

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Nugget

1. Pengertian Nugget

Dari anak-anak hingga orang dewasa, nugget merupakan camilan yang digemari banyak kalangan. Nugget ayam menjadi pilihan paling populer karena rasanya yang gurih, lezat, mudah diolah, dan cukup tahan lama saat disimpan, sehingga sering dijadikan bekal. Meski termasuk makanan ringan, nugget tetap memberikan rasa kenyang karena kandungan proteinnya yang cukup tinggi (Dianti, 2017). Teknologi daging terstruktur, yang memadukan potongan-potongan daging kecil dan tidak beraturan menjadi produk yang lebih besar, digunakan dalam produksi nugget, yang merupakan produk olahan daging. Dengan memperbaiki bentuk, tekstur, daya ikat, dan kandungan lemak daging, teknik ini bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah daging sekaligus meningkatkan permintaan dan kenyamanan konsumen (Hairunnissa, 2021).

2. Kandungan Zat Gizi Nugget

Kandungan gizi nugget sangat bergantung pada jenis bahan bakunya (Soedirga, 2022). Nugget dengan bahan utama daging, misalnya ayam atau ikan, biasanya kaya protein hewani yang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tubuh (Baihaki, 2022). Nugget yang digunakan dalam formulasi dan Zat-zat yang berasal dari tumbuhan seperti lipid, karbohidrat, dan vitamin lainnya digunakan dalam proses produksi dan mineral dalam nugget sangat bervariasi bergantung pada formulasi dan bahan tambahan yang digunakan (Rahmayuni, 2023). Kandungan gizi nugget ayam standar dan Nugget Biforil terbaik yaitu formula D bisa dilihat dibawah ini.

Tabel 1. Kandungan Gizi Nugget Ayam

Jenis Zat Gizi	Jumlah Zat Gizi	Satuan
Energi	316	Kcal
Protein	9	gr
Lemak	20	gr
Karbohidrat	25	gr

Sumber : (Standar Nasional Indonesia, 2014)

Berikut adalah kandungan gizi Nugget Biforil yang paling disukai melalui hasil pemeriksaan laboratorium yang telah di hitung bisa melihat di tabel berikut.

Tabel 2. Nilai Gizi Nugget Perlakuan D

Jenis Zat Gizi	Jumlah Zat Gizi	Satuan
Energi	496,7	Kcal
Protein	51,6	gr
Lemak	44,4	gr
Karbohidrat	82,3	gr

3. Proses Pembuatan Secara Umum

Bahan :

1. 250 gram daging ayam, haluskan
2. 75 gram tepung roti
3. 2 sendok makan, potong kotak kecil
4. 1 buah wortel, potong kotak kecil
5. 1 butir bawang bombay, cincang
6. 2 siung bawang putih, haluskan
7. 2 butir telur ayam
8. $\frac{1}{2}$ sendok teh lada bubuk
9. Garam secukupnya
10. 500 ml minyak goreng

Bahan Pelapis :

1. 1 butir telur ayam, kocok lepas
2. 100 gram tepung terigu
3. 100 gram tepung roti

Cara Membuat :

1. Campur semua bahan dan aduk rata.
2. Ratakan adonan di loyang yang telah dialasi plastik.
3. Kukus dalam kukusan hingga matang, 15 hingga 20 menit.
Angkat dari api dan biarkan dingin.
4. Setelah adonan dikeluarkan dari loyang, potong-potong sesuai selera.
5. Taburi adonan dengan tepung terigu secara merata, celupkan ke dalam kocokan telur, lalu tiriskan.
6. Ratakan tepung roti di atas adonan.
7. Masak dengan api kecil dalam minyak panas hingga berwarna cokelat keemasan. Tiriskan setelah diangkat dari api.
8. Sajikan.

(sumber : W.Aan, 2019).

Nugget sering kali dianggap hanya sebagai hasil pengolahan daging ayam, tetapi sebenarnya pembuatan nugget bertujuan untuk mengubah daging yang biasanya dikonsumsi dalam bentuk utuh menjadi bentuk yang lebih praktis dan mudah disantap oleh masyarakat. Syarat Mutu Nugget Ayam menurut Badan Standardisasi Nasional ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat Mutu Nugget Ikan SNI 7758:2013

Parameter uji	Satuan	Persyaratan
a. Sensori		Min 7 (Skor 3 - 9)
b. Kimia		
- Kadar air	%	Maks 60,0
- Kadar abu	%	Maks 2,5
- Kadar protein	%	Min 5,0
- Kadar lemak	%	Maks 15,0
c. Cemarkan mikroba		
- ALT	koloni/g APM/g	Maks 5×10^4
- <i>Escherichia coli</i>	-	< 3
- <i>Salmonella</i>	-	Negatif/25 g Negatif/25 g
- <i>Vibrio cholerae</i> *	koloni/g	Maks 1×10^2
- <i>Staphylococcus aureus</i> *		
d. Cemarkan logam*		
- Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks 0,1
- Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks 0,5
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 0,3
- Arsen (As)	mg/kg	Maks 1,0
- Timah (Sn)	mg/kg	Maks 40,0
e. Cemarkan fisik		
- <i>Filth</i>	-	0
CATATAN* Bila diperlukan		

Sumber : Standar Nasional Indonesia SNI 7758:2013 (Nasional Badan Standarisasi, 2013)

B. Biji Nangka

1. Pengertian dan Morfologi

Biji Nangka adalah bentuk limbah dari buah nangka merupakan tanaman yang termasuk dalam famili Moraceae dan genus Artocarpus dari spesies artocarpus heterophyllus (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017). Banyak ditemukan di wilayah tropis hingga subtropis (Zakaria, 2019). Biji nangka yang berkualitas baik memiliki panjang rata-rata 3,32 cm, lebar 1,72 cm, ketebalan 1,61 cm, dan diameter 2,03 cm. Luas permukaan rata-rata mencapai 12,57 cm² dengan bentuk agak bulat dan tingkat kebulatan 0,63. Rasio panjang dan lebar biji sekitar 57,04%, menunjukkan ukuran sedang, bentuk membulat, dan permukaan yang tidak terlalu luas (Reddy et al., 2022).



Gambar 1. Biji Nangka

Biji nangka, juga dikenal sebagai biji kluwih, merupakan komponen buah yang kaya nutrisi dan bermanfaat bagi kesehatan. Karbohidrat, protein, lemak, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B1, dan vitamin C semuanya terkandung dalam biji ini (Nasution, 2023). Biji nangka berpotensi sebagai agen antidiabetes karena mengandung serat larut dan antioksidan yang membantu mengatur kadar gula darah. Selain itu, biji nangka memiliki efek antiinflamasi, antikanker, dan dapat membantu menurunkan kolesterol jahat (LDL) (Ranasinghe et al., 2019), biji nangka juga dapat di tepungkan (Indrianti, 2019), hasil penepungan dari biji nangka bahkan berpotensi sebagai pengganti tepung terigu (Nasution, 2023) dan dapat dimanfaatkan untuk penderita alergi terhadap gluten (Vartak, 2023).

Meskipun belum banyak yang menyadari potensinya, secara tradisional biji nangka telah dimanfaatkan sebagai obat alami untuk mengatasi sembelit, menurunkan tekanan darah, menjaga kesehatan tulang, dan mengurangi risiko kanker (Fathima, 2023), selain itu biji nangka juga dipergunakan sebagai *cooling tonic* dan pengobatan penyakit *pectorial* (Mariod, 2019). Meninjau kembali dari manfaat dan kegunaan Biji Nangka sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk makanan hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu Biji nangka sudah dapat diolah kedalam berbagai produk makanan seperti *cookies* dibuktikan dengan penelitian oleh (Alamsyah, 2023), makanan ringan lain seperti stik yang dibuktikan dalam penelitian (Indrianti, 2019) atau di jadikan campuran dalam pembuatan roti dan kue karena berpotensi menjadi substitusi tepung terigu.

Tiga lapisan utama membentuk struktur morfologi biji nangka: testa (kulit biji), endokarp (kulit keras), dan kernel (inti biji yang dapat dimakan). Testa atau kulit biji yang tipis berfungsi melindungi biji dari kerusakan lingkungan luar. Endokarp atau kulit keras yang kering dan rapuh berfungsi menjaga kelembaban dan mencegah kerusakan pada kernel di dalamnya. Kernel merupakan bagian biji yang lunak dan dapat dimakan, mengandung karbohidrat, protein, lemak, serta senyawa bioaktif lainnya (Ranasinghe, 2019).

2. Sifat Terhadap Mikroba

Biji nangka mengandung zat antibakteri yang disebut asam fenolik, flavonoid, dan tanin yang berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri penyebab diare, termasuk *Escherichia coli*, *Salmonella*, dan *Shigella*. Karena itu, ekstrak biji nangka berpotensi dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk mengatasi diare (Santoso, A. B., & Yulianti, 2019). Biji nangka juga kaya serat pangan tidak tercerna seperti inulin, FOS, dan GOS yang berfungsi sebagai prebiotik. Prebiotik ini menstimulasi pertumbuhan bakteri probiotik seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, yang dapat meningkatkan kesehatan pencernaan, memperkuat imun, dan menurunkan risiko penyakit kronis (Prasetyo, W. A., & Nugroho, 2020).

Fermentasi biji nangka dengan bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus plantarum* dapat meningkatkan sifat fungsional tepung, seperti derajat putih, kapasitas mengikat air (WHC), kapasitas menyerap minyak (OHC), dan suhu gelatinisasi pati. Fermentasi juga mengurangi mikroba pembusuk dan meningkatkan jumlah bakteri probiotik yang menguntungkan. (Andriani, Y., & Kurniawan, 2021). Penggunaan tepung biji nangka dalam produk makanan dapat memengaruhi karakteristik mikrobiologis, warna, dan tekstur. Pada pembuatan cookies, tepung biji nangka memberikan warna kecokelatan alami dan tekstur khas akibat kandungan serat, yang dapat memengaruhi preferensi konsumen. (Lestari, S., & Rahmawati, 2022).

C. Formula Tempe

1. Pengertian Formula Tempe

Tempe atau *Rhizopus Oryzae* sendiri merupakan salah satu makanan hasil fermentasi menggunakan kapang jenis *Rhizopus sp.* Yang kaya akan protein dan memiliki ciri Karbohidrat berupa warna kuning, tekstur yang padat, struktur yang rumit, serta dilapisi oleh miselium berwarna putih.

Formula tempe, atau yang dikenal sebagai tepung tempe merupakan hasil pengolahan tempe yang telah diubah menjadi bentuk tepung. Proses pembuatannya melibatkan bahan-bahan pendukung seperti tepung terigu, gula pasir, minyak, dan *baking powder* (Rumida, 2023). Terdapat banyak potensi pemanfaatan tempe sebagai bahan baku pembuatan berbagai jenis makanan ringan, pemanfaatan tepung tempe dalam produk-produk seperti *biscuit*, kue, *snack bar*, dan puding dapat meningkatkan nilai gizi dari makanan tersebut (Ginting, 2020).

Formula tempe merupakan makanan yang terbuat dari olahan tempe, yang kaya akan nutrisi penambah kesehatan dan zat bioaktif. Tempe yang bahan menjadi dasar dalam pembuatan formula tempe ini mengandung energi yang tinggi serta protein yang mudah dicerna dan diserap oleh tubuh (Sinaga, 2023). Kandungan protein yang tinggi pada tempe menjadikannya sebagai sumber protein nabati yang sangat baik, terutama bagi mereka yang memiliki keterbatasan dalam mengonsumsi protein hewani. Selain itu, formula tempe juga memiliki tekstur yang lembut dan mudah ditelan, sehingga sangat cocok untuk dikonsumsi oleh berbagai kalangan, termasuk penderita yang harus mendapatkan asupan makanan melalui pipa (*tube feeding*).



Gambar 2. Formula Tempe

Formula Tempe juga kaya akan senyawa bioaktif seperti *isoflavon* dan fitokimia yang memiliki sifat antioksidatif yang kuat (Syahrial, 2023). Zat-zat ini membantu melindungi tubuh terhadap kerusakan oksidatif, yang dapat mengakibatkan sejumlah infeksi dan penyakit degeneratif (Surenda, 2022). Dengan adanya senyawa bioaktif tersebut, formula tempe tidak hanya memberikan asupan nutrisi yang baik, tetapi juga memberikan manfaat tambahan dalam mendukung kesehatan dan mencegah penyakit. Formula tempe dibuat dengan melalui berbagai proses dan tahapan hingga dapat mengubah tempe kacang kedelai murni menjadi tepung formula tempe banyak terjadi penambahan zat gizi dari bahan-bahan lainnya..

2. Sifat Terhadap Mikroba

Formula tempe memiliki sifat antimikroba yang berasal dari proses fermentasi tempe itu sendiri. Selama fermentasi, kapang *Rhizopus oligosporus* menghasilkan zat metabolit sekunder yang dapat menghentikan pertumbuhan mikroorganisme berbahaya dan pengurai, termasuk asam laktat, asam asetat, etanol, dan bahan kimia fenolik. Aktivitas antimikroba ini membantu memperpanjang masa simpan tempe segar. Dalam formula tempe, sisa metabolit sekunder hasil fermentasi tersebut masih terkandung dan berperan sebagai pengawet alami (Winarno, F. G., & Sudarmadji, 2017).

Formula tempe juga memiliki kandungan isoflavon yang cukup tinggi sebagai sifat antimikrobanya. Isoflavon merupakan senyawa fitokimia yang memiliki aktivitas antimikroba dengan cara menghambat pembentukan dinding sel dan mengganggu membran sel mikroba. Beberapa jenis isoflavon utama yang terkandung dalam tempe seperti daidzein, genistein, dan glisitein telah terbukti efektif menghambat pertumbuhan berbagai bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, dan *Bacillus cereus* melalui mekanisme tersebut. Selain itu, isoflavon juga memiliki kemampuan untuk menghambat aktivitas enzim hidrolitik tertentu yang dihasilkan oleh mikroba, sehingga dapat mencegah pembusukan makanan. Adanya

kandungan isoflavon yang tinggi ini menjadikan formula tempe memiliki sifat antimikroba alami yang kuat (Hidayat, N., & Purwanto, 2021).

Proses pengeringan dan penggilingan pada pembuatan formula tempe menurunkan kadar air dan aktivitas air (aw), sehingga menciptakan lingkungan yang kurang mendukung pertumbuhan mikroba. Dengan aw di bawah 0,7, sebagian besar bakteri dan kapang sulit tumbuh. Selain itu, pengeringan juga mengurangi jumlah mikroba awal, sehingga formula tempe memiliki tingkat kontaminasi mikroba yang lebih rendah (Setiawan, H., & Mulyani, 2019).

Sifat antimikroba formula tempe dapat berkurang jika terjadi kontaminasi silang atau penanganan yang tidak higienis selama produksi dan pengemasan. Lingkungan yang tidak steril dan penyimpanan pada suhu atau kelembaban yang tidak tepat dapat memicu pertumbuhan mikroba. Oleh karena itu, penerapan Good Hygiene Practices (GHP) dan sistem HACCP sangat penting untuk menjaga sifat antimikroba dan keamanan produk, termasuk sanitasi peralatan, pengendalian lingkungan, serta pelatihan pekerja (Rahmawati, I., & Nugroho, 2018).

D. Ikan lemuru

1. Pengertian

Kecil dan halus, lemuru (*Sardinelle longiceps*) memiliki tubuh bulat dan memanjang. Ciri utama lemuru adalah mereka terus-menerus membentuk kawanan dan berpindah untuk mengakomodasi beragam kebutuhan mereka. Lemuru adalah ikan berlemak tinggi yang aman dikonsumsi manusia karena 5–15% lemaknya mengandung lebih banyak ikatan rangkap (Suwati et al., 2019).



Gambar 3. Ikan Lemuru (*Sardinelle longiceps*)

2. Sifat Terhadap Mikroba

Ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) mengandung air tinggi sekitar 70-80% dari berat segar, menjadikannya media yang sempurna untuk pertumbuhan mikroorganisme termasuk ragi, jamur, dan bakteri. Karena itu, ikan ini rentan mengalami penurunan mutu akibat aktivitas mikroba jika tidak ditangani dengan baik sejak penangkapan hingga pengolahan (Subagio, A., & Marseno, 2018). Selain kandungan air tinggi, ikan lemuru kaya asam lemak tak jenuh omega-3 (EPA dan DHA) yang mudah mengalami oksidasi oleh oksigen dan enzim mikroba. Oksidasi ini menyebabkan perubahan fisik dan sensori seperti tekstur lembek serta warna kusam atau menguning. Tekstur elastis ikan juga dipengaruhi oleh struktur gel protein yang memengaruhi kekerasan dan kekenyalan (Ekawati, H., & Dewi, 2019).

Namun, melalui proses fermentasi yang tepat, sifat fungsional ikan lemuru justru dapat ditingkatkan. Fermentasi ikan lemuru menggunakan bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus plantarum* dilaporkan dapat meningkatkan derajat putih, kapasitas mengikat air (WHC), kapasitas menyerap minyak (OHC), dan suhu gelatinisasi produk. Proses fermentasi juga berperan dalam mengurangi populasi mikroba pembusuk dan patogen serta meningkatkan jumlah bakteri probiotik yang menguntungkan kesehatan. Dengan demikian, fermentasi dapat menjadi solusi untuk memperbaiki sifat fungsional dan keamanan produk olahan ikan lemuru (Wibowo, S., 2018).

Penggunaan ikan lemuru sebagai bahan baku dapat memengaruhi karakteristik mikrobiologis produk. Misalnya, penambahan tepung ikan lemuru pada cookies memberikan warna kecokelatan alami dan tekstur unik akibat protein dan asam lemaknya, yang memengaruhi preferensi konsumen. Namun, jika penanganan tidak higienis, risiko kontaminasi mikroba juga meningkat (Kusuma, R. W., 2021). Beberapa penelitian memanfaatkan ikan lemuru sebagai sumber protein dan asam lemak untuk berbagai produk makanan. Sebagai bahan baku kue, daging diolah menjadi tepung, keripik, dodol, dan lain-lain. Pemanfaatan ini dapat

meningkatkan nilai gizi dan keamanan produk jika pengolahan dilakukan dengan benar dan higienis guna mencegah kontaminasi mikroba (Utomo, D. B., 2017).

E. Penyakit Akibat Pangan

Makanan harus sehat, menarik secara estetika, dan bebas dari kotoran berbahaya seperti bahan kimia dan bakteri. Air, debu, udara, tanah, peralatan pengolahan, dan sekresi manusia atau hewan dapat menjadi tempat berkembang biaknya mikroba yang dapat mencemari makanan. Konsumsi pangan terkontaminasi bisa menyebabkan keracunan makanan akibat bakteri patogen yang menghasilkan toksin selama penyimpanan. Beberapa makanan juga mengandung racun alami, seperti jamur dan tumbuhan tertentu. Bakteri penyebab keracunan umum meliputi *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, dan lain-lain (Rahmani, A. H., Aldebasi, Y. H., & Srikar, 2021).

Keracunan pangan akibat bakteri terbagi menjadi intoksifikasi dan infeksi. Intoksifikasi terjadi saat toksin bakteri terbentuk dalam makanan, seperti botulisme (*Clostridium botulinum*) dan keracunan stafilocokkal (*Staphylococcus aureus*). Bila bakteri masuk ke dalam tubuh melalui makanan yang terkontaminasi, maka akan terjadi infeksi, seperti pada disentri, demam tifoid, kolera, dan brucellosis (Scallan et al, 2019). Kelompok kedua adalah makanan yang menjadi media pertumbuhan bakteri seperti *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, dan *Escherichia coli* enteropatogenik. Kontaminasi bisa dikenali lewat pemeriksaan visual, terutama tekstur makanan serta kontaminasi bakteri patogen akibat penanganan yang kurang baik.

F. Mikroba

1. Pengertian Mikroba

Mikroba adalah organisme mikroskopis seperti bakteri, kapang, khamir, dan virus yang dapat ditemukan di berbagai produk pangan segar maupun olahan. Mikroba memiliki peran penting dalam proses

pengolahan dan fermentasi pangan yang dapat meningkatkan nilai gizi, cita rasa, tekstur, dan masa simpan produk. Namun, jika pertumbuhannya berlebihan, mikroba dapat menyebabkan kerusakan pangan dan menghasilkan senyawa toksik yang membahayakan kesehatan konsumen (Purnomo, 2019).

2. Jenis-jenis Mikroba dalam Produk Pangan

- a) Bakteri adalah mikroorganisme prokariotik bersel tunggal yang dapat berbentuk spiral, basil, atau kokus. Penyakit bawaan makanan dapat disebabkan oleh beberapa bakteri berbahaya, termasuk *Salmonella*, *Escherichia coli*, dan *Listeria monocytogenes*. Meskipun demikian, fermentasi yogurt, keju, dan produk lainnya diuntungkan oleh keberadaan bakteri asam laktat (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, dan *Pediococcus*).
- b) Jamur merupakan mikroorganisme eukariotik multiseluler yang menghasilkan spora dalam bentuk benang yang disebut hifa. Kapang seperti *Rhizopus oligosporus* pada tempe dan *Penicillium* pada keju berperan dalam pembentukan tekstur, rasa, dan aroma produk fermentasi.
- c) Khamir adalah mikroba eukariotik bersel tunggal dari kelompok jamur. Contohnya, *Saccharomyces cerevisiae* digunakan dalam pembuatan roti, *S. carlsbergensis* pada bir, dan *S. ellipsoideus* pada anggur.
- d) Virus adalah partikel kecil berisi asam nukleat yang berkembang biak hanya dalam sel hidup inang. Virus seperti Hepatitis A dapat menular melalui pangan dan menyebabkan penyakit pada manusia.

3. Peranan Mikroba dalam Produk Pangan

- a) Fermentasi dan pengawetan alami merupakan dua manfaat bakteri dalam pangan. Contohnya adalah kapang *Rhizopus oligosporus* pada tempe dan bakteri asam laktat pada susu fermentasi (yogurt, keju). Melalui produksi metabolit termasuk asam laktat, enzim, dan

zat bioaktif, bakteri ini meningkatkan nilai gizi, rasa, tekstur, daya cerna, dan masa simpan.

- b) Mikroba memiliki efek merugikan pada pangan dengan menyebabkan pembusukan dan kerusakan, yang dapat menurunkan keamanan dan kualitas pangan. Pertumbuhan berlebih mikroorganisme seperti kapang pembusuk (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*) dan bakteri (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Clostridium*) dapat memecah nutrisi pangan seperti protein, lemak, dan karbohidrat serta menghasilkan zat berbahaya seperti mikotoksin yang dapat memengaruhi kesehatan konsumen.

4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba dalam Produk Pangan

- a) Pertumbuhan mikroba bergantung pada nutrisi seperti karbon, nitrogen, vitamin, dan mineral. Makanan yang kaya lipid, protein, dan karbohidrat mendorong perkembangan mikroba lebih cepat daripada makanan yang rendah nutrisi tersebut.
- b) Aktivitas air (a_w) adalah air bebas yang dapat digunakan mikroba. Mikroba tumbuh baik pada $a_w > 0,85$, sementara $a_w < 0,6$ menghambat pertumbuhan. Pengeringan, penggaraman, atau penambahan gula menurunkan a_w dan menghambat mikroba.
- c) Derajat keasaman (pH) memengaruhi mikroba; Jamur dan ragi dapat mentoleransi nilai pH serendah 4-6, meskipun bakteri tumbuh subur pada nilai pH antara 6,5 dan 7,5.
- d) Suhu memengaruhi mikroba; bakteri mesofilik tumbuh pada 20-45°C, termofilik pada 45-65°C, dan kapang/khamir pada 20-30°C.
- e) Oksigen diperlukan oleh mikroba aerob untuk pertumbuhan, kecuali mikroba anaerob. Mikroorganisme aerobik dihambat oleh perubahan atmosfer atau pengemasan vakum.
- f) Tergantung pada kandungannya, bahan pengawet seperti garam, gula, asam organik, dan nitrit dapat menghambat atau membunuh mikroorganisme.

5. Angka Lempeng Total (ALT) Mikroba sebagai Indikator Keamanan Pangan

Angka lempeng total (ALT) mikroba adalah parameter penting untuk menilai kualitas dan Keamanan pangan ditentukan dengan mengukur jumlah keseluruhan mikroorganisme berbahaya dan pembusuk. Tingkat kontaminasi mikroba yang tinggi ditunjukkan dengan tingginya kadar ALT. Oleh karena itu, sesuai dengan standar regulasi pangan, analisis ALT secara berkala diperlukan untuk memeriksa kualitas, keamanan, dan masa simpan produk.

Setiap jenis produk pangan dalam industri pangan memiliki batas ALT maksimum yang diizinkan. Suatu produk dianggap berbahaya untuk dikonsumsi dan harus ditarik dari peredaran jika ALT-nya lebih tinggi dari ambang batas ini. Oleh karena itu, untuk menjamin keamanan dan kualitas produk pangan yang dipasok kepada masyarakat umum, pengendalian ALT melalui penerapan standar kebersihan yang tepat, kebersihan lingkungan produksi, dan pengendalian mutu pangan yang ketat sangatlah penting.

G. Mikroba Dalam Pangan

Mikroba dalam pangan merupakan jenis mikroorganisme yang hidup di dalam makanan, baik yang non-patogen maupun patogen (berbahaya). Mikroba ini meliputi bakteri, virus, jamur (fungi), dan protozoa. Mikroba dapat mencemari berbagai jenis makanan, terdiri dari biji-bijian, daging, ikan, susu, telur, buah-buahan, sayuran, dan makanan olahan lainnya.

Bakteri merupakan jenis mikroba paling umum yang ditemukan dalam pangan. Beberapa jenis bakteri seperti *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, dan *Campylobacter jejuni* dapat menyebabkan penyakit bawaan makanan (foodborne illness) yang berbahaya bagi manusia. Selain itu, ada juga bakteri pembusuk seperti *Pseudomonas* dan *Bacillus* yang dapat mengurai makanan dan menyebabkan kerusakan dengan mengubah rasa, tekstur, aroma, dan penampilan makanan.

Virus juga dapat mencemari makanan, terutama makanan mentah seperti buah dan sayuran segar. Virus seperti Norovirus, Hepatitis A, dan Rotavirus dapat menyebabkan gastroenteritis (radang lambung dan usus) jika makanan yang terkontaminasi dikonsumsi. Jamur (fungi) seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Fusarium* dapat menghasilkan mikotoksin yang bersifat racun bagi manusia jika tumbuh pada makanan.

Protozoa seperti *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*, dan *Toxoplasma gondii* juga dapat mencemari makanan dan air minum, terutama yang tercemar oleh kotoran hewan atau manusia. Infeksi *protozoa* ini dapat menyebabkan diare, demam, dan masalah pencernaan lainnya pada manusia.

Untuk menjamin keamanan pangan, bakteri dalam makanan harus dipantau secara ketat dan melindungi kesehatan konsumen. Hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan praktik higiene yang baik dalam penanganan makanan, melakukan pasteurisasi atau pemanasan makanan dengan suhu yang memadai, menjaga kebersihan lingkungan produksi makanan, serta melakukan pengujian mikrobiologi secara berkala untuk mendeteksi keberadaan mikroba patogen.

H. Mikroba Penyebab Kerusakan dan Keracunan

Makanan mengandung beragam mikroorganisme, seperti virus, jamur, khamir, dan bakteri. Penampilan, tekstur, rasa, dan aroma makanan dapat diubah oleh bakteri-bakteri ini. Mikroba dibagi menjadi dua kelompok: lipofilik dan proteolitik, serta psikrofilik, mesofilik, dan halofilik, berdasarkan cara mereka tumbuh. Dalam konteks ini, mikroba dapat memiliki karakteristik yang berbeda, tergantung pada jenis aktivitas dan kondisi pertumbuhannya.

Berbagai faktor, seperti pH, kadar air, dan nilai gizi makanan, dapat memengaruhi jumlah dan jenis mikroorganisme yang ada di dalamnya. Selain itu, jumlah bakteri dalam makanan dapat sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat makanan tersebut diperoleh. Kondisi pengolahan ataupun penyimpanan juga memiliki peran yang signifikan dalam menentukan tingkat kelimpahan mikroba dalam makanan tersebut.

Kelebihan mikroorganisme dapat mengubah sifat organoleptik makanan dan menurunkan nilai gizinya.

Terdapat kemungkinan besar bahwa konsumsi mikroba patogen dapat membahayakan kesehatan seseorang, bahkan jika hanya dikonsumsi dalam jumlah kecil. Aflatoksin, virus hepatitis A, *Salmonella typhi*, dan *Taenia solium* merupakan penyebab utama kematian terkait penyakit bawaan makanan. Dalam proses analisis kandungan angka lempeng total, penggunaan mikroba indikator menjadi penting karena selain kemudahannya dalam deteksi, juga memberikan informasi yang berguna mengenai tingkat kebersihan produk yang sedang diuji.

I. Media Pertumbuhan Mikroba

Untuk menumbuhkan, mengisolasi, dan memperbanyak mikroorganisme, menilai karakteristik fisiologisnya, dan menghitung jumlah bakteri, media sangat penting. Untuk menghindari kontaminasi, teknik aseptik harus digunakan dan media harus disterilkan selama tahap persiapan. Dalam mikrobiologi, berbagai jenis media sering digunakan.

1. Plate Count Agar (PCA)

PCA digunakan melalui inokulasi permukaan sebagai media untuk mikroorganisme aerobik. Semua komponen, termasuk *casein enzymatic hydrolysat*, *yeast extract*, *dextrosa*, dan agar, dilarutkan untuk menghasilkan suspensi 22,5 g/L untuk menghasilkan PCA. Campuran tersebut kemudian disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C. Karena mengandung kasein enzimatis hidrolisat, yang menghasilkan senyawa nitrogen kompleks dan asam amino, serta ekstrak khamir, yang menghasilkan vitamin B kompleks, media PCA ini ideal untuk pertumbuhan semua bakteri, termasuk semua jenis mikroorganisme.

2. Potato Dextrose Agar (PDA)

PDA digunakan untuk menghitung jumlah jamur dan khamir dalam sampel makanan, serta untuk menumbuhkan dan mengidentifikasi mikroorganisme ini. PDA terdiri dari 20% ekstrak kentang dan 2% glukosa, yang bukan kombinasi terbaik untuk perkembangan bakteri tetapi

menyediakan karbohidrat yang cukup untuk pertumbuhan jamur dan khamir. Untuk menyiapkan PDA, 39 gram media dicampur dengan satu liter air suling, dipanaskan, dan diaduk hingga media larut. Setelah mendidih selama satu menit hingga media larut sempurna, sterilkan selama lima belas menit pada suhu 121°C. Setelah mencapai pH akhir sekitar 5,6 + 0,2, biarkan dingin hingga 40–45°C sebelum dipindahkan ke cawan petri.

3. Nutrient Agar (NA)

Salah satu media yang sering digunakan untuk menguji produk makanan dan air adalah nutrisi agar (NA). Sebagian besar bakteri non-selektif, termasuk mikroba heterotrofik, juga dapat berkembang biak dengannya. Media dasar ini terbuat dari agar, pepton, dan ekstrak daging sapi. Dalam proses bakteriologis, NA banyak digunakan untuk pengujian rutin produk makanan dan air, pertumbuhan sampel uji bakteri, dan isolasi organisme kultur murni. 10 g ekstrak daging sapi, 10 g pepton, 5 g NaCl, 1.000 ml air suling, dan 15 g/L agar membentuk nutrisi agar. Setelah melarutkan agar dengan bahan lain, agar disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C. Kemudian, sesuai kebutuhan, wadah yang sesuai dibuat.

J. Analisis Mikrobiologis

Pengujian fisik, kimia, mikrobiologi, dan organoleptik merupakan beberapa jenis pengujian yang diperlukan untuk mengevaluasi kualitas suatu bahan pangan. Selain dapat memprediksi masa simpan pangan, pengujian mikrobiologi juga penting untuk menentukan keamanan dan kebersihan pangan. Pengujian mikrobiologi meliputi uji kualitatif untuk bakteri berbahaya guna mengevaluasi keamanan pangan, uji kuantitatif untuk mengevaluasi kualitas dan daya tahan pangan, dan uji bakteri indikator untuk mengevaluasi tingkat sanitasi pangan.

Sampel makanan yang menjalani pengujian mikrobiologi selalu mematuhi standar yang ditetapkan untuk makanan tersebut. Salah satu

parameter uji mikrobiologi yang harus diperiksa pada nugget ayam adalah Angka Lempeng Total, sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.

K. Uji Angka Lempeng Total

1. Pengertian Angka Lempeng Total

Teknik pengujian mikrobiologi yang disebut Total Plate Count (TPL) menghitung jumlah koloni bakteri aerobik mesofilik dalam satu gram atau mililiter sampel. Pengenceran dan persiapan cawan merupakan dua langkah dalam prosedur pengujian ini. Larutan yang tepat untuk dicampur dengan media agar diperoleh melalui pengenceran desimal, dan persiapan cawan melibatkan inokulasi larutan ke dalam media agar dan inkubasi selama 24 hingga 48 jam pada suhu 35 hingga 37°C. Teknik penghitungan cawan seperti metode tuang dan metode sebar digunakan untuk menghitung hasil uji.

Kandungan bakteri dalam suatu produk makanan atau minuman dapat dipastikan menggunakan TPL. Jenis produk memengaruhi batas maksimum cemaran mikrobiologi (KKM) yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). KKM untuk minuman bubuk beraroma, misalnya, adalah 5×10^3 CFU/ml.

Pengujian ALT penting untuk memastikan kualitas produk makanan dan minuman. Ada risiko infeksi dan keracunan makanan jika hasilnya lebih tinggi dari BMCM. Oleh karena itu, menjaga kebersihan sangatlah penting, dan kualitas produk makanan serta mengikuti standar dan regulasi yang berlaku.

Jumlah mikroorganisme dalam sampel ditentukan secara kuantitatif. Total Plate Count (TPL) adalah salah satu teknik yang sering digunakan. Menggunakan media padat, teknik ini menghasilkan koloni mikroba yang terlihat dengan mata telanjang. Koloni per ml/g atau koloni per 100 ml adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan hasil uji.

2. Prinsip dan Prosedur Angka Lempeng Total

Menurut Metode Analisis Mikrobiologi (MA PPOM 61/MIK/06), ide dasar di balik pengujian Jumlah Lempeng Total (TTC) adalah

pembentukan koloni bakteri aerobik mesofilik setelah sampel diinokulasi ke dalam media lempeng dengan menuangkan dan kemudian menginkubasinya pada suhu yang tepat. PCA (Plate Count Agar) digunakan sebagai media padat dan PDF (Peptone Dilution Fluid) sebagai pengencer sampel dalam uji Jumlah Lempeng Total. Tri Phenyl tetrazalim Chlotide 0,5% (TTC), sebuah reagen khusus, juga digunakan untuk membantu prosedur pengujian ([BSN] Badan Standardisasi Nasional, 2006).

Menurut Metode Analisis Mikrobiologi (MA PPOM 61/MIK/06), proses pengujian Jumlah Lempeng Total (TPL) dimulai dengan 25 gram atau 25 mililiter sampel aseptik yang ditempatkan dalam kantong stomacher steril. Selanjutnya, 225 mililiter Pepton Dilution Fluid (PDF) ditambahkan, dan campuran dihomogenkan hingga pengenceran 10^{-1} . Untuk melakukan pengenceran serial dari 10^{-1} hingga 10^{-6} , 1 ml suspensi ditambahkan ke tabung PDF 9 ml. Satu mililiter setiap pengenceran kemudian dipipet ke dalam cawan petri duplikat dan diisi dengan media PDA yang mengandung 1% TTC. Cawan yang berisi media dan pengenceran digunakan untuk kontrol sterilisasi. Cawan diinkubasi terbalik pada suhu $35-37^{\circ}\text{C}$ selama 24–48 jam setelah media memadat. Nilai TPL dihitung dengan menghitung koloni setelah inkubasi.

Dinyatakan bahwa hasil pengamatan dan perhitungan yang dilakukan telah memenuhi ketentuan Peraturan Nomor 13 Tahun 2019 tentang Badan Pengawas Obat dan Makanan.

- a) Pilih cawan Petri yang memiliki antara 25 dan 250 koloni. Kurangi faktor pengenceran dari rata-rata jumlah koloni kedua cawan, lalu nyatakan hasilnya sebagai ALT per gram atau mililiter.
- b) Tentukan rata-rata jumlah koloni, kalikan dengan faktor pengenceran, dan nyatakan sebagai ALT jika kurang dari 25 atau lebih besar dari 250.
- c) Jika dua tingkat pengenceran berturut-turut memiliki koloni 25-250, hitung ALT dari masing-masing tingkat, kalikan dengan faktor

pengenceran. Pilih ALT dari pengenceran lebih rendah jika koloni tingkat atas $>2x$ tingkat bawah; jika tidak, rata-rata keduanya.

- d) ALT dinyatakan <1 kali faktor pengenceran terendah jika tidak ada koloni yang tumbuh.
- e) Pilih cawan dengan pengenceran maksimum jika semua cawan memiliki lebih dari 250 koloni. Kemudian, hitung koloni di masing-masing dari empat, delapan, atau dua sektor, kalikan dengan jumlah sektor, rata-ratakan kedua cawan, dan terakhir kalikan dengan faktor pengenceran.
- f) Jika koloni rata-rata di $1/8$ sektor >200 , ALT dianggap $>200 \times 8 \times$ faktor pengenceran.
- g) Hasil ALT dibulatkan ke dua angka; angka ketiga dibulatkan ke atas jika ≥ 5 , ke bawah jika <5 .
- h) Jika koloni "spreader" menutupi 25-50% cawan, hitung koloni di luar area spreader. Jika 75% cawan terdampak, catat sebagai "spr" dan ulangi pengujian setelah identifikasi penyebab.
- i) Setiap baris berbeda dari koloni penyebar dalam konfigurasi rantai dihitung sebagai satu koloni.

3. Keuntungan Analisis Angka Lempeng Total

Kemampuan untuk mengidentifikasi jumlah mikroba dominan dalam sampel merupakan keunggulan metode pertumbuhan agar atau uji Jumlah Lempeng Total. Selain itu, teknik ini memungkinkan identifikasi spesies mikroba tambahan yang mungkin ada dalam sampel. Berikut adalah beberapa kelemahan metode ini:

- a) Koloni yang terdiri dari banyak sel mikroba dapat terbentuk, seperti mikroorganisme yang tumbuh dalam rantai, klaster, atau berpasangan. Hal ini dapat mengakibatkan berkurangnya jumlah sel mikroba.
- b) Penggunaan media yang tidak tepat, suhu yang tidak tepat, pH yang tidak tepat, atau kandungan oksigen yang tidak mencukupi selama fase inkubasi dapat menghambat pertumbuhan beberapa spesies mikroba.

- c) Ada juga kemungkinan beberapa spesies mikroba menyebar ke seluruh permukaan media agar, sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Akibatnya, mikroorganisme tambahan ini tidak akan tercakup.
- d) Media agar dengan populasi 30–300 koloni mikroba digunakan untuk penghitungan populasi mikroba. Penghitungan akan keliru secara statistik jika terdapat kurang dari 30 koloni dalam populasi. Namun, karena persaingan antar koloni, hal yang sama akan terjadi jika populasi melebihi 300.
- e) Setelah fase inkubasi, yang biasanya berlangsung 24 jam atau lebih, penghitungan populasi mikroba dapat dilakukan.

L. Daya Simpan Makanan

1. Pengertian Daya Simpan Makanan

Daya simpan makanan adalah kemampuan suatu makanan untuk tetap awet dan tidak rusak dalam jangka waktu tertentu. Daya simpan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor intrinsik dan ekstrinsik, seperti komposisi kimia makanan, cara pengolahan, jenis kemasan, dan faktor lingkungan penyimpanan seperti cahaya, kelembapan, dan suhu. Makanan dengan masa simpan tinggi dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama tanpa mengalami kerusakan serius, sedangkan makanan yang memiliki daya simpan rendah cenderung cepat rusak dan tidak aman untuk dikonsumsi.

Daya simpan makanan sangat penting dalam berbagai aspek, seperti keamanan pangan, kualitas produk, dan efisiensi logistik. Waktu penyimpanan yang lebih lama dimungkinkan untuk makanan dengan umur simpan yang baik, sehingga dapat memastikan ketersediaan pangan yang cukup, kualitas nutrisi yang terjaga, dan mengurangi risiko keracunan atau penyakit akibat mengonsumsi makanan yang sudah rusak. Selain itu, daya simpan makanan juga dapat mempengaruhi biaya logistik dan efisiensi pengiriman makanan, terutama untuk produk yang harus

didistribusikan ke wilayah yang jauh atau membutuhkan waktu yang lama dalam proses pengiriman.

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi daya simpan makanan, seperti suhu, kelembaban, paparan cahaya, dan aktivitas mikroorganisme. Suhu yang terlalu panas atau rendah dapat memengaruhi kualitas makanan, sehingga daya simpan makanan dapat berkurang. Kelembaban yang terlalu tinggi juga dapat mempengaruhi daya simpan makanan, karena dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba dan kerusakan makanan akibat aktivitas enzim atau reaksi kimia. Cahaya, terutama sinar ultraviolet, dapat mempengaruhi daya simpan makanan, karena dapat mempengaruhi warna, rasa, dan nilai gizi makanan.

Dalam berbagai industri, daya simpan makanan sangat penting untuk memastikan kualitas produk dan keamanan konsumsi. Misalnya, dalam industri pertanian, daya simpan makanan digunakan untuk memastikan kualitas hasil panen selama proses pascapanen, penyimpanan, dan distribusi. Dalam industri makanan, daya simpan makanan digunakan untuk memastikan kualitas produk yang diproduksi dan disimpan, serta memenuhi standar keamanan pangan. Dengan demikian, daya simpan makanan sangat penting untuk memastikan kualitas, keamanan, dan ketersediaan pangan bagi konsumen.

2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Daya Simpan Makanan

Banyak faktor yang terbagi dalam dua kategori utama, yaitu faktor intrinsik dan ekstrinsik, memiliki dampak terhadap umur simpan makanan. Faktor ekstrinsik adalah keadaan eksternal yang memengaruhi umur simpan makanan, sedangkan faktor intrinsik adalah karakteristik akhir dari produk makanan itu sendiri yang memengaruhi umur simpannya.

a. Faktor Intrinsik

Karakteristik akhir produk akhir yang memengaruhi umur simpan dikenal sebagai variabel intrinsik. Berikut ini adalah beberapa contoh karakteristik intrinsik yang memengaruhi umur simpan makanan:

1. Aktivitas Air (Aw): Aktivitas air, atau kadar air, suatu produk pangan dapat memengaruhi reaksi kimia dan perkembangan mikroba. Probabilitas pertumbuhan mikrobiologis dan reaksi kimia yang dapat mempercepat degradasi pangan meningkat seiring dengan aktivitas air. Mayoritas bakteri patogen membutuhkan Aw minimal 0,85 untuk berkembang, sedangkan mikroorganisme biasanya membutuhkan Aw minimal 0,6.
2. pH dan Keasaman Total: Nilai pH suatu pangan mencerminkan tingkat keasaman atau kebasaannya. Kapang dan khamir lebih toleran terhadap kondisi asam, sementara mayoritas bakteri tumbuh subur pada pH sekitar 7 (netral). Keasaman total suatu pangan menunjukkan seberapa banyak asam yang dikandungnya, yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Perkembangan mikroba akan lebih terhambat pada nilai pH yang lebih rendah dan pada tingkat keasaman keseluruhan yang lebih tinggi.
3. Potensial Redoks (Eh): Ini adalah pengukuran kapasitas suatu zat untuk mereduksi atau mengoksidasi zat lain. Kapasitas suatu zat untuk mengoksidasi dan merusak pangan melalui kerusakan oksidatif meningkat seiring dengan Eh-nya. Karena sebagian besar bakteri membutuhkan lingkungan dengan Eh rendah, Eh juga memengaruhi pertumbuhan mikroba.

b. Faktor Ekstrinsik

Umur simpan makanan dipengaruhi oleh variabel ekstrinsik, yaitu keadaan eksternal. Berikut ini adalah beberapa contoh pengaruh eksternal yang memengaruhi umur simpan makanan:

- a) Reaksi enzimatik, perkembangan mikroba, dan reaksi kimia lainnya yang menyebabkan pembusukan makanan dapat dipercepat oleh suhu penyimpanan yang tinggi. Suhu rendah, seperti pembekuan atau pendinginan, di sisi lain, dapat memperlambat proses ini dan meningkatkan umur simpan makanan.

- b) Kelembapan Relatif: Meskipun kelembapan relatif rendah dapat menyebabkan makanan mengering atau mengeras, kelembapan relatif yang tinggi dapat mendorong pertumbuhan kuman dan jamur pada permukaan makanan. Oleh karena itu, kelembapan relatif perlu dikelola berdasarkan spesifikasi produk makanan.
- c) Paparan Cahaya (UV dan Lainnya): Cahaya, terutama sinar UV, dapat mendegradasi vitamin, mengoksidasi lemak, mengubah warna makanan, dan menciptakan rasa yang aneh. Pada permukaan makanan, cahaya juga dapat mendorong pertumbuhan mikroorganisme fototrofik. Oleh karena itu, makanan harus dilindungi dari paparan cahaya yang berlebihan.
- d) Oksigen: Oksigen dapat menyebabkan perubahan warna makanan, merusak vitamin, oksidasi lipid, dan munculnya rasa yang tidak enak. Pengemasan vakum atau kemasan dengan lingkungan yang dimodifikasi dapat meningkatkan umur simpan dan mengurangi ketersediaan oksigen.
- e) Mekanisme Reaksi Kimia: Makanan dapat mengalami kerusakan selama penyimpanan akibat reaksi kimia seperti oksidasi lemak, reaksi Maillard (pencoklatan non-enzimatis), dan degradasi vitamin. Aw, suhu, pH, dan ketersediaan oksigen merupakan beberapa variabel yang memengaruhi proses-proses ini.

Memperpanjang masa simpan makanan dan menjaga kualitas produk selama penyimpanan dan distribusi dapat dilakukan dengan memahami dan mengelola unsur-unsur ekstrinsik dan intrinsik ini. Hal ini dapat dilakukan dengan berbagai teknik, termasuk pengemasan yang tepat, suhu, kelembapan, dan paparan cahaya yang tepat.

3. Hubungan Daya Simpan Makanan dengan Angka Lempeng Total

Aktivitas air, pH dan keasaman total, potensial redoks, suhu, kelembapan relatif, paparan cahaya, dan oksigen merupakan beberapa elemen penting yang memengaruhi masa simpan pangan. Perkembangan mikroba dan reaksi kimia yang terjadi dalam produk pangan selama penyimpanan sangat dipengaruhi oleh variabel eksternal dan intrinsik ini.

Oleh karena itu, mengetahui hubungan antara masa simpan pangan dan angka lempeng bakteri (TLC) sangat penting untuk menilai keamanan dan kualitas pangan yang dikonsumsi.

Penelitian terdahulu terkait tahu menunjukkan bahwa Jenis tahu dan lama penyimpanan memiliki dampak besar terhadap jumlah total lempeng bakteri. Dibandingkan dengan penyimpanan 24 jam, pengolahan langsung setelah pembuatan tahu menghasilkan jumlah lempeng total yang jauh lebih rendah. Hasil ini mengindikasikan bahwa daya simpan tahu yang dipengaruhi oleh waktu penyimpanan dan jenis tahu dapat secara langsung memengaruhi jumlah mikroba yang terdapat di dalamnya, semakin lama disimpan semakin banyak mikroba yang tumbuh (Widyanti, 2023).

Studi serupa pada daging juga menunjukkan adanya hubungan yang sejalan antara drip loss (kehilangan cairan) dan angka lempeng total. Semakin meningkat jumlah drip loss dan angka lempeng total, maka daya simpan daging akan semakin singkat. Hal ini mengindikasikan bahwa daya simpan daging yang dipengaruhi oleh kualitas daging dan cara penyimpanan dapat secara langsung memengaruhi jumlah mikroba yang terdapat di dalamnya.

Penelitian lain tentang daging sapi Bali yang dipasarkan menunjukkan bahwa Jumlah rata-rata total lempeng bakteri lebih rendah dari yang dipersyaratkan oleh SNI 2009. Hasil ini mengindikasikan bahwa daya simpan daging sapi Bali yang dipasarkan relatif lebih baik, yang dipengaruhi oleh kualitas daging dan cara penyimpanan yang tepat sehingga dapat menekan jumlah mikroba yang terdapat di dalamnya (Rabiulfa, 2021).

Singkatnya, dengan mempertimbangkan variabel-variabel yang memengaruhi umur simpan makanan dan jumlah mikroorganisme yang ada, hubungan antara umur simpan makanan dan jumlah total piring makanan dapat dipahami. Jumlah total piring makanan menurun seiring dengan peningkatan umur simpannya, yang dipengaruhi oleh variabel eksternal dan intrinsik. Oleh karena itu, menentukan kualitas dan

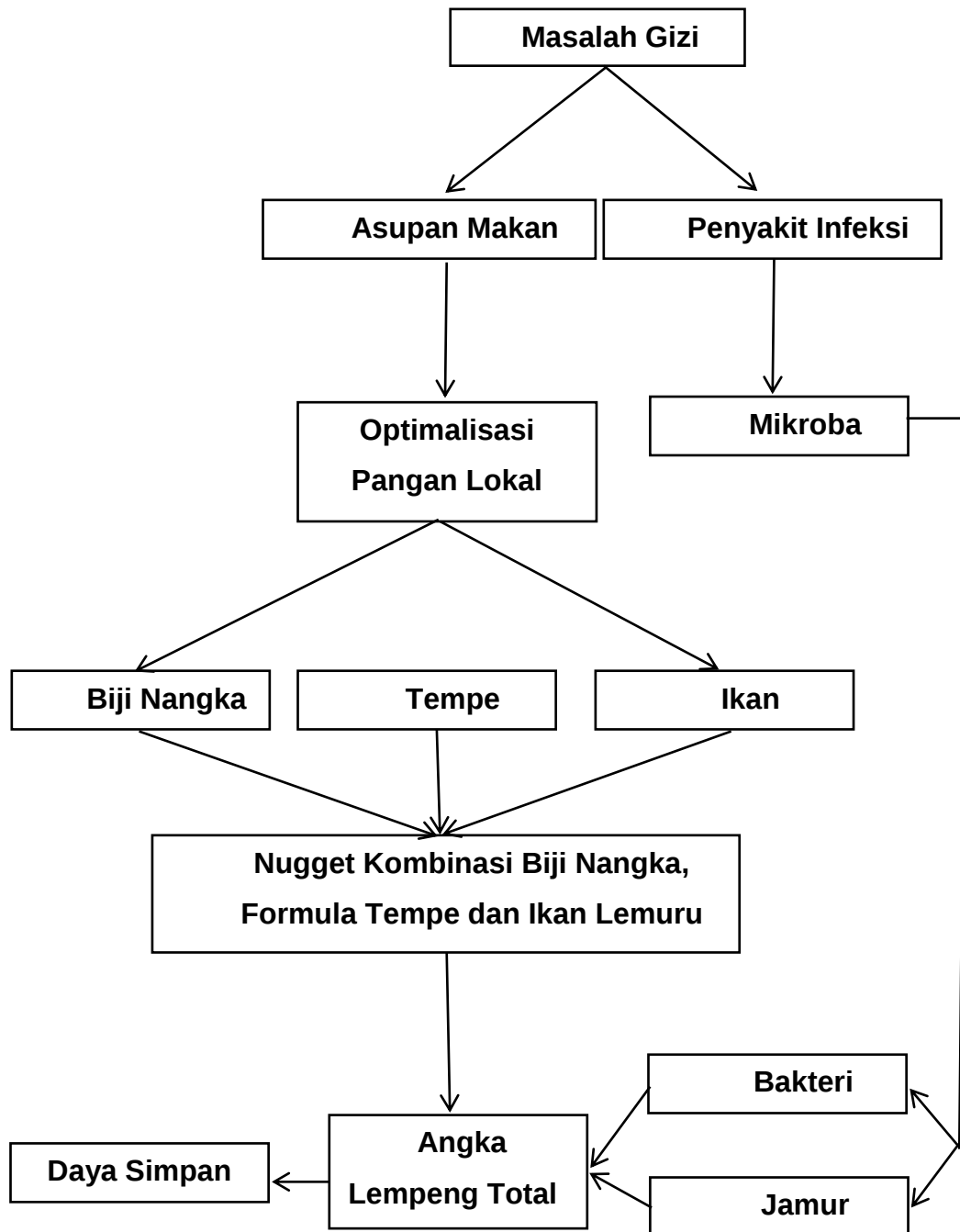
keamanan produk pangan untuk dikonsumsi memerlukan pemahaman tentang hubungan antara umur simpan makanan dan jumlah total piring makanan.

Dengan memahami secara menyeluruh hubungan antara umur simpan makanan dan jumlah piring secara keseluruhan, maka dapat dilakukan perencanaan dan pengendalian yang lebih efektif dalam mengatur kondisi penyimpanan dan distribusi untuk memperpanjang umur simpan produk makanan. Hal ini dapat membantu meningkatkan kualitas dan keamanan produk makanan secara signifikan, serta mengurangi risiko kontaminasi mikroba yang dapat membahayakan kesehatan konsumen.

Singkatnya, salah satu faktor terpenting dalam menilai kualitas dan keamanan produk pangan adalah korelasi antara umur simpan makanan dan jumlah total makanan yang tersaji di piring. Oleh karena itu, menentukan umur simpan makanan yang ideal dan menjamin produk pangan yang aman dan berkualitas tinggi untuk dikonsumsi memerlukan pemahaman tentang variabel-variabel yang memengaruhi umur simpan makanan dan jumlah mikrobiologis.

M. Kerangka Teori

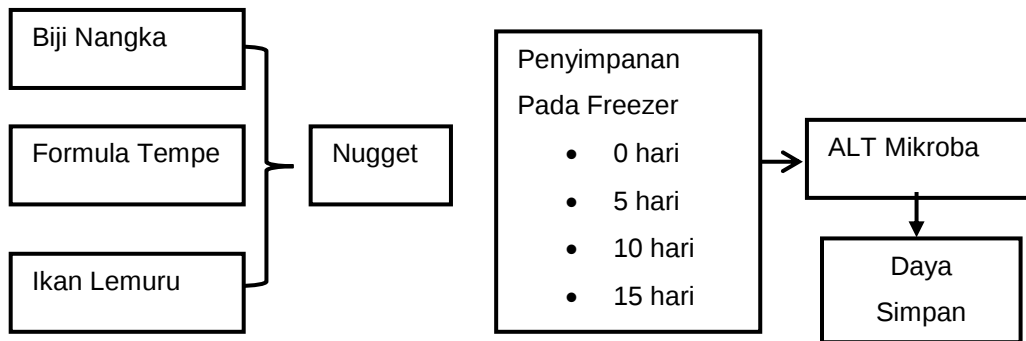
Menurut bagan masalah gizi unicef tahun 1998, Terdapat dua sumber utama masalah gizi: penyebab langsung dan penyebab tidak langsung. Sumber utama masalah gizi adalah faktor penyebab yang secara langsung mempengaruhi status gizi seseorang yang terdiri dari asupan makanan dan penyakit infeksi, faktor ini masih menjadi perhatian karena merupakan titik awal penyebab masalah gizi. Adanya inovasi pembuatan nugget Biforil ini ditujukan untuk meningkatkan asupan masyarakat akan makanan sehat yang memanfaatkan bahan lokal.



Gambar 4. Kerangka Teori

Skema Modifikasi dari Teori Masalah Gizi UNICEF Tahun 1998

N. Kerangka Konsep



Gambar 5. Kerangka Konsep

Keterangan

Variabel Bebas :

1. Penambahan Biji nangka, Formula tempe dan ikan lemuru
2. Variabel Terikat :
3. Analisis kandungan angka lempeng total bakteri pada nugget kombinasi biji nangka, formula tempe dan ikan lemuru
4. Analisis kandungan angka lempeng total kapang/khamir pada nugget kombinasi biji nangka, formula tempe dan ikan lemuru
5. Analisis daya simpan nugget kombinasi biji nangka, formula tempe dan ikan lemuru.

O. Defenisi Operasional

Tabel 4. Defenisi Operasional

No	Variabel	Defenisi
1	Nugget Biforil	Nugget berbahan dasar biji nagka, formula tempe dan ikan lemuru yang ditambahkan dengan wortel, telur ayam, bawang putih, dan garam yang dikukus lalu dicelupkan kedalam larutan tepung terigu lalu dilumuri dengan tepung panir.
2	Daya Simpan	Kemampuan nugget biforil untuk mempertahankan mutu atau kualitasnya menggunakan metode Jumlah lempeng total dalam kondisi penyimpanan yang ditentukan selama 0 hari, 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Hasil akhir di Laboratorium Pusat Standardisasi dan Pelayanan Industri Medan akan menampilkan koloni per gram (cfu/g) mikroorganisme pada nugget biforil.

P. Hipotesis

Hipotesis Alternatif (Ha) :

1. Ha₁ : Ada perbedaan kandungan angka lempeng total mikroba pada nugget kombinasi biji nangka, formula tempe, dan ikan lemuru pada penyimpanan 0 hari, 5 hari, 10 hari dan 15 hari.