

## OPTIMASI FORMULA *NORI-LIKE PRODUCT* DARI *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., DAN GLISEROL MENGGUNAKAN METODE *MIXTURE DESIGN*

Sihono<sup>1\*</sup>, Ellya Sinurat<sup>1</sup>, Fateha<sup>2</sup>, Agus Supriyanto<sup>1</sup>, Theresia Dwi Suryaningrum<sup>1</sup>, Nurhayati<sup>1</sup>,  
Dina Fransiska<sup>1</sup>, Bagus Sediadi Bandol Utomo<sup>1</sup>, Subaryono<sup>1</sup>, Bakti Berlyanto Sedayu<sup>3</sup>, Waryanto<sup>4</sup>,  
Nurjanah<sup>5</sup>, Wahyu Ramadhan<sup>5</sup>, Hafidz Maulana Fadillah<sup>5</sup>, Alief Laily Muzayyanah<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Pusat Riset Bioindustri Laut dan Darat, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Malaka, Kec. Pemenang,  
Kabupaten Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat, Indonesia 83352

<sup>2</sup>Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jalan Raya Jakarta-Bogor No.32,  
Pakansari, Kec. Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16915

<sup>3</sup>Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jalan Jogja-Wonosari, km 31,  
5. Kec. Playen, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia 55861

<sup>4</sup>Pusat Riset Teknologi Tepat Guna, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jalan. Ks. Tubun No.5, Cigadung,  
Kecamatan Subang, Kabupaten Subang, Jawa Barat, Indonesia 41213

<sup>5</sup>Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB University  
Jalan Agatis, Lingkar Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia 16680

Diterima: 28 Juni 2023/Disetujui: 12 September 2023

\*Korespondensi: siho003@brin.go.id

**Cara sitasi (APA Style 7<sup>th</sup>):** Sihono, Sinurat, E., Fateha, Supriyanto, A., Suryaningrum, T. D., Nurhayati, Fransiska, D., Utomo, B. S. B., Subaryono, Sedayu, B. B., Waryanto, Nurjanah, Ramadhan, W., Fadillah, H. M., & Muzayyanah, A. L. (2023). Optimasi formula *nori-like product* dari *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., dan gliserol menggunakan metode *mixture design*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(3), 433-447. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v26i3.48337>

### Abstrak

Nori merupakan produk olahan rumput laut *Phorphyra* spp. yang berbentuk lembaran kering dan memiliki cita rasa khas. Nori kaya akan protein dan disukai konsumen. Tingkat konsumsi nori di Indonesia yang tinggi berdampak pada nilai impor nori yang meningkat tiap tahunnya. Rumput laut *Phorphyra* spp. sebagai bahan baku nori hanya tumbuh di perairan subtropis. Pengembangan nori dari rumput laut lokal Indonesia perlu dilakukan untuk mengurangi ketergantungan produk impor dan meningkatkan nilai tambah rumput laut lokal. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan formula terbaik *nori like product* dari *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., dan gliserol menggunakan metode *mixture design* berdasarkan mutu fisik dan sensori. Penelitian dilakukan dalam empat tahap, yaitu pembuatan rancangan formulasi nori dengan Design Expert 13<sup>®</sup> dan penentuan respons, pembuatan nori, analisis respons yang ditentukan, dan optimasi formula yang direkomendasikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada respons sifat fisik, komposisi *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., dan gliserol serta interaksi antar komponen tidak memengaruhi nilai ketebalan nori, namun secara signifikan memengaruhi nilai kuat tarik dan pemanjangan. Hasil respons terhadap nilai sensori, komposisi *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., dan gliserol serta interaksi antar komponen tidak memengaruhi nilai warna, ketampakan, dan aroma, namun secara signifikan memengaruhi nilai tekstur dan rasa. Komposisi *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., dan gliserol serta interaksi antar komponen tidak memengaruhi nilai warna kecerahan (L\*), namun secara signifikan memengaruhi nilai *redness* (a\*) dan *yellowness* (b\*). Formula *nori like product* terbaik adalah *Ulva* spp. 26,9%, *Gracilaria* sp. 4,9%, dan gliserol 2,2%.

Kata kunci: *mixture design*, *nori-like product*, sensori, sifat fisik

## Optimization of Nori-Like Product Formulation from *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., and Glycerol Using Mixture Design Method

### Abstract

Nori, a seaweed product derived from *Phorphyra* spp., is available in the form of dried sheets and possesses a unique flavor profile. Nori is rich in protein and favored by consumers. The growing demand for

nori in Indonesia has resulted in an annual increase in the importation of this product. The seaweed species *Phorphyra* spp., which are utilized as the primary ingredient in nori production, are limited to subtropical water sources. To decrease reliance on imported goods and enhance the value of domestic seaweed, it is imperative to promote nori cultivation from Indonesian marine resources. This study aimed to identify the optimal formula for a nori-like product derived from *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., and glycerol by employing a mixture design method that focuses on both physical and sensory qualities. The investigation was carried out in four distinct phases: the development of nori using Design Expert 13® software to determine suitable response criteria, the production of nori, the assessment of predetermined responses, and the enhancement of the optimal formula. The findings of this study suggest that the physical properties of *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., and glycerol, as well as the relationships between these elements, do not have a substantial influence on nori thickness. However, these properties have a considerable impact on tensile strength and elongation. In terms of sensory responses, the impact of the composition of *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., and glycerol, as well as the interactions between these components, on the attributes of color, appearance, and aroma, is negligible. However, these factors have a significant influence on texture and taste. The impact of the composition and interactions of *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., and glycerol on the lightness ( $L^*$ ) color value was not substantial, whereas their influence on the redness ( $a^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ) color values was substantial. The optimal formula for the nori-like product was *Ulva* spp. at 26.9%, *Gracilaria* sp. at 4.9%, and glycerol at 2.2%.

Keywords: mixture design, nori-like product, physical properties, sensory

## PENDAHULUAN

Nori adalah produk olahan rumput laut jenis *Phorphyra* yang berbentuk lembaran kering dengan atau tanpa penambahan bumbu. Nori memiliki cita rasa yang khas, disukai konsumen, dan kaya gizi (protein, lemak, mineral, serat pangan, dan vitamin). Kandungan asam amino di antaranya glutamat, glisina, dan alanina berperan dalam pembentukan cita rasa nori.

Nori sudah menjadi makanan yang populer di negara Jepang, Korea, dan Cina. Nori memiliki konsumen dan pangsa pasar yang besar di Indonesia. Data tahun 2020 menunjukkan nilai impor produk nori tercatat 321 ton dengan nilai \$4.648.000 yang berasal dari berbagai negara, di antaranya Korea Selatan, Cina, Thailand, Amerika Serikat, dan Jepang (Sinurat *et al.*, 2022). Nilai impor nori yang besar menjadi perhatian oleh pemerintah karena berkaitan dengan program pemerintah untuk mengurangi ketergantungan pada produk impor. Kendala yang dihadapi dalam pengembangan nori di Indonesia adalah rumput laut *Phorphyra* bahan baku nori tumbuh di perairan subtropis, sedangkan di Indonesia hanya tumbuh di perairan Ambon. Rumput laut *Phorphyra* dapat dipanen hanya pada musim tertentu, sehingga ketersediaan dan kontinuitas bahan baku nori sangat terbatas (Loupaty, 2014). Usaha untuk mengatasi keterbatasan bahan

baku nori dilakukan dengan formulasi nori menggunakan rumput laut lokal.

Nori dari bahan baku rumput laut lokal sudah dilakukan pada spesies *Porphyra marcosii* (Alzagladi, 2013), *Ulva lactuca* dan *Eucheuma cottonii* (Zakaria *et al.*, 2017), *Hypnea saidana* (Lalopua, 2018), *Gelidium* sp. dan *U. lactuca* (Erniati *et al.*, 2020), *Gracilaria* dan *U. lactuca* (Fransiska *et al.*, 2022; Sinurat *et al.*, 2022), *K. alvarezii* (Aulia *et al.*, 2021). Hasil penelitian nori dari bahan baku rumput laut lokal masih perlu dilakukan perbaikan mutu di antaranya kandungan protein masih rendah, tekstur lebih keras, ketebalan produk belum seragam dan konsisten, dan adanya *aftertaste* (rasa sepat) pada produk nori yang dihasilkan.

Sinurat *et al.* (2022) melaporkan bahwa formulasi nori dari bahan baku *Ulva* spp. dan *Gracilaria* sp. dengan komposisi 50:50 menghasilkan karakteristik mutu mendekati nori komersial yang dibuat dari *Phorphyra*. Formula yang dihasilkan masih terkendala pada parameter tekstur yang lebih keras dibandingkan dengan nori komersial. Perbaikan tekstur dapat dilakukan menggunakan bahan pemlastis (*plasticizer*). Beberapa pemlastis yang bisa ditambahkan adalah gliserol, sukrosa, dan sorbitol (Cerqueira *et al.*, 2011). Penggunaan gliserol sebagai pemlastis pada *edible film* lebih baik dibandingkan dengan sorbitol,

karena menghasilkan *edible film* yang tidak rapuh, fleksibel, dan ketampakan stabil selama penyimpanan (Osés et al., 2009) Keuntungan lain penggunaan gliserol sebagai pemlastis secara tunggal lebih efektif untuk memperbaiki karakteristik mutu fisik *edible film* (Vieira et al., 2011; Rusli et al., 2017). Penelitian penggunaan pemlastis gliserol pada pembuatan nori dari rumput laut lokal belum pernah dilaporkan. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan formula terbaik *nori-like product* dari *Ulva* spp, *Gracilaria* sp., dan gliserol menggunakan metode *mixture design* berdasarkan mutu fisik dan sensori.

## BAHAN DAN METODE

Optimasi formula *nori-like product* dilakukan dengan metode *mixture design* yang terdiri dari empat tahap meliputi pembuatan rancangan formulasi *nori-like product* dengan perangkat lunak *Design Expert* (DX) 13<sup>o</sup> *I-Optimal Design* dan penentuan respons, pembuatan *nori-like product*, analisis respons yang ditentukan, dan optimasi formula yang direkomendasikan. Verifikasi dilakukan dengan pembuatan dan pengujian *nori-like product* dari formula yang direkomendasikan sebagai pembuktian terhadap prediksi dari nilai respons formula optimum. Nori komersial berbahan baku *Porphyra* digunakan sebagai pembanding.

### Tahap Pembuatan Rancangan Formulasi dan Penentuan Variabel Respon

Penelitian ini menggunakan metode *mixture design* untuk menentukan formula *nori-like product* yang optimum. Metode *mixture design* digunakan untuk mencari formulasi optimum yang terdiri dari 2-24 komponen dengan kisaran yang berbeda-beda (Sabariman et al., 2021). Rancangan formulasi *nori-like product* dibuat menggunakan perangkat lunak DX 13<sup>o</sup> dengan tujuan untuk menentukan variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap meliputi ikan teri, minyak goreng, minyak wijen, saus tiram, garam, natrium metabisulfit (*food grade*), dan air. Variabel bebas meliputi *Ulva* spp., *Gracilaria* sp., dan gliserol (Merck). Penentuan batas

minimal dan maksimal variabel bebas dilakukan secara coba-coba (*trial and error*), kemudian dimasukkan pada program DX 13<sup>o</sup> *I-Optimal Design* untuk diacak, sehingga menghasilkan 19 kombinasi perlakuan (*Table 1*). Respons yang dioptimasi dan diukur adalah sifat fisik (ketebalan, kuat tarik, dan pemanjangan), sifat sensori, dan warna *lightness* (L\*), *redness* (a\*), dan *yellowness* (b\*).

### Tahap Pembuatan *Nori-like Product*

Tahap formulasi merupakan tahap pembuatan lembaran nori. Proses pembuatan nori dilakukan dengan proses sesuai pada *Figure 1*. Rumput laut yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ulva* spp. segar yang merupakan hasil budi daya dari Makassar dan *Gracilaria* sp. kering hasil budi daya dari Brebes. Rumput laut jenis *Ulva* spp. dicuci menggunakan air untuk membersihkan dari sisa pasir dan kotoran. *Gracilaria* sp. kering direndam dalam larutan cuka (*food grade acetic acid* merk DIXI) (0,5% v/v) selama 60 menit, kemudian dicuci menggunakan air untuk membersihkan rumput laut dari cuka dan garam yang berasal dari proses perendaman. *Ulva* spp. dan *Gracilaria* sp. yang sudah bersih kemudian direbus dalam panci masak selama 10 menit, kemudian ditiriskan menggunakan saringan. Rumput laut kemudian diblender bersama bahan lain yang sudah ditimbang sesuai formula (*Table 1*), yaitu ikan teri, minyak goreng, minyak wijen, garam, saus tiram, gliserol, natrium metabisulfit, dan air sehingga menjadi bubur. Hasil pencampuran kemudian dituang ke dalam cetakan yang terbuat dari bahan akrilik yang dilapisi lembaran teflon ukuran 24 cm x 22 cm, selanjutnya dikeringkan dengan alat *food dehydrator* (GETRA Food Dehydrator type FD-30, China) pada suhu 60°C selama 6 jam. Nori dikemas dalam plastik foil aluminium kedap udara.

### Tahap Analisis Respons Terhadap Variabel

Analisis ANOVA dilakukan terhadap variabel dan respons. Model yang dipilih adalah model yang menghasilkan nilai ANOVA yang signifikan dan memiliki

Table 1 Experiment design of *nori-like product* using Design Expert 13®  
 Tabel 1 Desain formula *nori-like produk* menggunakan Design Expert 13®

Formula	Composition of <i>Ulva</i> spp. (%)	Composition of <i>Gracilaria</i> sp. (%)	Composition of glycerol (%)
F1	30.0	0.0	4.0
F2	28.4	3.3	2.3
F3	28.4	3.3	4.0
F4	30.0	0.0	2.3
F5	30.0	1.8	3.1
F6	24.4	6.4	2.3
F7	30.0	3.5	0.5
F8	22.0	8.0	4.0
F9	26.0	4.0	4.0
F10	22.8	6.5	1.7
F11	23.8	8.0	2.3
F12	30.0	3.5	0.5
F13	27.8	5.8	0.5
F14	26.9	4.9	2.3
F15	26.0	4.0	4.0
F16	22.0	8.0	4.0
F17	26.9	4.9	2.3
F18	25.5	8.0	0.5
F19	26.9	4.9	2.3

tingkat tertinggi. Tiga model ANOVA yang digunakan, yaitu *linear*, *quadratic*, dan *cubic*. Respons dianalisis menggunakan model yang menghasilkan nilai signifikan pada ANOVA dan nilai *not significant* pada parameter *lack of fit*.

### Tahap Optimasi

Data variabel dan data respons diinput pada program DX 13® sehingga diperoleh keluaran berupa rekomendasi formula baru yang optimal dengan nilai *desirability* maksimum, yaitu mendekati nilai 1,0. Nilai ini menggambarkan produk akhir sesuai dengan kriteria yang diinginkan, yaitu kriteria fisik (kuat tarik, pemanjangan, ketebalan), kriteria sensori, dan kriteria warna ( $L^*$ ,  $a^*$  dan  $b^*$ ).

Tahapan selanjutnya adalah verifikasi terhadap formula rekomendasi. *Nori-like product* dibuat dari formula rekomendasi (2x ulangan), kemudian dilakukan analisis

parameter mutunya, yaitu kriteria fisik (kuat tarik, pemanjangan dan ketebalan), kriteria sensori, dan kriteria warna ( $L^*$ ,  $a^*$  dan  $b^*$ ). Hasil dibandingkan dan dilihat kesesuaiannya dengan nilai respon yang diprediksi sebelumnya oleh program DX 13®.

### Analisis Mutu Fisik

Pengukuran ketebalan *nori-like product* dilakukan menggunakan mikrometer digital (Mitutoyo digimatic, Jepang). Pengujian kuat tarik menggunakan *Universal Testing Machine* (*Texture Analyzer*, UTM Tensilon RTG 1250 5 KN, Jepang) mengacu pada metode ASTM (2018). *Nori* digunting menjadi potongan persegi dengan panjang 50 mm dan lebar 5 mm. Kuat tarik (MPa) dihitung berdasarkan gaya maksimum (Newton) yang merobek/memutus film dibagi dengan luas penampang film ( $m^2$ ). Pemanjangan dihitung dengan membagi pemanjangan lembaran film tepat

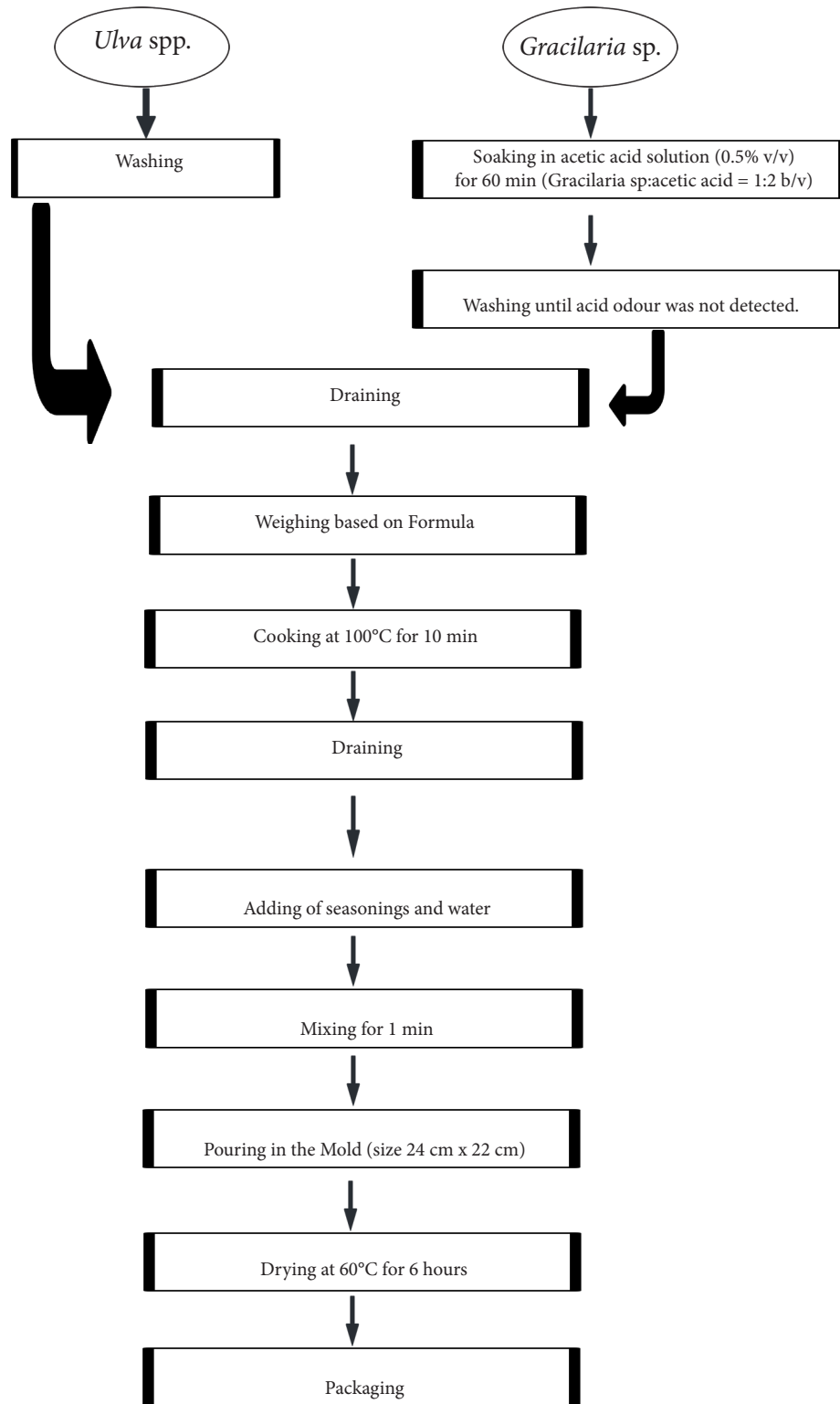


Figure 1 Flow chart of nori like product processing  
 Gambar 1 Diagram alir pengolahan produk nori-like

pada saat sobek atau putus dengan panjang awal film.

Pengukuran warna dilakukan dengan alat *chromameter* (Konica Minolta CR-410, Jepang). Sampel lembaran nori ukuran 10 cm x 10 cm didekatkan pada cahaya sinar dari *chromameter*, hasil pengukuran berupa nilai  $L^*$ ,  $a^*$  dan  $b^*$ .  $L^*$  menunjukkan tingkat kecerahan sampel, semakin tinggi nilai  $L^*$ , semakin tinggi kecerahan sampel. Nilai  $a^*$  menunjukkan campuran warna merah-hijau, sedangkan nilai  $b^*$  merupakan campuran warna biru-kuning.

### Analisis Sensori

Pengujian hedonik *nori-like product* dilakukan mengacu pada SNI 01-2346-2006 tentang petunjuk pengujian organoleptik atau sensori dengan skala 1-9. Hasil organoleptik dengan nilai 5 ke bawah ditolak dan nilai 7 ke atas diterima. Pengujian organoleptik dilakukan oleh 15 orang panelis terlatih.

### Analisis Data

Data uji fisik (kuat tarik, pemanjangan, dan ketebalan), mutu organoleptik, dan warna dari *nori-like product* dengan variasi komposisi *Ulva* spp, *Gracilaria* sp., dan penambahan gliserol dianalisis menggunakan perangkat lunak DX 13<sup>®</sup>. Rancangan penelitian mengacu kepada percobaan Jatav & Bhatt (2020) sehingga batas atas dan batas bawah dari masing-masing bahan yang digunakan adalah *Ulva* spp 22-30%, *Gracilaria* sp. 0-8%, dan gliserol 0,5-4,0%. Rancangan penelitian ini menggunakan *I-Optimal mixture design*

dengan 3 *center point*, 3 variabel bebas, yaitu *Ulva* spp, *Gracilaria* sp., dan gliserol, serta dilakukan 5 kali ulangan sehingga diperoleh 19 formula *nori-like product*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisik Nori

Sifat fisik sangat penting dalam menentukan kualitas nori. Sari *et al.* (2019) menyatakan bahwa ketebalan merupakan sifat fisik yang sangat kritis untuk menentukan kualitas produk pangan atau kemasan pangan dalam bentuk lembaran. Kuat tarik (*Tensile strength*) menunjukkan kekuatan nori yang dipengaruhi oleh ikatan hidrogen gugus  $CH_2OH$  pada agar dengan gugus O-H molekul air (Lalopua, 2018). Elongasi atau pemanjangan menunjukkan tingkat kelenturan atau elastisitas nori yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai pemanjangan, semakin elastis nori yang dihasilkan. Hasil analisis ANOVA untuk respons sifat fisik *nori-like product* dapat dilihat pada *Table 2*.

### Ketebalan

Analisis ragam ANOVA model linear dengan metode *mixture design* (*Table 2*) menunjukkan bahwa model terpilih untuk respons ketebalan dari *nori-like product* adalah *linear mixture* dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,1273. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa masing-masing komponen, yaitu *Ulva* spp, *Gracilaria* sp., gliserol, dan interaksi antar komponen tidak berpengaruh nyata terhadap ketebalan *nori-like product* yang dihasilkan. Nilai *lack of fit* sebesar 0,7498 lebih tinggi dari

Table 2 Analysis model of nori-like product physical properties response

Tabel 2 Model analisis produk *nori-like* berdasarkan respons fisik

Response	Model	Significance*	Lack of fit**	R <sup>2</sup>
Thickness	Linear mixture	Not significant (0.3365)	Not significant (0.7498)	0.1273
Tensile strength	Linear mixture	Significant (0.0009)	Not significant (0.4664)	0.8827
Elongation	Linear mixture	Significant (0.0095)	Not significant (0.5291)	0.0839

\*Not significant (The interaction between components did not significantly affect the response)

Significant (The interaction between components significantly affected the response)

\*\*Not significant (The response was compatible with the analysis model)

Significant (The response was not compatible with the analysis model)

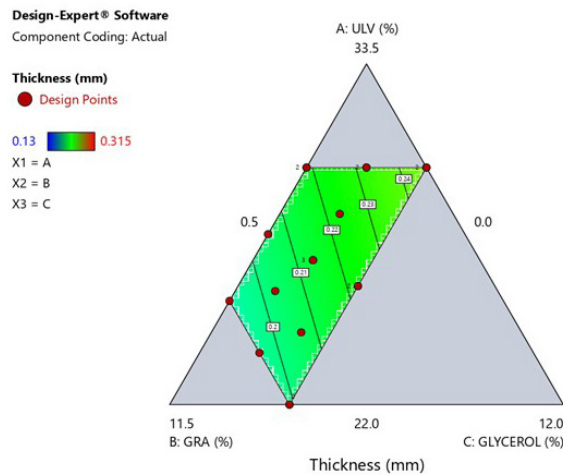


Figure 2 Contour plot of nori-like product thickness response  
 Gambar 2 *Contour plot* produk *nori-like* berdasarkan respons ketebalan

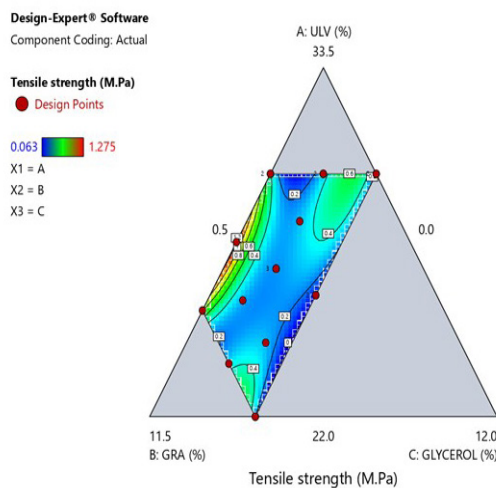


Figure 3 Contour plot of nori-like product tensile strength response  
 Gambar 3 *Contour plot* produk *nori-like* berdasarkan respons kuat tarik

0,05 menunjukkan kesesuaian data respons ketebalan *nori-like product* dengan pemodelan yang dibuat. Keshani *et al.* (2010) menyatakan bahwa nilai *lack of fit* yang lebih besar dari 0,05 merupakan syarat untuk sebuah pemodelan.

Komponen bahan *Ulva spp*, *Gracilaria sp.*, gliserol, dan interaksinya yang tidak berpengaruh signifikan terhadap respons ketebalan *nori-like product* diperkuat dengan grafik *contour plot* (Figure 2). Grafik tersebut menunjukkan kombinasi antar komponen

tidak saling memengaruhi nilai respons ketebalan yang ditandai dengan warna *contour* yang relatif sama dan gradasi warna, yaitu hijau dengan nilai respons ketebalan terendah 0,13 dan tertinggi 0,315.

**Kuat Tarik**

Analisis ragam ANOVA model linear dengan metode *mixture design* (Table 2) menunjukkan bahwa model terpilih untuk respons kuat tarik dari *nori-like product*

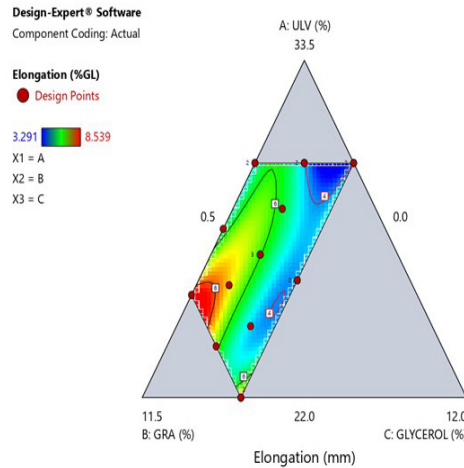


Figure 4 Contour plot of *nori-like product* elongation response  
 Gambar 4 *Contour plot* produk *nori-like* berdasarkan respons pemanjangan

adalah *linear mixture* dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,8827. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa masing-masing komponen, yaitu *Ulva* spp, *Gracilaria* sp., gliserol, dan interaksi antar komponen berpengaruh nyata terhadap kuat tarik *nori-like product* yang dihasilkan. Nilai kuat tarik *nori-like product* dipengaruhi oleh penggunaan *Gracilaria* sp. dan gliserol. Semakin tinggi konsentrasi gliserol maka semakin nilai kuat tarik, namun penggunaan gliserol yang sedikit akan mengakibatkan lembaran kurang elastis dan mudah sobek (Sinaga *et al.*, 2014). Konsentrasi gliserol menurunkan interaksi intermolekuler dengan menyisip di antara molekul polisakarida sehingga ikatan hidrogen antar polisakarida menjadi berkurang (Bourtoom, 2008). Kandungan agar dalam *Gracilaria* sp.

membentuk interaksi ikatan hidrogen antara gugus  $CH_2OH$  pada agar dengan gugus OH pada molekul air sehingga meningkatkan nilai kuat tarik (Lalopua, 2018). Grafik *contour plot* pada Figure 3 menunjukkan bagaimana kombinasi antar komponen saling memengaruhi nilai respons kuat tarik dengan respons terendah adalah 0,06 dan tertinggi adalah 1,27.

### Pemanjangan

Analisis ragam ANOVA model linear dengan metode *mixture design* (Table 2) menunjukkan bahwa model terpilih untuk respons pemanjangan dari *nori-like product* adalah *linear mixture* dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,0839. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa masing-masing komponen, yaitu *Ulva* spp,

Table 3 Analysis model of *nori-like product* sensory response  
 Tabel 3 Analisis model produk *nori-like* berdasarkan respons sensori

Response	Model	Significance*	Lack of fit**	$R^2$
Color	Linear mixture	Not significant (0.0712)	Not significant (0.3251)	0.2813
Texture	Linear mixture	Significant (0.0056)	Not significant (0.3510)	0.4774
Appearance	Cubic	Not significant (0.0564)	Not significant (0.7893)	0.7526
Aroma	Cubic	Not significant (0.0757)	Significant (0.0048)	0.7316
Taste	Linear mixture	Significant (0.0068)	Not significant (0.2179)	0.4643

\*Not significant (The interaction between components did not significantly affect the response)

Significant (The interaction between components significantly affected the response)

\*\*Not significant (The response was compatible with the analysis model)

Significant (The response was not compatible with the analysis model)



*Gracilaria* sp., gliserol dan interaksi antar komponen berpengaruh nyata terhadap pemanjangan *nori-like product* yang dihasilkan. Faktor yang berpengaruh terhadap nilai pemanjangan adalah penggunaan gliserol. Sinaga *et al.* (2014) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi gliserol yang digunakan, nilai pemanjangan dan elastisitas meningkat. Kondisi ini terjadi karena penambahan gliserol akan terjadi peningkatan mobilitas molekul rantai polimer. Purnavita *et al.* (2020) juga menyatakan bahwa penambahan gliserol akan meningkatkan nilai pemanjangan pada *edible film* karena adanya ikatan percabangan antara molekul gliserol dengan molekul polisakarida. Bahan baku *Gracilaria* sp. pada formula berpengaruh pada pemanjangan nori yang dihasilkan. Penambahan agar dalam *edible film* akan meningkatkan nilai pemanjangan (Mostafavi & Zaeim, 2020). Grafik *contour plot* pada *Figure 4* menunjukkan kombinasi antar komponen saling memengaruhi nilai respons pemanjangan dengan respon terendah adalah 3,29 dan tertinggi adalah 8,53.

**Sifat Sensori Nori**

Pelaksanaan pengujian sifat sensori nori mengacu pada SNI 01-2346-2006 tentang petunjuk pengujian organoleptik atau sensori dengan skala 1-9. Penilaian nilai 5 ke bawah ditolak dan 7 ke atas diterima. Hasil analisis ANOVA untuk respons sifat sensori *nori-like product* dapat dilihat pada *Table 3*.

Analisis ragam ANOVA model linear dengan metode *mixture design* (*Table 3*) menunjukkan bahwa model terpilih untuk

respons warna dari *nori-like product* adalah *linear mixture* dengan nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,2813, respons ketampakan dengan model *kubic* nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,7526 dan respons aroma dengan model *Kubic* nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,7316. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa masing-masing komponen, yaitu *Ulva* spp, *Gracilaria* sp., gliserol dan interaksi antar komponen tidak berpengaruh nyata terhadap warna, ketampakan dan aroma dari *nori-like product* yang dihasilkan. Warna hijau tua *nori-like product* dipengaruhi oleh *Ulva* spp yang mempunyai komposisi paling tinggi dibandingkan dengan komponen lain. *Ulva* spp mengandung pigmen klorofil, xantofil, karoten, dan feofitin (Erniati *et al.*, 2018). Ketampakan *nori-like product* berupa lembaran tipis, rata, dan mengkilap dipengaruhi oleh pencetakan dan penggunaan *Gracilaria* sp. pada formula. *Gracilaria* sp. mengandung agar yang akan membentuk gel yang kaku dan keras ketika berikatan dengan air (Valentine *et al.*, 2020). Aroma *nori-like product* dipengaruhi oleh aroma *Ulva* spp dan bumbu-bumbu yang ditambahkan, yaitu minyak wijen dan saus tiram. *Ulva* spp diketahui mengandung senyawa volatil di antaranya hidrokarbon, aldehyd, terpen, dan alkohol yang berperan dalam pembentukan aroma (Sugisawa *et al.*, 1990).

Analisis ragam ANOVA menunjukkan bahwa interaksi antar komponen berpengaruh nyata terhadap respons tekstur dan rasa dengan model terpilih berturut-turut *linear mixture* dengan R<sup>2</sup> sebesar 0,4774 dan *linear mixture* dengan R<sup>2</sup> sebesar 0,4643. Komponen utama pembentukan tekstur *nori-like product* adalah

Table 4 Analysis model of *nori-like product* colour (L\*, a\*, and b\*) response  
 Tabel 4 Analisis model produk *nori-like* berdasarkan respons warna (L\*, a\*, dan b\*)

Response	Model	Significance*	Lack of fit**	R <sup>2</sup>
L*	Quadratic	Not significant (0.4425)	Not significant (0.2950)	0.4648
a*	Linear mixture	Significant (0.0031)	Not significant (0.9520)	0.5134
b*	Quadratic	Significant (0.0340)	Not significant (0.8769)	0.7366

\*Not significant (The interaction between components did not significantly affect the response)  
 Significant (The interaction between components significantly affected the response)

\*\*Not significant (The response was compatible with the analysis model)  
 Significant (The response was not compatible with the analysis model)

*Gracilaria* sp. dan gliserol. Agar dari *Gracilaria* sp. berperan dalam pembentukan struktur lembaran, sedangkan gliserol berperan dalam elastistas dan kerapuhan lembaran *nori-like product* (Rifaldi *et al.*, 2017). Penggunaan formulasi *Gracilaria* sp. dan gliserol yang berbeda menghasilkan tekstur yang berbeda. Hasil perbedaan respons rasa antar formula dipengaruhi oleh komposisi *Ulva* spp. *Ulva* spp mempunyai kandungan asam amino glutamat, *chondrine*, prolina dan asam amino sisteinolik (Lalopua, 2018).

*Contour plot* pada *Figure 5* menunjukkan kombinasi antar komponen saling memengaruhi respons nilai sensori, yaitu warna, tekstur, ketampakan, aroma dan rasa. Respons parameter warna terendah adalah 7 sedangkan tertinggi adalah 9, parameter tekstur terendah 5,5 dan tertinggi 9, parameter ketampakan terendah 5 dan tertinggi 8,5, parameter aroma tertinggi 7 dan terendah 8,3 serta parameter rasa nilai respons terendah adalah 6,5 dan tertinggi 8,3.

### Mutu Warna L\*, a\*, b\*

Warna nori ditentukan oleh komposisi rumput laut yang digunakan dan bahan lain yang ditambahkan. Komponen utama pada formulasi nori adalah *Ulva* spp, sehingga warna hijau mendominasi warna nori yang dihasilkan. Penambahan bahan lain dalam formula memengaruhi intensitas (gelap atau terang) warna hijau nori. Hasil analisis ANOVA untuk respons sifat warna dari *nori-like product* dapat dilihat pada *Table 4*.

Analisis ragam ANOVA model linear pada *Table 4* menunjukkan bahwa masing-masing komponen, yaitu *Ulva* spp, *Gracilaria* sp., gliserol dan interaksi antar komponen tersebut tidak berpengaruh nyata (tidak signifikan) terhadap nilai L\* *nori-like product* yang dihasilkan. Model terpilih untuk respons kecerahan (L\*) dari *nori-like product* adalah *quadratic* dengan nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,4648. Grafik *contour plot* pada *Figure 6*. menunjukkan nilai respons terhadap L\* terendah adalah 26,3 dan tertinggi adalah 28,3. Nilai L\* yang rendah (<50) menunjukkan *nori-like product* dikategorikan warna gelap. Hasil ini dipengaruhi oleh kandungan klorofil *Ulva*

spp sebesar 9,216±0,103 mg/g (Chen & Roca, 2018). Penggunaan bumbu berupa minyak wijen dan saus tiram juga meningkatkan warna gelap pada *nori-like product*.

Analisis ragam ANOVA terhadap nilai respons *redness* (a\*) dan *yellowness* (b\*) menunjukkan bahwa masing-masing komponen, yaitu *Ulva* spp, *Gracilaria* sp., gliserol dan interaksi antar komponen tersebut berpengaruh nyata (signifikan) dengan masing-masing model *linear mixture* untuk a\* dengan nilai R<sup>2</sup> 0,5134 dan model *quadratic* untuk b\* dengan nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,7366. Grafik *contour plot* pada *Figure 6* menunjukkan nilai respons terhadap parameter a terendah adalah -0,91, tertinggi adalah 0,32, sedangkan nilai respons untuk b, terendah adalah 0,75 dan tertinggi adalah 3,32. Nilai a\* negatif menunjukkan *nori-like product* berwarna kehijauan, sedangkan nilai a\* positif menunjukkan nilai kemerahan. Kontribusi warna kemerahan pada nori dipengaruhi oleh komposisi *Gracilaria* sp. yang mengandung pigmen fikokritrin (Pereira *et al.*, 2020). Hasil pengukuran warna nori komersial yang dibuat dari *Phorphyra*, menunjukkan nilai a\* yang positif (Sinurat *et al.*, 2022). Warna hijau dipengaruhi oleh klorofil pada *Ulva* spp sedangkan warna kemerahan dipengaruhi oleh kandungan fikokritrin pada *Gracilaria* sp. (Sudhakar, 2014). Kandungan klorofil pada *Ulva lactuca* yang tinggi menghasilkan nori dengan warna hijau gelap (Zakaria *et al.*, 2017).

Nilai b\* pada *nori-like product* positif, hal ini menunjukkan sampel berwarna kuning. Menurut Fransiska *et al.* (2022) penggunaan *Gracilaria* yang lebih banyak pada nori akan meningkatkan intensitas warna kuning. Hal ini disebabkan oleh kandungan karoten pada *Gracilaria* (0,528±0,009 µmol/g) lebih tinggi dibandingkan dengan *Ulva* (0,442±0,046 µmol/g) (Hidayati *et al.*, 2020). Hasil pengukuran warna nori komersial yang dibuat dari *Phorphyra* menunjukkan nilai b\* yang positif (Sinurat *et al.*, 2022).

Data respons sifat fisik dan sensori dari 19 formulasi sebelumnya berdasarkan DX 13<sup>®</sup> memberikan rekomendasi formulasi terhadap ketiga variabel, yaitu komposisi

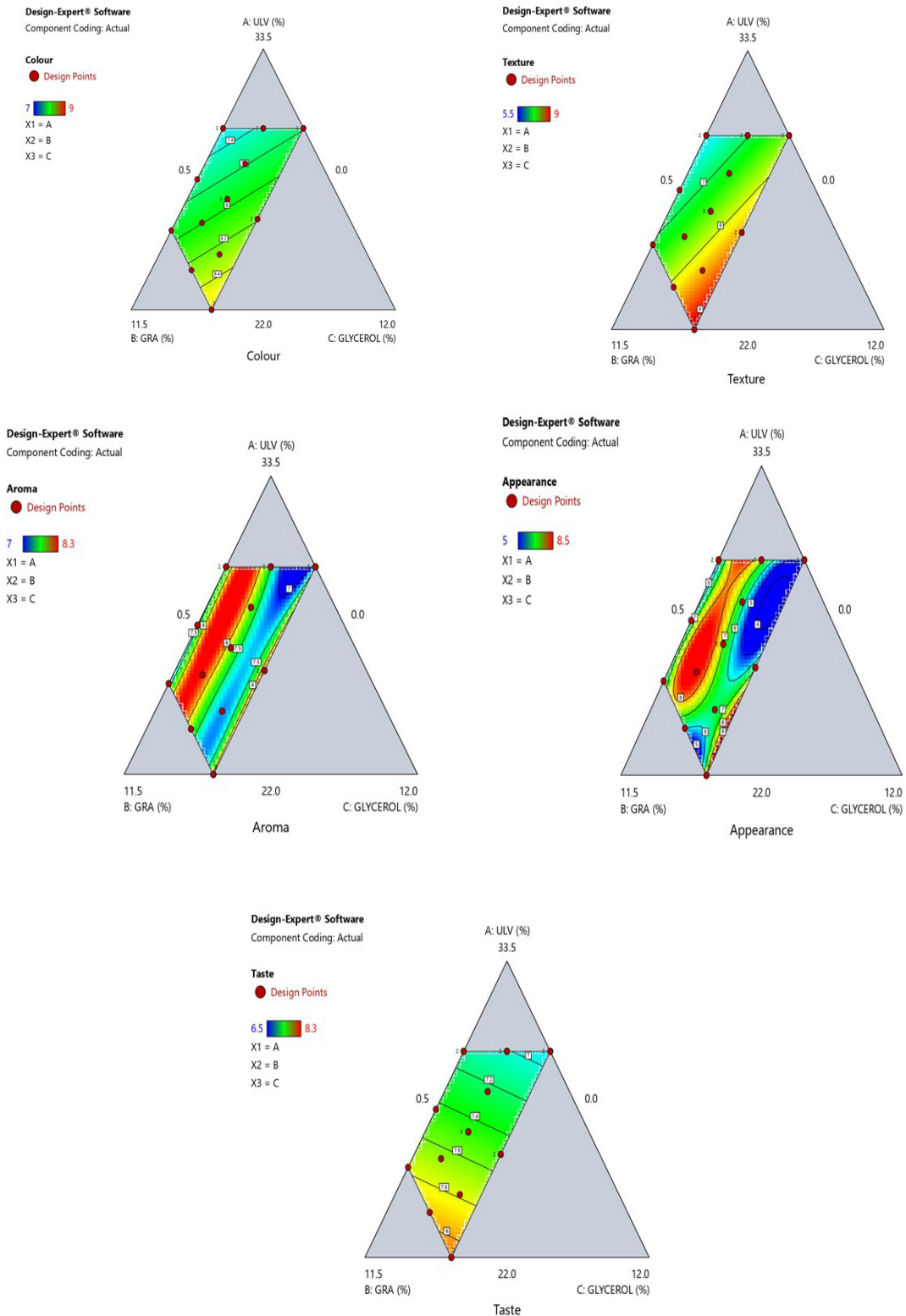


Figure 5 Contour plot of *nori-like product* sensory response  
 Gambar 5 *Contour plot* produk *nori-like* berdasarkan respons sensori

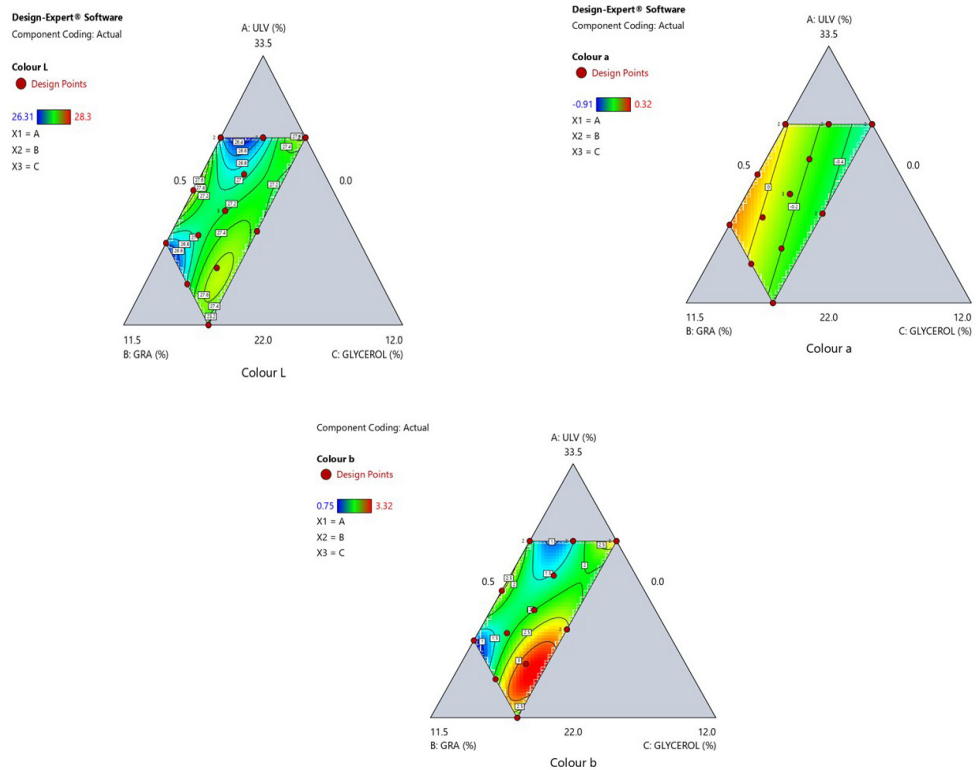


Figure 6 Contour plot of *nori-like product* colour response  
 Gambar 6 *Contour plot* produk *nori-like* berdasarkan respons warna

*Ulva* spp, *Gracilaria* sp., dan gliserol untuk mendapatkan sifat fisik dan sensori *nori-like product* yang optimum seperti pada Table 5.

Table 5 Recommended optimum formula of DX 13° sensory response  
 Tabel 5 Rekomendasi formula optimum berdasarkan DX 13°

Variable	Composition (%)	Desirability
<i>Ulva</i> spp.	26.9	0.703
<i>Gracilaria</i> sp.	4.9	
Glycerol	2.2	

**Karakteristik Fisik dan Sensori *Nori-like Product* dari Formula Rekomendasi**

Formula rekomendasi dari DX 13° diuji sifat fisik dan sensori untuk melihat hasil aktual pengujian dengan nilai prediksi dari DX 13°. *Nori* komersial digunakan sebagai pembanding. Hasil analisis *nori-like product*

terhadap mutu fisik, sensori dan warna yang direkomendasikan oleh DX13° dapat dilihat pada Table 6.

Hasil uji mutu *nori* aktual dengan *nori* prediksi yang menggunakan perangkat lunak DX13° secara keseluruhan hampir sama dengan interval kepercayaan 95% PI berada pada capaian yang tinggi. Hal ini juga menunjukkan konsistensi pengukuran dan akurasi perangkat lunak DX13° yang tinggi. Berdasarkan SNI, nilai sensori *nori-like product* secara keseluruhan diatas 7 menunjukkan bahwa *nori* tersebut diterima dan disukai oleh panelis. Hasil penelitian menunjukkan *nori* komersial masih lebih disukai oleh panelis jika dibandingkan dengan *nori-like product* karena nilai sensori *nori* komersial lebih tinggi terutama untuk parameter tekstur, ketampakan, aroma dan rasa. Berdasarkan mutu fisik, nilai pemanjangan *nori-like product* lebih tinggi dibandingkan *nori* komersial sedangkan nilai ketebalan dan kuat tarik lebih rendah dari *nori* komersial.

Table 6 Predictive values and actual responses of the recommended formula

Tabel 6 Nilai prediksi dan aktual formula yang direkomendasikan

Response	Actual	Prediction	Commercial nori	95% PI	
				Low	High
Physical properties					
Thickness	0.330±0.03	0.214	0.077±0.00	0.118	0.309
Tensile strength	0.233±0.06	0.245	0.291±0.29	-0.081	0.571
Elongation	8.054±1.16	6.060	5.694±1.42	3.582	8.538
Sensory analysis					
Colour	8.50	7.94	8.00	6.74	9.15
Texture	8.71	7.54	9.00	5.49	9.60
Appearance	8.50	7.06	8.75	5.23	8.90
Aroma	8.00	7.82	8.25	7.03	8.61
Taste	7.75	7.47	8.00	6.54	8.41
Colour analysis					
L*	27.10	27.18	35.17	25.91	28.45
a*	-0.19	-0.14	3.38	-0.58	0.29
b*	2.08	2.00	4.08	0.85	3.15

## KESIMPULAN

Optimasi formulasi *nori-like product* dari *Ulva* spp., *Gracilaria* sp. dengan penambahan gliserol menggunakan *mixture design* berdasarkan hasil mutu fisik (ketebalan, kuat tarik, dan pemanjangan), sifat sensori dan warna (L\*, a\* dan b\*) diperoleh formula terbaik, yaitu *Ulva* spp 26,9%, *Gracilaria* sp 4,9% dan gliserol 2,2%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju (RIIM).

## DAFTAR PUSTAKA

American Society for Testing and Materials (ASTM). (2018). Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. D882.

Aulia, A., Munandar, A., & Surilayani, D. (2021). Optimalisasi formulasi nori rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan daun singkong (*Manihot utilisima*). *Media Teknologi Hasil*

*Perikanan*, 9(2), 51–58. <https://doi.org/10.35800/mthp.9.2.2021.33882>

Alzaglady, F. (2013). Analisa kandungan gizi nori dari rumput laut *Porphyra marcosii* dan *Gracilaria* sp. [Skripsi]. Universitas Pattimura.

Bourtoom, T. (2008). Edible film and coatings; characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 15(3), 1-12.

Cerqueira, M. A., Bourbon, A. I., Pinheiro, A. C., Martins, J. T., Souza, B. W. S., Teixeira, J. A., & Vicente, A. A. (2011). Galactomannans use in the development of edible films/coatings for food applications. *Trends Food Science Technology*, 22(12), 662–671. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.07.002>

Chen, K., & Roca, M. (2018). Cooking effects on chlorophyll profile of the main edible seaweeds. *Food Chemistry*, 266, 368–374. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.040>

Erniati, Rungkat, F. Z., Prangdimurti, E., Adawiyah, D. R., Priosoeryanto, B. P., & Huda, N. (2020). Stimulating activity on human lymphocytes in vitro of nori-

- like product (Geluring) made from *Gelidium* sp. and *Ulva lactuca* seaweeds. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 10(3), 1311–1316. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.3.08>
- Fransiska, D., Sinurat, E., Utomo, B. S. B., & Kusumawati, R. (2022). Karakteristik nori campuran rumput Laut *Ulva* sp. dan *Gracilaria* sp yang diproses dengan metode *casting*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 17(2), 99–110.
- Hidayati, J. R., Yudiati, E., Pringgenies, D., Oktaviyanti, D. T., & Kusuma, A.P. (2020). Comparative study on antioxidant activities, total phenolic compound and pigment contents of tropical *Spirulina platensis*, *Gracilaria arcuata* and *Ulva lactuca* extracted in different solvents polarity. [Conference session]. [E3S Web of Conferences], 3<sup>rd</sup> ISMFR, 147. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014703012>
- Jatav, A. K., & Bhatt, D. K. (2020). Development and evaluation of protein rich extruded puffed product using corn, rice, and soy protein isolate flour. *Plant Archives Food Technology*, 20(2), 1718-1721.
- Keshani, S., Luqman, C. A., Nourouzi, M. M., Russly, A. R., & Jamilah, B. (2010). Optimization of concentration Process on pomelo fruit juice using response surface methodology (RSM). *International Food Research Journal*, 17(3), 733–742.
- Lalopua, V. M. N. (2018). Karakteristik fisik kimia nori rumput laut merah *Hypnea saidana* menggunakan metode pembuatan berbeda dengan penjemuran matahari. *Majalah Biam*, 14(01), 28-36. <http://dx.doi.org/10.29360/mb.v14i1.3890>
- Loupatty, V. D. (2014). Nori nutrient analysis from seaweed of *Porphyra marcosii* in Maluku Ocean. *Jurnal Eksakta*, 14(2), 34–48. <http://dx.doi.org/10.20885/eksakta.vol14.iss2.art4>
- Mostafavi, F. S., & Zaeim, D. (2020). Agar-based edible films for food packaging applications - a review. *International Journal Biological Macromolecules*, 159, 1165–76. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.05.123>
- Osés, J., Fernández-Pan, I., Mendoza, M., & Maté, J. I. (2009). Stability of the mechanical properties of edible films based on whey protein isolate during storage at different relative humidity. *Food Hydrocolloid*, 23(1), 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.12.003>
- Pereira, T., Barroso, S., Mendes, S., Amaral, R. A., Dias, J. R., Baptista, T., Saraiva, J. A., Alves, N. M., & Gil, M. M. (2020). Optimization of phycobiliprotein pigments extraction from red algae *Gracilaria gracilis* for substitution of synthetic food colorants. *Food Chemistry*, 321, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126688>
- Purnavita, S., Subandriyo, D. Y., & Anggraeni, A. (2020). Penambahan gliserol terhadap karakteristik bioplastik dari komposit pati aren dan glukomanan. *Metana*, 16(1), 19-25. <https://doi.org/10.14710/metana.v16i1.29977>
- Rifaldi, A., Irdoni, H. S., & Bahrudin. (2017). Sifat dan morfologi bioplastik berbasis pati sagu dengan penambahan *filler clay* dan *plasticizer* gliserol. *Jom FTEKNIK*, 4(1), 1-7
- Rusli, A., Metusalach, S., & Tahir, M. M. (2017). Characteristic of carrageenan edible film with gliserol addition. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 219–229. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.17499>
- Sabariman, M., Sandrasari, D. A., Azni, I. N., & Permata, T. D. (2021). Aplikasi metode *mixture design* pada formulasi minuman fungsional. *Jurnal Teknologi Pangan Kesehatan*, 3(1), 41–48. <http://dx.doi.org/10.36441/jtepakes.v3i1.533>
- Sari, D. K., Rahardjanto, A., Husamah., Purwanti, E., Permana, T. I., & Fauzi, A. (2019, 4 September). The formulation of artificial nori with the base mixture ingredients of *Gracilaria* sp. and *Arenga pinnata* (Wurmb) Merr. using the natural colorant from *Pleomele angustifolia* (Medik) [Conference session]. International Conference on Life Sciences and Technology 4

- September 2018, Malang, Indonesia. IOP Conference Series Earth Environment Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/276/1/012013>.
- Sinaga, R. F., Ginting, G. M., Ginting, M.H.S., & Hasibuan, R. (2014). Pengaruh penambahan gliserol terhadap sifat kekuatan tarik dan pemanjangan saat putus bioplastik dari pati umbi talas. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(2),19–24.
- Sinurat, E., Fransiska, D., Utomo, B. S. B., Subaryono., Nurhayati., & Sihono. (2022). Characteristics of nori-like product prepared from seaweeds growing in Indonesia. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 00(00),1–11.
- Sudhakar, M. P. (2014). Extraction, purification and application study of *R-phycoerythrin* from. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 5(4), 371–374.
- Sugisawa, H., Nakamura, K., & Tamura, H. (1990). The aroma profile of the volatiles in marine green algae (*Ulva pertusa*). *Food Reviews International*, 6(4), 573-589. <https://doi.org/10.1080/87559129009540893>.
- Trade Map. (2021). HS Code 121220 Seaweeds and other algae. [https://www.trademap.org/ProductRev\\_SelProductCountry.aspx?nvpm=](https://www.trademap.org/ProductRev_SelProductCountry.aspx?nvpm=).
- Valentine, G., Sumardianto, & Wijayanti, I. (2020). Karakteristik nori dari campuran rumput laut *Ulva lactuca* dan *Gelidium* sp. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(2), 295-30. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i2.32340>
- Vieira, M. G. A., Da Silva, M. A., Dos Santos, L. O., & Beppu, M. M. (2011). Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. *European Polymer Journal*, 47(2011), 254–263. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2010.12.011>
- Zakaria, F. R., Priosoeryanto, B. P., Erniati, E., & Sajida, S. (2017). Karakteristik nori dari campuran rumput laut *Ulva lactuca* dan *Euclima cottonii*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 12(1), 23. <http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v12i1.336>