

**ANALISIS SIFAT MEKANIK, KIMIA, DAN ORGANOLEPTIK
PRODUK NORI-*LIKE* DARI SELADA LAUT (*Ulva lactuca*)
DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN
ISOLAT PROTEIN KEDELAI**

SKRIPSI

Oleh

FIDA GH AISANI YUSUF



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

ANALISIS SIFAT MEKANIK, KIMIA, DAN ORGANOLEPTIK
PRODUK NORI-*LIKE* DARI SELADA LAUT (*Ulva lactuca*)
DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN
ISOLAT PROTEIN KEDELAI

Oleh

FIDA GH AISANI YUSUF
NIM : 23020122140107

Salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknologi Pangan pada Program Studi S-1 Teknologi Pangan
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fida Ghaisani Yusuf
NIM : 23020122140107
Program Studi : S-1 Teknologi Pangan

dengan ini menyatakan sebagai berikut:

1. Skripsi yang berjudul: **Analisis Sifat Mekanik, Kimia, dan Organoleptik Produk Nori-Like dari Selada Laut (*Ulva lactuca*) dengan Penambahan Gliserol dan Isolat Protein Kedelai** dan penelitian yang terkait dengan skripsi ini merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu: **Prof. Dr. Ir. Yoyok Budi Pramono, S.Pt., M.P., IPM.** dan **Hendrawan Laksono, S.T., M.Si.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik, maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S-1 Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, Mei 2026

Penulis,



Fida Ghaisani Yusuf

Mengetahui:

Pembimbing Anggota

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Yoyok Budi Pramono, S.Pt., M.P., IPM.

Hendrawan Laksono, S.T., M.Si.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : ANALISIS SIFAT MEKANIK, KIMIA, DAN ORGANOLEPTIK PRODUK NORI-LIKE DARI SELADA LAUT (*Ulva lactuca*) DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN ISOLAT PROTEIN KEDELAI

Nama Mahasiswa : FIDA GHASANI YUSUF

Nomor Induk Mahasiswa : 23020122140107

Program Studi/Departemen : S-1 TEKNOLOGI PANGAN / PERTANIAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal .. 04 MAY 2026

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Yoyok Budi Pramono., S.Pt., M.P., IPM.

Pembimbing Anggota

Hendrawan Laksono, S.T., M.Si.

Ketua Program Studi

Ahmad N. Al-Baarri, S. Pt., M. P., Ph.D.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program

Swastika Dewi, S.T.P., M.Sc.

Dekan



Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D.

Ketua Departemen

Ahmad N. Al-Baarri, S. Pt., M. P., Ph.D.

RINGKASAN

FIDA GH AISANI YUSUF. 23020122140107. 2026. Analisis Sifat Mekanik, Kimia, dan Organoleptik Produk Nori-Like dari Selada Laut (*Ulva lactuca*) dengan Penambahan Gliserol dan Isolat Protein Kedelai (Pembimbing: **YOYOK BUDI PRAMONO** dan **HENDRAWAN LAKSONO**).

Produk nori-like atau nori imitasi merupakan olahan dari berbagai jenis rumput laut atau bahan lain yang menyerupai nori berbahan dasar rumput laut *Pyropia*. Selada laut (*Ulva lactuca*) berpotensi menjadi bahan baku nori. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui interaksi dan pengaruh penambahan gliserol dan isolat protein kedelai (IPK) terhadap kadar air, kadar protein, kerenyahan, dan mutu hedonik produk nori-like. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan produk nori-like berkualitas dengan karakteristik fisik dan sensori yang baik. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli hingga November 2025 di Laboratorium Industri Agro dan Biomedika dan Laboratorium Bioproses, Badan Riset dan Inovasi Nasional KST BJ Habibie, Serpong, Tangerang Selatan.

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 2×3 dengan penambahan gliserol (1% dan 1,5%) dan isolat protein kedelai (0%, 1%, dan 2%) sehingga diperoleh enam kombinasi perlakuan dengan tiga kali ulangan. Parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar protein, kerenyahan, dan mutu hedonik. Data hasil pengujian kerenyahan, kadar air, dan kadar protein dianalisis menggunakan uji *Two Way Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf signifikansi 5% dan dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) apabila terdapat pengaruh nyata. Data hasil uji mutu hedonik dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dan dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney* jika terdapat pengaruh nyata. Formulasi terbaik ditentukan menggunakan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara gliserol dan IPK berpengaruh nyata terhadap kadar air. Peningkatan jumlah gliserol dan IPK menyebabkan peningkatan kadar air yang berdampak pada penurunan kerenyahan produk. Penambahan IPK meningkatkan kadar protein produk nori-like. Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap aroma, sedangkan parameter warna, rasa, tekstur, dan *overall* tidak berbeda nyata. Formulasi terbaik diperoleh pada penambahan 1% gliserol dan 1% IPK karena formulasi tersebut memiliki karakteristik mekanik dan kimia yang telah memenuhi standar mutu SNI dan penelitian terdahulu serta memiliki mutu hedonik yang dapat diterima oleh panelis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Sifat Mekanik, Kimia, dan Organoleptik Produk Nori-*Like* dari Selada Laut (*Ulva lactuca*) dengan Penambahan Gliserol dan Isolat Protein Kedelai”.

Penulis menyadari bahwa telah menerima banyak bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak selama pelaksanaan penelitian hingga penulisan skripsi. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Dian dan Ibuk Heni, yang tanpa henti mendoakan serta senantiasa memberi dukungan dalam segala bentuk sejak penulis lahir hingga saat ini. Kedua orang tua telah menjadi semangat dan motivasi bagi penulis untuk terus memberikan yang terbaik. Seribu terima kasih tidak akan pernah sebanding dengan apa yang telah diberikan keduanya terhadap penulis.
2. Adik perempuan kesayangan penulis, Tudik Janeeta, yang telah menjadi sahabat penulis sejak ia lahir, alasan penulis kembali tersenyum ketika sedih dan ragu, serta sumber semangat bagi penulis.
3. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk mengikuti perkuliahan hingga penulisan skripsi.
4. Ahmad Ni`matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D. selaku Ketua Departemen dan Ketua Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan

Pertanian, Universitas Diponegoro atas kesempatan, bantuan, serta ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

5. Prof. Dr. Ir. Yoyok Budi Pramono, S.Pt., M.P., IPM. selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi, memberikan semangat, serta membimbing penulis dengan penuh kesabaran selama pelaksanaan skripsi.
6. Hendrawan Laksono, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota sekaligus pembimbing lapangan MBKM BRIN yang telah memberikan bimbingan dan masukan mulai dari eksplorasi tema, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan skripsi.
7. Dr. Sri Mulyani, S.Pt., M.P. selaku dosen wali penulis yang telah memberikan informasi, bimbingan, dan arahan selama masa perkuliahan.
8. Setya Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M. Sc., Ph.D. dan drh. Siti Susanti, Ph.D. selaku selaku koordinator Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian serta Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan.
9. Seluruh Dosen dan staf administrasi Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, khususnya Program Studi Teknologi Pangan.
10. Anggota Kelompok Riset Pengolahan Produk Derivatif Hasil Kelautan, khususnya Mbak Erien dan Kak Kiky, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan pengalaman menyenangkan selama melaksanakan MBKM dan Tugas Akhir di BRIN KST BJ Habibie Serpong.
11. Saudari Syifa, Tata, dan Calista selaku sahabat dan teman seperjuangan sejak awal menempuh studi hingga penyusunan skripsi. Terima kasih

banyak atas segala bantuan, semangat, serta pengalaman menyenangkan yang telah diberikan. *Beyond proud of us for making it through.*

12. Teman-teman organisasi bidang Kemitraan Eksternal BEM FPP Undip 2023, Queen, Gischa, Pande, dan Azril yang selalu memberi dukungan serta banyak bantuan sejak aktif berorganisasi dan tetap menjadi teman terdekat bahkan setelah demisioner.

13. Fadhli, *thank-yous won't suffice. Sincerely grateful for every ounce of patience and the unwavering support.*

14. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari adanya keterbatasan dalam penyusunan skripsi ini. Besar harapan penulis adanya saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Semarang, Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR ILUSTRASI.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Nori.....	5
2.2. Produk Nori- <i>Like</i>	6
2.3. Parameter Kualitas Produk Nori- <i>Like</i>	11
BAB III. MATERI DAN METODE	16
3.1. Materi Penelitian	16
3.2. Metode Penelitian	16
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Kerenyahan.....	27
4.2. Kadar Air	31
4.3. Kadar Protein.....	33
4.4. Mutu Hedonik.....	35
4.5. Penentuan Formulasi Terbaik	43
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1. Simpulan.....	46
5.2. Saran	46

DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	53
RIWAYAT HIDUP	75

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Persyaratan Mutu dan Keamanan Nori.....	6
2. Desain Penelitian Pembuatan Produk Nori- <i>Like</i>	17
3. Formulasi Produk Nori- <i>Like</i>	19
4. Pengaruh Penambahan Gliserol dan Isolat Protein Kedelai terhadap Kerenyahan (gf)	27
5. Pengaruh Penambahan Gliserol dan Isolat Protein Kedelai terhadap Kadar Air (%)	31
6. Pengaruh Penambahan Gliserol dan Isolat Protein Kedelai terhadap Kadar Protein (%)	34
7. Sifat Organoleptik Warna Produk Nori- <i>Like</i>	36
8. Sifat Organoleptik Aroma Produk Nori- <i>Like</i>	37
9. Sifat Organoleptik Rasa Produk Nori- <i>Like</i>	39
10. Sifat Organoleptik Tekstur Produk Nori- <i>Like</i>	41
11. Sifat Organoleptik <i>Overall</i> Produk Nori- <i>Like</i>	42
12. Penentuan Formulasi Terbaik Produk Nori- <i>Like</i> dari Selada Laut	43

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Selada Laut Segar	8
2. Diagram Alir Pembuatan Produk Nori- <i>Like</i>	21

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data Kerenyahan	53
2. <i>Output</i> SPSS Uji Kerenyahan.....	54
3. Data Kadar Air.....	56
4. <i>Output</i> SPSS Uji Kadar Air	57
5. Hasil Uji Kadar Protein	59
6. <i>Output</i> SPSS Kadar Protein.....	60
7. Lembar Kuesioner Uji Hedonik	62
8. Data Uji Hedonik.....	63
9. <i>Output</i> Uji <i>Kruskal-Wallis</i> Mutu Hedonik.....	68
10. <i>Output</i> Uji <i>Mann-Whitney</i> Parameter Aroma	69
11. Penentuan Formulasi Terbaik	72
12. Dokumentasi Penelitian.....	73
13. Dokumentasi Sampel Produk <i>Nori-Like</i>	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Nori merupakan produk olahan rumput laut yang dibuat melalui proses pengeringan atau pemanggangan (Pramudya *et al.*, 2022). Nori berbentuk lembaran tipis serta bertekstur kering dan renyah dengan rasa asin khas rumput laut. Nori umumnya diolah dari rumput laut merah (*Pyropia sp.*). Ketersediaan rumput laut merah di Indonesia cukup terbatas karena *Pyropia sp.* lebih cocok hidup di negara beriklim subtropis. Jenis rumput laut ini hanya tumbuh di sekitar Pulau Ambon, Maluku pada musim tertentu dalam waktu yang singkat (Fransiska *et al.*, 2022). Permintaan produk nori di Indonesia semakin meningkat seiring dengan berkembangnya restoran khas Jepang, Korea, dan Cina. Terbatasnya sediaan rumput laut merah mengakibatkan Indonesia masih bergantung pada produk impor yang sebagian besar berasal dari Jepang, Korea, dan Tiongkok (Oetomo dan Sofyan, 2025). Peningkatan permintaan tersebut membuka peluang diversifikasi produk nori berbasis sumber daya laut lokal.

Indonesia memiliki sumber daya laut yang berpotensi menggantikan *Pyropia* sebagai bahan baku pembuatan nori. Selada laut (*Ulva lactuca*) merupakan alga hijau (*Chlorophyta*) yang berpotensi menjadi pengganti *Pyropia* sebagai bahan baku nori. Selada laut dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan yang sehat karena tinggi akan serat, vitamin C, asam folat, dan beberapa jenis mineral (Lalopua, 2017). Dewasa ini, selada laut telah dikonsumsi sebagai geluring, garam

rumput laut, salad, dan sup. Pemanfaatan selada laut dapat memberikan tekstur renyah, memperbaiki penampakan warna, dan kandungan serat pada produk *nori-like* (Pramudya *et al.*, 2022). Namun, nilai gizi selada laut belum sepenuhnya sebanding dengan *Pyropia*, khususnya pada kadar protein.

Kandungan protein pada selada laut masih sedikit dibandingkan dengan *Pyropia*, yaitu sebesar 13,6%, sedangkan *Pyropia* memiliki kandungan protein sebesar 28% (Fransiska *et al.*, 2022; Sinurat *et al.*, 2021). Kajian meta analisis menunjukkan bahwa peningkatan kadar protein dalam produk *nori-like* tidak cukup dilakukan dengan mengombinasikan beberapa jenis rumput laut saja, melainkan diperlukan penambahan sumber protein melalui fortifikasi (Ramadhan *et al.*, 2022). Perlu dilakukan penambahan kandungan protein dalam pembuatan produk *nori-like* berbahan dasar selada laut agar dapat menyerupai kadar protein *nori* komersial. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan menambahkan bahan berprotein tinggi ke dalam formulasi.

Isolat Protein Kedelai (IPK) merupakan bentuk halus kedelai dengan kandungan 90% protein kedelai (Ilma *et al.*, 2019). Kandungan protein yang cukup tinggi ini berpotensi meningkatkan kandungan protein dalam produk *nori-like*. Penambahan IPK bertujuan untuk meningkatkan cita rasa umami melalui kandungan asam amino alaminya, sehingga berpotensi memperbaiki profil rasa produk. Selain itu, IPK dapat berfungsi sebagai bahan pengisi yang berperan dalam pembentukan serta perbaikan struktur karena kemampuannya dalam mengikat air serta membentuk lapisan film (Chen *et al.*, 2018). Selain bahan pengisi, diperlukan

bahan tambahan berupa pemlastis yang dapat mendukung struktur lembaran nori-*like* agar menyerupai karakteristik nori konvensional.

Gliserol merupakan senyawa poliol sederhana berbentuk cairan kental, tidak berwarna, dan tidak berbau yang banyak digunakan sebagai pemlastis (*plasticizer*) dalam berbagai produk pangan. Penambahan gliserol berfungsi memperbaiki sifat fisik dan mekanik lembaran, seperti meningkatkan fleksibilitas, elastisitas, serta menurunkan kerapuhan struktur (Ismaya *et al.*, 2020). Hal ini disebabkan oleh kemampuan gliserol dalam mengurangi ikatan hidrogen antarmolekul polisakarida sehingga jarak antar rantai meningkat dan struktur menjadi lebih lentur (Masahid *et al.*, 2023). Pada produk nori-*like* berbahan dasar selada laut, keberadaan gliserol sangat penting untuk mencegah terbentuknya lembaran yang keras dan mudah patah sehingga menghasilkan tekstur yang lebih menyerupai nori konvensional.

Penelitian yang dilakukan oleh Sihono *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penambahan gliserol pada produk nori-*like* dari *Ulva sp.* dan *Gracillaria sp.* dapat memperbaiki sifat lembaran yang kurang elastis dan mudah sobek. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ratnasari dan Wahyani (2022), semakin tinggi proporsi IPK yang ditambahkan pada biskuit, menunjukkan kandungan protein yang semakin tinggi pula. Terdapat beberapa penelitian yang telah melakukan upaya peningkatan kadar protein pada produk nori-*like* melalui penambahan air rebusan pindang dan surimi ikan kurisi (Alaf *et al.*, 2024; Pamungkas *et al.*, 2023). Namun, belum ditemukan penelitian khusus yang mengkaji penambahan IPK sebagai fortifikan dan bahan pengisi pada produk nori-*like* berbahan dasar selada laut dengan variasi konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer*. Penelitian ini

diharapkan dapat menghasilkan produk *nori-like* berbahan dasar selada laut dengan karakteristik dan nilai gizi yang lebih baik.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi dan pengaruh penambahan gliserol dan isolat protein kedelai (IPK) terhadap sifat mekanik, kimia, dan organoleptik produk *nori-like* dari selada laut (*Ulva lactuca*). Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi ilmiah terkait penambahan gliserol dan IPK sebagai upaya perbaikan karakteristik dan nilai gizi produk *nori-like* selada laut serta mendukung diversifikasi produk pangan berbasis sumber daya laut lokal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Nori

Nori merupakan olahan tradisional dari Jepang yang dapat dikonsumsi langsung sebagai makanan ringan, lauk pauk, hiasan, dan penyedap masakan (Pamungkas *et al.*, 2023). Nori dibuat dengan cara menghaluskan, membumbui, dan mengeringkan rumput laut. Produk nori memiliki bentuk berupa lembaran tipis dengan ketebalan 0,2 mm yang dipotong seragam. Nori memiliki tekstur halus dengan warna hijau kehitaman yang cerah dan berkilau. Warna hijau kehitaman pada nori Jepang disebabkan oleh kandungan klorofil dan fikobilin dalam rumput laut *Pyropia sp.* (Lalopua *et al.*, 2017).

Nori kaya akan sumber gizi berupa protein, mineral, serat kasar, dan vitamin yang dibutuhkan tubuh. Nori yang diolah secara terkendali akan menghasilkan nilai gizi yang hampir setinggi rumput laut segar. Nori komersial umumnya memiliki kandungan protein mencapai 25–50% berat kering, kandungan lemak sekitar 2–3% berat kering, serta berbagai vitamin (Valentine *et al.*, 2020). Rasa khas umami dari nori berbahan dasar rumput laut (*Pyropia sp.*) disebabkan oleh tingginya kandungan asam amino alanina, asam glutamat, asam aspartat, taurin, dan glisina (Sihono *et al.*, 2023). Persyaratan mutu dan keamanan nori sesuai dengan SNI 9105:2022 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Mutu dan Keamanan Nori

Parameter uji	Satuan	Persyaratan			
a. Sensori		Minimum suka ¹⁾			
b. Kimia					
- Kadar air	%	Maksimum 14,0 ²⁾²⁾			
		Maksimum 5,0 ³⁾³⁾			
c. Cemaran mikroba ⁴⁾		n	c	m	M
- Angka Lempeng Total (ALT)	Koloni/g	5	2	10 ⁴	10 ⁵
- <i>Escherichia coli</i>	APM/g	5	1	3	Td ⁵⁾
- Kapang dan khamir	Koloni/g	5	3	10	10 ²
d. Cemaran logam ⁶⁾					
- Merkuri (Hg)	mg/kg	Maksimum 0,03			
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimum 0,2			
- Kadmium (Cd)	mg/kg	Maksimum 0,05			
- Arsen (As)	mg/kg	Maksimum 1,0 ⁷⁾			

1) Setiap parameter sensori

2) Nori kering

3) Nori panggang/nori panggang berbumbu

4) Untuk pengujian kuantitatif yang persyaratannya jumlah koloni atau nilai APM menggunakan 3 kelas sampling. Persyaratan cemaran mikroba diperbolehkan sejumlah contoh tertentu berada pada nilai marginal (antara m dan M) tetapi tidak diperbolehkan satu contoh pun melebihi hasil uji maksimal (M) dengan keterangan:

n adalah jumlah contoh yang diuji

c adalah jumlah contoh yang diperbolehkan berada pada nilai marginal (antara m dan M)

M adalah nilai hasil uji maksimal pada nilai marginal

5) Td: tidak diberlakukan

6) Jika diperlukan

7) Sebagai arsen anorganik

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (BSN), SNI 9105:2022

2.2. Produk Nori-Like

Produk nori-like atau nori imitasi merupakan olahan dari berbagai jenis rumput laut atau bahan lain dengan bentuk lembaran tipis kering menyerupai nori yang berbahan dasar rumput laut (*Pyropia sp.*) (Ramadhan *et al.*, 2022). Nori

imitasi umumnya dibuat dari bahan alternatif rumput laut (*Pyropia sp.*), yaitu daun tumbuhan hijau. Produk *nori-like* dikembangkan sebagai inovasi untuk mengantisipasi kebutuhan nori yang semakin meningkat di dunia (Alaf *et al.*, 2024).

Produk *nori-like* dapat dikembangkan dari berbagai jenis bahan baku. Sayuran hijau seperti daun bayam, singkong, dan kangkung telah dimanfaatkan sebagai bahan baku produk *nori-like*. Beberapa penelitian telah mengombinasikan beberapa jenis rumput laut untuk mendapatkan karakteristik yang menyerupai nori komersial (Fransiska *et al.*, 2022; Sihono *et al.*, 2023). Produk *nori-like* memerlukan bahan tambahan berupa pengisi dan pemlastis. Hal ini bertujuan untuk memperbaiki daya ikat dan elastisitas lembaran sehingga menyerupai tekstur nori komersial. Kualitas produk *nori-like* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain komposisi bahan, metode penyimpanan, dan usia simpan (Natanael *et al.*, 2021). Salah satu bahan baku yang berpotensi digunakan dalam formulasi *nori-like* adalah selada laut.

2.2.1. Selada Laut (*Ulva lactuca*)

Selada laut (*Ulva lactuca*) merupakan makroalga yang tumbuh secara alami di pesisir pantai Indonesia. Selada laut termasuk dalam divisi *Chlorophyta* atau rumput laut hijau karena mengandung klorofil a dan b yang dominan (Simon *et al.*, 2022). Selada laut mengandung kadar air sebesar 16,9%, karbohidrat 58,1%, kadar protein 13,6%, kadar lemak 0,19%, kadar abu 11,2%, dan serat pangan 28,4% (Fransiska *et al.*, 2022). *Ulva lactuca* mengandung polisakarida yang berperan sebagai serat pangan larut dan serat pangan tidak larut. Asam amino yang

terkandung dalam selada laut antara lain histidina, isoluesina, leusina, lisina, valina, dan prolina (Alaf *et al.*, 2024).



Ilustrasi 1. Selada Laut Segar
(Sumber: Wikikamus)

Selada laut juga memiliki kandungan asam glutamat dan aspartat yang tinggi. Selada laut didominasi oleh asam glutamat pada kisaran 9,4–10,9 g asam amino per 100 g protein (Alaf *et al.*, 2024). Selada laut mampu berperan sebagai antioksidan, antibakteri, antijamur, serta antitumor (Valentine *et al.*, 2020). Hal ini karena kandungan flavonoid serta karoten yang berfungsi sebagai antioksidan (Arbi *et al.*, 2017). *Ulva lactuca* dapat dimanfaatkan dalam berbagai jenis olahan pangan, yaitu bakwan, abon rumput laut, sayur tumis, makanan ringan (*snack*), serta kerupuk. Pengolahan selada laut menjadi produk pangan dapat menambah nilai jual serta memaksimalkan pemanfaatan sumber daya laut yang ada. Selain bahan utama, produk *nori-like* memerlukan bahan tambahan untuk memperbaiki elastisitasnya.

2.2.2. Gliserol

Gliserol merupakan senyawa poliol sederhana, yaitu senyawa organik yang memiliki lebih dari satu gugus hidroksil. Gliserol berwujud cairan kental, tidak berwarna, memiliki rasa manis, dan tidak berbau (Zurairah, 2024; Setyaningsih *et*

al., 2025). Gliserol banyak dimanfaatkan sebagai pemlastis (*plasticizer*) karena dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik produk. Penambahan gliserol dapat memperbaiki *tensile strength*, modulus elastisitas, dan *elongation at break* suatu produk (Ismaya *et al.*, 2020). Gliserol banyak digunakan sebagai *plasticizer* karena memiliki ukuran molekul kecil dan tingkat polaritas yang tinggi (Sikha *et al.*, 2021). Selain itu, penambahan gliserol dapat mengurangi sifat rapuh pada material karena sifatnya yang aman, tidak beracun, mengurangi penyusutan selama penyimpanan, serta mampu meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas polimer (Ayunita dan Fahrullah, 2024; Larasati *et al.*, 2024).

Produk *nori-like* memiliki sifat yang serupa dengan *edible film*. Diperlukan bahan tambahan untuk memperbaiki kekuatan mekanik *edible film* yang rendah. Perbaikan ini dapat dicapai melalui penambahan pemlastis. Jenis *plasticizer* yang umum digunakan dalam pembuatan *edible film* antara lain sorbitol dan gliserol (Megawati & Machsunah, 2016). Penambahan *plasticizer* dapat meningkatkan elastisitas dan fleksibilitas nori sehingga tidak mudah rapuh. Hal ini karena *plasticizer* berupa gliserol dapat mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga jarak intermolekul akan meningkat (Masahid *et al.*, 2023). Penambahan gliserol pada konsentrasi yang tinggi akan menurunkan sifat kohesif antar molekul sehingga jumlah air yang terikat meningkat pula (Sitompul dan Zubaidah, 2017). Gliserol memiliki sifat higroskopis. Sifat ini memungkinkan gliserol menahan kelembaban tanpa berubah fase sehingga dapat menahan senyawa volatil sesaat (Adam *et al.*, 2024). Selain pemlastis, penambahan sumber protein juga diperlukan untuk meningkatkan kadar protein produk *nori-like*.

2.2.3. Isolat Protein Kedelai (IPK)

Isolat protein kedelai (IPK) merupakan produk turunan kedelai yang memiliki kandungan protein minimal 90% berdasarkan berat kering dan sering digunakan sebagai bahan dalam berbagai produk pangan (Suseno *et al.*, 2016). IPK hampir bebas dari karbohidrat, serat, dan lemak sehingga memiliki sifat fungsional yang lebih baik dibandingkan konsentrat protein maupun tepung kedelai (Sinaga *et al.*, 2017). Protein dalam kedelai didominasi oleh protein globulin (Haloho dan Kartinaty, 2020). Kandungan protein yang tinggi pada IPK menjadikannya berpotensi dalam meningkatkan nilai gizi produk nori berbahan dasar selada laut. Selain itu, IPK tidak memiliki aroma yang signifikan sehingga tidak mempengaruhi aroma produk *nori-like* (Djonu dan Suleman, 2022).

Nori tiruan memerlukan penambahan bahan pengisi sebagai pengikat. Hal ini karena produk *nori-like* akan mudah rapuh atau sobek tanpa penambahan bahan pengisi. Isolat protein kedelai dapat berperan sebagai bahan pengisi yang berfungsi untuk mengurangi kerusakan akibat panas, mempercepat pengeringan, melapisi komponen *flavor*, serta meningkatkan rendemen dan total padatan (Rizqiati *et al.*, 2020). IPK tersusun atas gugus asam amino hidrofilik yang berada di luar serta dapat berinteraksi dengan air dan gugus hidrofobik di bagian dalam yang tidak larut berikatan dengan air (Li *et al.*, 2019). Namun, asam amino penyusun protein tersebut dapat rusak sebab pemanasan berlebihan (Mulita dan Tanggasari, 2024).

Isolat protein kedelai (IPK) dapat meningkatkan profil sensori suatu produk pangan karena kandungan asam amino alaminya (Vatria dan Nugroho, 2022). Isolat protein kedelai umumnya memiliki rasa netral atau hambar. Namun, penambahan

IPK pada persentase yang terlalu tinggi dapat memberikan cita rasa langu (Amal *et al.*, 2023). Selain memengaruhi aspek sensori, IPK juga memiliki berbagai sifat fungsional yang berperan penting dalam pembentukan karakteristik fisik produk. IPK memiliki kemampuan mengikat air, menahan uap air dan gas, berperan sebagai *emulsifier*, serta mampu membentuk lapisan film (Chen *et al.*, 2018; Putri *et al.*, 2018). Isolat protein kedelai juga mampu meningkatkan daya absorpsi air dan membentuk struktur gel (Vatria dan Nugroho, 2022). Melalui berbagai sifat fungsional tersebut, IPK berpotensi digunakan sebagai bahan pengisi yang dapat membantu perbaikan struktur produk *nori-like*.

2.3. Parameter Kualitas Produk Nori-Like

Parameter uji kualitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerenyahan, kadar air, kadar protein, dan mutu hedonik. Uji kualitas tersebut dijabarkan sebagai berikut.

2.3.1. Kerenyahan

Kerenyahan merupakan sifat mekanis yang disebabkan oleh rendahnya gaya yang diberi untuk menciptakan retakan serta tingginya retakan dan bunyi yang dihasilkan (Pakpahan dan Nelinda, 2019). Kerenyahan makanan dipengaruhi oleh parameter struktural antara lain kekompakan partikel penyusun, ukuran, bentuk, kekokohan, keseragaman partikel, dan kemudahan partikel penyusun pecah ketika makanan dikunyah (Aziz *et al.*, 2019). Kerenyahan makanan juga dipengaruhi oleh air yang terkandung dalam bahan. Air berperan sebagai *plasticizer* yang dapat

mempengaruhi sifat mekanis dan tingkat kerenyahan produk (Lilir *et al.*, 2021). Daya ikat air yang tinggi dapat menurunkan kerenyahan produk.

Uji kerenyahan merupakan salah satu parameter uji tekstur yang umum digunakan pada produk pangan kering. Kerenyahan dinyatakan sebagai gaya tekan minimal yang diperlukan untuk memecahkan produk dengan satuan *gram force* (gf). Prinsip dari pengujian kerenyahan adalah memberikan tekanan pada produk. Nilai kerenyahan berbanding terbalik dengan kekerasan. Semakin besar gaya yang digunakan untuk memecah produk, maka semakin besar nilai kerenyahan produk tersebut. Nilai kekerasan yang tinggi akan menghasilkan tekstur produk yang kurang renyah. Sebaliknya, semakin kecil kekerasan makanan, maka nilai kerenyahan akan meningkat (Safitri *et al.*, 2023). Pengukuran kerenyahan dilakukan menggunakan alat *texture analyzer*. Cara kerja alat ini adalah menekan sampel dengan sebuah *probe* bulat (*spherical ball*) yang dipasang pada alat. Produk nori komersial memiliki kerenyahan sebesar 408 gf (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology Japan, 2015)

2.3.2. Kadar Air

Kadar air merupakan jumlah air yang terkandung dalam bahan maupun produk pangan. Kadar air yang terkandung dalam bahan dinyatakan dalam persen (Rantawi *et al.*, 2017). Nilai kadar air merupakan parameter yang sangat penting dalam menentukan kenampakan, tekstur, dan cita rasa bahan pangan. Selain itu, kadar air dapat mempengaruhi kesegaran dan keawetan produk. Nilai kadar air yang

tinggi memicu pertumbuhan bakteri, kapang, dan khamir yang akan menimbulkan perubahan pada produk atau bahan pangan (Febriansyah *et al.*, 2024).

Pengujian kadar air umumnya dilakukan dengan metode pengeringan oven (thermogravimetri). Metode thermogravimetri merupakan analisis kimia untuk mengukur berat atau massa zat dalam sampel melalui penimbangan berat (Safitri dan Hakiki, 2024). Pengukuran dilakukan dengan membandingkan bobot sampel sebelum dan sesudah dikeringkan. Metode ini melibatkan alat berupa oven untuk mengukur kadar air melalui pengeringan sampel bahan pangan hingga tercapai berat konstan (Ahmad *et al.*, 2020).

2.3.3. Kadar Protein

Protein merupakan zat gizi makro yang sangat penting bagi tubuh. Zat ini berperan sebagai sumber energi, pembangun, serta pengatur berbagai aktivitas tubuh. Protein tersusun atas sejumlah L-asam amino yang saling terikat oleh ikatan peptida membentuk makromolekul polipeptida. Protein tersusun atas rantai panjang asam amino yang saling terikat melalui ikatan peptida, membentuk struktur polipeptida kompleks. Protein adalah sumber berbagai asam amino dengan unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen (Natsir dan Latifa, 2018). Unsur nitrogen mendominasi protein sebesar 16% dari berat protein (Probosari, 2019). Kadar protein merupakan jumlah atau persentase protein yang terdapat dalam suatu bahan.

Kadar protein dalam suatu produk pangan dapat dianalisis menggunakan metode *Kjeldahl*. Metode *Kjeldahl* digunakan untuk mengukur kadar protein kasar karena dapat menghitung senyawa lain yang mengandung nitrogen nonprotein,

yaitu urea, asam nukleat, purin, dan pirimidin. Metode ini dilakukan melalui tiga proses, yaitu proses destruksi, destilasi, dan titrasi (Saputri *et al.*, 2019). Prinsip metode *Kjeldahl* adalah membebaskan nitrogen dalam protein sebagai ammonia menggunakan asam pekat dengan pemanasan melalui proses destruksi. Ammonia tersebut diikat oleh asam sulfat pekat menjadi amonium sulfat. Ammonia dibebaskan kembali dari amonium sulfat pada proses destilasi dengan reaksi NaOH untuk diikat oleh asam borat membentuk kompleks amonium borat. Kompleks amonium borat dititrasi dengan larutan HCl untuk mengetahui total nitrogen dari protein asal (Romsiah dan Purnamasari, 2019).

2.3.4. Mutu Hedonik

Mutu hedonik merupakan salah satu analisis organoleptik yang digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan konsumen terhadap suatu produk. Mutu hedonik dinilai berdasarkan tanggapan pribadi panelis terkait kesukaan maupun ketidaksukaannya terhadap produk yang diujikan dalam bentuk skala hedonik. Pengujian mutu hedonik dilakukan menggunakan indera penciuman, penglihatan, perasa, dan peraba (Pasaribu *et al.*, 2024). Uji mutu hedonik dilakukan terhadap beberapa parameter seperti kenampakan, aroma, rasa, dan tekstur (Pramudya *et al.*, 2022).

Teknis pelaksanaan uji hedonik adalah panelis diminta memberi penilaian terhadap suatu produk pada rentang nilai tertentu pada lembar penilaian. Kesukaan panelis dinilai dari rentang/skala hedonik yang ditentukan, contohnya skala 1–5, yaitu nilai 1 yang menyatakan “sangat tidak suka”, nilai 2 “tidak suka”, nilai 3 “agak

suka”, nilai 4 “suka”, dan nilai 5 “sangat suka”. Skala hedonik memungkinkan tingkat kesukaan panelis diubah menjadi data ordinal sehingga dapat dianalisis secara statistik (Asmare dan Begashaw, 2018). Hasil uji hedonik dapat dianalisis menggunakan pendekatan statistik, seperti uji *Kruskall-Wallis* dan *Freidman*. (Sirajuddin *et al.*, 2021; Widyatsih dan Jaya, 2017).

2.3.5. Penetapan Formulasi Terbaik

Metode penetapan formulasi terbaik pada produk *nori-like* dari selada laut dengan penambahan gliserol dan isolat protein kedelai (IPK) mengacu pada Khoirunnisa *et al.* (2021) dengan menerapkan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE). MPE diterapkan melalui pertimbangan sejumlah kriteria keputusan untuk menghasilkan peringkat akhir yang menentukan urutan atau *ranking*. Data yang diperoleh akan diberi peringkat mulai dari yang terendah hingga tertinggi.

Nilai peringkat yang semakin kecil menunjukkan bahwa perlakuan semakin mendekati hasil yang diharapkan. Formulasi yang menghasilkan analisis terbaik akan diberi peringkat 1, sedangkan formulasi dengan hasil analisis terendah akan diberi peringkat 4. Setelah itu, total nilai dari setiap formulasi akan diperiksa dan nilai terendah dari seluruh hasil akan dijadikan acuan untuk menetapkan formulasi terpilih. Dengan demikian, formulasi dengan nilai terbaik secara keseluruhan akan ditetapkan sebagai formulasi yang paling sesuai dengan kriteria yang ditentukan.

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli hingga November 2025 di Laboratorium Industri Agro dan Biomedika serta Laboratorium Bioproses, Badan Riset dan Inovasi Nasional KST BJ Habibie, Serpong, Tangerang Selatan.

3.1. Materi Penelitian

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah selada laut (dari perairan Gunungkidul, Yogyakarta), aquades, gliserol, tepung isolat protein kedelai (Shandong Kawah), kecap asin (ABC), garam, dan minyak wijen (Lee Kum Kee). Alat yang digunakan antara lain gelas beaker, timbangan analitik (Kern), *hot plate* (Heidolph), *overhead stirrer* (IKA RW 20), *magnetic stirrer*, sendok, *thinwall*, plastik *zip lock*, *silica gel food grade* (Oxy), label, piring makan plastik, loyang anti lengket (Lisse), oven (Yamato), blender (Phillips), cawan porselen, *texture analyzer* (Stable Micro Systems TA XT Plus), desikator, gunting, penggaris, penjepit krus, dan sarung tangan lateks.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan. Tahapan penelitian tersebut antara lain rancangan penelitian, prosedur penelitian, pengujian parameter, dan analisis data.

3.2.1. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2×3 dengan 3 kali ulangan sehingga diperoleh 6 kombinasi dan 18 unit percobaan. Faktor pertama yang ditetapkan adalah penambahan gliserol dengan dua taraf, yaitu 1% dan 1,5% (b/b). Faktor kedua yang ditetapkan adalah penambahan isolat protein kedelai (IPK) dengan tiga taraf, yaitu 0%, 1%, dan 2% (b/b).

Desain penelitian pembuatan produk *nori-like* dengan penambahan gliserol dan isolat protein kedelai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Desain Penelitian Pembuatan Produk *Nori-Like*

Ulangan	Perlakuan Konsentrasi Gliserol dan IPK pada Produk <i>Nori-Like</i>					
	G1I0	G1I1	G1I2	G2I0	G2I1	G2I2
U1	G1I0U1	G1I1U1	G1I2U1	G2I0U1	G2I1U1	G2I2U1
U2	G1I0U2	G1I1U2	G1I2U2	G2I0U2	G2I1U2	G2I2U2
U3	G1I0U3	G1I1U3	G1I2U3	G2I0U3	G2I1U3	G2I2U3

Keterangan:

G1I0 : 1% gliserol dan 0% IPK G2I0 : 1,5% gliserol dan 0% IPK
 G1I1 : 1% gliserol dan 1% IPK G2I1 : 1,5% gliserol dan 1% IPK
 G1I2 : 1% gliserol dan 2% IPK G2I2 : 1,5% gliserol dan 2% IPK
 IPK: Isolat Protein Kedelai

Model matematis rancangan penelitian yang diterapkan adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk} : Nilai pengamatan faktor perlakuan gliserol ke-i dan faktor perlakuan IPK ke-j serta ulangan ke-k terhadap variabel yang diamati
 μ : Efek nilai tengah
 α_i : Pengaruh faktor perlakuan gliserol pada taraf ke-i

- β_j : Pengaruh faktor perlakuan IPK pada taraf ke-j
- $(\alpha\beta)_{ij}$: Pengaruh interaksi antara faktor perlakuan gliserol ke-i dan faktor perlakuan IPK ke-j
- ε_{ijk} : Pengaruh acak dari faktor perlakuan gliserol ke-i dan faktor perlakuan IPK ke-j serta ulangan ke-k terhadap variabel pengamatan.

Hipotesis statistik yang diuji adalah:

- 1) Pengaruh interaksi antara faktor gliserol dan faktor isolat protein kedelai

H0: $\alpha_1\beta_1 = \alpha_2\beta_1 = \dots = \alpha_2\beta_3 = 0$; tidak ada pengaruh interaksi antara gliserol dan isolat protein kedelai terhadap sifat mekanik, kimia, dan organoleptik produk *nori-like*.

H1: Paling sedikit ada $\alpha_i\beta_j \neq 0$; terdapat pengaruh interaksi antara gliserol dan isolat protein kedelai terhadap sifat mekanik, kimia, dan organoleptik produk *nori-like*.

- 2) Pengaruh utama faktor perlakuan gliserol

H0: $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$; tidak ada pengaruh perlakuan gliserol terhadap sifat mekanik, kimia, dan organoleptik produk *nori-like*.

H1: Paling sedikit ada $\alpha_i \neq 0$; terdapat pengaruh perlakuan gliserol terhadap sifat mekanik, kimia, dan organoleptik produk *nori-like*.

- 3) Pengaruh utama faktor perlakuan isolat protein kedelai

H0: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$; tidak ada pengaruh perlakuan isolat protein kedelai terhadap sifat mekanik, kimia, dan organoleptik produk *nori-like*.

H1: Paling sedikit ada $\beta_j \neq 0$; terdapat pengaruh perlakuan isolat protein kedelai terhadap sifat mekanik, kimia, dan organoleptik produk *nori-like*.

Kriteria pengujian analisis statistik yang digunakan adalah sebagai berikut:

signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

3.2.2. Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan dan formulasi produk *nori-like* yang digunakan mengacu pada penelitian Alaf *et al.* (2024) dengan modifikasi bahan, suhu, dan waktu pengeringan. Persiapan bahan baku produk *nori-like* dimulai dengan mencuci selada laut dengan air mengalir untuk menghilangkan pasir dan kotoran. Selada laut kemudian dikeringkan pada suhu ruang selama 5–7 hari. Selada laut yang telah kering dimasukkan dalam plastik *zip lock* dengan *silica gel food grade* untuk disimpan sebelum digunakan.

Formulasi produk *nori-like* dengan penambahan gliserol dan isolat protein kedelai dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Formulasi Produk *Nori-Like*

Bahan (g)	G1I0	G1I1	G1I2	G2I0	G2I1	G2I2
Selada laut kering	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Aquades	278,0	275,0	272,0	276,5	273,5	270,5
IPK	0	3,0	6,0	0	3,0	6,0
Gliserol	3,0	3,0	3,0	4,5	4,5	4,5
Garam	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Kecap asin	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Minyak wijen	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Keterangan:

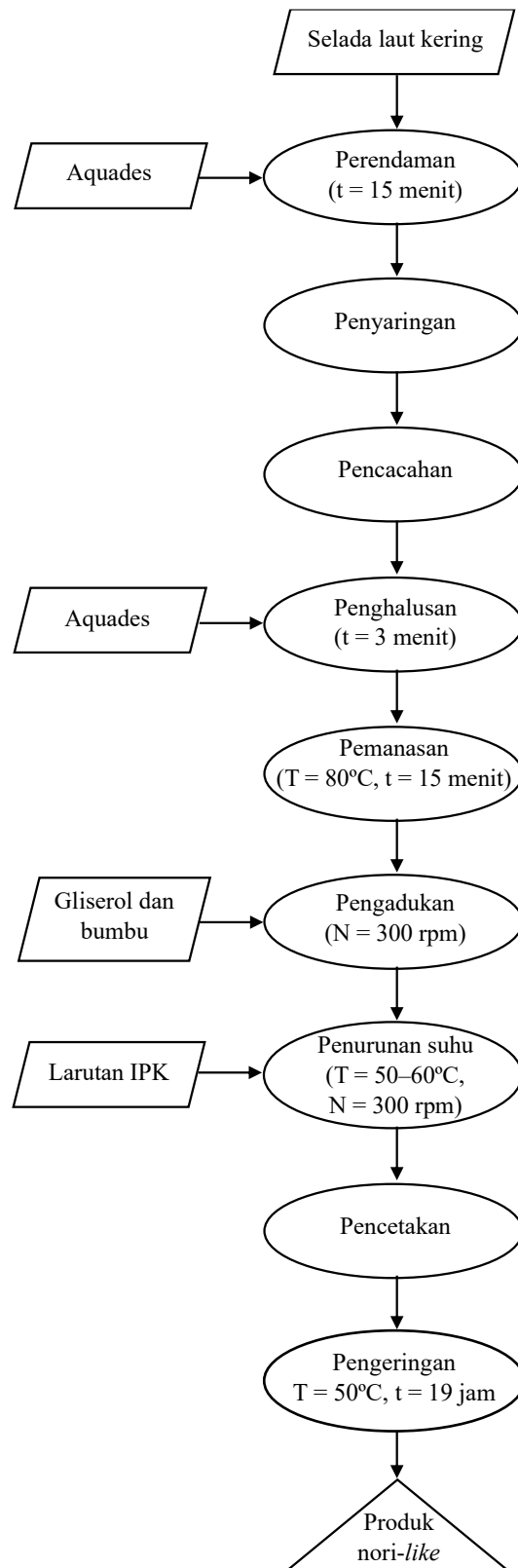
G1I0 : 1% gliserol dan 0% IPK G2I0 : 1,5% gliserol dan 0% IPK
 G1I1 : 1% gliserol dan 1% IPK G2I1 : 1,5% gliserol dan 1% IPK
 G1I2 : 1% gliserol dan 2% IPK G2I2 : 1,5% gliserol dan 2% IPK
 IPK: Isolat Protein Kedelai

Prosedur pembuatan produk *nori-like* dilakukan dengan selada laut kering ditimbang dan dimasukkan ke dalam *thinwall*. Selada laut tersebut direndam dalam

aquades selama 15 menit untuk melunakkan jaringannya. Aquades bekas rendaman kemudian dibuang dan selada laut diperas hingga tiris. Selada laut dicacah menggunakan gunting hingga berukuran tidak lebih dari 5 cm. Setelah itu, selada laut dihaluskan menggunakan blender selama 3 menit dengan penambahan aquades secara bertahap hingga menjadi bubur.

Bubur selada laut dituang ke dalam gelas *beaker* dan dipanaskan di atas *hot plate* pada suhu 80°C selama 15 menit. Proses pemanasan dilakukan secara bersamaan dengan pengadukan menggunakan *overhead stirrer* pada kecepatan 300 rpm. Setelah 15 menit, gliserol serta bumbu berupa garam, kecap asin, dan minyak wijen dimasukkan dan diaduk menggunakan *overhead stirrer* hingga tercampur rata.

Tahap berikutnya adalah penambahan isolat protein kedelai. Isolat protein kedelai terlebih dahulu dilarutkan dalam aquades menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 1000 rpm hingga homogen, kemudian dituang ke dalam campuran bubur yang suhunya telah diturunkan hingga 50–60°C untuk mencegah denaturasi protein berlebih. Setelah homogen, bubur selada laut dicetak pada loyang anti lengket lalu dikeringkan dalam oven bersuhu 50°C selama 19 jam. Produk *nori-like* yang telah kering dipanen dan disimpan dalam plastik *zip lock* dengan *silica gel food grade*. Proses pembuatan produk *nori-like* dapat dilihat pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Diagram Alir Pembuatan Produk Nori-Like

3.2.3. Pengujian Parameter

Uji parameter dilakukan pada karakteristik mekanik, kimia, dan organoleptik. Pengujian karakteristik mekanik yang dilakukan adalah uji kerenyahan (Pramudya *et al.*, 2022). Pengujian karakteristik kimia yang dilakukan mencakup uji kadar air (AOAC, 2005) dan kadar protein (AOAC, 2005). Pengujian karakteristik organoleptik yang dilakukan adalah uji hedonik pada aspek warna, aroma, rasa, tekstur, dan *overall* (BSN, 2006). Penetapan formulasi terbaik dilakukan dengan menggunakan MPE (Khoirunnisa *et al.*, 2021).

a. Uji Kerenyahan

Uji kerenyahan dilakukan mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Pramudya *et al.* (2022). Kerenyahan produk nori-like diuji menggunakan alat *texture analyzer* TA XT Plus (Stable Micro Systems). Pengujian diawali dengan menyalakan alat *Texture Analyzer* melalui saklar yang terletak pada bagian belakang alat. Setelah itu, perangkat lunak “*Exponent Connect*” pada komputer diaktifkan kemudian metode “*Crispy Fracture Support*” dipilih untuk digunakan dalam pengujian. Selanjutnya dilakukan penyesuaian pengaturan metode pada alat meliputi *trigger force* sebesar 5 g, *distance* sejauh 3 mm, *load cell* sebesar 5 kg, serta mengaktifkan opsi “*post-test*” dan “*advanced options*” pada perangkat lunak “*Exponent Connect*”. Platform “*Heavy Duty*” dipasang pada alat kemudian plat “*Film Support Rig*” diletakkan di atas platform tersebut. Probe berbentuk bulat (*spherical stainless probe* P/0.25S) yang berdiameter 6,25 mm dipasang di pada *texture analyzer*. Sampel produk nori-like berukuran 3 cm × 3 cm diposisikan secara

presisi di atas plat dan tepat di bawah *probe*. *Probe* tersebut akan bergerak menekan produk pada kecepatan 100 mm/s dan hasil pengujian akan muncul pada monitor.

Kerenyahan merupakan gaya tekan minimal untuk memecah produk yang dinyatakan dalam satuan *gram force* (gf). Prinsip dari pengujian kerenyahan adalah memberikan tekanan pada produk. Semakin besar gaya yang digunakan untuk memecah produk, maka semakin besar nilai kerenyahan produk tersebut. Pengukuran kerenyahan dilakukan menggunakan alat *texture analyzer*. Cara kerja alat ini adalah menekan sampel hingga pecah/sobek dengan sebuah *probe* bulat (*spherical ball*) yang dipasang pada alat.

b. Kadar Air

Uji kadar air dilakukan mengacu pada prosedur AOAC (2005). Pengujian kadar air dilakukan pada keenam perlakuan dengan tiga kali ulangan sehingga terdapat 18 unit percobaan. Kadar air setiap unit percobaan diuji secara duplo. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Industri Agro dan Biomedika, BRIN KST BJ Habibie, Serpong, Tangerang Selatan. Kadar air ditentukan melalui metode thermogravimetri menggunakan alat berupa oven.

Langkah pertama yang dilakukan adalah sampel disiapkan sebanyak 2 g dan dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah ditimbang beratnya. Cawan berisi sampel kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam. Cawan tersebut didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya. Pemanasan dalam oven dilakukan kembali selama 1 jam lalu didinginkan dalam desikator dan

ditimbang beratnya. Perlakuan ini diulangi hingga tercapai berat konstan. Kadar air ditentukan dengan rumus:

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

Keterangan:

Berat A : Berat cawan porselen

Berat B : Berat sampel awal

Berat C : Berat sampel akhir (konstan)

c. Kadar Protein

Uji kadar protein dilakukan mengacu pada prosedur AOAC (2005). Pengujian kadar protein dilakukan pada keenam perlakuan dengan tiga kali pengulangan. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Bioproses, BRIN KST BJ Habibie, Serpong, Tangerang Selatan. Uji kadar protein dilakukan dengan metode *Kjeldahl*. Analisis kadar protein terdiri atas tiga tahap, yaitu destruksi, distilasi, dan titrasi.

Tahap destruksi dimulai dengan ± 1 g sampel dimasukkan ke dalam tabung *Kjelhdal* kemudian ditambahkan 10 ml H_2SO_4 98%. Tabung *Kjelhdal* dimasukkan ke dalam alat pemanas dengan suhu 400°C . Proses destruksi dilakukan hingga larutan berwarna bening. Larutan yang telah berwarna bening dituang ke dalam labu distilasi, lalu dimasukkan ke dalam alat distilasi dan ditambahkan dengan 10 ml larutan NaOH 50%. Cairan dalam ujung tabung kondensor ditampung dalam erlenmeyer untuk dititrasi. Tahap titrasi dilakukan menggunakan HCl 0,1 N hingga warna larutan dalam erlenmeyer berubah menjadi merah muda. Kadar protein ditentukan dengan rumus:

$$\%N = \frac{(\text{ml HCl} - \text{ml HCl blanko}) \times 0,1N \text{ HCl} \times 14,007}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Protein} = \%N \times 6,25$$

d. Uji Hedonik (BSN, 2006)

Uji hedonik dilaksanakan mengacu pada prosedur BSN (2006). Pengujian dilakukan pada 6 perlakuan formulasi produk *nori-like* terhadap karakteristik warna, aroma, rasa, tekstur, dan *overall*. Uji hedonik dilaksanakan di Laboratorium Industri Agro dan Biomedika, BRIN KST BJ Habibie, Serpong, Tangerang Selatan. Pengujian dilakukan secara subjektif oleh 25 panelis semi terlatih. Sampel setiap perlakuan disajikan pada piring kertas dan diberi kode tiga angka acak.

Panelis diminta untuk mengisi lembar penilaian berdasarkan skala tingkat kesukaan dari rentang 1–5. Nilai 5 diberikan untuk produk dengan penilaian ‘sangat tidak suka’, 4 ‘tidak suka’, 3 ‘biasa saja/netral’, 2 ‘suka’ dan 1 untuk penilaian ‘sangat suka’. Formulir kuesioner uji hedonik yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Lampiran 7.

e. Penetapan Formulasi Terbaik

Penetapan formulasi terbaik dilakukan dengan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE). Penerapan MPE dilakukan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Khoirunnisa *et al.* (2021). Parameter yang diuji antara lain kerenyahan, kadar air, kadar protein, dan mutu hedonik meliputi karakteristik warna, aroma, rasa, tekstur, dan *overall*. Parameter tersebut akan diberikan bobot

sesuai dengan tingkat kepentingan yang ditentukan berdasarkan data studi literatur terhadap aspek parameter tersebut.

Perlakuan yang diuji menggunakan MPE adalah perlakuan dengan penambahan gliserol dan IPK antara lain G1I1, G1I2, G2I1, dan G2I2. Hal ini dilakukan untuk menentukan formulasi terbaik dari kedua faktor yang diterapkan. Data hasil uji setiap parameter diberikan peringkat 1–4 yang menandakan 1 terbaik dan 4 paling kurang. Semakin kecil peringkat yang diberikan, maka perlakuan tersebut merupakan formulasi yang mendekati hasil yang diharapkan. Persentase bobot dan *ranking* dikalikan kemudian dijumlahkan sehingga menghasilkan nilai pada tiap perlakuan. Total nilai perlakuan terendah ditetapkan sebagai formulasi terbaik.

3.2.4. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan aplikasi SPSS 26.0 pada taraf signifikansi 5%. Data hasil uji kerenyahan, kadar air, dan kadar protein dianalisis menggunakan uji parametrik *Two Way Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila terdapat pengaruh nyata, dilakukan uji *Post Hoc Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui adanya perbedaan nyata antar perlakuan.

Data hasil uji mutu hedonik dianalisis menggunakan uji nonparametrik yaitu uji *Kruskal-Wallis* pada taraf signifikansi 5%. Apabila berpengaruh nyata, dilakukan pengujian lanjut dengan *Mann-Whitney*. Penentuan formulasi terbaik dilakukan dengan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) berdasarkan data dari hasil uji parameter kualitas produk *nori-like*.