

SKRIPSI
ANALISIS DAYA SIMPAN NUGGET KOMBINASI BIJI NANGKA,
FORMULA TEMPE DAN IKAN LEMURU (BIFORIL) MENGGUNAKAN
METODE ANGKA LEMPENG TOTAL (ALT)



Disusun Oleh :

AUGRIY NAULI TAMPUBOLON
P01031221121

KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MEDAN JURUSAN GIZI
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN GIZI
DAN DIETETIKA
2025

SKRIPSI

ANALISIS DAYA SIMPAN NUGGET KOMBINASI BIJI NANGKA, FORMULA TEMPE DAN IKAN LEMURU (BIFORIL) MENGGUNAKAN METODE ANGKA LEMPENG TOTAL (ALT)

Skripsi diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Studi
Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika di Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kementerian Kesehatan Medan



Disusun Oleh :

**AUGRIY NAULI TAMPUBOLON
P01031221121**

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MEDAN JURUSAN GIZI
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN GIZI
DAN DIETETIKA
2025**

PERNYATAAN PERSETUJUAN

Judul : Analisis Daya Simpan Produk Nugget
Kombinasi Biji Nangka, Formula Tempe Dan
Ikan Lemuru (Biforil) Menggunakan Metode
Angka Lempeng Total (ALT)

Nama Mahasiswa : Augriy Nauli Tampubolon

Nomor Induk Mahasiswa : P01031221121

Program Studi : Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika

Menyetujui :



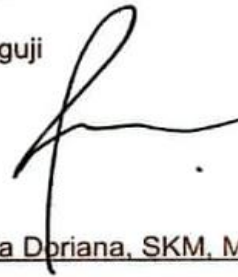
Dr. Yenni Zuraidah, SP, M.Kes

Pembimbing Utama/Ketua Penguji



Ginta Sihahan, DCN, M.Kes

Anggota Penguji I



Dr. Rina Dorian, SKM, M.Kes

Anggota Penguji II

Mengetahui :

Ketua Jurusan Gizi,



Riris Oppusunggu, S.Pd, M.Kes

NIP. 196906231990032001

Tanggal Lulus : 30 April 2025

ABSTRAK

AUGRIY NAULI TAMPUBOLON “ANALISIS DAYA SIMPAN NUGGET KOMBINASI BIJI NANGKA, FORMULA TEMPE DAN IKAN LEMURU (BIFORIL) MENGGUNAKAN METODE ANGKA LEMPENG TOTAL (ALT)” (DIBAWAH BIMBINGAN YENNI ZURAIDAH)

Nugget merupakan produk olahan yang banyak dikonsumsi sehingga memerlukan jaminan mutu dan keamanan pangan selama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan menganalisis daya simpan nugget kombinasi biji nangka, formula tempe, dan ikan lemuru (Biforil) pada suhu beku berdasarkan cemaran mikroba menggunakan metode Angka Lempeng Total (ALT). Rancangan penelitian eksperimental ini menggunakan empat perlakuan lama simpan, yaitu 0, 5, 10, dan 15 hari, dengan pengujian ALT mengacu pada SNI 2332.3:2015 menggunakan media Plate Count Agar, dan hasilnya dibandingkan dengan batas maksimum SNI 7758:2013 untuk nugget ikan (1×10^5 koloni/g).

Hasil menunjukkan nilai ALT meningkat seiring lama simpan, yaitu $1,1 \times 10^2$ koloni/g (hari ke-0), $3,7 \times 10^3$ koloni/g (hari ke-5), $7,5 \times 10^4$ koloni/g (hari ke-10), dan $9,8 \times 10^4$ koloni/g (hari ke-15), namun seluruhnya masih berada di bawah batas maksimum SNI. Dengan demikian, nugget Biforil dapat disimpan pada suhu beku hingga 15 hari dengan mutu mikrobiologis yang memenuhi standar keamanan pangan, sehingga berpotensi menjadi produk olahan bergizi tinggi berbasis bahan pangan lokal dengan daya simpan yang memadai.

Kata kunci : nugget, biji nangka, formula tempe, ikan lemuru, daya simpan, angka lempeng total

ABSTRACT

AUGRIY NAULI TAMPUBOLON "ANALYSIS OF THE SHELF LIFE OF A COMBINATION NUGGET OF JACKFRUIT SEED, TEMPE FORMULA, AND LEMURU FISH (BIFORIL) USING THE TOTAL PLATE COUNT (TPC) METHOD" (CONSULTANT : YENNI ZURAIDAH)

Nuggets are a widely consumed processed product, so ensuring their quality and food safety during storage is important. This study aimed to analyze the shelf life of a combination nugget made from jackfruit seeds, tempe formula, and lemuru fish (Biforil) at freezing temperatures, based on microbial contamination using the Total Plate Count (TPC) method. The experimental research design used four storage duration treatments: 0, 5, 10, and 15 days. TPC testing was performed in accordance with SNI 2332.3:2015 using Plate Count Agar media, and the results were compared to the maximum limit of SNI 7758:2013 for fish nuggets (1×10^4 colony-forming units/g).

The results showed that the TPC value increased with longer storage time, with values of 1.1×10^2 CFU/g (Day 0), 3.7×10^3 CFU/g (Day 5), 7.5×10^4 CFU/g (Day 10), and 9.8×10^4 CFU/g (Day 15). However, all values remained below the maximum SNI limit. Thus, Biforil nuggets can be stored at freezing temperatures for up to 15 days with microbiological quality that meets food safety standards, demonstrating their potential as a high-nutrition processed product based on local ingredients with an adequate shelf life.

Keywords: nugget, jackfruit seed, tempe formula, lemuru fish, shelf life, total plate count



[Handwritten signature]

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Analisis Daya Simpan Pada Nugget Kombinasi Biji Nangka, Formula Tempe Dan Ikan Lemuru (Biforil) Menggunakan Metode Anka Lempeng Total (ALT)”.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Riris Oppusunggu, S.Pd, M.Kes selaku Ketua Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Medan.
2. Bernike Doloksaribu, SST, M.Kes selaku Ketua Prodi Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika
3. Dr. Yenni Zuraidah, SP, M.Kes selaku pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi dalam penulisan skripsi ini.
4. Berlin Sitanggang, SST, M,Kes selaku pembimbing akademik yang telah banyak meluangkan waktu dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis selama menjalankan studi di Program Studi Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika.
5. Ginta Siahaan, DCN, M.Kes dan Dr. Rina Doriana Pasaribu SKM, M.Kes selaku penguji yang sudah bersedia meluangkan waktu, serta memberikan arahan dan masukan kepada penulis sebagai upaya mengembangkan skripsi ini ke arah yang lebih baik.
6. Seluruh dosen Jurusan Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan selama proses perkuliahan.
7. Seluruh staf akademik Jurusan Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika yang telah membantu proses penyusunan usulan skripsi dan membantu penulis selama menjalankan studi di Jurusan Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika.

8. Kedua Orang tua yang sangat luar biasa, orang yang paling saya sayangi dan cintai Bapak dan Mamak yaitu Janji Martua Parningotan Tampubolon dan Marita Sitorus. Terima kasih telah menjadi orang tua yang sangat hebat dan berjuang untuk penulis, terkhusus bapak saya terima kasih atas dukungan, kasih sayang, cinta, pengorbanan, kerja keras serta restu yang telah mengiringi jalan saya, sehingga saya memperoleh kemudahan selama menjalani studi di Jurusan Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika sampai pada skripsi ini di buat.
9. Seluruh teman ataupun sahabat yang turut serta membantu dan terlibat dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini, terimakasih atas dukungan penuh yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih ada kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan sumbangan saran dari semua pihak dalam penyempurnaan skripsi ini.

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
PERNYATAAN PERSETUJUAN.....	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	5
1. Tujuan Umum	5
2. Tujuan Khusus.....	5
D. Manfaat Penelitian	6
1. Bagi Peneliti	6
2. Bagi Masyarakat.....	6
3. Bagi Institusi	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Nugget	7
1. Pengertian Nugget.....	7
2. Kandungan Zat Gizi Nugget	7
3. Proses Pembuatan Secara Umum	8
B. Biji Nangka	10
1. Pengertian dan Morfologi	10
2. Sifat Terhadap Mikroba	12
C. Formula Tempe	13
1. Pengertian Formula Tempe.....	13
2. Sifat Terhadap Mikroba	14
D. Ikan Iemuru	15
1. Pengertian	15
2. Sifat Terhadap Mikroba	16
E. Penyakit Akibat Pangan.....	17

F. Mikroba.....	17
1. Pengertian Mikroba	17
2. Jenis-jenis Mikroba dalam Produk Pangan	18
3. Peranan Mikroba dalam Produk Pangan.....	18
4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba dalam Produk Pangan.....	19
5. ALT Mikroba sebagai Indikator Keamanan Pangan	20
G. Mikroba Dalam Pangan	20
H. Mikroba Penyebab Kerusakan dan Keracunan	21
I. Media Pertumbuhan Mikroba.....	22
1. Plate Count Agar (PCA)	22
2. Potato Dextrose Agar (PDA)	22
3. Nutrient Agar (NA).....	23
J. Analisis Mikrobiologis	23
K. Uji Angka Lempeng Total	24
1. Pengertian Angka Lempeng Total	24
2. Prinsip dan Prosedur Angka Lempeng Total	24
3. Keuntungan Analisis Angka Lempeng Total.....	26
L. Daya Simpan Makanan	27
1. Pengertian Daya Simpan Makanan	27
2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Daya Simpan Makanan.....	28
3. Hubungan Daya Simpan Makanan dengan ALT	30
M. Kerangka Teori	32
N. Kerangka Konsep	34
O. Defenisi Operasional	35
P. Hipotesis	35
BAB III METODE PENELITIAN	36
A. Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	36
B. Jenis dan Rancangan Penelitian	36
C. Prosedur Pembuatan Nugget Kombinasi Biji Nangka, Forte dan Ikan Lemuru	36
1. Sampel Penelitian.....	36
2. Prosedur Pembuatan dan Analisa Nugget.....	37
D. Prosedur Analisa Daya Simpan Nugget Biforil Menggunakan Metode Angka Lempeng Total	39
1. SOP Penganataran Sampel	41

2. Prosedur Perhitungan Koloni Dengan Media PCA	41
3. Pemeriksaan Pelengkap.....	44
E. Jenis dan Cara Pengumpulan Data.....	49
1. Data Primer	49
2. Pengumpulan Data.....	49
E. Pengolahan dan Analisis Data.....	50
1. Pengolahan Data Angka Lempeng Total (ALT) Mikroba	50
2. Analisis Data.....	50
3. Interpretasi Hasil.....	50
4. Penyajian Data	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
A. Pelaksanaan Penelitian	52
B. Hasil Penelitian	53
1. Analisis Daya Simpan.....	53
2. Analisis Deteksi Pertumbuhan Mikroba	54
C. Pembahasan.....	55
D. Pemilihan Sampel.....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
A. Kesimpulan	61
B. Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 1. Kandungan Gizi Nugget Ayam.....	8
Tabel 2. Nilai Gizi Nugget Perlakuan D.....	8
Tabel 3. Syarat Mutu Nugget Ikan SNI 7758:2013.....	10
Tabel 4. Defenisi Operasional.....	35

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 1. Biji Nangka.....	11
Gambar 2. Formula Tempe.....	13
Gambar 3. Ikan Lemuru (<i>Sardinelle longiceps</i>).....	15
Gambar 4. Kerangka Teori	33
Gambar 5. Kerangka Konsep.....	34
Gambar 6. Proses Uji Angka Lempeng Total.....	40
Gambar 7. Prosedur Pembuatan Media NA	45
Gambar 8. Prosedur Pembuatan Media PDA	45
Gambar 9. Persiapan Sampel Nugget Biforil	45
Gambar 10. Prosedur Pengenceran Sampel	46
Gambar 11. Prosedur Penanaman Sampel	46
Gambar 12. Prosedur Persiapan Preparat.....	47
Gambar 13. Metode Sebar (Spread Plate)	56
Gambar 14. Hasil Pengamatan Mikroskopik.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
Lampiran 1. Bukti Bimbingan Usulan Skripsi	70
Lampiran 2. Jadwal Penelitian	72
Lampiran 3. Adonan Formula Tempe	73
Lampiran 4. Bahan Pembuatan Nugget Kombinasi Biji nangka, Formula Tempe dan Ikan Lemuru	73
Lampiran 5. Nugget Kombinasi Biji Nangka, Formula Tempe Dan Ikan Lemuru.....	74
Lampiran 6. Dokumentasi Organoleptik.....	74
Lampiran 7. Rancangan Anggaran Dana Penelitian	76
Lampiran 8. Surat Etik Penelitian.....	78
Lampiran 9. Hasil Uji Analisis Angka Lempeng Total.....	79
Lampiran 10. Pernyataan.....	87
Lampiran 11. Daftar Riwayat Hidup	88

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Setiap bahan yang berasal dari sumber biologis yang dikonsumsi manusia sebagai makanan atau minuman, baik dalam bentuk mentah maupun yang telah dimodifikasi, termasuk bahan dasar, bahan tambahan, dan komponen lain yang terkait dengan proses pengolahan, dianggap sebagai makanan (UURI, 2012). Kelompok makanan yang paling banyak dikonsumsi masyarakat umum adalah makanan ringan. Selain sebagai penganjal lapar, snack juga berkontribusi pada asupan energi dan nutrisi harian. Konsumsi snack perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi status gizi dan kesehatan. Sejak awal perkembangan hingga dewasa, kualitas sumber daya manusia sangat dipengaruhi oleh status gizi (Ramadhina, 2024).

Namun demikian, aspek keamanan pangan dalam snack masih menjadi tantangan yang perlu diperhatikan secara serius, terutama terkait cemaran mikroba. Snack yang diproduksi atau disimpan dengan cara yang tidak higienis dapat terkontaminasi mikroorganisme patogen, seperti *Salmonella sp.*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*, yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan seperti keracunan makanan (Nurmila, 2018). Untuk menjamin keamanan konsumen, dibutuhkan penerapan sistem pengawasan mutu yang ketat seperti Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengelola tahapan krusial dalam proses manufaktur (Sudarmaji, 2020).

Kondisi ini menegaskan pentingnya dilakukan evaluasi mikrobiologi secara menyeluruh terhadap nugget kombinasi biji nangka, formula tempe, dan ikan lemur. Tanpa pengawasan yang ketat, risiko kontaminasi mikroba dapat meningkat dan berpotensi menurunkan mutu serta membahayakan kesehatan konsumen. Oleh karena itu, analisis Angka Lempeng Total (ALT) sangat diperlukan untuk memastikan produk ini aman dikonsumsi dan memiliki daya simpan yang memadai.

Salah satu elemen krusial yang memengaruhi perkembangan mikroorganisme pada produk pangan ialah durasi penyimpanan.. Seiring waktu, potensi pertumbuhan mikroba akan meningkat, terlebih jika kondisi penyimpanan tidak optimal. Faktor-faktor seperti kadar air, aktivitas air (*a_w*), suhu, dan kelembaban sangat berpengaruh terhadap stabilitas mikrobiologis produk (Danarsi, 2023). Produk snack dengan masa simpan yang pendek akan lebih rentan mengalami kontaminasi mikroba, yang tidak hanya menurunkan mutu organoleptik tetapi juga berisiko bagi kesehatan konsumen (Aprih, 2022).

Dalam penelitian ini, produk yang digunakan adalah nugget hasil kombinasi dari tiga bahan utama, yaitu biji nangka (*Artocarpus heterophyllus Lamk*), formula tempe, dan ikan lemuru. Biji nangka seringkali dianggap sebagai limbah, padahal mengandung nutrisi tinggi, terutama karbohidrat sebesar 36,7 gram per 100 gram (Handayani, 2020). Sebagai sumber karbohidrat, biji nangka dapat menjadi media pertumbuhan mikroorganisme, baik yang merugikan seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, *Bacillus cereus*, dan *Clostridium botulinum*, maupun yang menguntungkan seperti *Lactobacillus plantarum* yang dapat digunakan dalam fermentasi untuk meningkatkan nilai gizi dan sifat probiotik (Surahmiana, 2018).

Formula tempe merupakan sumber protein dan karbohidrat (Faidah, 2019). Sebagai sumber protein dan karbohidrat, formula tempe juga menjadi media ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan. Pertumbuhan bakteri proteolitik dan amilolitik dapat mendegradasi nutrisi dan mengubah tekstur produk. Selain itu, bakteri pembusuk seperti *Bacillus cereus* dan *Clostridium perfringens*, serta jamur seperti *Aspergillus flavus* dan *Penicillium spp.* yang dapat mengontaminasi produk jika penyimpanan tidak tepat dan menghasilkan toksin serta mikotoksin berbahaya (Sari, 2024).

Ikan lemuru mengandung 112 kkal energi, 20,0 gram protein, dan 3,0 gram lemak. Namun, sebagai sumber protein ikan lemuru rentan terhadap kontaminasi mikrobiologis. Bakteri proteolitik seperti *Pseudomonas* dan

Aeromonas dapat mendegradasi protein ikan, sementara bakteri pembentuk histamin seperti *Morganella morganii* meningkatkan risiko keracunan histamin jika tidak ditangani dengan baik (Mulyeti, 2019).

Nugget yang dianalisis dalam penelitian ini terbuat dari kombinasi biji nangka, formula tempe, dan ikan lemuru, dengan hasil organoleptik terbaik dalam frozen food. Frozen food rentan terhadap kontaminasi mikroba yang berbahaya bagi kesehatan. Meski suhu beku menghambat pertumbuhan mikroorganisme, fluktuasi suhu dapat memicu pertumbuhan bakteri patogen. Proses pelelehan juga dapat menyebabkan kontaminasi yang berisiko menurunkan kualitas atau menimbulkan keracunan (Abadi, 2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa nugget ayam dapat bertahan hingga 6-8 bulan pada suhu -18°C dengan sedikit perubahan kualitas (Maulidina, 2023). Maka dari itu diperlukan analisis cemaran mikroba terhadap pangan. Pada penelitian ini digunakan analisis ALT untuk mengetahui jumlah cemaran mikroba pada nugget biforil dalam bentuk frozen food.

Penelitian ini menggunakan Standar Nasional Indonesia SNI 6683:2014 sebagai pedoman untuk mengevaluasi cemaran mikroba pada nugget, dengan nugget ayam dan kombinasinya memiliki Jumlah Lempeng Total (TPL) maksimum 1×10^5 koloni/gram (Standar Nasional Indonesia, 2014). ALT merupakan metode semi-kuantitatif untuk menghitung jumlah bakteri dalam makanan tanpa membedakan spesies, dinyatakan dalam koloni/gram (Pramita, 2023). SNI 2897 tahun 2008 menyatakan bahwa ALT merupakan jumlah mikroorganisme aerob mesofilik seperti jamur, khamir, dan bakteri yang dapat digunakan sebagai penanda dalam analisis mikroba lingkungan, pemantauan proses, dan higiene sanitasi dan dasar penerimaan produk berdasarkan kualitas mikrobiologisnya (SNI, 2008). Metode ini akan diaplikasikan untuk menguji cemaran mikroba pada nugget kombinasi biji nangka, formula tempe, dan ikan lemuru, memberikan acuan kualitas mikrobiologi produk tersebut.

Pada penelitian terdahulu Dini et al., (2023), Sembilan jenis tahu berbeda yang diperiksa segera dan setelah 24 jam penyimpanan pada suhu ruangan dikenakan analisis jumlah lempeng total. Pada penelitian lainnya Ismed, (2017) dilakukan dievaluasi pengaruh suhu dan durasi penyimpanan terhadap kerusakan nugget ayam selama 14 hari. Uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) diterapkan pada tingkat signifikansi 5%. Delapan perlakuan digunakan dalam penelitian ini: pengamatan pada hari ke-0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, dan 14. Selain itu, kombinasi tempe, nugget ikan lemuru, dan biji nangka dikenakan studi jumlah lempeng total selama 15 hari, dengan empat perlakuan pengamatan pada hari ke-0, 5, 10, dan 15.

Mengingat konteks ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang bagaimana durasi penyimpanan memengaruhi perkembangan mikroba dalam bahan pangan. Para penulis bermaksud untuk memastikan umur simpan produk nugget kombinasi ini dan membandingkannya dengan kriteria mutu kontaminasi mikrobiologis yang diuraikan dalam SNI 7758:2013 dengan melakukan analisis Angka Lempeng Total (TPL) pada berbagai interval waktu penyimpanan. Temuan penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi masyarakat, terutama dalam upaya menjaga keamanan dan integritas produk pangan.

B. Rumusan Masalah

Mengingat konteks ini, rumusan masalah penelitian ini adalah: "Bagaimana kualitas mikrobiologis, daya simpan, faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba, serta upaya meminimalkan pertumbuhan mikroba pada nugget kombinasi biji nangka, formula tempe, dan ikan lemuru berdasarkan standar SNI 7758:2013?"

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui daya simpan produk nugget kombinasi biji nagka, formula tempe dan ikan lemuru berdasarkan jumlah cemaran mikroba pada berbagai interval waktu simpan melalui analisis angka lempeng total.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui jumlah cemaran mikroba pada produk nugget kombinasi biji nagka, formula tempe dan ikan lemuru dengan 4 perlakuan yang berbeda yaitu perlakuan 1 (pengamatan hari ke-0), perlakuan 2 (pengamatan hari ke-5), perlakuan 3 (pengamatan hari ke-10), dan perlakuan 4 (pengamatan hari ke-15).
- b. Membandingkan jumlah cemaran mikroba pada produk nugget kombinasi biji nagka, formula tempe dan ikan lemuru dengan standar mutu cemaran mikroba berdasarkan SNI 7758:2013 tentang nugget ikan.
- c. Mengevaluasi daya simpan produk nugget kombinasi biji nagka, formula tempe dan ikan lemuru berdasarkan jumlah cemaran mikroba pada berbagai interval waktu simpan.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

- Tingkatkan kemampuan Anda dalam melakukan analisis mikrobiologi pangan, terutama menggunakan metode Total Plate Count (TPL).
- Pelajari bagaimana lama penyimpanan memengaruhi perkembangan mikroba dalam bahan pangan, terutama nugget Biforil.
- Dapatkan keahlian dalam menangani dan mengevaluasi data penelitian.

2. Bagi Masyarakat

- Menjelaskan masa simpan nugget ikan lemuru, tempe, dan biji nangka berdasarkan kontaminasi mikrobiologis.
- Meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang pentingnya mempertimbangkan kualitas mikrobiologis produk pangan, khususnya produk olahan daging dan ikan.
- Mendorong masyarakat untuk lebih cermat memilih dan mengonsumsi produk pangan yang aman dan berkualitas tinggi.

3. Bagi Institusi

- Mahasiswa yang mempelajari teknologi pangan, terutama yang mempelajari mikrobiologi pangan dan penciptaan pangan baru, dapat menggunakan temuan penelitian ini sebagai referensi dan sumber daya pendidikan.
- Temuan ini dapat menjadi dasar untuk studi tambahan atau penciptaan pangan baru, sebanding, dan padat nutrisi.

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. ½ 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 x 10 ⁴
- <i>Escherichia coli</i>	-	< 3
- <i>Salmonella</i>	-	Negatif/25 g Negatif/25 g
- <i>Vibrio cholerae</i> *	koloni/g	Maks 1 x 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 stafilokokkal (*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

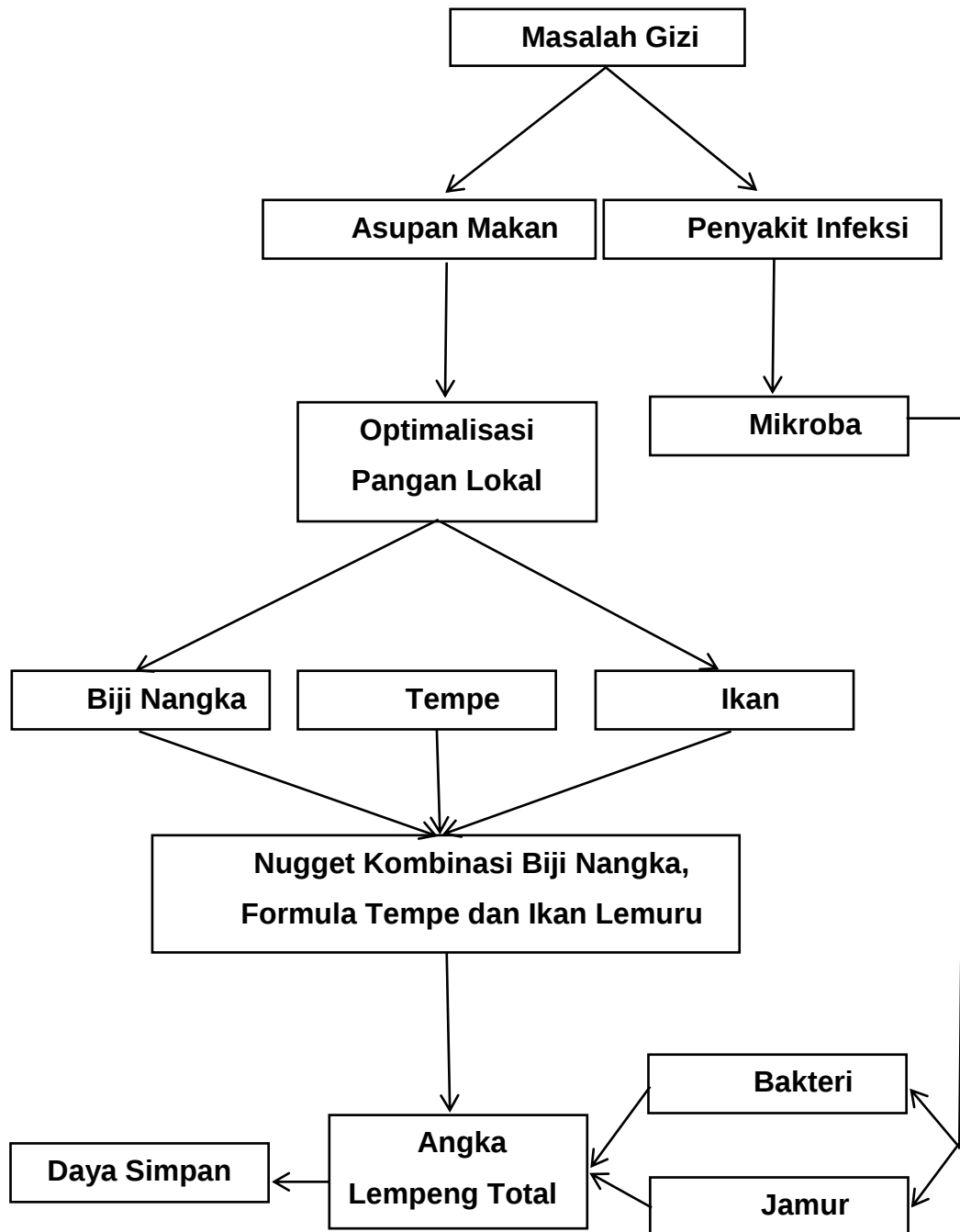
keamanan produk pangan untuk dikonsumsi memerlukan pemahaman tentang hubungan antara umur simpan makanan dan jumlah total piring makanan.

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

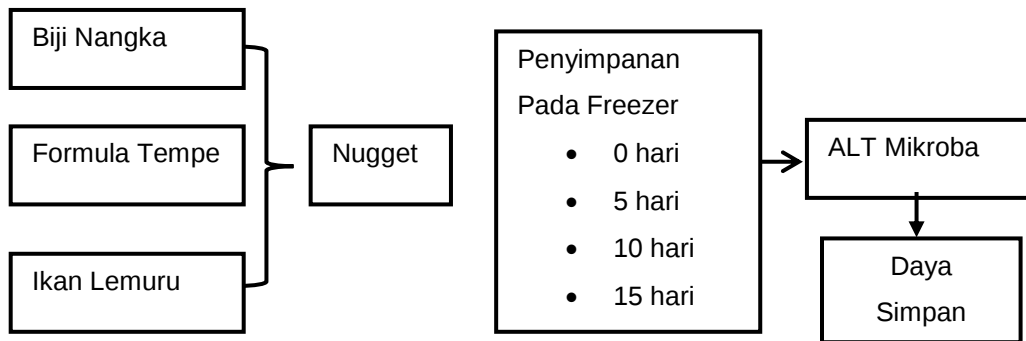
Menurut bagan masalah gizi unicef tahun 1998, Terdapat dua sumber utama masalah gizi: penyebab langsung dan penyebab tidak langsung. Sumber utama masalah gizi adalah faktor penyebab yang secara langsung mempengaruhi status gizi seseorang yang terdiri dari asupan makanan dan penyakit infeksi, faktor ini 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.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Uji organoleptik dilaksanakan pada bulan September tahun 2024, hasil perlakuan yang sangat disukai kemudian di analisis daya simpannya dengan parameter angka lempeng total pada Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Medan.

B. Jenis dan Rancangan Penelitian

Tujuan dari penelitian laboratorium eksperimental ini adalah untuk mengetahui umur simpan formula nugget kombinasi biji nangka, tempe, dan ikan lemur menggunakan metode total plate count (TLC).

C. Prosedur Pembuatan Nugget Kombinasi Biji Nangka, Tempe dan Ikan Lemuru

1. Sampel Penelitian

Sampel penelitian berupa nugget yang terbuat dari ikan lemur, formula tempe, dan biji nangka. Nugget tersebut diproduksi oleh Laboratorium Teknologi Pangan, Departemen Gizi, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan Lubuk Pakam. Tempe yang telah disortir, dipotong kecil-kecil, lalu dimasak selama setengah jam, digunakan untuk membuat tepung formula tempe. Tepung terigu dicampur dengan tempe yang telah dihaluskan dan direbus, gula halus, minyak, baking powder, dan ovalet hingga membentuk adonan. Adonan ini kemudian dipanggang selama 30 menit dan dikeringkan menggunakan cabinet dryer pada suhu 60°C selama 14 jam, lalu digiling menjadi tepung formula tempe.

Biji nangka yang digunakan berasal dari buah nangka dulang yang diperoleh dari pedagang di Jl. Panglima Denai. Biji nangka direbus selama 30 menit lalu dihaluskan dengan chopper hingga menjadi adonan. Ikan lemur diperoleh dari pasar di Lubuk Pakam, dibersihkan dari sisik dan kotoran, dipresto selama 15 menit, lalu dihaluskan dengan chopper.

Nugget kombinasi biji nangka, formula tempe, dan ikan lemur dibuat dengan formulasi tertentu dan disimpan dalam rentang waktu yang

berbeda. Pada waktu tertentu, sampel nugget diambil dan diuji kandungan ALT mikroba menggunakan metode standar. Hasil uji ALT mikroba yang diperoleh untuk mengetahui pengaruh kondisi dan lama penyimpanan terhadap jumlah mikroba pada nugget. Informasi ini penting untuk menentukan daya simpan dan keamanan produk nugget yang dihasilkan.

2. Prosedur Pembuatan dan Analisa Nugget

a. Prosedur Pembuatan Formula Tempe

Bahan Dan Alat

Bahan	Alat
1. 250 gram tempe	1. Pisau
2. 100 gram tepung terigu	2. Sendok
3. 100 gram gula halus	3. Baskom
4. 10 gram Minyak	4. Panci
5. 1sdm baking powder	5. Kompor gas
6. 1 sdm ovalet	6. Oven
	7. Cabinet dryer
	8. Mesin penggiling
	9. Toples

Cara Membuat

- Tempe disortir, dipotong kecil-kecil, dan direbus selama 30 menit. Setelah direbus, tempe dihaluskan.
- Bahan pendukung (tepung terigu, gula halus, minyak, baking powder, dan ovalet) ditambahkan.
- Adonan diuleni hingga kalis. Kemudian dimasukkan ke dalam loyang dengan ketebalan 1 cm untuk dipanggang.
- Adonan dipanggang dalam oven selama 30 menit.
- Adonan dikeringkan selama 14 jam pada suhu 60°C dalam pengering kabinet sebelum digiling menjadi tepung menggunakan prosedur tempe.

b. Prosedur Pembuatan Adonan Biji Nangka

Bahan Dan Alat

Bahan

1. Buah Nangka
2. Air

Alat

1. Pisau
2. Sendok
3. Baskom
4. Panci
5. Kompor gas
6. Chopper
7. Piring

Cara Membuat

- Biji nangka dipisahkan dari buahnya, kemudian dibersihkan.
- Biji nangkadirebus selama 30 menit.
- Setelah matang, biji dihaluskan menggunakan chopper hingga menjadi adonan.

c. Prosedur Pembuatan Nugget Biforil

Bahan Dan Alat

Bahan

- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| 1. 75 gr Adonan biji nangka | 6. 250 gr Minyak |
| 2. 200 gr Tepung formula tempe | 7. 60 grTelur ayam |
| 3. 100 gr Ikan lemuru | 8. 6 gr Bawang putih |
| 4. 50 gr Tepung terigu | 9. 1 sdt Garam |
| 5. 50 gr Wortel | |

Alat

- | | |
|-----------|---------------|
| 1. Pisau | 5. Kukusan |
| 2. Sendok | 6. Cetakan |
| 3. Baskom | 7. Kompor Gas |
| 4. Panci | |

Cara Membuat

- Ikan lemuru dibersihkan dari sisik dan kotorannya.
- Ikan dipresto selama 15 menit, kemudian dihaluskan menggunakan chopper.
- Wortel dan bawang putih diparut.
- Semua bahan (tepung formula tempe, adonan biji nangka, ikan lemuru, wortel, telur ayam, garam, dan bawang putih) dicampur dan diuleni hingga kalis.
- Cetakan yang sudah diolesi minyak diisi dengan adonan.
- Adonan dikukus selama 25 menit hingga permukaannya mengeras.
- Setelah dingin, adonan dilapisi tepung terigu dan tepung roti.
- Nugget disimpan dalam freezer.

D. Prosedur Analisa Daya Simpan Nugget Kombinasi Biji Nangka, Formula Tempe dan Ikan Lemuru Menggunakan Metode Angka Lempeng Total (TPC)

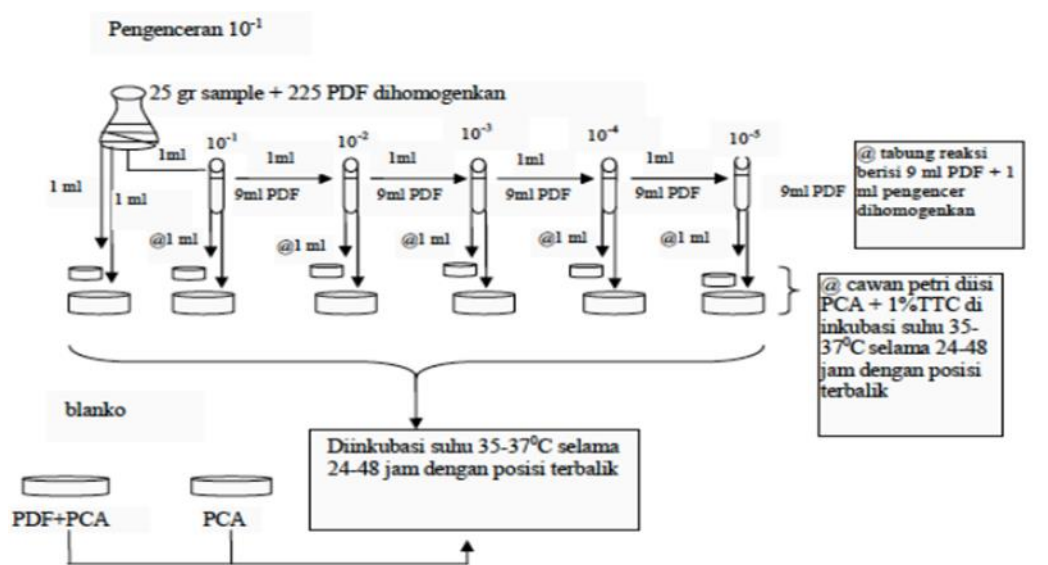
Untuk memastikan jumlah mikroorganisme yang terdapat dalam suatu produk, metode penghitungan jumlah lempeng total (TLC) dalam studi masa simpan melibatkan sejumlah proses krusial. Dengan menggunakan teknik budidaya, TLC mengukur jumlah mikroorganisme yang terdapat dalam suatu produk. Dengan menumbuhkan sampel pada media padat dan membuat serangkaian pengenceran sampel, TLC dihitung. CFU (*colony forming unit*) adalah satuan pengukuran yang digunakan (Standar Nasional Indonesia, 2014).

Berdasarkan Metode Analisis Mikrobiologi (MA PPOM 61/MIK/06), proses uji Angka Lempeng Total (TTL) meliputi pemipetan 25 mililiter sampel ke dalam kantong stomper steril atau penimbangan aseptik 25 gram. Untuk membuat suspensi dengan pengenceran 10⁻¹, 225 ml PDF kemudian ditambahkan dan dihomogenkan selama 30 detik menggunakan stomper. Siapkan lima tabung reaksi atau lebih, masing-masing berisi sembilan mililiter PDF. Setelah pemipetan sebanyak 1 ml ke dalam tabung reaksi pertama, hasil homogenisasi dari preparasi sampel, pengenceran 10⁻¹, dikocok secara merata hingga mencapai pengenceran 10⁻².

Pengenceran tambahan dilakukan sesuai dengan pengenceran yang dibutuhkan atau hingga mencapai pengenceran 10^{-6} .

1 ml dari setiap pengenceran dipipet ke dalam cawan petri, dan setiap cawan dibuat dua kali. 15–20 ml media PCA ditambahkan ke setiap cawan pada suhu 45°C bersama dengan 1% TTC. Untuk memastikan suspensi terdispersi secara merata, cawan petri segera diaduk dan dibalik. Uji kontrol (blanko) dibuat untuk memastikan sterilitas media dan pengencer. Media agar dan 1 mililiter pengencer ditempatkan di satu cawan, sementara media ditempatkan di cawan lainnya. Setelah media memadat, cawan diinkubasi secara terbalik pada suhu $35\text{--}37^{\circ}\text{C}$ selama 24–46 jam. Setelah itu, jumlah koloni yang tumbuh dicatat dan dihitung. Gambar 6 mengilustrasikan prosedur untuk uji jumlah cawan total.

Gambar 6. Proses Uji Angka Lempeng Total



1. **SOP Penganataran Sampel**

- a. Datang mengantar sampel harus menggunakan masker
- b. Menemui satpam dan memeriksa suhu tubuh, memandu untuk mencuci tangan atau menggunakan hand sanitizer, menyemprot sampel yang dibawa dengan disinfektan, dan mengantar keuangan.
- c. Menunggu antrian, mengisi formulir di ruangan konsultasi, dan menyerahkan formulir kepada petugas.
- d. Petugas memeriksa contoh yang sudah diletakkan pada wadah petugas meregistrasi sampel yang dibawa berdasarkan formulir yang sudah diisi ke dalam sistem.
- e. Memeriksa SPPC dan enandatanganinya, lalu membawa SPPC ke bagian pembayaran.
- f. bendahara menerima Meregistrasi data berdasarkan mengapa SPPC ke dalam sistem, dan menerbitkan billing tagihan.
- g. Membayar tagihan sejumlah yang tertera di billing melalui debit transfer (non-cash)
- h. Menunggu proses pengecekan 30 hari waktu kerja.

2. **Prosedur Perhitungan Koloni Dengan Media Plate Count Agar (PCA)**

Bahan dan Alat

Bahan

10 gr/sampel (nugget biforil) dengan lama penyimpanan yang berbeda (0 hari, 5 hari, 10 hari, dan 15 hari)

- a. 23,5 gr Plate Count Agar
- b. 1 L aquadest steril
- c. 600 ml larutan NaCl 85%
- d. Alkohol 70%

Alat

- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| a. Neraca analitik | h. Colony counter |
| b. Stomacher | i. Hot plate + magnetic stirrer |
| c. Micropipette | j. Beaker glass |
| d. Tabung reaksi | k. Erlenmeyer |
| e. Cawan petri | l. Bunsen |
| f. Autoklaf | m. Biosafety Cabinet Class II A2 |
| g. Inkubator | n. Vortex |

Persiapan Media PCA

- Timbang media PCA sebanyak 23,5 gram untuk setiap 1 liter aquades sesuai petunjuk produsen.
- Larutkan media ke dalam aquades sambil dipanaskan dan terus diaduk hingga larut sempurna.
- Sterilkan larutan media dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C.
- Sebelum digunakan, biarkan media mendingin hingga sekitar $\pm 45^{\circ}\text{C}$.

Persiapan Sampel

- Ambil 10 gram sampel nugget dari bagian tengah secara aseptik.
- Masukkan sampel ke dalam kantong stomacher steril yang berisi 90 mL larutan NaCl 0,85%.
- Homogenkan sampel selama 1 menit hingga tercampur merata.

Pengenceran Bertingkat

- Siapkan 24 tabung reaksi untuk pengenceran bertingkat dari 10^{-1} hingga 10^{-6} , masing-masing berisi 9 mL larutan NaCl 0,85% steril.
- Ambil 1 mL sampel dari larutan homogen menggunakan mikropipet, lalu masukkan ke dalam tabung pertama (pengenceran 10^{-1}).
- Lakukan pengenceran serial dengan memindahkan 1 mL dari tabung sebelumnya ke tabung berikutnya hingga pengenceran 10^{-6} .
- Gunakan tip mikropipet yang baru dan steril pada setiap pemindahan untuk mencegah kontaminasi silang, homogenkan setiap tabung menggunakan vortex.

Penanaman Sampel

- Dari setiap tingkat pengenceran, biasanya antara 10^{-3} dan 10^{-6} , ambil 1 mL sampel.
- Sampel harus ditempatkan dalam cawan petri yang telah disterilkan.
- Isi setiap cawan sampel dengan sekitar 15 mL media PCA cair bersuhu $\pm 45^{\circ}\text{C}$.
- Putar cawan perlahan hingga sampel dan media tercampur merata.
- Diamkan media hingga memadat sebelum proses inkubasi.
- Selama 24 hingga 48 jam, letakkan cawan petri terbalik dalam inkubator yang diatur pada suhu 35 hingga 37°C .

Penghitungan Koloni

- Tentukan berapa banyak koloni yang ada pada cawan petri, berkisar antara 25 hingga 250, karena rentang ini optimal untuk analisis mikrobiologis.
- Gunakan alat colony counter untuk memastikan ketepatan dan efisiensi dalam pencatatan jumlah koloni.
- Hitung jumlah koloni menggunakan rumus :

$$\text{Angka Lempeng Total (ALT)} \left(\frac{\text{CFU}}{\text{gr}} \right) \\ = \text{Jumlah kloni setiap cawan} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}}$$

Waktu Analisis

Uji ALT dilakukan terhadap 4 sampel berdasarkan lama penyimpanan hari ke-0, ke-5, ke-10, dan ke-15.

3. Pemeriksaan Pelengkap

Prosedur Deteksi Pertumbuhan Mikroba Dengan Media Nutrient Agar (NA) Dan Potato Dextrose Agar (PDA)

Bahan dan Alat

Bahan	Alat
a. 10 gr nugget biforil (penyimpanan 15 hari)	a. Neraca analitik
b. 7 gr Nutrient Agar (NA)	b. Stomacher
c. 19,5 gr Potato Dextrose Agar (PDA)	c. Micropipette
d. 225 ml larutan NaCl 85% steril	d. Tabung raksi
e. 2 L Aquadest steril	e. Cawan petri
f. Crystal violet (pewarna primer)	f. Autoklaf
g. Larutan iodine (mordan)	g. Inkubator
h. Alkohol 95%	h. Colony counter
i. Safranin (pewarna sekunder)	i. Hot plate + magnetic stirrer
j. Lactophenol Cotton Blue	j. Beaker glass
k. Minyak imersi	k. Erlenmeyer
l. Alkohol 70%	l. Bunsen
	m. Biosafety Cabinet Class II A2
	n. Vortex
	o. L shaped cell
	p. Mikroskop cahaya
	q. Ose/jarum inokulasi
	r. Bunsen burner/pembakar spiritus
	s. Object glass dan cover glass
	t. Botol semprot
	u. Tissue/kertas lens
	v. Pipet tetes
	w. Mounting needle (untuk jamur)

Pembuatan Media Nutrunet Agar (NA)



Gambar 7. Prosedur Pembuatan Media NA

- Timbang 7 gram bubuk NA.
- Larutkan bubuk NA dalam 500 mL aquades steril.
- Panaskan larutan hingga bubuk NA larut sempurna.
- Sterilkan larutan pada suhu 121°C selama lima belas menit.
- Sebelum digunakan, biarkan media mendingin hingga sekitar $\pm 45^{\circ}\text{C}$.

Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA)



Gambar 8. Prosedur Pembuatan Media PDA

- Timbang 19,5 gram bubuk PDA.
- Larutkan bubuk PDA dalam 500 mL aquades steril.
- Panaskan larutan hingga bubuk PDA larut sempurna.
- Sterilkan larutan pada suhu 121°C selama 15 menit.
- Dinginkan media hingga suhu sekitar $\pm 45^{\circ}\text{C}$ sebelum digunakan.

Persiapan Sampel



Gambar 9. Persiapan Sampel Nugget Biforil

- Ambil 10 gram sampel nugget biforil yang telah disimpan selama 15 hari pada suhu lemari pendingin (refrigerator) secara aseptik dari bagian tengah.
- Masukkan 90 mL larutan NaCl 0,85% ke dalam kantong stomacher steril bersama sampel.
- Homogenkan sampel selama 1 menit hingga tercampur merata.

Pengenceran Bertingkat



Gambar 10. Prosedur Pengenceran Sampel

- Siapkan 6 tabung reaksi untuk pengenceran bertingkat dari 10^{-1} hingga 10^{-6} , masing-masing berisi 9 mL larutan NaCl 0,85% steril.
- Ambil 1 mL sampel dari larutan homogen menggunakan mikropipet, lalu masukkan ke dalam tabung pertama (pengenceran 10^{-1}).
- Lakukan pengenceran serial dengan memindahkan 1 mL dari tabung hingga pengenceran 10^{-6} tercapai, dalam tabung berikutnya yang berisi 9 mL larutan NaCl 0,85% steril.
- Gunakan tip mikropipet yang baru dan steril pada setiap pemindahan untuk mencegah kontaminasi silang.
- Homogenkan setiap tabung menggunakan vortex selama beberapa detik hingga larutan tercampur merata.

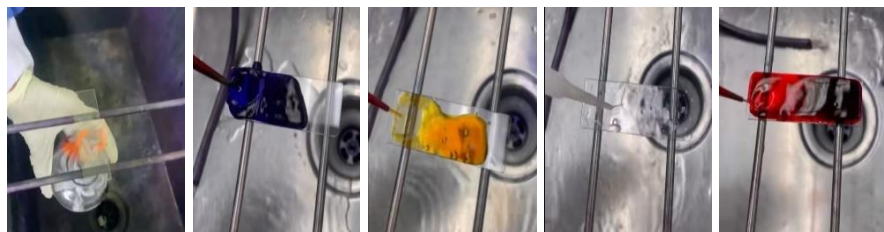
Penanaman Sampel



Gambar 11. Prosedur Penanaman Sampel

- Ambil 1 mL sampel dari setiap tingkat pengenceran.
- Dalam cawan petri steril, teteskan sampel ke permukaan bahan padat NA dan PDA yang telah memadat.
- Sebarkan sampel secara merata ke seluruh permukaan media menggunakan batang L (L-shape spreader) yang telah disterilkan dengan cara dicelupkan ke dalam alkohol dan dipanaskan.
- Setelah penyebaran satu pengenceran selesai, sterilkan kembali batang L sebelum digunakan untuk pengenceran berikutnya untuk mencegah kontaminasi silang.
- Diamkan cawan petri sejenak agar permukaan mengering.
- Cawan petri harus diinkubasi selama waktu dan suhu yang tepat untuk perkembangan mikroba.
- Media NA: inkubasi selama 24 hingga 48 jam (untuk bakteri) pada suhu 35 hingga 37°C.
- Media PDA: inkubasi selama 3–5 hari (untuk jamur) pada suhu 25–28°C.

Pengamatan di Bawah Mikroskop



Gambar 12. Prosedur Persiapan Preparat

a. Deteksi Pertumbuhan Bakteri Pada Media NA

- Ambil koloni bakteri menggunakan ose steril.
- Campurkan koloni dengan satu tetes akuades steril di atas kaca objek.
- Ratakan campuran hingga membentuk lapisan tipis dan biarkan mengering di udara.
- Fiksasi preparat dengan melewatkannya tiga kali di atas nyala api bunsen.

- Teteskan crystal violet pada olesan, diamkan selama 60 detik, lalu bilas dengan air mengalir.
- Setelah meneteskan setetes larutan iodine Lugol dan membiarkannya selama 60 detik, bilas kembali dengan air.
- Segera bilas dengan air setelah penghilangan warna selama 10 hingga 15 detik dengan alkohol 95%.
- Teteskan safranin, diamkan selama 30 detik, bilas, lalu keringkan dengan menepuk-nepuk ringan menggunakan tisu bersih.
- Letakkan preparat di atas meja mikroskop. Pengamatan dengan menggunakan mikroskop cahaya pada perbesaran 100x (dengan minyak immersi).
- Amati morfologi, warna, dan Hasil pewarnaan Gram ditentukan oleh komposisi bakteri (Bakteri ungu bersifat Gram positif, sedangkan bakteri merah muda bersifat Gram negatif).
- Catat hasil pengamatan dengan teliti.

b. Deteksi Pertumbuhan Kapang Dan Khamir Pada Media PDA

- Sterilkan area kerja menggunakan nyala api dari bunsen burner untuk menciptakan lingkungan aseptis.
- Sterilkan jarum ose atau mounting needle dengan cara dipijarkan pada nyala api hingga berpijar.
- Ambil sampel jamur dari koloni yang tumbuh pada media PDA, pilih bagian tepi koloni yang merupakan zona pertumbuhan aktif dan biasanya mengandung sporangium matang berwarna gelap.
- Lakukan pengambilan dengan hati-hati agar substrat agar tidak ikut terangkat dan tidak mengganggu kejelasan preparat.
- Buat preparat dengan teknik water mount dengan meneteskan satu tetes air steril pada kaca objek.
- Letakkan sampel jamur di atas tetesan air steril.
- Pisahkan struktur hifa dan sporangium secara perlahan menggunakan jarum untuk memperjelas morfologi.

- Tutup preparat dengan kaca penutup (cover glass) secara perlahan tanpa memberikan tekanan berlebih agar struktur tetap utuh.
- Jika struktur kurang kontras, lakukan pewarnaan dengan meneteskan satu tetes larutan Lactophenol Cotton Blue (LCB) pada preparat.
- Diamkan selama 2–3 menit agar pewarna meresap dengan baik.
- Hilangkan kelebihan larutan dengan menepuk perlahan menggunakan tisu bersih.
- Pengamatan mikroskopis menggunakan minyak imersi pada perbesaran 100x.
- Teteskan minyak imersi pada kaca penutup tepat di atas area pengamatan.
- Tempelkan lensa objektif imersi pada tetesan minyak, lalu lakukan fokus perlahan hingga struktur jamur seperti hifa dan sporangium terlihat jelas.
- Amati dan dokumentasikan karakteristik morfologi jamur secara detail.

E. Jenis dan Cara Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer diperoleh melalui pengujian laboratorium secara langsung terhadap sampel nugget kombinasi biji nangka, formula tempe, dan ikan lemuru. Data primer meliputi jumlah angka lempeng total (ALT) pada nugget.

2. Pengumpulan Data

Jumlah Angka Lempeng Total pada nugget kombinasi biji nangka, formula tempe dan ikan lemuru diperoleh dari Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa industri Medan.

E. Pengolahan dan Analisis Data

Analisis data deskriptif dilakukan.

1. Pengolahan Data Angka Lempeng Total (ALT) Mikroba

- Data ALT mikroba yang diperoleh dari perhitungan jumlah koloni pada setiap sampel nugget dan pengenceran akan dimasukkan ke dalam tabel atau spreadsheet.
- Data ALT mikroba akan disajikan dalam satuan CFU/gram (Colony Forming Unit per gram) dengan interval waktu penyimpanan 0 hari, 5 hari, 10 hari, dan 15 hari.

2. Analisis Data

Analisis Deskriptif

- Data ALT mikroba akan disajikan secara deskriptif berdasarkan hasil pengujian laboratorium pada setiap interval waktu, guna menggambarkan kecenderungan jumlah mikroba yang terdeteksi selama penyimpanan.

3. Interpretasi Hasil

- Hasil analisis data akan diinterpretasikan secara komprehensif dengan mengaitkan temuan penelitian dengan teori dan literatur yang relevan.
- Berdasarkan hasil analisis dan interpretasi data yang telah selesai dilakukan, akan ditarik kesimpulan.
- Etika penelitian

Penelitian ini tidak melibatkan subjek manusia atau hewan yang memerlukan persetujuan etis khusus. Namun, penelitian ini tetap akan mengikuti pedoman etika penelitian yang berlaku, seperti keamanan laboratorium dan penggunaan bahan kimia secara aman.

4. Penyajian Data

- Tabel, grafik, dan/atau gambar yang mudah dipahami akan digunakan untuk menampilkan data yang diproses dan dianalisis.
- Penyajian data akan dilengkapi dengan penjelasan yang memadai untuk memudahkan pemahaman pembaca.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui masa simpan produk nugget Biforil yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Jurusan Gizi Poltekkes Medan. Penyimpanan dilakukan pada suhu refrigerator ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) termasuk titik waktu pengamatan pada hari ke 0, 5, 10, dan 15. Tujuan utama dari pengamatan ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pertumbuhan mikroorganisme dapat memengaruhi kualitas mikrobiologis produk. Pemilihan suhu penyimpanan dan titik waktu dilakukan berdasarkan standar umum pengujian daya simpan produk pangan olahan.

Pengaturan waktu pembuatan sampel dilakukan secara berurutan dan terencana agar seluruh sampel dapat diuji secara bersamaan pada hari yang sama. Sampel dengan masa simpan 15 hari dibuat terlebih dahulu dan langsung disimpan dalam refrigerator. Lima hari kemudian dibuat sampel untuk penyimpanan 10 hari, lalu disusul lima hari berikutnya dengan pembuatan sampel untuk penyimpanan 5 hari. Sampel untuk penyimpanan 0 hari dibuat terakhir agar seluruh kelompok sampel memiliki rentang waktu penyimpanan yang tepat. Dengan strategi ini, Pada hari kelima belas, semua sampel pada waktu penyimpanan yang berbeda (0, 5, 10, dan 15 hari) dapat diperiksa secara bersamaan di laboratorium.

Di Balai Standardisasi dan Jasa Industri (BSPJI) Medan, pengujian mikrobiologi dilakukan untuk menentukan jumlah total koloni bakteri menggunakan metode Hitung Lempeng Total (TPL). Media uji yang digunakan adalah Nutrient Agar (NA), yang dibuat sesuai protokol. Metode pour plate digunakan untuk menumbuhkan sampel dari setiap kelompok setelah diencerkan secara serial. Setelah masa inkubasi 24 jam pada suhu 37°C , jumlah koloni yang tumbuh diukur menggunakan penghitung koloni dan dilaporkan dalam satuan koloni/gram.

B. Hasil Penelitian

1. Analisis Daya Simpan

Daya simpan produk pangan adalah lamanya waktu suatu produk tetap aman dikonsumsi, memiliki mutu yang baik, dan tetap diterima secara sensoris oleh konsumen selama disimpan (Hunaefi, 2019). Beberapa hal yang memengaruhi daya simpan, khususnya pada produk olahan seperti nugget, antara lain kadar air, aktivitas air (aw), tingkat keasaman (pH), kandungan gizi, cara pengolahan, jenis kemasan, suhu dan kelembapan tempat penyimpanan, serta jumlah dan pertumbuhan mikroba sejak awal (Amalia, 2021). Untuk produk seperti nugget yang menggabungkan protein nabati dan hewani, pertumbuhan mikroba menjadi indikator penting yang menentukan apakah produk masih layak konsumsi.

Analisis daya simpan nugget kombinasi biji nangka, formula tempe, dan Metode Total Plate Count (TPL) digunakan untuk mengukur jumlah mikroorganisme pada ikan lemuru. Hasil pengujian menunjukkan seluruh jumlah bakteri di hari ke-0 sebesar $5,0 \times 10^1$ koloni/g, meningkat menjadi $2,3 \times 10^2$ koloni/g pada hari ke-5. Peningkatan paling tinggi terjadi pada hari ke-10 sebesar $2,6 \times 10^4$ koloni/g, lalu menurun menjadi $3,0 \times 10^3$ koloni/g pada hari ke-15.

Perbedaan jumlah bakteri antara hari ke-10 ($2,6 \times 10^4$ koloni/g) dan hari ke-15 ($3,0 \times 10^3$ koloni/g) menunjukkan bahwa dinamika pertumbuhan mikroba selama penyimpanan tidak hanya ditentukan oleh lamanya waktu simpan, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi awal produk. Faktor seperti jumlah mikroba awal pada bahan baku, proses penanganan, dan kebersihan peralatan produksi dapat memengaruhi kestabilan mikrobiologis selama penyimpanan (Yulianto, 2023). Ikan lemuru sebagai komponen hewani memiliki karakteristik yang sensitif terhadap perubahan mikroba jika tidak ditangani dengan baik sejak pasca panen hingga pengolahan. Meski terjadi fluktuasi jumlah bakteri, seluruh hasil masih berada dalam batas aman konsumsi berdasarkan SNI 7388:2009, yang menetapkan batas maksimum ALT sebesar 1×10^5 koloni/gram.

2. Analisis Deteksi Pertumbuhan Mikroba

Analisis deteksi pertumbuhan mikroba melalui mikroskop terhadap sampel nugget biforil yang disimpan selama 15 hari mengungkapkan keberadaan dua jenis mikroorganisme dominan, yaitu bakteri dan kapang. Morfologi bakteri berbentuk batang (basil) dengan ujung membulat, berukuran panjang 2–5 μm dan lebar 0,5–1,0 μm , diamati dalam media Nutrient Agar (NA). Hasil pewarnaan gram menunjukkan bakteri tersebut berwarna ungu, mengindikasikan sifat gram positif (Ilmu, 2021). Bakteri tersebut ditetapkan sebagai anggota genus *Bacillus* berdasarkan ciri morfologi yang diamati, mikroorganisme yang umum ditemukan pada bahan pangan berbasis nabati seperti biji nangka dan tempe yang merupakan komponen utama nugget biforil (Lestari, 2016).

Pengamatan selanjutnya perkembangan jamur pada media Potato Dextrose Agar (PDA) dengan ciri khas struktur konidiofor menyerupai sikat dan vesikula (kepala konidia) berwarna biru. Karakteristik morfologi tersebut mengindikasikan keberadaan kapang dari genus *Aspergillus*, yang dikenal sebagai kontaminan umum pada produk pangan yang disimpan dalam kondisi kelembaban tinggi atau sanitasi yang kurang optimal. Keberadaan *Aspergillus* diduga berasal dari kontaminasi bahan baku seperti biji nangka dan komponen tempe, serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan penyimpanan yang mendukung pertumbuhan spora jamur (Senjarini, 2022).

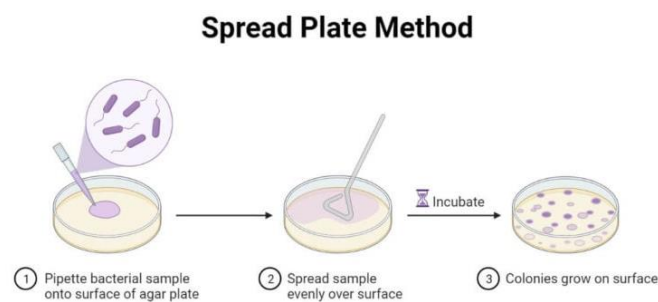
Kedua mikroorganisme yang teridentifikasi, *Bacillus sp.* dan *Aspergillus sp.*, merupakan mikroorganisme non-patogenik yang dalam konsentrasi rendah tidak membahayakan kesehatan konsumen. Hasil kuantifikasi melalui uji angka lempeng total menunjukkan bahwa jumlah mikroorganisme masih berada dalam batas aman sesuai standar keamanan pangan. Meskipun terdeteksi secara kualitatif, keberadaan mikroorganisme tersebut tidak mengompromikan kualitas mikrobiologis produk nugget biforil selama periode penyimpanan yang diuji, sehingga produk masih memenuhi standar keamanan pangan yang berlaku.

C. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya simpan nugget biforil melalui uji mikrobiologis menggunakan metode ALT. Masa penyimpanannya adalah 0, 5, 10, dan 15 hari pada suhu 4°C dalam lemari es. Uji ALT digunakan untuk menilai keamanan mikrobiologis produk berdasarkan jumlah koloni mikroba yang tumbuh selama penyimpanan. Untuk mencapai pengenceran 10^{-1} , sampel nugget seberat 25 gram dihomogenkan menggunakan 225 mililiter larutan pengencer NaCl 0,85% steril, sesuai dengan SNI 01-2332.3-2006 tentang metodologi pengujian mikrobiologi. Menggunakan teknik pour plate, 1 ml sampel dari setiap tingkat pengenceran diinokulasikan ke dalam cawan petri berisi media Plate Count Agar (PCA) setelah pengenceran serial hingga tingkat pengenceran 10^{-6} selesai. Masa inkubasi berlangsung selama 24 hingga 48 jam pada suhu 37°C.

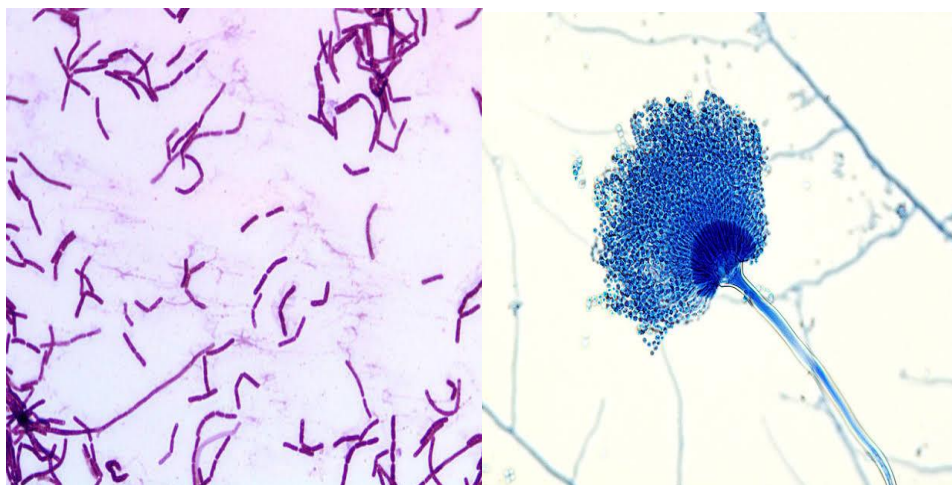
Berdasarkan hasil pengujian, Jumlah mikroorganisme dalam nugget biforil meningkat dari hari ke-0 hingga hari ke-10 penyimpanan. Hari ke-0 menunjukkan $5,0 \times 10^1$ koloni/gram, sedangkan hari ke-5 menunjukkan $2,3 \times 10^2$ koloni/gram. Pada hari kesepuluh terjadi peningkatan yang nyata yaitu sebanyak $2,6 \times 10^4$ koloni/gram. Namun, Pada pengenceran 10^{-3} , jumlah mikroorganisme turun menjadi $3,0 \times 10^3$ koloni/gram pada hari kelima belas. Pemilihan tingkat pengenceran mengikuti standar rentang hitungan 30-300 koloni per cawan untuk menjaga akurasi hasil. Berdasarkan semua hasil pengujian, jumlah koloni masih berada di bawah baku mutu cemaran mikroba SNI 7388:2009 yaitu 1×10^5 koloni/gram, sehingga produk dinyatakan aman selama masa penyimpanan. Perbedaan jumlah koloni mikroba antara hari ke-10 ($2,6 \times 10^4$ koloni/g) dan hari ke-15 ($3,0 \times 10^3$ koloni/g) menunjukkan bahwa dinamika pertumbuhan mikroba selama penyimpanan tidak hanya ditentukan oleh lamanya waktu simpan, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi awal produk. Faktor seperti jumlah mikroba awal pada bahan baku, proses penanganan, dan kebersihan peralatan produksi dapat memengaruhi kestabilan mikrobiologis selama penyimpanan (Nurhayati, 2022).

Selanjutnya, dilakukan deteksi cemaran mikroba untuk mengetahui keberadaan mikroorganisme spesifik pada nugget biforil selama masa simpan menggunakan mikroskop. Deteksi cemaran mikroba pada penelitian ini dilakukan khusus pada sampel nugget biforil yang disimpan selama 15 hari. Deteksi mikroba pada sampel dilakukan dengan metode sebar (spread plate) menggunakan media Potato Dextrose Agar (PDA) untuk mengidentifikasi pertumbuhan jamur atau ragi (fungi) dan media Nutrient Agar (NA) untuk mengidentifikasi pertumbuhan bakteri (Brigham et al, 2013).



Gambar 13. Metode Sebar (Spread Plate)

Sebelum pengamatan mikroskopik, media NA dan PDA perlu diinkubasi untuk memberikan waktu agar mikroorganisme dapat tumbuh dan berkembang. Inkubasi menciptakan kondisi yang sesuai sehingga jumlah mikroorganisme cukup untuk diamati. Tanpa inkubasi, mikroorganisme mungkin belum tumbuh atau terlalu sedikit untuk terdeteksi secara mikroskopik.



Gambar 14. Hasil Pengamatan Mikroskopik

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopik dengan perbesaran 100x pada media Nutrient Agar (NA) menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri berbentuk batang (basil) dengan ujung membulat, tidak terorganisir secara merata, panjangnya sekitar 2–5 μm dan lebarnya 0,5–1,0 μm . Bakteri ini tampak berwarna ungu setelah pewarnaan gram, Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme tersebut bersifat gram positif (Ilmu, 2021). Ciri khas bakteri berbentuk batang gram positif ini sering dijumpai pada genus *Bacillus* yang merupakan bakteri yang umum ditemukan pada bahan nabati seperti biji nangka dan tempe (Lestari, 2016). *Bacillus* mampu membentuk spora yang tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrim sehingga mudah bertahan dan tumbuh saat kondisi mendukung.

Sementara itu, Jamur dengan struktur konidiofor telah diamati tumbuh pada media Potato Dextrose Agar (PDA) menyerupai sikat dan vesikula (kepala konidia) berwarna biru. Berdasarkan ciri morfologi tersebut, kapang yang teridentifikasi diduga berasal dari genus *Aspergillus*. Kapang ini sering ditemukan pada bahan pangan yang disimpan terlalu lama dalam kondisi lembab serta produk berbasis biji-bijian dan kacang-kacangan seperti tempe, jagung, dan kacang tanah (Senjarini, 2022). Dalam penelitian ini, kemungkinan sumber *Aspergillus* berasal dari bahan baku seperti biji nangka dan formula tempe yang memungkinkan spora jamur menempel, serta dari lingkungan penyimpanan yang kurang higienis.

Pengamatan morfologi mikroba ini memberikan gambaran tambahan mengenai mikroflora yang tumbuh selama masa penyimpanan 15 hari, sekaligus mendukung data kuantitatif pertumbuhan mikroba dari uji ALT. Keberadaan mikroba fermentatif dan non-patogen menunjukkan bahwa produk nugget Biforil tetap dalam kondisi mutu mikrobiologis yang aman dan sesuai standar selama periode penyimpanan yang diuji.

Faktor fisik produk seperti ketebalan juga berperan penting dalam memengaruhi pertumbuhan mikroba selama penyimpanan. Nugget biforil dalam penelitian ini memiliki ketebalan 2 cm. Ketebalan produk pangan seperti nugget dapat memengaruhi laju penetrasi suhu dingin saat

penyimpanan dalam lemari pendingin. Ketebalan yang lebih besar dapat memperlambat penurunan suhu di bagian terdalam produk, yang berpotensi mempengaruhi kecepatan pertumbuhan mikroba (Nurhayati, 2022). Namun, dalam penelitian ini, meskipun nugget memiliki ketebalan 2 cm, Menurut SNI 7388:2009, jumlah koloni bakteri masih di bawah ambang batas cemaran mikroba, berdasarkan hasil uji mikrobiologi (SNI 7388 : 2009, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa ketebalan 2 cm masih dapat mendukung proses pendinginan yang efektif sehingga pertumbuhan mikroba tetap terkendali. Dengan demikian, ketebalan nugget juga dapat dipertimbangkan sebagai salah satu parameter penting dalam stabilitas mikrobiologis selama penyimpanan dingin.

Pola pertumbuhan mikroba dalam penelitian ini konsisten dengan temuan dari penelitian yang dilakukan oleh (Insun Sangadji, 2019) Penelitian ini mengamati lamanya penyimpanan daging ayam broiler dan bagaimana hal tersebut memengaruhi kualitas daging yang ditentukan oleh total bakteri plate count (TPC). Metodologi penelitian ini, yang melibatkan kolonisasi menggunakan penghitung koloni, sebanding dengan uji Total Plate Count (TPC). (Insun Sangadji, 2019) juga menggunakan rancangan penelitian eksperimental dengan variasi lama penyimpanan yang berbeda (2, 4, dan 6 hari) pada suhu refrigerator, mirip dengan variasi waktu yang digunakan dalam penelitian nugget biforil ini. Penelitian lainnya oleh (Devan, 2021) Hal ini memengaruhi jumlah keseluruhan kuman dalam kebab ayam broiler seiring bertambahnya jumlah dan lamanya penyimpanan. Meskipun sampel diuji dalam rentang waktu yang lebih pendek (0, 4, 8, dan 12 jam), hasilnya menunjukkan bahwa seiring bertambahnya waktu penyimpanan, jumlah total bakteri mengalami peningkatan.

Pada hari kesepuluh terdapat koloni terbanyak yaitu sebanyak $2,6 \times 10^4$ koloni/gram, dan seluruh nilai uji berada di bawah ambang batas 1×10^5 koloni/gram menurut SNI 7388:2009, dapat disimpulkan bahwa nugget biforil aman dikonsumsi hingga hari ke-15 penyimpanan. Hasil ini menunjukkan bahwa produk memiliki daya simpan yang baik dan

memenuhi standar keamanan mikrobiologis. Temuan ini dapat dijadikan dasar ilmiah dalam penetapan masa simpan produk sejenis. Penelitian ini memiliki keselarasan dengan temuan dari (Hasairin, 2018).

Penelitian ini memiliki kelemahan yang dapat menjadi perbaikan dan perhatian khusus pada peneliti dengan metode yang sama selanjutnya kelemahan dalam penelitian ini terletak pada teknik penyusunan sampel untuk uji daya simpan. Idealnya satu produksi diselesaikan untuk setiap titik waktu pengamatan, hari ke-0 (P0), hari ke-5, hari ke-10, dan hari ke-15 lalu disimpan pada waktu yang ditentukan.. Namun, dalam pelaksanaannya, peneliti justru memproduksi sampel secara terpisah untuk masing-masing waktu pengamatan, dimulai dari sampel untuk hari ke-15 terlebih dahulu, kemudian menyusul hari ke-10, ke-5, dan terakhir hari ke-0 (P0). Hal ini menyebabkan kondisi sampel pada hari ke-0 (P0) tidak identik dengan kondisi saat sampel lainnya disiapkan, sehingga dapat berdampak pada temuan uji jumlah lempeng total (ALT) dan menghasilkan perbedaan saat membandingkan waktu penyimpanan.

D. Pemilihan Sampel

Penelitian ini menggunakan nugget kombinasi biji nangka, formula tempe, dan ikan lemuru sebagai spesimen dengan durasi penyimpanan yang berbeda (0, 5, 10, dan 15 hari). Pemilihan sampel ini didasarkan pada relevansinya dengan masalah penelitian yang fokus pada analisis daya simpan dan perubahan kualitas mikrobiologis nugget kombinasi selama periode penyimpanan. Variasi waktu penyimpanan memungkinkan peneliti untuk menentukan titik kritis keamanan pangan, mengevaluasi efektivitas metode pengolahan, dan membandingkan hasil dengan standar keamanan yang ditetapkan BPOM untuk produk olahan berbasis protein.

Nugget kombinasi yang diteliti merepresentasikan diversifikasi pangan berbasis protein nabati dan hewani yang menggunakan bahan lokal sesuai program ketahanan pangan nasional. Kombinasi biji nangka, tempe, dan ikan lemuru tidak hanya mewakili inovasi produk pangan dengan nilai gizi seimbang tetapi juga mendukung prinsip sustainable food production melalui pemanfaatan biji nangka yang seringkali menjadi

limbah industri pengolahan buah. Pemilihan nugget sebagai bahan penelitian juga didasarkan pada pertimbangan bahwa produk ini merupakan pangan olahan yang mudah diakses dan tersedia di pasaran dengan potensi menjadi sumber cemaran mikroba, sehingga penelitian ini memberikan informasi bermanfaat tentang keamanan pangan dan daya simpan.

Ketersediaan ketiga bahan utama menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan sampel. Biji nangka tersedia melimpah sebagai hasil samping dari industri pengolahan, ikan lemuru merupakan komoditas perikanan yang banyak dihasilkan di perairan Indonesia, sedangkan formula tempe berbasis kedelai lokal mudah diperoleh dari produsen di sekitar lokasi penelitian. Kontinuitas pasokan ketiga bahan ini relatif stabil sepanjang tahun dengan teknik penyimpanan yang sederhana sehingga tidak memerlukan fasilitas khusus dalam proses pengadaannya.

Pemanfaatan metode Total Plate Count (TLC) pada penelitian ini sangat tepat untuk analisis sampel makanan padat seperti nugget kombinasi. Metode ini merupakan standar yang diakui secara internasional untuk penentuan jumlah mikroba dan memungkinkan peneliti mendapatkan data kuantitatif yang akurat tentang beban mikroba. Evaluasi organoleptik menghubungkan perubahan mikrobiologis dengan perubahan sensori yang terdeteksi.

Penelitian dilaksanakan dengan memperhatikan aspek etika dan keberlanjutan melalui penerapan Good Laboratory Practice (GLP), standar sanitasi pangan, dan pengujian di laboratorium terakreditasi. Keberlanjutan lingkungan diupayakan melalui pemanfaatan biji nangka untuk mengurangi limbah organik, penggunaan ikan lemuru non-spesies terancam, dan proses produksi hemat energi. Nilai inovasi penelitian terletak pada kombinasi bahan baku yang belum banyak diteliti dengan potensi pengembangan produk bernilai ekonomi tinggi berbasis sumber daya lokal, sehingga berkontribusi pada diversifikasi pangan olahan berbasis protein dan relevan dengan kebutuhan industri pangan saat ini.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Beberapa komentar penting dapat dibuat di bagian ini sebagai kesimpulan penelitian berdasarkan temuan studi dan percakapan yang telah terjadi:

1. Produk nugget kombinasi biji nangka, formula tempe, dan ikan lemuru menunjukkan ketahanan mikrobiologis yang baik selama penyimpanan pada suhu refrigerator ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) hingga hari ke-17, sesuai dengan hasil uji Total Plate Count (TLC).
2. Setiap tingkat kontaminasi mikroba berbeda-beda pada perlakuan berturut-turut adalah:
 - Hari ke-2 (perlakuan 0 hari): $5,0 \times 10^1$ koloni/gram
 - Hari ke-7 (perlakuan 5 hari): $2,3 \times 10^2$ koloni/gram
 - Hari ke-12 (perlakuan 10 hari): $2,6 \times 10^4$ koloni/gram
 - Hari ke-17 (perlakuan 15 hari): $3,0 \times 10^3$ koloni/gram
3. Menurut SNI 6683:2014, semua kadar ALT masih jauh di bawah batas atas kontaminasi mikrobiologis, yaitu 1×10^6 koloni/gram, sehingga produk aman dikonsumsi pada seluruh waktu penyimpanan yang diuji.
4. Daya simpan produk nugget biforil dapat dikatakan aman hingga hari ke-17 penyimpanan, dan hasil ini dapat dijadikan dasar untuk penetapan masa simpan serta pengembangan produk nugget berbasis pangan lokal kombinasi nabati dan hewani.

B. Saran

Berikut adalah beberapa rekomendasi yang diharapkan dapat digunakan sebagai masukan untuk pengembangan produk dan penelitian tambahan sebagai hasil dari penelitian yang dilakukan:

1. Untuk pengembangan produk selanjutnya, Disarankan agar dilakukan lebih banyak pengujian mikrobiologi terhadap bakteri berbahaya seperti Salmonella dan E. coli guna memberikan jaminan keamanan pangan yang lebih komprehensif.
2. Perlu dilakukan pengendalian mutu yang konsisten pada seluruh proses produksi, dari pemilihan bahan baku hingga pemrosesan, sanitasi lingkungan, hingga pengemasan dan penyimpanan produk.
3. Disarankan penggunaan kemasan vakum atau teknologi pengemasan modern lainnya untuk memperpanjang masa simpan dan menekan pertumbuhan mikroorganisme.
4. Untuk industri pangan skala kecil hingga besar, Saat membuat nugget kombo ini, sangat penting untuk mengikuti pedoman Analisis Bahaya Titik Kendali Kritis (HACCP) dan Cara Pembuatan yang Baik (GMP).
5. Penelitian lanjutan dengan penambahan variasi suhu penyimpanan dan waktu lebih panjang sangat disarankan guna mendapatkan gambaran lebih lengkap tentang ketahanan produk terhadap perubahan mikrobiologis dan sensori.

DAFTAR PUSTAKA

- [Bsn] Badan Standardisasi Nasional. (2006). Sni 01-2332.2-2006 Cara Uji Mikrobiologi – Bagian 9: Penentuan Salmonella Pada Produk Perikanan. *Cara Uji Mikrobiologi Sni*, 8.
- Abadi. (2021). Penerapan Frozen Food Technology Di Ukm Mimingfish Untuk Meningkatkan Diversifikasi Produksi Dan Ekonomi. *Pro Sejahtera (Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 3, 8.
- Alamsyah, A. (2023). Pelatihan Pengolahan Biji Nangka Menjadi Cookies Di Kelompok Pembuat Dodol Di Suranadi, Lombok Barat. *Ijecs: Indonesian Journal Of Empowerment And Community Services*, 4(1), 22–29.
- Amalia, U. (2021). Pendugaan Umur Simpan Produk Nugget Ikan Dengan Merk Dagang Fish Nugget “ So Lite .” *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(1), 0–4.
- Andriani, Y., & Kurniawan, H. (2021). Pengaruh Fermentasi Bakteri Asam Laktat Pada Tepung Biji Nangka Terhadap Sifat Fungsional Dan Mikrobiologisnya. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(3), 99–107.
- Aprih, S. (2022). *Christina+Astutiningsih_Meri_Aprih+Santosa*. 1(4), 274–282.
- Baihaki, M. (2022). Pelatihan Pembuatan Nugget Ikan Tongkol Jakandor Sebagai Bentuk Inovasi Untuk Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Desa Kuala Peudawa Puntong Kecamatan Idi Rayeuk Kabupaten Aceh Timur. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 2(1), 349–354.
- Brigham Et Al. (2013). Teori Dan Praktik Perhitungan Mikroorganisme. A *Psicanalise Dos Contos De Fadas. Tradução Arlene Caetano*, 466.
- Danarsi, C. . (2023). Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Mikrobiologi Makanan Pendamping Air Susu Ibu (Mp-Asi) Bubur Instan Dengan Substitusi Tepung Ikan Gabus Dan Tepung Labu Kuning Chorina. *Journal Of Nutrition College*, 5, 58–63.
- Devan, D. F. Y. (2021). Pengaruh Penambahan Angkak Dan Lama

- Penyimpanan Terhadap Total Bakteri, Kualitas Kimia Dan Sensoris Kebab Daging Ayam Broiler. *Bulletin Of Applied Animal Research*, 3(2), 61–66.
- Dianti, Y. (2017). Pelatihan Pembuatan Healthy Nugget. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Ekawati, H., & Dewi, E. N. (2019). Lipid Oxidation And Sensory Properties Of Lemuru (*Sardinella Lemuru*) Fish Oil During Storage. *International Food Research Journal*, 26(3), 957–963.
- Faidah, F. H. (2019). Formulasi Makanan Enteral Berbasis Tepung Tempe. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Kemenkes Bandung*, 11(2), 67–74.
- Fathima, S. (2023). Development And Evaluation Of Nutri Choco Bites Enriched With Jackfruit Seed Flour. *International Journal Of Health Sciences And Research*, 13(7), 146–152.
- Ginting, W. M. (2020). Formulasi Tepung Sukun Dan Formula Tempe Dalam Pembuatan Biskuit Pada Balita. *Ghidza: Jurnal Gizi Dan Kesehatan*, 4(2), 131–142.
- Hairunnissa, L. (2021). Chemical And Organoleptic Characteristics Of Chicken Nugget Based On Composite Flour From Mocaf, Brown Rice And Corn Starch. *Food Sciencetech Journal*, 3(1), 76.
- Handayani, N. (2020). Pemanfaatan Limbah Nangka Sebagai Penganekaragaman Makanan. *Jurnal Warta Edisi* : 47, 47(1), 1–12.
- Hasairin, A. (2018). Pengaruh Lama Penyimpanan Daging Ayam Pada Suhu Ruang Dan Refrigerator Terhadap Angka Lempeng Total Bakteri Dan Adanya Bakteri Salmonella S. *Jurnal Biosains*, 4(1), 62–68.
- Hidayat, N., & Purwanto, R. (2021). Kandungan Isoflavon Dan Aktivitas Antimikroba Dalam Tempe. *Jurnal Bioteknologi Dan Biosains Indonesia*, 14(3), 145–153.
- Hunaefi, D. (2019). Pendugaan Umur Simpan Produk Pastry Dengan Quantitative Descriptive Analysis (Qda) Dan Metode Arrhenius. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal Of Food Quality*, 6(2), 72–78.

- Ilmu, J. (2021). Identifikasi Bakteri Udara Menggunakan Teknik Pewarnaan Gram Air Bacteria Identification By Using Gram Staining Diii Teknologi Bank Darah Poltekkes Bhakti Setya Indonesia, Yogyakarta 2 Diii Rekam Medis Dan Informasi Kesehatan Poltekkes Bhakti Setya Indon. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*, 6(2), 83–91.
- Indrianti, K. (2019). Daya Terima Konsumen Terhadap Produk Stik Biji Nangka Berbagai Rasa. *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 10(1), 46–50.
- Insun Sangadji. (2019). Lama Penyimpanan Daging Ayam Broiler Terhadap Kualitasnya Ditinjau Dari Kadar Protein Dan Angka Lempeng Total Bakteri Insun. *Insun Sangadji1 Jurianto2, Muhammad Rijal3*, 8(1), 47–58.
- Ismed. (2017). Pengaruh Suhu Dan Lama Penyimpanan Terhadap Indikator Film Dari Ekstrak Kelopak Bunga Rosella (Hibiscus Sabdariffa L .) Sebagai Smart Packaging Untuk Mendeteksi Kerusakan Nugget Ayam. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(4), 167–172.
- Kusuma, R. W., Et Al. (2021). Microbiological Characteristics Of Cookies Fortified With Lemuru Fish Flour. *International Journal Of Food Microbiology*, Doi:10.1016/J.Ijfoodmicro.2020.108839, 334.
- Lestari, S., & Rahmawati, D. (2022). Pengaruh Penambahan Tepung Biji Nangka Pada Pembuatan Cookies Terhadap Karakteristik Sensori Dan Mikrobiologisnya. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(4), 205–213.
- Lestari, D. (2016). Pertumbuhan Bakteri Bacillus Subtilis Pada Media Biji Nangka Dan Biji Kluwih Sebagai Substitusi Media Na (Nutrient Agar) Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 1(1), 1–10.
- Mariod, A. A. (2019). Wild Fruits: Composition, Nutritional Value And Products. In *Wild Fruits: Composition, Nutritional Value And Products*.
- Maulidina. (2023). Kualitas Mikroba Produk Olahan Daging Yang Dijual Secara Daring Dari Umkm Di Kota Bandung. *Jurnal Teknologi Hasil*

- Peternakan*, 4(2), 83. <https://doi.org/10.24198/Jthp.V4i2.47313>
- Mulyeti. (2019). Potensi Bakteri Proteolitik *Aeromonas Caviae* Nu-4 Dan *Aeromonas* Sp. Nu-8 Sebagai Pengendali Pertumbuhan *Microcystis Aeruginosa* Bt-02 Pada Ikan. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 4, 71.
- Nasional Badan Standarisasi, B. (2013). Naget Ikan. *Sni 7758 2013*, 1–16.
- Nasution, H. (2023). Pembuatan Nugget Dari Biji Nangka Upaya Mengoptimalkan Sumber Daya Masyarakat Desa Kualu Nenas. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (Jpkmn)*, 4(4), 4870–4876.
- Nurhayati, E. (2022). Cemaran Mikroba Pada Suhu Dingin Dalam Kulkas Rumah Tangga. *Jurnal Vokasi Kesehatan (Jvk)*, 8(1), 59–63.
- Nurmila, I. O. (2018). Analisis Cemaran *Escherichia Coli*, *Staphylococcus Aureus* Dan *Salmonella* Sp. Pada Makanan Ringan. *Berkala Bioteknologi*, 0(0).
- Pramita, E. A. (2023). Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Angka Lempeng Total (Alt) Somai Udang Rebon (*Mysis* Sp) Dengan Penambahan Likopen. *Jago Tolis : Jurnal Agrokomples Tolis*, 4(1), 54.
- Prasetyo, W. A., & Nugroho, A. (2020). Potensi Prebiotik Dari Biji Nangka Dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan Usus. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 15(1), 45–52.
- Purnomo, H., Widowati, E., & Suhartono, M. T. (2019). Mikrobiota Dalam Produk Pangan: Peranannya Dalam Fermentasi Dan Aspek Keamanannya. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 18(2), 87–94.
- Rabiulfa, P. (2021). A Total Bacteria Plate Count In Beef Which Will Be Marketed Out Off Bali. *Indonesia Medicus Veterinus*, 10(1), 12–20.
- Rahmani, A. H., Aldebasi, Y. H., & Srikar, S. (2021). A Comprehensive Review Of Food Contamination And Spoilage: Role Of Microorganisms And Preventive Approaches. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 54(5), 691–705.
- Rahmawati, I., & Nugroho, T. (2018). Implementasi Ghp Dan Haccp

- Dalam Produksi Formula Tempe Untuk Menjaga Keamanan Pangan. *Jurnal Keamanan Pangan Indonesia*, 9(1), 55–64.
- Rahmayuni. (2023). *Karakteristik Kimia Dan Organoleptik Nugget Sayuran Dari Jamur Tiram Dan Kacang Merah*. 8(1), 5820–5835.
- Ramadhina, S. F. (2024). *Peran Snacking , Aktivitas Fisik , Dan Asupan Zat Gizi Terhadap Risiko Kejadian Obesitas Siswa Di Sdn Pondokcina 1 Depok*. 3(4), 268–277.
- Ranasinghe, R. A. S. N. (2019). Nutritional And Health Benefits Of Jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus Lamk*). *International Journal Of Food Science*, 2019.
- Rumida, R. (2023). Pengaruh Penambahan Berbagai Bahan Makanan Terhadap Daya Terima Dan Kadar Protein Cookies Sebagai Pmt Untuk Balita Stunting. *Amerta Nutrition*, 7(3), 434–441.
- Santoso, A. B., & Yulianti, M. (2019). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Nangka Terhadap Bakteri Patogen Usus. *Jurnal Biologi Indonesia*, 15(2), 123–130.
- Sari, W. P. (2024). Pengaruh Mikroba Dalam Proses Fermentasi Pembuatan Tempe. *Jurnal Ilmiah Dan Karya Mahasiswa*, 2(3).
- Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., Widdowson, M. A., Roy, S. L., Griffin, P. M. (2019). *Foodborne Illness Acquired In The United States-Major Pathogens*. 17(1), 7–15.
- Senjarini, K. (2022). Pengamatan Mikroskopik Pada Media Pda. *Media Gizi Mikro Indonesia*.
- Setiawan, H., & Mulyani, S. (2019). Pengaruh Pengeringan Dan Penggilingan Terhadap Kadar Air Dan Aktivitas Air Pada Formula Tempe. *Jurnal Teknologi Pangan*, 12(4), 200–210.
- Sinaga, S. E. (2023). Literature Study Of Tempe Bioactive Compounds As Functional Foods In Indonesia. *Helium: Journal Of Science And Applied Chemistry*, 3(2), 35–44.
- Sni. (2008). Metode Pengujian Cemaran Mikroba Dalam Daging, Telur Dan Susu, Serta Hasil Olahannya Ics 67.050 Badan Standardisasi Nasional. *Badan Standar Nasional*, 1–32.

- Sni 7388 : 2009. (2009). Batas Maksimum Cemaran Mikroba Dalam Pangan. *Standar Nasional Indonesia*, 17.
- Soedirga, L. C. (2022). Karakteristik Fisikokimia Nugget Nabati Berbasis Kacang Arab Dan Akar Lotus Dengan Variasi Jenis Filler [Physicochemical Characteristics Of Chickpea And Lotus Root Plant-Based Nuggets With A Variety Of Filler Types]. *Fast - Jurnal Sains Dan Teknologi (Journal Of Science And Technology)*, 6(2), 120.
- Standar Nasional Indonesia. (2014). *Sni Naget Ayam*. 1–32.
- Subagio, A., & Marseno, D. W. (2018). Microbial Characteristics And Quality Changes Of Lemuru Fish (*Sardinella Lemuru*) During Storage At Different Temperatures. *Journal Of Food Science And Technology*, 55(5), 1745–1753.
- Sudarmaji. (2020). Analisis Bahaya Dan Pengendalian Titik Kritis (Hazard Analysis Critical Control Point). *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 1(2), 183–191.
- Surahmiana. (2018). Pemanfaatan Tepung Biji Nangka Sebagai Media Pertumbuhan Jamur *Saccharomyces Cerevisiae* Dan *Aspergillus Sp*. *Universitas Muhammadiyah Semarang*, 6–7.
- Surenda, D. R. (2022). The Effect Of Tempeh Substitution And Carrot (*Daucus Carota L.*) Addition On The Acceptance And Nutrition Of Lempuk Nugget (*Gobiopterus Sp.*) As A Snack For Pem Patient. *International Journal On Food, Agriculture And Natural Resources*, 3(3), 5–11.
- Suwati. (2019). Consentration Of Adding Red Sugar On Chemical Properties And Organoleptic Lemuru Fish (*Sardinelle Longiceps*). *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(1), 112–119.
- Syahrial. (2023). Formula Tempe Yang Disubsitusi Dengan Nano Daun Kelor (*Fortekel*) Sebagai Pangan Fungsional Mengatasi Gizi Kurang. *Prosiding Tin Persagi 2023*, 403–410.
- Utomo, D. B., Et Al. (2017). Utilization Of Lemuru Fish As A Source Of Protein And Omega-3 Fatty Acids In Food Products. *Journal Of Aquatic Food Product Technology*, 26(6), 701-715.

- Uuri. (2012). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 Tentang Pangan*. 32.
- Vartak, A. A. (2023). Development Of Vegan, Gluten-Free Macarons Using Artocarpus Heterophyllus Lam. (Jackfruit) Incorporated With Wheatgrass Powder. *International Journal Of Science And Research Archive*, 8(1), 845–852.
- Wibowo, S., Et Al. (2018). Improvement Of Functional Properties Of Lemuru Fish Through Lactic Acid Bacteria Fermentation. *Journal Of Applied Microbiology*, 125(3), 789–798.
- Widyanti, P. R. E. (2023). Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Angka Lempeng Total Pada Beberapa Jenis Tahu. *Sinteza*, 3(1), 24–28.
- Winarno, F. G., & Sudarmadji, S. (2017). Aktivitas Antimikroba Metabolit Sekunder Dari Proses Fermentasi Tempe Oleh Rhizopus Oligosporus. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 28(2), 85–94.
- Yulianto, N. (2023). Penerapan Standard Hygiene Dan Sanitasi Dalam Meningkatkan Kualitas Makanan Di Food & Beverage Departement @Hom Platinum Hotel Yogyakarta. *Jurnal Khasanah Ilmu*, 6(2), 31–39.

LAMPIRAN

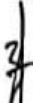
Lampiran 1. Bukti Bimbingan Usulan Skripsi

Bukti Bimbingan Skripsi

Nama : Augriy Nauli Tampubolon
 Nim : P01031221121
 Judul : Analisis Daya Simpan Produk Nugget Kombinasi Biji Nangka, Formula Tempe Dan Ikan Lemuru (Biforil) Menggunakan Metode Angka Lempeng Total (ALT)

Nama pembimbing utama : Dr. Yenni Zuraidah, SP, M.Kes

No.	Tanggal	Topik pembimbing	Tanda tangan mahasiswa	Tanda tangan pembimbing
1.	25 Maret 2024	Memberikan Surat Permintaan Sebagai Dosen Pembimbing		
2.	28 Maret 2024	Membahas Topik yang akan diteliti		
3.	3 April 2024	Mengajukan Judul		
4.	04 April 2024	ACC judul		
5.	05 April 2024	Uji Pendahuluan		
6.	17 April 2024	Revisi BAB 1		
7.	18 April 2024	Revisi BAB 2		
8.	19 April 2024	Revisi BAB 3		
9.	22 April 2024	Revisi BAB 1-3		
10.	25 April 2024	ACC Usulan Skripsi		
11	15 Juli 2024	Revisi Usulan Skripsi sesuai hasil sidang dengan dosen pembimbing		
12	17 Juli 2024	Revisi Usulan Skripsi dengan dosen penguji I		

13	24 juli 2024	Revisi Usulan Skripsi dengan dosen penguji I		
14	2 agustus 2024	Revisi Usulan Skripsi dengan dosen penguji I		
15	16 Agustus 2024	ACC Dosen Penguji I		
16	13 Desember 2024	ACC Dosen Penguji II		
17	14 Desember 2024	Tanda Tangan Jilid Sambung kepada Pembimbing		
18	15 Desember 2024	Tanda Tangan jilid Sambung dengan Penguji I		
19	15 Desember 2024	Tanda Tangan Jilid Sambung dengan Penguji II		
20	1 Februari 2025	Pengurusan EC		
21	1 Februari 2025	Pelaksanaan penlitian, pembuatan nugget dan penyimpanan sesuai penelitian		
22	15 Februari 2025	Pengiriman Nugget		
23	15 Maret 2025	Data Hasil Selesai di teliti		
24	9 April 2025	Bimbingan BAB IV dan V pada Pembimbing		
25	14 April 2025	Bimbingan BAB IV dan BAB V pada Pembimbing		
26	15 April 2025	Bimbingan BAB IV dan BAB V (ACC) Skripsi		

Lampiran 2. Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian

No	Kegiatan	2024									2025				
		Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei
1	Penelusuran Pustaka														
2	Penulisan Usulan Proposal														
3	Uji Pendahuluan														
4	Seminar Proposal														
5	Perbaikan Proposal														
6	Penelitian														
7	Seminar Hasil														
8	Perbaikan Skripsi														

Lampiran 3. Adonan Formula Tempe



Lampiran 4. Bahan Pembuatan Nugget Kombinasi Biji nangka, Formula Tempe dan Ikan Lemuru



Lampiran 5. Nugget Kombinasi Biji Nangka, Formula Tempe Dan Ikan Lemuru



Lampiran 6. Dokumentasi Organoleptik





Lampiran 7. Rancangan Anggaran Dana Penelitian

Anggaran Dana Penelitian

Pembuatan proposal		
Print dan kertas revisi 1	75 x 500	Rp 37.500,00
Print dan kertas	75 x 500	Rp 37.500,00
Formulir uji organoleptik	30 x 500	Rp 15.000,00
Uji coba pembuatan nugget		
tempe	1350 gram x 10.000/kg	Rp 18.900,00
Tepung terigu	540gram x 12.000/kg	Rp 6.480,00
Gula halus	360 gram x 25.000/kg	Rp 7.200,00
minyak	45 gram x 18.000/kg	Rp 855,00
garam	18 gram x 24.000/kg	Rp 342,00
Baking powder	22,5 gram x 45.000/kg	Rp 562,50
ovalet	9 gram x 220.000/kg	Rp 207,00
Ikan lemuru	1 kg x 17.000/kg	Rp 17.000,00
Wortel	240 x 12.000/kg	Rp 3.600,00
Telur ayam	600 x 1.500/btr	Rp 16.853,93
Minyak kelapa sawit	75 x 18.000/kg	Rp 1.350,00
Tepung roti	50 x 20.000/kg	Rp 600,00
Terigu	100 x 12.000/kg	Rp 2.000,00
Bawang putih	30 x 30.000/kg	Rp 1.000,00
Uji pendahuluan		
tempe	600 gram x 10.000/kg	Rp 6.000,00
Tepung terigu	240 gram x 12.000/kg	Rp 2.880,00
Gula halus	160 gram x 25.000/kg	Rp 4.000,00
minyak	20 gram x 18.000/kg	Rp 360,00
garam	8 gram x 24.000/kg	Rp 200,00
Baking powder	10 gram x 45.000/kg	Rp 400,00
ovalet	4 gram x 220.000/kg	Rp 880,00
Ikan lemuru	1 kg x 17.000/kg	Rp 17.000,00
Wortel	240 x 12.000/kg	Rp 3.600,00
Telur ayam	150 x 1.500/btr	Rp 4.213,48
Minyak kelapa sawit	75 x 18.000/kg	Rp 1.350,00
Tepung roti	50 x 20.000/kg	Rp 600,00
Terigu	100 x 12.000/kg	Rp 2.000,00
Bawang putih	30 x 30.000/kg	Rp 1.000,00
Pembuatan nugget untuk analisis zat gizi		
Ikan lemuru	500 x 17.000/kg	Rp 1.125,00

Wortel	75 x 12.000/kg	Rp 3.370,79
Telur ayam	90 x 1.500/btr	Rp 855,00
Minyak kelapa sawit	45 x 18.000/kg	Rp 360,00
Tepung roti	30 x 20.000/kg	Rp 1.200,00
Terigu	60 x 12.000/kg	Rp 1.500,00
Bawang putih	18 x 30.000/kg	Rp 1.125,00
Analisis Kandungan ALT	4 x 175.000	Rp 700.000
TOTAL		Rp 920.969,70

Lampiran 8. Surat Etik Penelitian



Kementerian Kesehatan
Poltekkes Medan
Komisi Etik Penelitian Kesehatan
Jalan Jamin Ginting KM. 13,5
Medan, Sumatera Utara 20137
(061) 8368633
<https://poltekkes-medan.ac.id>

KETERANGAN LAYAK ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION
"ETHICAL EXEMPTION"

No.01.26.1485/KEPK/POLTEKKES KEMENKES MEDAN 2025

Protokol penelitian versi 1 yang diusulkan oleh :
The research protocol proposed by

Peneliti utama : AUGRIY NAULI TAMPUBOLON
Principal In Investigator

Nama Institusi : Politeknik Kesehatan Kementerian
Kesehatan Medan

Name of the Institution

Dengan judul:
Title

**"ANALISIS DAYA SIMPAN NUGGET KOMBINASI BIJI NANGKA, FORMULA TEMPE DAN IKAN LEMURU
(BIFORIL) MENGGUNAKAN METODE ANGKA LEMPENG TOTAL (ALT)"**

**"SHELF LIFE ANALYSIS OF JACKFRUIT SEED COMBINATION NUGGETS, TEMPEH FORMULA AND LEMURU FISH
USING TOTAL PLATE NUMBER METHOD"**

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

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

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 23 Juli 2025 sampai dengan tanggal 23 Juli 2026.

This declaration of ethics applies during the period July 23, 2025 until July 23, 2026.

July 23, 2025
Chairperson,



Dr. Lestari Rahmah, MKT

00518/EE/2025/0159231271

Lampiran 9. Hasil Uji Analisis Angka Lempeng Total



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN
Jl. Sisingamangaraja No 24. Telp (061) 7867495, 7363471 Fax (061) 7362830
e-mail: bind_medan@kemenperin.go.id

Dok.No. : F-LP-016/3-1-02/22

SERTIFIKAT HASIL UJI

Certificate of Analysis

Nomor Sertifikat <i>Certificate No</i>	0351/BSKJI/BSPJI- Medan/MS-P/III/2025	Kepada Yth. <i>To</i>
Nomor Pengujian <i>Testing No</i>	MB-0045	AUGRIY NAULI TAMPUBOLON /POLTEKES MEDAN/NIM.
No. Surat Permohonan Pengujian <i>Testing Request No</i>	0145/BSKJI/BSPJI- Medan/LP/II/2025	P01031221121 Lubuk Pakam
Halaman <i>Page</i>	1 dan 2 <i>of</i>	

IDENTITAS CONTOH <i>Identity of Sample</i>	
Nama / Jenis Contoh <i>Sample Name / Type</i>	Nugget Bifonl®
Etiket / Merk <i>Trademark / Brand</i>	
Kode Sampel <i>Sample Code</i>	A4
Lembaga Pengambil Contoh <i>Sampling Institution</i>	Diantar Langsung
Prosedur Pengambilan Contoh <i>Sampling Procedure</i>	
Keterangan Contoh <i>Description of Sample</i>	Tidak Disegel
Tanggal Sampel Diterima <i>Date of Sample Received</i>	26 Februari 2025
Tanggal Pengujian <i>Date of Testing</i>	26 Februari 2025
Hasil Pengujian <i>Result of Analysis</i>	Terlampir <i>attached</i>

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas

This Certificate relate only to sample that been analyzed

Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP – BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP – BSPJI Medan

LABORATORIUM PENGUJI BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN (LP-BSPJI MEDAN)
Testing Laboratory of Center for Standardization and Industrial Service Medan

Nomor Sertifikat : 0351/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/III/2025
Certificate Number

Halaman : 2 dari 2
Page

Validasi
Validity

HASIL UJI
THE TEST RESULT

No	Parameter	Unit	Hasil Uji	Metode Uji
1	Angka Lempeng Total (ALT)	koloni/g	5,0x10 ¹	SNI ISO 4833-1 2015

Medan, 06 Maret 2025
Manajer Teknis Laboratorium Pengujian
Technical Manager of Testing Laboratory

Rossi Evana, ST
NIP. 198207112005022001

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
This Certificate relate only to sample that been analyzed
Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP – BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP – BSPJI Medan

SERTIFIKAT HASIL UJI

Certificate of Analysis

Nomor Sertifikat <i>Certificate No</i>	: 0350/BSKJI/BSPJI- Medan/MS-P/III/2025	Kepada Yth. <i>To</i>
Nomor Pengujian <i>Testing No</i>	: MB-0044	AUGRIY NAULI TAMPUBOLON /POLTEKES MEDAN/NIM. P01031221121
No. Surat Permohonan Pengujian <i>Testing Request No</i>	: 0145/BSKJI/BSPJI- Medan/LP/II/2025	Lubuk Pakam
Halaman <i>Page</i>	: 1 dari 2 <i>of</i>	

IDENTITAS CONTOH

Identity of Sample

Nama / Jenis Contoh

Sample Name / Type

Etiket / Merk

Trademark / Brand

Kode Sampel

Sample Code

Lembaga Pengambil Contoh

Sampling Institution

Prosedur Pengambilan Contoh

Sampling Procedure

Keterangan Contoh

Description of Sample

Tanggal Sampel Diterima

Date of Sample Received

Tanggal Pengujian

Date of Testing

Hasil Pengujian

Result of Analysis

Nugget Bifoni

A3

Diantar Langsung

Tidak Disegel

26 Februari 2025

26 Februari 2025

Terlampir

attached

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas

This Certificate relate only to sample that been analyzed

Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP - BSPJI MEDAN

Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP - BSPJI Medan

LABORATORIUM PENGUJI BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN (LP-BSPJI MEDAN)
Testing Laboratory of Center for Standardization and Industrial Service Medan

Nomor Sertifikat : 0350/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/III/2025
Certificate Number

Halaman : 2 dari 2
Page : 2 of 2

Validasi : 
Validity

HASIL UJI
THE TEST RESULT

No	Parameter	Unit	Hasil Uji	Metode Uji
1	Angka Lempeng Total (ALT)	koloni/g	2.3×10^2	SNI ISO 4833-1 2015

Medan, 06 Maret 2025
Manager Teknis Laboratorium Pengujian
Technical Manager of Testing Laboratory

Rossi Evana, ST
NIP. 198207112005022001

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
This Certificate relate only to sample that been analyzed
Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP – BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP – BSPJI Medan

SERTIFIKAT HASIL UJI

Certificate of Analysis

Nomor Sertifikat <i>Certificate No</i>	: 0349/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/III/2025	Kepada Yth. <i>To</i>
Nomor Pengujian <i>Testing No</i>	: MB-0043	AUGRIY NAULI TAMPUBOLON /POLTEKES MEDAN/NIM. P01031221121 Lubuk Pakam
No. Surat Permohonan Pengujian <i>Testing Request No</i>	: 0145/BSKJI/BSPJI-Medan/LP/II/2025	
Halaman <i>Page</i>	: 1 dari 2 of	
IDENTITAS CONTOH <i>Identity of Sample</i>		
Nama / Jenis Contoh <i>Sample Name / Type</i>	: Nugget Bifonil	
Etiket / Merk <i>Trademark / Brand</i>		
Kode Sampel <i>Sample Code</i>	: A2	
Lembaga Pengambil Contoh <i>Sampling Institution</i>	: Diantar Langsung	
Prosedur Pengambilan Contoh <i>Sampling Procedure</i>	:	
Keterangan Contoh <i>Description of Sample</i>	: Tidak Disegel	
Tanggal Sampel Diterima <i>Date of Sample Received</i>	: 26 Februari 2025	
Tanggal Pengujian <i>Date of Testing</i>	: 26 Februari 2025	
Hasil Pengujian <i>Result of Analysis</i>	: Terlampir attached	

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas

This Certificate relate only to sample that been analyzed

Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP – BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP – BSPJI Medan

LABORATORIUM PENGUJI BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN (LP-BSPJI MEDAN)
Testing Laboratory of Center for Standardization and Industrial Service Medan

Nomor Sertifikat
Certificate Number : 0349/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/III/2025

Halaman
Page : 2 dari 2
2 of 2

Validasi
Validity

2

HASIL UJI
THE TEST RESULT

No	Parameter	Unit	Hasil Uji	Metode Uji
1	Angka Lempeng Total (ALT)	koloni/g	$2,6 \times 10^4$	SNI ISO 4833-1 2015

Medan, 06 Maret 2025
Manajer Teknis Laboratorium Pengujian
Technical Manager of Testing Laboratory



Rossi Evana, ST
NIP. 198207112005022001

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
This Certificate relate only to sample that been analyzed
Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP – BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP – BSPJI Medan

SERTIFIKAT HASIL UJI

Certificate of Analysis

Nomor Sertifikat <i>Certificate No.</i>	: 0348/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/III/2025	Kepada Yth. <i>To</i>
Nomor Pengujian <i>Testing No.</i>	: MB-0042	AUGRIY NAULI TAMPUBOLON /POLTEKES MEDAN/NIM. P01031221121
No. Surat Permohonan Pengujian <i>Testing Request No.</i>	: 0145/BSKJI/BSPJI-Medan/LP/III/2025	Lubuk Pakam
Halaman <i>Page</i>	: 1 dari 2 <i>of</i>	
IDENTITAS CONTOH <i>Identity of Sample</i>		
Nama / Jenis Contoh <i>Sample Name / Type</i>	Nugget Bifori	
Etiket / Merk <i>Trademark / Brand</i>	REPUBLIC INDONESIA	
Kode Sampel <i>Sample Code</i>	A1	
Lembaga Pengambil Contoh <i>Sampling Institution</i>	Diantar Langsung	
Prosedur Pengambilan Contoh <i>Sampling Procedure</i>		
Keterangan Contoh <i>Description of Sample</i>	Tidak Disegel	
Tanggal Sampel Diterima <i>Date of Sample Received</i>	26 Februari 2025	
Tanggal Pengujian <i>Date of Testing</i>	26 Februari 2025	
Hasil Pengujian <i>Result of Analysis</i>	Terlampir <i>attached</i>	

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
This Certificate relate only to sample that been analyzed
Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP – BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP – BSPJI Medan

LABORATORIUM PENGUJI BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN (LP-BSPJI MEDAN)
Testing Laboratory of Center for Standardization and Industrial Service Medan

Nomor Sertifikat : 0348/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/III/2025
Certificate Number

Halaman : 2 dari 2
Page : 2 of 2

Validasi
Validity

HASIL UJI
THE TEST RESULT

No	Parameter	Unit	Hasil Uji	Metode Uji
1	Angka Lempeng Total (ALT)	koloni/g	3,0x10 ³	SNI ISO 4833-1 2015

Medan, 06 Maret 2025
Manajer Teknis Laboratorium Pengujian
Technical Manager of Testing Laboratory

Rossi Evana, ST
NIP 198207112005022001

Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
This Certificate relate only to sample that been analyzed
Sertifikat hasil uji hanya bisa diproduksi ulang secara keseluruhan dan dengan persetujuan LP – BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP – BSPJI Medan

Lampiran 10. Pernyataan

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Augriy Nauli Tampubolon

NIM : P01031221121

Menyatakan bahwa data penelitian yang terdapat pada skripsi saya adalah benar saya ambil dan bila tidak, saya bersedia mengikuti ujian ulang (ujian utama saya dibatalkan)

Lubuk Pakam, Juli 2025

Yang mempuat pernyataan



(Augriy Nauli Tampubolon)

Lampiran 11. Daftar Riwayat Hidup

Daftar Riwayat Hidup

Nama : Augriy Nauli Tampubolon
Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 20 Juli 2003
Nama Orang Tua
Ayah : Janji Martua Parningotan Tampubolon
Ibu : Marita Sari Dewi Sitorus
Alamat : Jl. Beringin Dusun XIV Gg. Saudara No. 18
No. Hp : 081264573173
Email : augrynauli483@gmail.com
Riwayat Pendidikan : 1. TK ST Antonius 2 Medan
2. SD RK Budi Luhur Medan
3. SMP Katolik Tri Sakti-1 Medan
4. SMA Katolik Tri Sakti Medan
5. Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan (Tahun 2021 – 2025)
Hobi : Mendengarkan musik, Volunteering
Motto : “Apa yang kuperoleh hari ini adalah jawaban dari doa dan iman, sebab aku percaya bahwa Tuhan selalu menggenapi janji-Nya”

Markus 11:23-25 (TB)

“Aku berkata kepadamu : Sesungguhnya barangsiapa berkata kepada gunung ini : Beranjaklah dan tercampaklah ke dalam laut! Asal tidak bimbang hatinya, tetapi percaya, bahwa apa yang dikatakannya itu akan terjadi, maka hal itu akan terjadi baginya.

Karena itu Aku berkata kepadamu : apa saja yang kamu minta dan doakan, percayalah bahwa kamu telah menerimanya, maka hal itu akan diberikan kepadamu.

Dan jika kamu berdiri untuk berdoa, ampunilah dahulu sekiranya ada barang sesuatu dalam hatimu terhadap seseorang, supaya juga Bapamu yang di sorga mengampuni kesalahan-kesalahanmu.”