkan status gizi ibu hamil, penelitian tentang fortifikasi tempe di Indonesia masih sangat terbatas dan tidak ada satupun yang secara khusus ditargetkan untuk ibu hamil dengan KEK. Kesenjangan penelitian ini penting untuk diatasi mengingat prevalensi KEK pada ibu hamil di Indonesia yang tinggi dan posisi tempe sebagai pangan yang dikonsumsi secara luas oleh masyarakat Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi tempe fortifikasi sebagai pangan lokal untuk ibu hamil dengan KEK, dengan fokus pada formulasi dan penerimaan organoleptik, masa simpan, dan profil penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti ilmiah untuk rujukan dan program intervensi gizi bagi ibu hamil berbasis pangan yang upaya pencegahan stunting melalui pendekatan siklus hidup 1000 HPK.



2.2 Tujuan Penelitian

2.2.1 Tujuan Umum Penelitian Tahap I

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk membuat pangan lokal tempe dengan fortifikasi, mengetahui daya terima formulasi tempe fortifikasi, mengetahui masa simpan fortifikasi tempe dan menganalisis kandungan gizi tempe fortifikasi untuk pencegahan stunting.

3.2.2 Tujuan Khusus Penelitian Tahap I

- 3.2.2.1 Mengetahui tingkat daya terima dari panelis terhadap berbagai formulasi tempe fortifikasi melalui penilaian uji kesukaan terhadap aspek organoleptik, yaitu warna, aroma, tekstur dan rasa, serta menentukan formulasi yang paling disukai
- 3.2.2.2 Mengetahui dan menentukan masa simpan tempe fortifikasi berdasarkan parameter biologi jumlah fungi dan bakteri
- 3.2.2.3 Menganalisis kandungan gizi tempe fortifikasi kalsium, lemak total, kadar protein dan kalsium memastikan kontribusinya terhadap pencegahan stunting

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Desain penelitian

Jenis Penelitian ini adalah kuantitatif, menggunakan desain eksperimen dengan pendekatan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengevaluasi pengaruh penambahan bubuk ikan teri (*anchovy*) dengan konsentrasi berbeda terhadap karakteristik tempe fortifikasi. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi bubuk ikan teri yang terdiri dari empat perlakuan yaitu 3 gram, 5 gram, 7 gram, dan 10 gram, sedangkan variabel terikat meliputi sifat organoleptik (rasa, aroma, warna, dan tekstur), masa simpan (kandungan mikrobiologi), dan kandungan gizi (kadar air, abu, karbohidrat, lemak total, protein, kalsium, zat besi, serat pangan, dan total energi). Setiap perlakuan dilakukan dengan tiga kali ulangan, sehingga total unit percobaan yang digunakan adalah 12 unit. Penggunaan desain eksperimen ini memungkinkan peneliti untuk mengontrol variabel-variabel yang dapat memengaruhi hasil penelitian dan memberikan dasar yang kuat untuk analisis statistik guna menentukan perlakuan terbaik dalam fortifikasi tempe dengan bubuk ikan teri.

2.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan pada bulan Desember 2023. Pengambilan bahan baku dan pembuatan formula tempe dilakukan di Rumah Tempe Indonesia, Kota Bogor, Jawa Barat. Pengambilan bahan baku teri nasi dari Muara dan Ciledug, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Pembuatan tempe dilakukan di PT. FITS Mandiri Bogor. Analisis masa simpan, jumlah fungi, bakteri, dan kandungan gizi dilakukan di PT. Araswanti Indo Genetech, Bogor, Jawa Barat.



2.3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari panci kukus, wadah perendaman, baskom, kompor, gas, alat pencuci, termometer makanan, sarung tangan, plastik packaging, talenan, pisau. Bahan-bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah kacang kedelai 100 gram, Ikan teri bubuk (*anchovy*) kering 3 gram, 5 gram, 7 gram, 10 gram, ragi 2 gram.

2.3.3 Prosedur Penelitian

2.3.3.1 Pembuatan Tepung Ikan Teri

Tepung ikan teri diperoleh dari ikan teri nasi berkualitas yang ditangkap oleh nelayan di Muara Angke, Jakarta Utara dan Ciledug Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Ikan teri yang diperoleh kemudian dibersihkan dengan cara dibilas menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran. Setelah itu, ikan teri dikeringkan dan kadar airnya diperiksa secara bertahap hingga tersisa kadar air sebesar 10–12% sebelum masuk ke mesin penggiling berkapasitas 50 kg dengan suhu 150–200°C.

2.3.3.2 Pembuatan Fortifikasi Pangan Tempe (Modifikasi)

Pembuatan tempe dalam penelitian ini mengacu pada prosedur yang dijelaskan oleh Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI, 2015), yaitu melalui tahapan sortasi dan pembersihan biji kedelai, hidrasi atau fermentasi asam, penghilangan kulit ari, perebusan, penirisan, pendinginan, inokulasi dengan starter kapang *Rhizopus spp.*, pengemasan, dan inkubasi hingga terbentuk tempe yang siap dikonsumsi. Proses pembuatan tempe dalam penelitian dimulai dengan tahap pertama yaitu perendaman, pencucian, dan perebusan kedelai. Pada penelitian ini, kedelai yang digunakan yaitu kedelai jenis GMO (*Genetically Modified Organism*), yaitu kedelai yang telah melalui modifikasi genetik untuk meningkatkan karakteristik tertentu, seperti ketahanan terhadap hama atau peningkatan hasil panen. Selanjutnya dilakukan tahap kedua berupa perendaman tempe setelah proses perebusan, diikuti dengan pencucian kedelai tahap kedua dan perebusan kedelai tahap kedua. Setelah itu, kulit ari kedelai dipecahkan, dikeringkan, dan dibersihkan. Selanjutnya diberikan ragi dan bubuk ikan teri (*Anchovy*) sesuai dengan formulasi yang telah ditentukan. Ukuran tempe yang dibuat adalah 100 gram, yang dikemas kedalam plastik *polypropylene* (PP) dengan ukuran 11 cm x 25 cm, dengan formula yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.1 Setiap formula fortifikasi tempe kemudian dikemas menggunakan plastik berlubang, dengan tiga sampel disiapkan untuk masing-masing formula. Kemudian, dilakukan proses fermentasi tempe fortifikasi. Proses fermentasi berlangsung selama 48 jam, dibagi menjadi fermentasi awal pada suhu 30-32°C selama 24 jam dan fermentasi akhir pada suhu 28-30°C selama 24 jam.



Dalam proses fermentasi tempe fortifikasi, untuk memastikan agar yang merata dan optimal, dilakukan perlakuan pembalikan atau pemutaran tempe yang berada di atas setiap 24 jam selama periode fermentasi bertujuan agar seluruh permukaan tempe terpapar oksigen secara merata untuk mendukung pembentukan miselium *Rhizopus spp.* yang homogen di seluruh permukaan tempe.

Tabel 2.1 Tabel Formula Formulasi Tempe

Formula	Bahan	Komposisi
I	1. Kacang Kedelai	100 gram
	2. Bubuk Ikan Teri (<i>Anchovy</i>)	3 gram
	3. Ragi	2 gram
II	1. Kacang Kedelai	100 gram
	2. Bubuk Ikan Teri (<i>Anchovy</i>)	5 gram
	3. Ragi	2 gram
III	1. Kacang Kedelai	100 gram
	2. Bubuk Ikan Teri (<i>Anchovy</i>)	7 gram
	3. Ragi	2 gram
IV	1. Kacang Kedelai	100 gram
	2. Bubuk Ikan Teri (<i>Anchovy</i>)	10 gram
	3. Ragi	2 gram

2.3.4 Parameter Pengamatan

2.3.4.1 Uji Organoleptik

Uji Organoleptik merupakan pengujian terhadap suatu produk berdasarkan kesukaan atau kelayakan suatu produk. Metode pengujian yang digunakan yaitu metode hedonik atau uji kesukaan meliputi rasa, aroma, warna dan tekstur. Panelis yang digunakan adalah panelis semi terlatih sebanyak 25 orang. Penilaian menggunakan skala 1-5: Sangat Tidak Suka (1), Tidak Suka (2), Biasa/Cukup Suka (3), Suka (4), Dan Sangat Suka (5).

2.3.4.2 Uji Masa Simpan

Uji masa simpan merupakan tahapan penting dalam penelitian fortifikasi tempe untuk mengevaluasi daya tahan produk dan keamanan mikrobiologisnya selama penyimpanan. Pengujian ini dilakukan dengan metode penyimpanan pada suhu ruang (28-30°C) dengan parameter pengamatan meliputi perubahan fisik (warna, tekstur, aroma) serta analisis mikrobiologi. Analisis mikrobiologi mencakup tiga parameter utama yang dapat mengindikasikan keamanan dan kualitas tempe selama masa simpan, yaitu keberadaan bakteri patogen *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, serta pertumbuhan kapang *Rhizopus* yang menjadi indikator fermentasi dan potensi pembusukan. Pengujian dilakukan pada hari ke-3, 4, dan 5 setelah fermentasi untuk memastikan bahwa tempe yang difortifikasi memenuhi standar keamanan pangan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Berikut adalah uraian metode pengujian yang dilakukan untuk ketiga parameter mikrobiologi tersebut:

A. Uji Kandungan Bakteri *Salmonella sp*



Salmonella sp, sesuai dengan rekomendasi USDA dan FDA, -enrichment, di mana sampel pertama ditempatkan dalam media lar seperti *Buffered Peptone Water* (BPW) atau kaldu Luria- untuk memungkinkan sel *Salmonella* pulih dan tumbuh. Langkah berikutnya biasanya dilakukan pada suhu 34-38°C selama 18-24 jam. Setelah pre-enrichment, media selektif seperti kaldu *Rappaport-*

Vassiliadis (RV) atau kaldu Selenite Cystine digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan *Salmonella* sambil menekan pertumbuhan bakteri lain. Inkubasi: Langkah ini biasanya dilakukan pada suhu 34-38°C selama 18-24 jam. Pengayaan selektif, setelah pre-enrichment, media selektif seperti kaldu *Rappaport-Vassiliadis* (RV) atau kaldu *Selenite Cystine* digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan *Salmonella* sambil menekan pertumbuhan bakteri lain. Inkubasi, langkah ini biasanya berlangsung pada suhu 34-38°C selama 18-24 jam. Setelah pengayaan, aliquot kecil ditanam pada lempeng agar selektif: *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) Agar, *Salmonella-Shigella* (SS) Agar, *Hektoen Enteric* (HE) Agar. Media ini mengandung indikator yang membantu membedakan *Salmonella* berdasarkan kemampuan mereka untuk memfermentasi gula, menghasilkan *hidrogen sulfida* (H₂S), atau karakteristik metabolik lainnya. Setelah inkubasi, koloni yang diduga *Salmonella* dapat diperiksa lebih lanjut berdasarkan penampilan karakteristiknya pada agar selektif (Guyassa & Dima, 2022; Yang et al., 2025). Dalam penelitian ini, jumlah sampel yang digunakan untuk pengukuran *Salmonella sp* adalah 25 gram tempe.

B. Uji Kandungan *Escherichia Coli*

Penelitian ini menggunakan 10 g sampel tempe untuk menguji *Escherichia coli*. Kaldu laktosa sulfit (LST) adalah media pengayaan selektif yang umum digunakan untuk mendeteksi *Escherichia coli* (*E. coli*) dalam air, makanan, dan sampel lingkungan lainnya. Kaldu LST bermanfaat pada tahap awal isolasi *E. coli* karena membantu memperkaya *E. coli* dari populasi mikroba campuran (Hariri, 2022). Inkubasi pengayaan (LST) dilakukan pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Meskipun kaldu EC kemudian berfungsi sebagai langkah pengayaan, kaldu ini tidak cukup spesifik untuk mengkonfirmasi *E. coli* karena kemungkinan reaksi silang dengan koliform lain atau bakteri enterik. Oleh karena itu, pengujian konfirmasi lebih lanjut diperlukan. Inkubasi pada langkah ini dilakukan pada suhu 44°C selama 24-48 jam. Setelah pengayaan selektif dan deteksi awal, pengujian konfirmasi lebih lanjut mungkin diperlukan untuk mengidentifikasi keberadaan strain patogen *E. coli*, seperti O157:H7, menggunakan uji serologis atau molekuler khusus (Hariri, 2022).

C. Uji Kandungan *Rhizopus Mold*

Protokol untuk mendeteksi kapang *Rhizopus* didasarkan pada metode yang sebelumnya dijelaskan dalam penelitian yang dilakukan oleh (Fendiyanto et al., 2021). Metode DG18 adalah media kultur selektif yang digunakan untuk mengisolasi dan menghitung kapang, termasuk spesies seperti *Rhizopus*. DG18, singkatan dari Difco™ Gentamicin Chloramphenicol Agar, adalah formulasi khusus yang mengandung kombinasi agen selektif yang dirancang untuk menghambat bakteri sambil mempromosikan pertumbuhan organisme jamur. Metode ini secara luas digunakan dalam mikrobiologi untuk sama dalam membedakan koloni kapang dari bakteri (Fendiyanto et al., 2021). Dalam penelitian ini, 10 g dari setiap sampel digunakan, dan sampel diinkubasi pada 25 ± 1°C selama 5-7 hari.



2.3.4.3 Uji Kandungan Gizi

A. Uji Kadar Air

Untuk analisis kadar air pada penelitian tempe fortifikasi, saya akan menggunakan metode pengujian sesuai SNI 01-2891-1992 butir 5.1 (metode oven). Prosedur pengujian meliputi penimbangan secara seksama 1-2 g sampel tempe fortifikasi pada sebuah botol timbang tertutup yang sudah diketahui bobotnya, pengeringan pada oven dengan suhu 105°C selama 3 jam, pendinginan dalam eksikator, dan penimbangan hingga diperoleh bobot tetap. Kadar air akan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air} = (W/W_1) \times 100\%$$

Keterangan:

W: bobot cuplikan sebelum dikeringkan

W₁: kehilangan bobot setelah dikeringkan

B. Kadar Abu

Untuk analisis kadar abu pada penelitian tempe fortifikasi, saya akan menggunakan metode pengujian sesuai SNI 01-2891-1992 butir 6.1. Prosedur pengujian meliputi penimbangan 2-3 g sampel tempe fortifikasi dalam cawan porselen yang telah diketahui bobotnya, pengabuan dalam tanur listrik pada suhu maksimum 550°C sampai pengabuan sempurna (dengan sesekali membuka pintu tanur agar oksigen bisa masuk), pendinginan dalam eksikator, dan penimbangan sampai bobot tetap. Kadar abu akan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar abu} = [(W_1 - W_2)/W] \times 100\%$$

Keterangan:

W: bobot sampel dan cawan sesudah diabukan

W₁: bobot cawan kosong

C. Karbohidrat

Analisa kadar karbohidrat dilakukan menggunakan metode by difference, dimana hasil pengurangan dari 100 % dengan kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak sehingga kadar karbohidrat tergantung pada faktor pengurangan. Hal ini disebabkan karena karbohidrat memiliki pengaruh pada zat gizi lainnya. Kadar karbohidrat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Karbohidrat} = 100\% - (\% \text{ abu} + \% \text{ air} + \% \text{ lemak} + \% \text{ protein})$$



al

sis kadar lemak total pada penelitian tempe fortifikasi, saya akan
ode pengujian gravimetri sesuai dengan SNI 01-2891-1992 butir
:si langsung dengan alat soxhlet). Prosedur pengujian ini meliputi
ama 1-2 g sampel tempe fortifikasi yang dimasukkan ke dalam

selongsong kertas saring yang dialasi dengan kapas, pengeringan dalam oven pada suhu tidak lebih dari 80°C selama sekitar satu jam, penempatan ke dalam alat soxhlet yang telah dihubungkan dengan labu lemak berisi batu didih yang telah diketahui bobotnya, ekstraksi menggunakan pelarut heksana selama kurang lebih 6 jam, penguapan pelarut heksana, dan pengeringan ekstrak lemak dalam oven pada suhu 105°C hingga mencapai bobot tetap. Kadar lemak akan dihitung menggunakan rumus

$$\text{Lemak total: } [(W-W_1)/W_2] \times 100\%$$

Keterangan:

W: bobot contoh

W₁: bobot labu lemak sebelum ekstraksi

W₂: bobot labu lemak sesudah ekstraksi

E. Protein

Untuk analisis kadar protein pada penelitian tempe fortifikasi, saya akan menggunakan metode pengujian titrimetri berdasarkan prinsip Kjeldahl sesuai SNI 01-2891-1992 butir 7.1. Prosedur pengujian meliputi penimbangan seksama 0,51 g sampel tempe fortifikasi ke dalam labu Kjeldahl, penambahan 2 g campuran selen dan 25 ml H₂SO₄ pekat, pemanasan hingga larutan jernih kehijau-hijauan (sekitar 2 jam), pengenceran dalam labu ukur 100 ml, penyulingan dengan penambahan 5 ml NaOH 30%, penampungan dengan larutan asam borat 2% yang telah dicampur indikator, dan titrasi dengan HCl 0,01 N. Kadar protein akan dihitung dengan rumus $[(V_1-V_2) \times N \times 0,014 \times \text{faktor konversi} \times \text{faktor pengenceran}/W] \times 100\%$, di mana faktor konversi protein secara umum adalah 6,25.

F. Kalsium

Untuk analisis kadar kalsium pada penelitian tempe fortifikasi, saya akan menggunakan metode Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). Prosedur pengujian meliputi penimbangan sampel tempe fortifikasi sebanyak 0,5 g yang kemudian dimasukkan ke dalam vessel mikrowave digestion, penambahan 10 ml HNO₃ 65% dan 2 ml H₂O₂ 30%, dilanjutkan dengan proses destruksi pada suhu 180°C selama 20 menit menggunakan *microwave digestion system*. Larutan hasil destruksi kemudian didinginkan, disaring dengan kertas saring Whatman No. 42, dan diencerkan dalam labu ukur 50 ml dengan air deionisasi. Sampel dianalisis menggunakan instrumen ICP-OES dengan panjang gelombang 317,933 nm untuk kalsium, menggunakan kurva kalibrasi standar kalsium dengan rentang konsentrasi 0,5-20 ppm.

G. Zat besi



Analisis kadar besi (Fe) pada penelitian tempe fortifikasi, saya akan menggunakan metode Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). Prosedur pengujian meliputi penimbangan sampel tempe fortifikasi sebanyak 0,5 g yang kemudian dimasukkan ke dalam vessel *microwave digestion*, penambahan 10 ml HNO₃ 65% dan 2 ml H₂O₂ 30%, dilanjutkan dengan proses destruksi pada suhu 180°C selama 20 menit menggunakan *microwave digestion system*. Larutan hasil destruksi kemudian didinginkan, disaring dengan kertas saring Whatman No. 42, dan diencerkan dalam labu ukur 50 ml dengan air deionisasi. Sampel dianalisis menggunakan instrumen ICP-OES dengan panjang gelombang 317,933 nm untuk kalsium, menggunakan kurva kalibrasi standar kalsium dengan rentang konsentrasi 0,5-20 ppm.

system. Larutan hasil destruksi kemudian didinginkan, disaring dengan kertas saring Whatman No. 42, dan diencerkan dalam labu ukur 50 ml dengan air deionisasi. Sampel dianalisis menggunakan instrumen ICP-OES dengan panjang gelombang 259,940 nm untuk besi, menggunakan kurva kalibrasi standar besi dengan rentang konsentrasi 0,1-10 ppm.

H. Serat Pangan

Untuk analisis serat pangan pada penelitian tempe fortifikasi, saya akan menggunakan metode pengujian enzimatis gravimetri berdasarkan metode AOAC 985.29. Prosedur pengujian meliputi penyiapan sampel tempe fortifikasi yang telah dikeringkan dan dihaluskan, penimbangan 1 g sampel dalam beaker glass 400 ml, penambahan buffer fosfat pH 6,0 dan enzim α -amilase yang diinkubasi pada suhu 95-100°C selama 15 menit, pengaturan pH menjadi 7,5 dan penambahan enzim protease dengan inkubasi 60 menit pada suhu 60°C, pengaturan pH menjadi 4,0-4,6 dan penambahan enzim amiloglukosidase dengan inkubasi 30 menit pada suhu 60°C, pengendapan dengan etanol 95%, penyaringan dengan crucible yang telah diketahui bobotnya, pencucian residu dengan etanol 78%, 95% dan aseton, pengeringan pada suhu 105°C selama semalam, dan penimbangan.

I. Total Energi

Metode pengujian total energi) yang digunakan oleh SIG laboratorium mengacu pada prinsip perhitungan energi total berdasarkan komposisi proksimat. Metode ini melibatkan analisis kandungan karbohidrat, protein, lemak, dan serat dengan menggunakan faktor konversi Atwater (4 kkal/g untuk protein dan karbohidrat, 9 kkal/g untuk lemak) untuk menghitung jumlah kalori yang tersedia dalam sampel. Total energi dihitung dengan menjumlahkan kontribusi energi dari masing-masing komponen, dengan mempertimbangkan faktor koreksi untuk serat yang memiliki nilai energi lebih rendah, sehingga menghasilkan nilai kalori yang akurat untuk keperluan studi komposisi pangan.

2.3.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan analisis varians (ANOVA) dengan tingkat signifikansi ditetapkan pada $p < 0,05$. Jika perlakuan menunjukkan efek yang signifikan, selanjutnya dibandingkan melalui uji lanjutan menggunakan *Tukey Honest Significant Differences (Tukey HSD)* dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$. Analisis dilakukan menggunakan Originlab Pro 2024.

2.4 Hasil dan Pembahasan

2.4.1 Hasil



Sensori

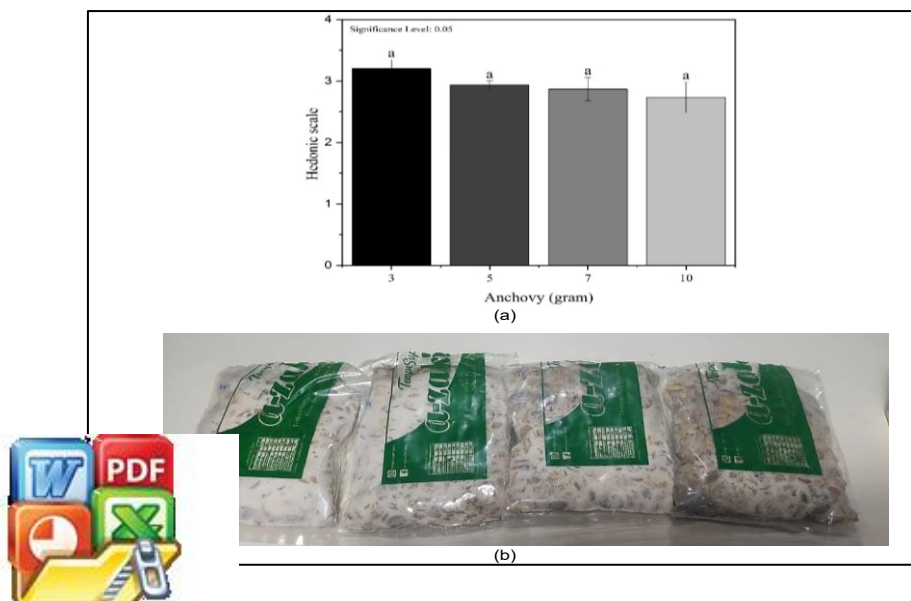
Sensori merupakan komponen penting dalam pengembangan produk yang bertujuan untuk mengevaluasi penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Dalam penelitian ini, aspek warna menjadi salah satu aspek yang dinilai oleh panelis untuk tempe fortifikasi tepung ikan.

teri. Warna merupakan atribut kritis yang memengaruhi kesan awal dan penerimaan konsumen sebelum produk dikonsumsi.

Gambar 2.1 menyajikan hasil penilaian panelis terhadap atribut warna dari tempe yang difortifikasi dengan tepung ikan teri pada berbagai konsentrasi (3 gram, 5 gram, 7 gram, dan 10 gram per 100g). Skor penilaian warna menggunakan skala hedonik menunjukkan tingkat kesukaan panelis, dengan huruf berbeda pada diagram batang mengindikasikan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji beda nyata jujur Tukey pada taraf signifikansi $p < 0,05$.

Berdasarkan data pada Gambar 2.1, terdapat perbedaan yang signifikan dalam penilaian warna tempe fortifikasi oleh panelis. Sampel dengan fortifikasi tepung ikan teri 3 gram menunjukkan skor penerimaan warna tertinggi, diikuti oleh sampel 5 gram yang tidak berbeda secara signifikan. Namun, peningkatan konsentrasi tepung ikan teri pada sampel 7 gram dan 10 gram menunjukkan penurunan penerimaan warna secara signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan tepung ikan teri pada konsentrasi yang lebih tinggi menyebabkan perubahan warna yang kurang disukai oleh panelis.

Fenomena penurunan penerimaan warna pada konsentrasi tepung ikan teri yang lebih tinggi kemungkinan disebabkan oleh pigmen dan komponen lain pada ikan teri yang memengaruhi warna asli tempe. Tempe dengan fortifikasi 3 gram dan 5 gram masih mempertahankan warna yang menyerupai tempe tradisional dengan sedikit perubahan, sehingga lebih diterima secara visual. Sedangkan pada konsentrasi 7 gram dan 10 gram, perubahan warna menjadi lebih jelas dan mungkin dipersepsikan sebagai indikator perubahan cita rasa, sehingga menurunkan penerimaan sensori dari aspek visual. Berikut adalah hasil penilaian panelis terhadap warna tempe dengan berbagai tingkat fortifikasi tepung ikan teri.



Gambar 2.1 (a) Nilai rata-rata panelis untuk warna tempe yang difortifikasi. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan antara rata-rata perlakuan menggunakan uji beda nyata jujur Tukey pada $p < 0,05$. (b) Warna Formulasi Tempe

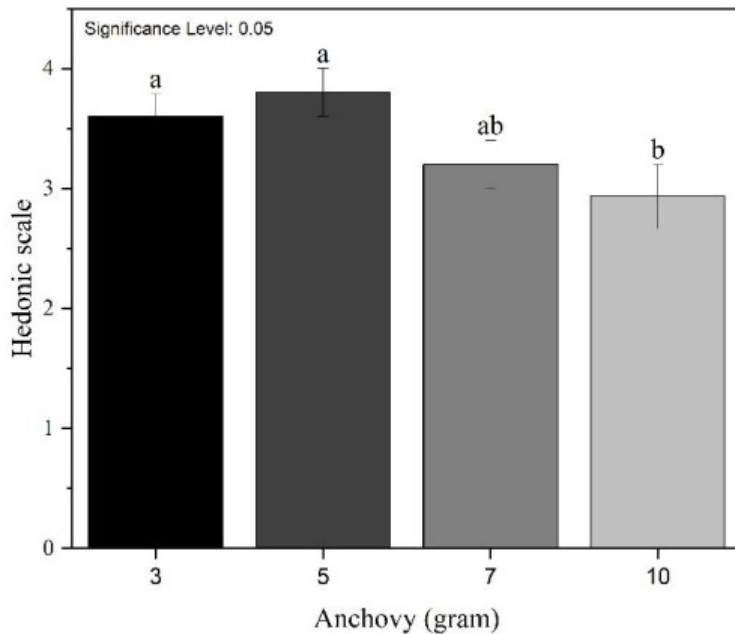
2.4.1.2 Aroma

Aroma merupakan aspek sensoris yang sangat berpengaruh terhadap penerimaan produk pangan. Dalam pengembangan tempe fortifikasi, perpaduan aroma khas tempe dengan aroma dari tepung ikan teri menjadi tantangan tersendiri untuk mencapai profil aroma yang dapat diterima konsumen. Evaluasi aroma dilakukan untuk mengetahui bagaimana berbagai konsentrasi tepung ikan teri memengaruhi persepsi panelis terhadap aroma produk akhir, serta untuk menentukan batas penambahan yang optimal.

Gambar 2.2 menampilkan hasil penilaian panelis terhadap aroma tempe fortifikasi dengan berbagai konsentrasi tepung ikan teri (3 gram, 5 gram, 7 gram, dan 10 gram per 100 gram). Skor penilaian menggunakan skala hedonik dengan huruf berbeda pada diagram batang mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan berdasarkan uji beda nyata jujur Tukey pada taraf signifikansi $p < 0,05$. Dari data tersebut dapat dianalisis bagaimana pengaruh peningkatan konsentrasi fortifikasi terhadap penerimaan aroma produk. Hasil analisis aroma pada Gambar 2.2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam penerimaan aroma di antara variasi fortifikasi. Tempe dengan fortifikasi tepung ikan teri 3 gram memiliki skor penerimaan aroma tertinggi, yang secara statistik tidak berbeda signifikan dengan tempe fortifikasi 5 gram. Sementara itu, tempe dengan fortifikasi 7 gram dan 10 gram menunjukkan penurunan penerimaan aroma yang signifikan. Pola ini mengindikasikan bahwa penambahan tepung ikan teri pada konsentrasi yang lebih tinggi menghasilkan aroma yang kurang disukai oleh panelis.

Penurunan penerimaan aroma pada konsentrasi yang lebih tinggi kemungkinan disebabkan oleh komponen volatil dari ikan teri yang menjadi lebih dominan dan menutupi aroma khas tempe yang disukai. Ikan teri mengandung senyawa nitrogen volatil seperti trimetilamin dan komponen lain yang berkontribusi pada aroma khas ikan. Pada konsentrasi 3 gram dan 5 gram, aroma ini tampaknya masih dalam batas yang dapat diterima dan mungkin memberikan kompleksitas aroma yang positif, sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi, aroma ikan menjadi terlalu dominan sehingga mengurangi penerimaan produk.



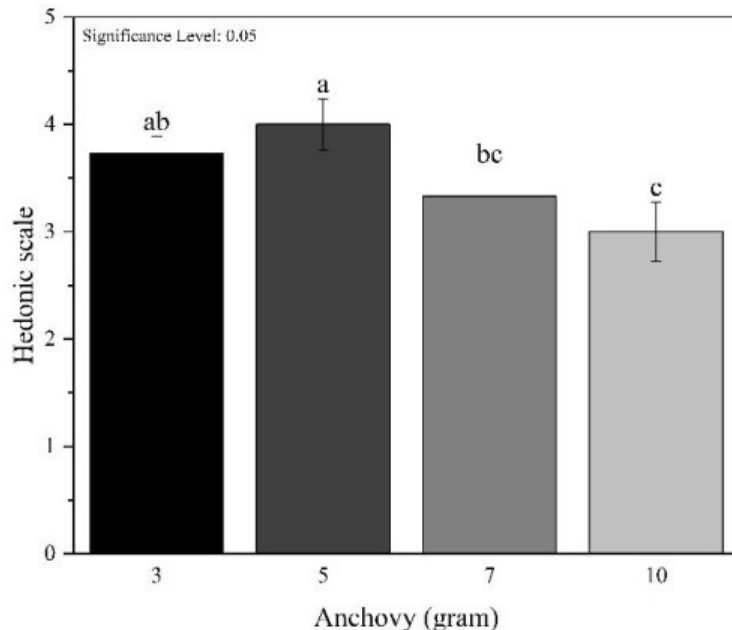


Gambar 2.2 Nilai rata-rata panelis untuk aroma tempe yang difortifikasi. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan antara rata-rata perlakuan menggunakan uji beda nyata jujur Tukey pada $p < 0,05$.

2.4.1.3 Rasa

Rasa merupakan atribut sensori yang paling menentukan dalam penerimaan konsumen terhadap produk pangan. Dalam konteks tempe fortifikasi tepung ikan teri, evaluasi rasa menjadi sangat krusial mengingat karakteristik rasa khas dari kedua bahan baku yang dipadukan. Analisis rasa bertujuan untuk mengidentifikasi formulasi optimal yang dapat meningkatkan nilai gizi sekaligus mempertahankan profil rasa yang disukai konsumen, sehingga produk tidak hanya bernilai gizi tinggi tetapi juga memiliki palatabilitas yang baik.





Gambar 2.3 Nilai rata-rata panelis untuk rasa tempe yang difortifikasi. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan antara rata-rata perlakuan menggunakan uji beda nyata jujur Tukey pada $p < 0,05$.

Gambar 2.3 menyajikan hasil penilaian panelis terhadap atribut rasa dari tempe fortifikasi dengan berbagai konsentrasi tepung ikan teri (3 gram, 5 gram, 7 gram, dan 10 gram per 100g). Skor penilaian menggunakan skala hedonik dengan huruf berbeda pada diagram batang mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan berdasarkan uji beda nyata jujur Tukey pada taraf signifikansi $p < 0,05$. Dari hasil ini dapat dianalisis bagaimana pengaruh tingkat fortifikasi terhadap kompleksitas dan penerimaan rasa produk.

Gambar 2.3 menunjukkan hasil analisis rasa yang mengikuti pola serupa dengan warna dan aroma. Tempe dengan fortifikasi tepung ikan teri 3 gram memperoleh skor penerimaan rasa tertinggi, tidak berbeda signifikan dengan fortifikasi 5 gram, namun berbeda signifikan dengan fortifikasi 7 gram dan 10 gram. Data ini menegaskan bahwa penambahan tepung ikan teri pada konsentrasi yang lebih rendah (3 gram dan 5 gram) mampu meningkatkan cita rasa tempe tanpa mengganggu profil rasa yang disukai, sementara konsentrasi yang lebih tinggi cenderung menurunkan penerimaan rasa.



Peningkatan penerimaan rasa pada tempe fortifikasi 3 gram dan 5 gram abkan oleh kontribusi asam amino dan nukleotida dari ikan teri rasa umami pada tempe. Ikan teri kaya akan asam glutamat dan nosin 5'-monofosfat (IMP) yang dikenal sebagai penguat rasa a konsentrasi 7 gram dan 10 gram, komponen rasa dari ikan teri rlah dominan, menghasilkan *after-taste* yang kurang disukai atau

rasa ikan yang terlalu kuat yang menutupi rasa khas tempe, sehingga menurunkan penerimaan keseluruhan produk.

2.4.1.4 Analisis Proximat

Analisis proksimat merupakan metode pengujian yang vital dalam menentukan komposisi nutrisi suatu produk pangan. Dalam konteks tempe fortifikasi sebagai alternatif pangan untuk ibu hamil dengan kekurangan energi kronis, profil nutrisi menjadi parameter utama yang menentukan efektivitas produk dalam memenuhi kebutuhan gizi spesifik target konsumen. Analisis ini mencakup pengukuran kandungan energi, air, mineral, karbohidrat, lemak, protein, serat pangan, serta mikronutrien penting seperti kalsium dan zat besi. Analisis proximat menampilkan perbandingan nutrisi antara tempe fortifikasi dengan tempe biasa dan juga tempe fortifikasi olahan, disajikan sebagai berikut:

Tabel 2.2 Komposisi nutrisi tempe fortifikasi yang masih mentah (5 g ikan teri per 100 g) dibandingkan dengan tempe biasa (per 100 g)

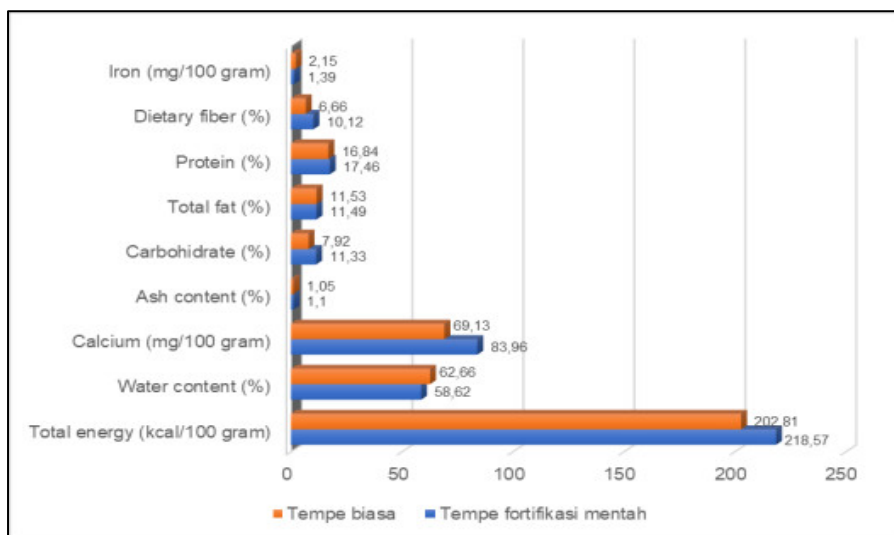
Parameters	Tempe fortifikasi mentah*	Tempe biasa*
<i>Total energy (kcal/100 gram)</i>	218,57	202,81
<i>Water content (%)</i>	58,62	62,66
<i>Calcium (mg/100 gram)</i>	83,96	69,13
<i>Ash content (%)</i>	1,10	1,05
<i>Carbohydrate (%)</i>	11,33	7,92
<i>Total fat (%)</i>	11,49	11,53
<i>Protein (%)</i>	17,46	16,84
<i>Dietary fiber (%)</i>	10,12	6,66
<i>Iron (mg/100 gram)</i>	2,15	1,39

Sumber: *hasil uji lab SIG

Tabel 2.2 menyajikan komposisi nutrisi dari tempe fortifikasi yang masih mentah dengan penambahan 5 gram tepung ikan teri per 100 gram, dibandingkan dengan tempe biasa tanpa fortifikasi. Hasil analisis proximat menunjukkan bahwa tempe fortifikasi mentah memiliki kandungan nutrisi yang lebih unggul dibandingkan tempe biasa pada enam dari sembilan parameter yang dianalisis. Tempe fortifikasi mengandung energi sebesar 218,57 kkal per 100 gram, lebih tinggi dibandingkan tempe biasa yang hanya mengandung 202,81 kkal. Kandungan kalsium pada tempe fortifikasi juga lebih tinggi yaitu 83,96 mg, sedangkan tempe biasa hanya mengandung 69,13 mg per 100 gram. Selain itu, tempe fortifikasi memiliki kadar abu sebesar 1,10%, karbohidrat 11,33%, protein 17,46%, dan serat pangan 10,12%, yang lebih tinggi dibandingkan tempe biasa. Meskipun demikian, terdapat tiga parameter yang menunjukkan nilai lebih tinggi pada tempe biasa, yaitu kadar air 62,66% dibandingkan 58,62% pada tempe fortifikasi, total lemak 11,53% dibandingkan 11,49%, serta kandungan zat besi yang lebih tinggi pada tempe biasa 1,39 mg dibandingkan 2,15 mg per 100 gram pada tempe fortifikasi.



Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa proses fortifikasi tempe dengan tepung ikan teri memberikan peningkatan yang signifikan terhadap kandungan energi, kalsium, protein, karbohidrat, serat, dan abu. Hal ini menjadikan tempe fortifikasi sebagai alternatif makanan fungsional yang lebih kaya nutrisi dan berpotensi digunakan dalam program intervensi gizi, khususnya untuk ibu hamil dengan KEK. Perbandingan komposisi nutrisi dari tempe fortifikasi mentah dan tempe olahan dirangkum pada gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4 Perbedaan komposisi nutrisi tempe fortifikasi mentah dan tempe biasa

Tabel 2.3 Komposisi nutrisi tempe fortifikasi yang masih mentah (5 g ikan teri per 100 g) dibandingkan dengan tempe fortifikasi olahan (per 100 g)

Parameters	Tempe fortifikasi mentah*	Tempe fortifikasi olahan*		
		Tumis tempe kacang panjang	Mendoan tempe	Rata-rata
Total energy (kcal/100 gram)	218,57	271,84	304,63	288,24
Water content (%)	58,62	59,64	44,34	51,99
Calcium (mg/100 gram)	83,96	70,14	68,14	69,14
Ash content (%)	1,10	1,05	1,19	1,12
Carbohydrate (%)	11,33	3,81	22,78	13,30
Total fat (%)	11,49	22,92	17,35	20,14
Protein (%)	17,46	12,58	14,34	13,46
	10,12	206,28	156,15	181,22
	1,39	1,52	2,42	1,97

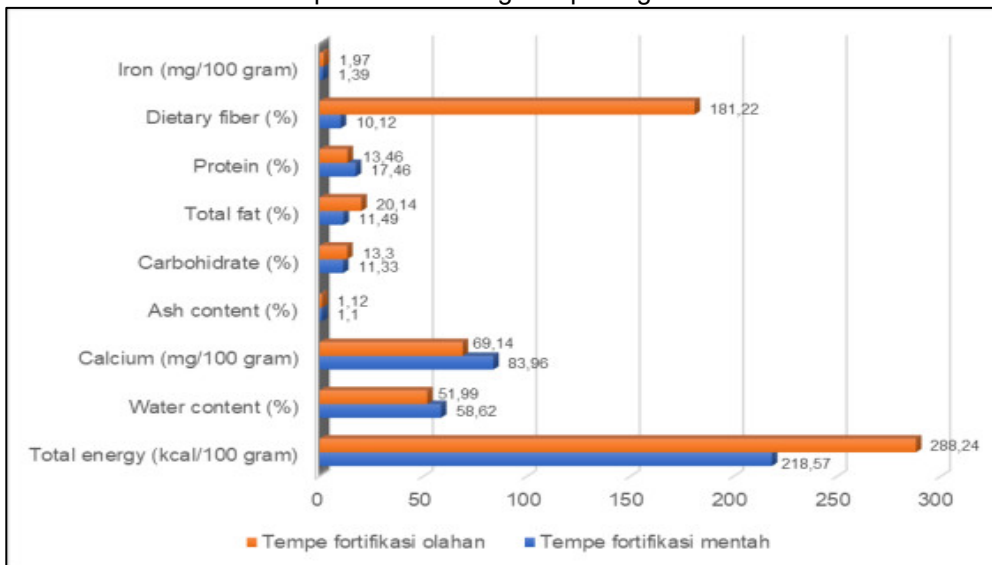


ib SIG

menyajikan hasil analisis proksimat dari tempe yang difortifikasi teri sebanyak 5 gram per 100 gram dalam dua kategori yaitu

tempe mentah dan tempe olahan. Formulasi ini dipilih berdasarkan pertimbangan keseimbangan optimal antara penerimaan sensori dan peningkatan nilai gizi. Data yang disajikan merupakan hasil uji laboratorium dari pengukuran triplikasi, menunjukkan komposisi nutrisi yang komprehensif dari produk yang dikembangkan untuk intervensi gizi pada ibu hamil dengan kekurangan energi kronis.

Hasil analisis proksimat pada tabel 2.3 menunjukkan bahwa tempe fortifikasi yang telah diolah menjadi makanan memiliki nilai gizi yang lebih tinggi dibanding tempe mentah pada 6 dari 9 parameter mencakup total energi (288,24 kcal), karbohidrat (13,30%), kadar abu (1,12%), total lemak (20,14%), energi dari lemak (181,22%) dan besi (1,97 mg). Meskipun demikian, tempe mentah memiliki 3 parameter yang lebih tinggi dibanding tempe olahan seperti kadar air (58,61%), kalsium (83,96 mg) dan protein (17,46%). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tempe olahan mengandung nutrisi yang lebih baik dibanding tempe mentah sehingga dalam penelitian ini diberikan intervensi tempe olahan dengan 14 menu berbeda untuk konsumsi ibu hamil KEK. Perbandingan komposisi nutrisi dari tempe fortifikasi mentah dan tempe olahan dirangkum pada gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.5 Perbedaan komposisi nutrisi tempe fortifikasi mentah dan tempe fortifikasi matang (olahan)

2.4.1.5 Uji Masa Simpan

Masa simpan merupakan aspek penting dalam pengembangan produk pangan yang menentukan periode waktu di mana produk tetap aman untuk mempertahankan kualitas sensorinya. Dalam konteks tempe ini, pengujian masa simpan menjadi semakin kritis mengingat aktivitas mikroba akibat penambahan bahan protein hewani. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi keamanan produk selama menentukan batas waktu konsumsi yang optimal.



Tabel 2.4 menyajikan hasil pengujian pertumbuhan koloni mikroba pada tempe fortifikasi selama penyimpanan dengan durasi berbeda. Parameter yang dianalisis meliputi keberadaan bakteri patogen indikator keamanan pangan seperti *Escherichia coli*, *Salmonella sp* dan *Rhizopus mold*, serta pertumbuhan kapang *Rhizopus* yang merupakan agen fermentasi alami dalam tempe. Data disajikan berdasarkan durasi penyimpanan 3, 4, dan 5 hari pada kondisi suhu ruang untuk mensimulasikan penanganan produk pada kondisi normal.

Tabel 2.4 Pertumbuhan jamur selama penyimpanan pada durasi berbeda pada tempe yang difortifikasi

Colony	Storage duration		
	3 days	4 days	5 days
<i>Escherichia coli</i> (MPN / gram)	0	0	0
<i>Salmonella sp.</i> (/ 25 g)	0	0	0
<i>Rhizopus mold</i> (colony / gram)	<10	4,2x10 ³	5,3x10 ³

Hasil uji masa simpan pada Tabel 2.4 menunjukkan bahwa tempe fortifikasi tetap aman untuk dikonsumsi hingga penyimpanan 3 hari, dengan pertumbuhan kapang *Rhizopus* yang masih minimal (<10 koloni/g) dan tidak terdeteksinya bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella sp*. Namun, pada penyimpanan 4 dan 5 hari, terjadi peningkatan signifikan pada pertumbuhan kapang *Rhizopus* menjadi 4,2x10³ dan 5,3x10³ koloni/g, meskipun tetap tidak terdeteksi adanya bakteri patogen.

Pola pertumbuhan mikroba ini mengindikasikan bahwa fortifikasi tepung ikan teri tidak mengganggu keamanan mikrobiologis produk pada masa simpan normal tempe. Meski terjadi peningkatan jumlah kapang setelah hari ke-3, tidak ditemukannya bakteri patogen sepanjang periode penyimpanan menunjukkan bahwa proses fermentasi tempe dengan *Rhizopus* tetap mampu menghasilkan senyawa antimikroba yang menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Namun, untuk menjaga kualitas sensori dan mikrobiologis optimal, tempe fortifikasi sebaiknya dikonsumsi dalam waktu 3 hari setelah produksi.

2.4.1.6 Kumulatif Agreement

Kumulatif *agreement* (CA) digunakan untuk mengukur tingkat kesepakatan antar panelis terhadap karakteristik sensori suatu produk pangan, seperti warna, aroma, tekstur, dan rasa. Nilai ini dihitung dengan menjumlahkan skor penilaian dari semua panelis pada tiap karakteristik yang dinilai, kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana panelis memiliki



agam terhadap mutu sensori produk yang diuji. Perhitungan penting dilakukan karena memberikan gambaran objektif penerimaan produk, membantu mengidentifikasi formula yang menjadi dasar ilmiah dalam menentukan apakah suatu produk tau dapat langsung dikembangkan lebih lanjut sebagai panduan pengambilan keputusan pengembangan produk pangan berbasis

preferensi konsumen. Kriteria penilaian apabila hasil perhitungan CA berkisar 40-60% berarti panelis tidak sepakat dengan karakteristik formula FT; 61-74% menunjukkan panelis sepakat dengan karakteristik formula tempa namun perlu modifikasi dan $\geq 75\%$ berarti panelis sepakat dengan karakteristik formula tempa tanpa perbaikan. Nilai total dan kumulatif *agreement* tiap formula fortifikasi tempe (FT1–FT4) berdasarkan uji sensori disajikan sebagai berikut:

Tabel 2.5 Ringkasan Hasil Uji Organoleptik dan Kumulatif Agreement

Formula	Karakteristik	Total skor	CA	Kriteria
FT1	Warna	48	64,0%	Sepakat, perlu modifikasi
	Aroma	54	72,0%	Sepakat, perlu modifikasi
	Tekstur	56	74,7%	Sepakat, perlu modifikasi
	Rasa	56	74,7%	Sepakat, perlu modifikasi
	Overall	214	71,3%	Sepakat, perlu modifikasi
FT2	Warna	44	58,7%	Tidak sepakat
	Aroma	57	76,0%	Sepakat tanpa perbaikan
	Tekstur	51	68,0%	Sepakat, perlu modifikasi
	Rasa	60	80,0%	Sepakat tanpa perbaikan
	Overall	212	70,7%	Sepakat, perlu modifikasi
FT3	Warna	43	57,3%	Tidak sepakat
	Aroma	48	64,0%	Sepakat, perlu modifikasi
	Tekstur	48	64,0%	Sepakat, perlu modifikasi
	Rasa	50	66,7%	Sepakat, perlu modifikasi
	Overall	189	63,0%	Sepakat, perlu modifikasi
FT4	Warna	41	54,7%	Tidak sepakat
	Aroma	44	58,7%	Tidak sepakat
	Tekstur	47	62,7%	Sepakat, perlu modifikasi
	Rasa	45	60,0%	Tidak sepakat
	Overall	177	59,0%	Tidak sepakat

Tabel 2.5 menampilkan hasil uji organoleptik terhadap empat formula tempe fortifikasi (FT1-FT4) melalui evaluasi yang dilakukan pada lima parameter yakni warna, aroma, tekstur, rasa, dan keseluruhan (overall), dengan pendekatan *cumulative agreement* sebagai indikator utama. Hasilnya menunjukkan bahwa FT2, dengan tambahan 5% ikan teri, memiliki penerimaan sensorik yang paling seimbang dengan dua karakteristik penilaian yang mencapai tingkat kesepakatan tanpa



terutama pada aroma dan rasa, serta kumulatif *agreement* 7%) setelah FT1. Meskipun nilai *overall agreement* FT2 (70.7%) di namun semua parameter, aroma, tekstur, dan rasa berada di jang stabil tanpa karakteristik yang ditolak panelis. Sebaliknya, memiliki skor keseluruhan lebih tinggi menunjukkan kelemahan tekstur, sehingga dinilai kurang konsisten secara sensori.

Penerimaan yang baik untuk FT2 dari sisi sensorik menunjukkan bahwa fortifikasi ini tidak menurunkan mutu tempe secara organoleptik. Dengan mempertimbangkan keseimbangan penerimaan dan kontribusi gizi sehingga FT2 dipilih sebagai formula yang paling layak dikembangkan pada penelitian tahap II dan III untuk mendukung intervensi pangan lokal dalam pencegahan stunting.

4.2 Pembahasan

2.4.2.1 Analisis Sensori

Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, tidak ada perbedaan signifikan dalam warna antara formula tempe yang difortifikasi. Namun, Formula 1, yang mencakup penambahan 3 gram bubuk ikan teri, menunjukkan profil warna yang lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan formulasi lainnya. Tempe yang diproduksi dalam penelitian ini berwarna putih cerah dan menerima skor penerimaan tinggi dari panelis terlatih dan konsumen. Temuan ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa warna yang lebih terang dikaitkan dengan peningkatan kualitas fermentasi dan preferensi konsumen (Dias et al., 2012; Erkan et al., 2020). Selain itu, stabilitas warna pada tempe yang difortifikasi sangat penting, karena memengaruhi persepsi konsumen tentang kesegaran dan daya tarik produk secara keseluruhan. Proses fermentasi dengan *Rhizopus oligosporus* berkontribusi terhadap pemecahan protein kompleks, yang dapat menyebabkan sedikit variasi dalam intensitas warna pada berbagai formulasi.

2.4.2.2 Aroma

Uji BNT pada Gambar 2.2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara penambahan 3 gram ikan teri dan 10 gram ikan teri, dan penambahan 5 gram ikan teri memiliki perbedaan yang sangat signifikan dibandingkan dengan penambahan 10 gram ikan teri. Uji hedonik mengungkapkan bahwa tempe yang mengandung 5 gram ikan teri menunjukkan profil aroma yang paling disukai, kemungkinan karena keseimbangan antara karakteristik umami alami ikan teri dan aroma fermentasi tempe yang khas. Sampel tempe yang menunjukkan aroma yang menyenangkan dan khas kacang dinilai tertinggi oleh panelis terlatih dan konsumen. Keberadaan peptida bioaktif yang dilepaskan selama fermentasi dapat meningkatkan profil aroma gurih, berkontribusi pada pengalaman sensori yang lebih diinginkan (Fibri & Frøst, 2020b; Kustyawati et al., 2017). Aroma yang disukai ini dikaitkan dengan fermentasi optimal, yang meningkatkan pelepasan senyawa volatil, berkontribusi pada aroma kacang yang diinginkan. Namun, konsentrasi ikan teri yang lebih tinggi (7 gram dan 10 gram) menghasilkan aroma ikan yang lebih intens, yang dirasakan terlalu kuat oleh beberapa panelis, mengurangi penerimaan secara



ada Gambar 2.3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara penambahan 3 gram ikan teri dan 10 gram ikan teri. Demikian pula, penambahan 5 gram ikan teri menunjukkan perbedaan signifikan berbeda dari 7 gram ikan teri dan menunjukkan

perbedaan yang sangat signifikan dibandingkan dengan 10 gram. Secara keseluruhan, tempe yang difortifikasi dengan 5 gram ikan teri adalah formulasi yang paling disukai dalam hal rasa, menampilkan keseimbangan optimal antara rasa gurih dan khas kacang. Profil rasa ini umumnya dikaitkan dengan tempe yang difermentasi dengan baik dan berkorelasi positif dengan preferensi konsumen karena karakteristik umami yang kaya dan rasa asin yang ringan (Isaskar et al., 2021; Ng'ong'ola-Manani et al., 2014). Reaksi Maillard selama fermentasi memengaruhi persepsi sensori rasa, meningkatkan kompleksitas rasa. Konsentrasi ikan teri yang lebih tinggi (7 gram dan 10 gram) mengintensifkan profil umami tetapi juga memperkenalkan aftertaste ikan yang lebih kuat, yang dianggap tidak diinginkan oleh beberapa panelis. Temuan ini menunjukkan bahwa tingkat fortifikasi sedang (5 gram ikan teri per 100 gram tempe) paling baik menyeimbangkan peningkatan rasa dan penerimaan konsumen. Selain itu, preferensi rasa juga dapat dikaitkan dengan interaksi sinergis antara Glutamat dari ikan teri dan asam amino yang dilepaskan selama fermentasi tempe, berkontribusi pada palatabilitas secara keseluruhan.

2.4.2.4 Analisis Proximat

Hasil menunjukkan bahwa tempe yang difortifikasi dengan penambahan 5 gram ikan teri menunjukkan kandungan energi total yang lebih tinggi (209,37 kkal/100 gram) dibandingkan dengan formulasi tempe standar. Penelitian sebelumnya oleh Maryam et al. (Maryam et al., 2024) melaporkan bahwa kandungan energi total tempe yang difermentasi selama 48 jam adalah 201,59 kkal per 100 gram. Menurut Shurtleff and Aoyagi (2014), tingkat energi dalam tempe yang difortifikasi tetap relatif stabil, menunjukkan bahwa fortifikasi ikan teri tidak secara signifikan memengaruhi retensi kalori secara keseluruhan tetapi meningkatkan nilai nutrisinya. Kadar air dalam tempe yang difortifikasi dalam penelitian ini adalah 60,22%, sedikit lebih tinggi dari Standar Nasional Indonesia (SNI) standar untuk tempe, sekitar 57,10%. Kadar air yang lebih tinggi dapat memengaruhi tekstur, umur simpan, dan stabilitas mikroba. Mengoptimalkan kondisi pengeringan atau penyimpanan dapat membantu mengendalikan tingkat kelembaban dan meningkatkan stabilitas produk (Dian Oktrianis Buulolo et al., 2023).

Kandungan kalsium tempe yang difortifikasi secara signifikan lebih tinggi (84,03 mg/100 gram) dibandingkan dengan tempe konvensional (63,3 mg/100 gram) (Arini et al., 2019), sehingga berdasarkan nilai kalsium dalam Tabel 2.2, terbukti bahwa fortifikasi tempe dengan menambahkan 5 gram ikan teri/100 gram tempe dapat secara signifikan meningkatkan bioavailabilitas kalsium. Kalsium adalah mikronutrien penting bagi ibu hamil, mendukung perkembangan tulang janin dan kesehatan tulang ibu. Peningkatan ini mengkonfirmasi efektivitas ikan teri sebagai sumber protein nabati. Rizal et al. (2022) melaporkan bahwa, termasuk kalsium, dapat meningkat seiring waktu dalam produk kehilangan kelembaban atau perubahan dalam matriks makanan keseluruhan lebih bioavailable. Kadar abu dari tempe yang difortifikasi dengan ikan teri dalam setiap 100 gram tempe sekitar 1,22%. Tempe memiliki kadar abu yang lebih rendah dibandingkan kedelai mentah karena



proses fermentasi. Kadar abu dalam tempe dapat berkisar dari sekitar 0,77% hingga 2,19%, tergantung pada kondisi spesifik dan metode yang digunakan dalam persiapannya (Raob, 2014). Menurut penelitian Damanik et al. (2021), kadar abu dalam produk makanan adalah indikator kandungan mineral, dan dapat bervariasi tergantung pada sumber bahan dan kondisi pemrosesan. Kadar abu mencerminkan komposisi mineral total, menunjukkan bahwa fortifikasi dengan ikan teri berkontribusi pada kepadatan mineral keseluruhan produk.

Hasil pada Tabel 2.2 menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat yang dihasilkan dari penambahan 5 gram ikan teri ke 100 gram tempe hanya sekitar 9,69%. Kandungan karbohidrat dalam tempe yang difortifikasi dilaporkan antara 13,7% dan 27,7%, tergantung pada formulasi spesifik dan metode pemrosesan yang digunakan. Proses persiapan dan fermentasi dapat secara signifikan memengaruhi kandungan karbohidrat. Misalnya, fermentasi biasanya mengurangi kandungan karbohidrat karena pemecahan karbohidrat kompleks (Haron & Raob, 2014). Ojokoh dan Wei, (2017) menjelaskan bahwa kandungan karbohidrat dalam makanan fermentasi sering menurun karena pemecahan polisakarida menjadi gula yang lebih sederhana, yang kemudian dimanfaatkan oleh mikroorganisme selama fermentasi. Sementara itu, hasil kandungan lemak menunjukkan bahwa penambahan 5% ikan teri menghasilkan 11,02% lemak dalam setiap 100 gram tempe. Satu penelitian menunjukkan bahwa kandungan lemak dalam tempe segar relatif lebih rendah pada 1,87%. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan lemak dapat bervariasi secara signifikan berdasarkan jenis tempe dan metode pembuatan (P. K. Dewi et al., 2018). Kandungan lemak dalam tempe dipengaruhi oleh proses fermentasi, yang mengubah komposisi lipid. Asam lemak dominan dalam tempe meliputi asam linoleat, asam oleat, dan asam linolenat, yang berkontribusi pada profil nutrisinya (Utari, 2020). Seperti yang dibahas oleh Rizal et al., (2022), kandungan lemak dalam produk makanan dapat menurun seiring waktu karena oksidasi, terutama jika produk tidak disimpan dalam kondisi yang melindungi dari proses oksidatif.

Menurut penelitian, kandungan protein dalam tempe kedelai dapat berkisar dari 17,5 gram hingga 48 gram per 100 gram, tergantung pada metode persiapan dan metode fermentasi yang digunakan. Studi lain menemukan bahwa tempe kedelai mengandung 17,5 gram protein per 100 gram, yang masih relatif tinggi dan lebih tinggi daripada sumber protein nabati lainnya (Utari, 2020). Hasil ini sejalan dengan temuan dalam Tabel 2, yang menunjukkan bahwa kandungan protein tempe yang difortifikasi dengan penambahan 5 gram ikan teri adalah 17,84% dalam 100 gram tempe. Kandungan protein dalam makanan yang disimpan dapat terdegradasi seiring waktu karena berbagai faktor, termasuk aktivitas enzim dan pertumbuhan mikroba, seperti yang dibahas oleh Ng'ong'ola-Manani et al., (2014). Secara umum, tempe



ig sekitar 4,40% serat makanan per 100 gram. Pada saat yang sama, kacang-kacangan lain, seperti buncis dan kacang merah, dapat memiliki kandungan ini, dengan nilai sekitar 2,50% hingga 4,40% serat per 100 gram (Tan et al., 2024). Serat makanan ditemukan dalam hasil penelitian ini, dengan nilai sekitar 2,50% hingga 4,40% serat per 100 gram tempe, membuktikan bahwa penambahan ikan teri meningkatkan serat makanan dalam tempe. Penelitian sebelumnya

Tan (2024) menambahkan dedak padi untuk fortifikasi tempe; hasilnya menunjukkan kandungan serat berkisar dari 4,569% hingga 7,855%. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa penambahan ikan teri untuk fortifikasi dapat meningkatkan kandungan serat lebih baik daripada penambahan dedak padi. Serat makanan dapat terdegradasi atau menjadi kurang tersedia karena perubahan dalam matriks makanan selama penyimpanan (2014).

Penelitian telah menunjukkan bahwa kandungan zat besi dalam tempe dapat ditingkatkan melalui fortifikasi. Fortifikasi tempe dengan penambahan 5 gram ikan teri menghasilkan sekitar 1,18 mg/100 gram zat besi. Studi lain oleh Amin, (Amin et al., 2020b) menunjukkan bahwa fortifikasi tempe dengan mengganti 50% kedelai dengan biji wijen menghasilkan zat besi 0,45 mg/100 gram tempe. Belum ada penelitian tentang fortifikasi tempe dengan penambahan ikan teri. Kandungan zat besi dalam makanan dapat menurun karena proses oksidatif atau interaksi dengan komponen lain, seperti yang dijelaskan oleh Wulan et al., (2021), uji proksimat menunjukkan bahwa tempe yang difortifikasi dengan 5 gram ikan teri per 100 gram kedelai menunjukkan kandungan nutrisi yang tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa tempe yang difortifikasi mungkin menjadi pilihan makanan yang layak bagi ibu hamil untuk mengurangi risiko kekurangan energi kronis.

2.4.2.5 Uji Masa Simpan

Tidak adanya *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* di semua durasi penyimpanan menunjukkan bahwa patogen ini secara efektif dikendalikan selama periode penelitian. Ini menunjukkan bahwa kondisi produksi dan penyimpanan kemungkinan dikelola dengan baik, meminimalkan risiko kontaminasi bakteri. Kebersihan yang tepat, proses fermentasi yang efektif, dan kondisi penyimpanan yang sesuai dapat berkontribusi pada pencegahan kontaminasi bakteri tersebut (Pitt & Hocking, 2013). Sebaliknya, pertumbuhan kapang *Rhizopus* menunjukkan peningkatan yang nyata dari kurang dari 10 *colony-forming units* (CFU) pada tiga hari menjadi $4,2 \times 10^3$ CFU pada empat hari dan selanjutnya menjadi $5,3 \times 10^3$ CFU pada lima hari. Peningkatan signifikan ini dapat dikaitkan dengan kondisi yang menguntungkan yang diciptakan oleh proses fermentasi, termasuk ketersediaan nutrisi dan tingkat suhu dan kelembaban yang optimal (Pouris et al., 2024).

Jumlah awal kapang *Rhizopus* yang rendah pada tiga hari mungkin mencerminkan tahap awal fermentasi, di mana pelepasan nutrisi terbatas. Namun, seiring berjalannya fermentasi, pemecahan substrat kompleks menyebabkan peningkatan ketersediaan nutrisi, mempromosikan proliferasi kapang. Pengamatan ini konsisten dengan temuan Grove et al. (2007), yang menyoroti korelasi antara ketersediaan nutrisi dan pertumbuhan jamur dalam substrat makanan. Selama



seperti *Bacillus pumilus* dan *Bacillus Brevis* dapat mencapai 10^8 cfu/g, sementara spesies lain seperti *Streptococcus Faecium* *Casei* mencapai populasi 10^6 - 10^7 cfu/g. Jumlah bakteri awal ar dapat mencapai 10^8 cfu/g, dan sebagian besar produk jumlah $>10^6$ cfu/g setelah 7 hari penyimpanan dingin (Reads,

Meskipun jumlah kapang *Rhizopus* meningkat secara signifikan setelah hari ke-3, perlu dicatat bahwa peningkatan ini masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk keamanan pangan. Menurut Nout dan Kiers (2005), dalam proses fermentasi tempe, jumlah kapang dapat mencapai 10^5 - 10^6 CFU/g pada tempe yang matang. Dalam konteks penelitian ini, jumlah kapang *Rhizopus* pada hari ke-5 ($5,3 \times 10^3$ koloni/g) masih berada dalam batas aman tersebut, meskipun aktivitas metabolisme kapang yang terus berlanjut dapat memengaruhi karakteristik sensori produk. Dalam konteks penelitian ini, jumlah kapang *Rhizopus* pada hari ke-5 ($5,3 \times 10^3$ koloni/g) masih berada jauh di bawah ambang batas tersebut.

Dari perspektif kualitas sensori, meskipun tempe fortifikasi masih aman dikonsumsi hingga hari ke-5, kualitas optimalnya terjadi pada masa simpan hingga hari ke-3, di mana pertumbuhan kapang *Rhizopus* masih minimal (<10 koloni/g). Setelah periode tersebut, meskipun masih aman secara mikrobiologis, perubahan sensori seperti aroma, tekstur, dan rasa mulai terdeteksi dan dapat memengaruhi penerimaan konsumen. Hasil ini sejalan dengan penelitian M. Astuti et al., (2000) yang menyebutkan bahwa tempe segar umumnya memiliki masa simpan optimal 2-3 hari pada suhu ruang sebelum mengalami perubahan sensori yang signifikan.

Berdasarkan pertimbangan keamanan mikrobiologis dan kualitas sensori, dapat disimpulkan bahwa tempe fortifikasi tepung ikan teri memiliki ambang batas keamanan konsumsi hingga 5 hari penyimpanan pada suhu ruang, dengan kualitas optimal dipertahankan hingga hari ke-3. Hal ini menjadikan tempe fortifikasi sebagai alternatif makanan yang aman dan potensial untuk ibu hamil dengan Kekurangan Energi Kronis (KEK), dengan masa simpan yang relatif mirip dengan tempe konvensional.

2.5 Keterbatasan Penelitian

2.5.1 Keterbatasan dalam generalisasi hasil

Penelitian ini masih terbatas pada uji organoleptik oleh panelis semi-terlatih dalam skala kecil dan belum melibatkan ibu hamil KEK sebagai responden utama. Selain itu, evaluasi hanya dilakukan pada tingkat laboratorium berupa analisis kandungan gizi tanpa pengukuran dampak klinis secara langsung terhadap status gizi ibu hamil. Untuk mengatasi hal ini, penelitian tahap selanjutnya (tahap II & III) dirancang untuk melibatkan uji coba lapangan dengan partisipasi langsung ibu hamil KEK guna mengukur perubahan pengetahuan, sikap, perilaku, serta output kehamilan (berat badan lahir bayi & panjang badan lahir bayi).

2.5.2 Keterbatasan teknis dan pengembangan produk

Penelitian ini hanya mengevaluasi tempe yang difortifikasi dengan satu jenis bahan (bubuk ikan teri) dan masa simpan jangka pendek (hingga 5 hari) tanpa varian khusus. Pengujian keamanan pangan juga terbatas pada mencakup kontaminan kimia seperti logam berat atau residu. Tahap selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi kombinasi kaya mikronutrien seperti tepung daun kelor (kaya zat besi dan biji wijen (kalsium tinggi), atau tepung udang rebon (sumber Kalsium). Kombinasi ini bertujuan untuk menghasilkan produk tempe



multimikronutrien yang lebih lengkap bagi ibu hamil KEK, sekaligus menguji daya simpan dengan pendekatan *modified atmosphere packaging* atau pengeringan parsial untuk memperpanjang umur simpan.

2.6 Kesimpulan

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa penambahan bubuk ikan teri secara signifikan meningkatkan atribut sensoris tempe, terutama dalam hal aroma dan rasa. Temuan ini menunjukkan bahwa penambahan optimal 5 gram bubuk ikan teri meningkatkan penerimaan keseluruhan tempe dan menunjukkan pentingnya kondisi fermentasi dalam mencapai produk berkualitas tinggi. Analisis proksimat menyoroti manfaat nutrisi dari tempe yang difortifikasi, terutama dalam kandungan kalsium, yang dapat menguntungkan kesehatan konsumen. Selain itu, pengendalian bakteri patogen yang efektif selama proses fermentasi menggarisbawahi keamanan produk. Penelitian masa depan harus mengeksplorasi efek jangka panjang penyimpanan pada kualitas nutrisi tempe yang difortifikasi dan menyelidiki agen penyedap tambahan untuk lebih meningkatkan daya tarik sensorisnya. Secara keseluruhan, hasil fortifikasi tempe dengan 5 gram ikan teri per 100 gram kedelai dapat direkomendasikan sebagai suplemen makanan untuk mengurangi risiko kekurangan energi kronis pada ibu hamil.



2.7 Daftar Pustaka

- Al Rahmad, A. H. (2023). Scoping review: the role of micronutrients (Fe, Zn, Iodine, Retinol, Folate) during pregnancy. *Jurnal Kesehatan Manarang*, 9(April), 1–13.
- Amin, F., Mahardika, M., & Yuniarti, D. (2020a). Iron Fortification and bioavailability of homemade tempeh with sesame seed. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 12(3), 151–155. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v12i3.21164>
- Amin, F., Mahardika, M., & Yuniarti, D. (2020b). Iron Fortification and bioavailability of homemade tempeh with sesame seed. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 12(3), 151–155. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v12i3.21164>
- Arini, A. M. S., Afifah, D. N., & Dieny, F. F. (2019). The Effect of Tempeh Gembus Substitution on Protein Content, Calcium, Protein Digestibility and Organoleptic Quality of Meatballs. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 7(3), 828–841. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.7.3.22>
- Astuti, M., Meliala, A., Dalais, F. S., & Wahlqvist, M. L. (2000). Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 9(4), 322–325.
- Ataide, R., Fielding, K., Pasricha, S. R., & Bennett, C. (2023). Iron deficiency, pregnancy, and neonatal development. *International Journal of Gynecology and Obstetrics*, 162(S2), 14–22. <https://doi.org/10.1002/ijgo.14944>
- Bhutta, Z. A., Akseer, N., Keats, E. C., Vaivada, T., Baker, S., Horton, S. E., Katz, J., Menon, P., Piwoz, E., Shekar, M., Victora, C., & Black, R. (2020). How countries can reduce child stunting at scale: Lessons from exemplar countries. *American Journal of Clinical Nutrition*, 112, 894S–904S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa153>
- Damanik, M., Rosmiati, R., Permatasari, T., Surbakti, T. A., & Ayuni, S. (2021). Ash , Protein And Salinity Analysis Of Integrated Formulation Of Herbs And Spices In Typical Simalungun “ Tinuktuk ” North Sumatera -Indonesia. *International Journal of Health and Pharmaceutical*, 545–549.
- Dewi, N. U. (2021). *Effectiveness of Food Fortification in Improving Nutritional Status of Mothers and Children in Indonesia*.
- Dewi, P. K., Afifah, D. N., Rustanti, N., Sulchan, M., & Anjani, G. (2018). The effect of tempeh gembus variations to serum levels of high sensitivity c-reactive protein (Hscrp) and serum levels of fibrinogen of sprague dawley rats with aterogenic diet. *Romanian Journal of Diabetes, Nutrition and Metabolic Diseases*, 25(1), doi.org/10.2478/rjdnmd-2018-0010
- olo, Yudiono, K., & Susilowati, S. (2023). The Effect of Soaking npeh Processing Method on Chemical, Microbiological and Properties. *Jurnal BisTek PERTANIAN Agribisnis Dan Teknologi*, 10(2), 13–28. <https://doi.org/10.37832/bistek.v10i2.72>



- Dias, M. T., Bricio, S. M. L., Almeida, D. O., Oliveira, L. A. T., de Filippis, I., & Marin, V. A. (2012). Molecular characterization and evaluation of antimicrobial susceptibility of enteropathogenic *E. coli* (EPEC) isolated from minas soft cheese. *Food Science and Technology*, 32(4), 747–753. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612012005000059>
- Erkan, S. B., Gürlü, H. N., Bilgin, D. G., Germec, M., & Turhan, I. (2020). Production and characterization of tempehs from different sources of legume by *Rhizopus oligosporus*. *Lwt-Food Science and Technology*, 119(October), 108880. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108880>
- Fendiyanto, M. H., Dwi Satrio, R., Pratami, M. P., & Nikmah, I. A. (2021). Short Communication: Identification of spoilage fungi in *Myristica fragrans* using DG18 and CYA Media. *Asian Journal of Tropical Biotechnology*, 18(2), 51–54. <https://doi.org/10.13057/biotek/c180201>
- Fibri, D. L. N., & Frøst, M. B. (2020). Indonesian millennial consumers' perception of tempe – And how it is affected by product information and consumer psychographic traits. *Food Quality and Preference*, 80, 103798. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103798>
- Fibrila, F., Ridwan, M., & Herlina, H. (2023). Parity and Eating Habits Trigger Chronic Energy Deficiency in Pregnant Women. *International Journal of Current Science Research and Review*, 06(04), 2352–2358. <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/v6-i4-15>
- Gayer, J., & Smith, G. (2015). Micronutrient fortification of food in southeast Asia: Recommendations from an expert workshop. *Nutrients*, 7(1), 646–658. <https://doi.org/10.3390/nu7010646>
- Gibson, R. S., & Ferguson, E. L. (2008). *An Interactive 24-Hour Recall for Assessing the Adequacy of Iron and Zinc Intakes in Developing Countries*. Opportunities for Micronutrient Interventions (OMNI) program of the United States Agency for International Development (USAID). <https://www.researchgate.net/publication/228556590>
- Guyassa, C., & Dima, C. (2022). A short review on Salmonella detection methods. *Microbiology Research International*, 10(3), 32–39. <https://doi.org/10.30918/MRI.103.22.024>
- Hariri, S. (2022). Detection of *Escherichia coli* in Food Samples Using Culture and Polymerase Chain Reaction Methods. *Cureus*, 14(12), 10–15. <https://doi.org/10.7759/cureus.32808>



N. (2014). Changes in Macronutrient, Total Phenolic and Antioxidants during Preparation of Tempeh. *Journal of Nutrition & Food* 13(3). <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000265>

Factors Determinant of Chronic Energy Deficiency Lactating Women in Indonesia. *Puslitbang Gizi Dan Makanan*, 32, 82–93.

Isaskar, R., Darwanto, D. H., Waluyati, L. R., & Irham, I. (2021). The Effects of Sensory Attributes of Food on Consumer Preference. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(3), 1303–1314. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2021.vol8.no3.1303>

KEMENKES. (2023). *Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023*.

Kemenkes RI. (2018). *Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2018*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Kustyawati, M. E., Nawansih, O., & Nurdjanah, S. (2017). Profile of aroma compounds and acceptability of modified tempeh. *International Food Research Journal*, 24(2), 734–740.

Maryam, S., Sastrawidana, I. D., Sudiana, I. K., & Sukarta, I. N. (2024). Nutritional Profile Analysis of Red Bean Tempeh Fermented Using *Rhizopus Oligosporus* at Different Time. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 13(5), 199–208. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20241305.15>

Ng'ong'ola-Manani, T. A., Mwangwela, A. M., Schüller, R. B., Østlie, H. M., & Wicklund, T. (2014). Sensory evaluation and consumer acceptance of naturally and lactic acid bacteria-fermented pastes of soybeans and soybean–maize blends. *Food Science & Nutrition*, 2(2), 114–131. <https://doi.org/10.1002/fsn3.82>

Ojokoh, A. O., & Wei, Y. (2017). Effect of Fermentation on Chemical Composition and Nutritional Quality of Extruded and Fermented Soya Products. *International Journal of Food Engineering*, 7(4). <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1857>

Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2013). Fungi and Food Spoilage. In *Springer* (Vol. 53, Issue 9).

Pouris, J., Kolyva, F., Bratakou, S., Vogiatzi, C. A., Chaniotis, D., & Beloukas, A. (2024). The Role of Fungi in Food Production and Processing. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(12), 1–25. <https://doi.org/10.3390/app14125046>

Rahman, M. M., Abe, S. K., Rahman, M. S., Kanda, M., Narita, S., Bilano, V., Ota, E., Gilmour, S., & Shibuya, K. (2016). Maternal anemia and risk of adverse birth and health outcomes in low- and middle-income countries: Systematic review and meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 103(2), 495–504. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.107896>

Raob, N. (2014). Changes in Macronutrient, Total Phenolic and Anti-Nutrient Contents during Preparation of Tempeh. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 04(03). 10.4172/2155-9600.1000265



Microbial dynamics during barley tempeh fermentation *Microbial*
ig barley tempeh fermentation (Issue August).

- Reyes, C. M., Juliano, A. L. , Intalan, G. V. , Balagtas, J. R. , & Antonio, F. B. (2020). Impact evaluation of the Pantawid Familyang Pilipino Program's dietary supplementation component. *Philippine Journal of Development*, 45(1), 72–103.
- Rísová, V., Saade, R., Jakuš, V., Gajdošová, L., Varga, I., & Záhumenský, J. (2025). Preconceptional and Periconceptional Folic Acid Supplementation in the Visegrad Group Countries for the Prevention of Neural Tube Defects. In *Nutrients* (Vol. 17, Issue 1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/nu17010126>
- Rizal, S., Kustyawati, M. E., Suharyono, A. S., & Suyarto, V. A. (2022). *Changes of nutritional composition of tempeh during fermentation with the addition of Saccharomyces cerevisiae*. 23(3), 1553–1559. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230345>
- Rooijackers, J. C. M. W., Endika, M. F., & Smid, E. J. (2018). Enhancing vitamin B 12 in lupin tempeh by in situ fortification. *LWT - Food Science and Technology*, 96(September 2017), 513–518. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.062>
- Ruwayda, & Sartika, J. (2024). Factors Associated With The Incidence of Chronic Lack Of Energy (Sez) In Pregnant Women At The Paal X Health Center Jambi City. *Jurnal Bahana Kesehatan Masyarakat (Bahana of Journal Public Health)*, 8(2).
- Shurtleff, W., & Aoyagi, A. (2014). The Book Of Tempeh : Volume II a Craft and Technical Manual. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- Steketee, R. W. (2003). Pregnancy, nutrition and parasitic diseases. *Journal of Nutrition*, 133(5 SUPPL. 1), 1661–1667. <https://doi.org/10.1093/jn/133.5.1661s>
- Tamam, B. (2022). Tempe: Pangan Lokal Unggul (Superfood) Khasanah Budaya Bangsa. *Indonesian Red Crescent Humanitarian Journal*, 1(1), 41–48. <https://doi.org/10.56744/irchum.v1i1.14>
- Tan, Z. J., Abu Bakar, M. F., Lim, S. Y., & Sutimin, H. (2024). Nutritional composition and sensory evaluation of tempeh from different combinations of beans. *Food Research*, 8(2), 138–146. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(2\).088](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(2).088)
- Utari, D. M. (2020). Fatty Acid, Zinc and Copper Content in Tempeh, What it's Potential to Prevent Degenerative Diseases? *Journal Gizi Indon*, 7(2), 108–115.
- Wulan, N., Maryanto, S., Mulyasari, I., & Program, N. S. (2021). *JGK-Vol. 13, No.2 Juli 2021*. 13(2).



ang, S., Liu, C., Qin, X., & Xu, W. (2025). An overview of rapid rods for Salmonella. *Food Control*, 167(July 2024), 110771. [10.1016/j.foodcont.2024.110771](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110771)