

## OPTIMASI PENYIMPANAN SASHIMI IKAN MAKAREL MENGUNAKAN RESPONSE SURFACE METHODOLOGY UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS DAN MASA SIMPAN

Mukhammad Mufid<sup>1</sup>, Hasan Bashori<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan

Email korespondensi: hasan.bashori@yudharta.ac.id

### Abstrak

Industri pengolahan ikan di Indonesia menghadapi tantangan dalam mempertahankan kualitas produk, khususnya pada produk sashimi dari ikan makarel yang bernilai ekonomi tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kombinasi suhu penyimpanan, konsentrasi garam, dan waktu perendaman dalam produksi sashimi menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM), guna meningkatkan kualitas dan masa simpan produk. Penelitian dilakukan di PT. Marine Cipta Agung, dengan menggunakan *Central Composite Design* (CCD) untuk mengatur 18 kombinasi perlakuan. Parameter kualitas yang dianalisis meliputi tekstur, warna, aroma, dan jumlah mikroorganisme (TPC). Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa suhu penyimpanan dan konsentrasi garam berpengaruh signifikan terhadap kualitas sashimi ( $p < 0,05$ ), serta terdapat interaksi signifikan antara beberapa faktor. Optimasi menggunakan fungsi desirability menghasilkan kombinasi optimal suhu penyimpanan 3°C, konsentrasi garam 2,5%, dan waktu perendaman 25 menit. Model yang dihasilkan memiliki akurasi tinggi dengan nilai RMSE sebesar 0,120. Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan RSM dapat menjadi pendekatan efektif dalam meningkatkan efisiensi produksi dan mutu sashimi, serta berkontribusi pada peningkatan daya saing industri perikanan nasional.

**Kata kunci:** Sashimi, Ikan Makarel, Response Surface Methodology, Kualitas

### Abstract

*The fish processing industry in Indonesia faces challenges in maintaining product quality, especially in sashimi products from mackerel which have high economic value. This study aims to optimize the combination of storage temperature, salt concentration, and soaking time in sashimi production using the Response Surface Methodology (RSM) method, in order to improve product quality and shelf life. The study was conducted at PT. Marine Cipta Agung, using Central Composite Design (CCD) to arrange 18 treatment combinations. The quality parameters analyzed included texture, color, aroma, and number of microorganisms (TPC). The results of the ANOVA analysis showed that storage temperature and salt concentration had a significant effect on sashimi quality ( $p < 0.05$ ), and there was a significant interaction between several factors. Optimization using the desirability function produced an optimal combination of storage temperature of 3°C, salt concentration of 2.5%, and soaking time of 25 minutes. The resulting model has high accuracy with an RMSE value of 0.120. This study proves that the application of RSM can be an effective approach in improving the efficiency of sashimi production and quality, and contributing to increasing the competitiveness of the national fisheries industry.*

**Keywords:** Sashimi, Mackerel, Response Surface Methodology, Quality

## PENDAHULUAN

Industri perikanan di Indonesia memegang peranan krusial dalam perekonomian, khususnya melalui pengolahan produk perikanan bernilai tambah. Salah satu produk olahan yang populer dengan pangsa pasar yang menjanjikan adalah *sashimi* (Luthfiyana et al., 2024), yang umumnya dibuat dari ikan segar berkualitas tinggi, termasuk ikan makarel (*Scombridae*). Ikan makarel, sumber daya perikanan yang melimpah di perairan Indonesia, kaya akan nutrisi penting seperti asam lemak omega-3, menjadikannya bahan baku yang potensial (Areta et al., 2022). Meski demikian, pengolahan ikan makarel menjadi *sashimi* menghadapi tantangan dalam optimasi proses produksi dan pemanfaatan sumber daya secara efisien, yang menjadi urgensi untuk meningkatkan kualitas produk, memperpanjang umur simpan, dan meningkatkan daya saing di pasar global (Aspevik et al., 2021; Negara et al., 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir, optimasi proses produksi makanan telah menjadi fokus penelitian yang intensif. Salah satu metode yang sering digunakan adalah *Response Surface Methodology* (RSM), teknik statistik yang memungkinkan perancangan eksperimen, pembangunan model matematis, dan optimasi proses di berbagai industri (Lamidi et al., 2022). RSM efektif dalam mengidentifikasi hubungan antara variabel proses dan respons yang diinginkan, menjadikannya alat yang ideal untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produk (Chelladurai et al., 2021).

Berbagai penelitian telah berhasil menerapkan RSM dalam optimasi pengolahan produk perikanan. Hariyanto et al. (2022) menggunakan RSM untuk mengoptimalkan suhu dan waktu pengeringan kaldu bubuk kepala ikan nila (Hariyanto et al., 2022). Selain itu, Septiani et al. (2023) juga berhasil mengoptimalkan formula minuman instan anti-obesitas berbahan dasar rosella menggunakan metode RSM yang terbukti valid dan dapat diterapkan dalam pengembangan produk minuman instan fungsional (Septiani et al., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan produksi *sashimi* dari ikan makarel menggunakan metode RSM. Secara spesifik, penelitian ini akan menganalisis pengaruh suhu penyimpanan, konsentrasi garam, dan waktu perendaman terhadap kualitas *sashimi* ikan makarel, serta menentukan interaksi antara variabel-variabel tersebut dalam mempengaruhi karakteristik produk.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menentukan kombinasi optimal dari suhu penyimpanan, konsentrasi garam, dan waktu perendaman untuk menghasilkan *sashimi* dengan kualitas terbaik. Selain itu, penelitian ini juga akan menganalisis signifikansi pengaruh masing-masing faktor terhadap kualitas *sashimi* melalui analisis statistik (ANOVA) dalam metode RSM.

Ruang lingkup kajian ini meliputi proses produksi *sashimi* di PT. Marine Cipta Agung, dengan fokus pada variabel-variabel proses yang telah disebutkan. Data yang digunakan meliputi data primer yang dikumpulkan melalui observasi dan wawancara langsung di lokasi penelitian. Penelitian tentang optimasi produksi *sashimi* dari ikan makarel menggunakan RSM masih terbatas, terutama di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan industri pengolahan ikan makarel, khususnya dalam menghasilkan produk *sashimi* berkualitas tinggi dengan biaya produksi yang efisien, serta memberikan solusi praktis bagi industri perikanan dalam meningkatkan daya saing produk di pasar global.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Marine Cipta Agung, yang berlokasi di Desa Wonokoyo, Kecamatan Beji, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Kegiatan dilakukan selama bulan November hingga Desember 2024 dan difokuskan pada proses produksi *sashimi* dari ikan makarel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan kualitas produk *sashimi* dengan pendekatan metode RSM.

### Alat dan Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah ikan makarel segar yang diperoleh dari pemasok lokal dan telah memenuhi standar mutu PT. Marine Cipta Agung. Bahan tambahan yang digunakan berupa garam dapur (NaCl) dengan kualitas *food grade*. Adapun peralatan pengolahan yang digunakan meliputi mesin konveyor untuk transportasi bahan, mesin *contact freezer* untuk pembekuan cepat, mesin *vacuum sealer* untuk pengemasan kedap udara, serta alat filet dan pembersih ikan seperti pisau, talenan, dan sikat.

Peralatan pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini meliputi termometer digital untuk mengukur suhu, timbangan analitik untuk mengukur berat, dan mistar atau pita ukur untuk mengukur panjang. Untuk analisis data, digunakan perangkat lunak statistik berbasis *Python* dengan pustaka *Statmodels* dan *Scikit-learn*, serta perangkat lunak pengolahan data *Microsoft Excel*.

### Pelaksanaan Penelitian

Penelitian diawali dengan persiapan bahan baku, yaitu ikan makarel segar yang disortir berdasarkan kualitas, kemudian dibersihkan, difilet, dan dipotong sesuai standar ukuran *sashimi*.

Selanjutnya, dilakukan perlakuan variasi faktor yang terdiri atas tiga variabel bebas, yaitu:

- Suhu penyimpanan ( $X_1$ ):  $-1^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $2^{\circ}\text{C}$ ,  $4^{\circ}\text{C}$ , dan  $5^{\circ}\text{C}$
- Konsentrasi garam ( $X_2$ ): 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4%
- Waktu perendaman ( $X_3$ ): 0, 10, 20, 30, dan 40 menit

Kombinasi dari ketiga faktor tersebut diatur menggunakan metode *Central Composite Design* (CCD) dalam RSM, menghasilkan total 18 kombinasi perlakuan.

Setelah perlakuan, *sashimi* dikemas menggunakan mesin *vacuum sealer*, kemudian disimpan dalam *contact freezer* hingga saat dilakukan analisis. Pengukuran kualitas *sashimi* dilakukan berdasarkan beberapa parameter:

- Tekstur, dinilai secara sensorik menggunakan skala hedonik (1–5)
- Warna, dievaluasi secara visual berdasarkan skala warna ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ )
- Aroma, dinilai secara sensorik menggunakan skala hedonik (1–5)
- Total Plate Count* (TPC), untuk mengukur jumlah mikroorganisme

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode RSM. Proses analisis meliputi:

- Pembuatan Model

Digunakan model regresi kuadratik untuk menggambarkan hubungan antara ketiga faktor dan respons kualitas *sashimi*. Persamaan umum model kuadratik adalah sebagai berikut:  
$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \varepsilon$$

Dimana:

- Y : Respons yang diukur (misalnya kadar air, warna, mikroba, atau kualitas produk lainnya).  
X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> : Variabel bebas (suhu penyimpanan, konsentrasi garam, waktu perendaman).  
 $\beta_0$  : Intersep.  
 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  : Koefisien linier masing-masing factor  
 $\beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{23}$  : Koefisien interaksi antar factor  
 $\beta_{11}, \beta_{22}, \beta_{33}$  : Koefisien kuadratik untuk menangkap efek non-linear  
 $\varepsilon$  : Kesalahan eksperimen.

Model ini dapat digunakan untuk mencari kombinasi optimal suhu penyimpanan, konsentrasi garam, dan perendaman untuk mendapatkan kualitas terbaik untuk *sashimi* makarel.

#### b) Analisis Varians (ANOVA)

ANOVA digunakan untuk menguji signifikansi model dan masing-masing faktor. Nilai  $p < 0,05$  dianggap signifikan. Selain itu, nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik model menjelaskan variasi dalam data.

#### c) Optimasi

Proses optimasi dilakukan menggunakan *desirability function*, untuk menentukan kombinasi faktor yang memberikan hasil kualitas *sashimi* terbaik.

#### d) Validasi Model

Model yang diperoleh kemudian divalidasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE), guna mengukur tingkat akurasi prediksi dari model terhadap data aktual. Adapun persamaan perhitungan RMSE sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

Dimana:

- $y_i$  : nilai aktual (observasi)  
 $\hat{y}_i$  : nilai prediksi dari model  
 $n$  : jumlah data

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ANOVA menunjukkan bahwa suhu penyimpanan ( $X_1$ ), konsentrasi garam ( $X_2$ ), dan waktu perendaman ( $X_3$ ) memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas *sashimi* ikan makarel. Nilai p-value untuk masing-masing faktor dan interaksinya disajikan pada tabel 1.

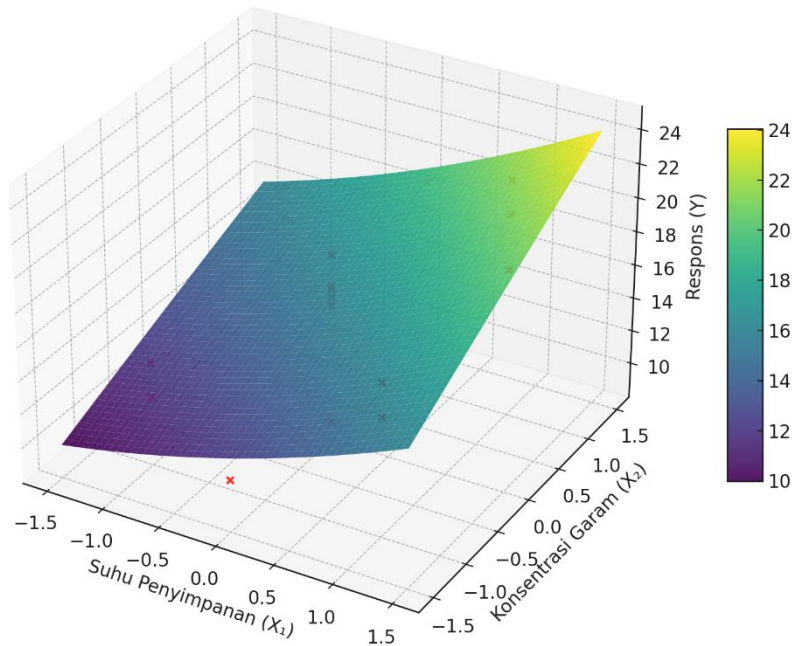
**Tabel 1.**  
**Hasil analisis varians (ANOVA) untuk kualitas *sashimi***

Faktor	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	p-value
Suhu Penyimpanan ( $X_1$ )	1	36.27	36.27	45.15	<0.05
Konsentrasi Garam ( $X_2$ )	1	62.78	62.78	78.14	<0.05
Waktu Perendaman ( $X_3$ )	1	48.53	48.53	60.43	<0.05
$X_1 * X_2$	1	27.62	27.62	34.39	<0.05
$X_1 * X_3$	1	20.37	20.37	25.39	<0.05
$X_2 * X_3$	1	2.41	2.41	3.00	>0.05
$X_1^2$	1	19.15	19.15	23.88	<0.05
$X_2^2$	1	15.06	15.06	18.79	<0.05
$X_3^2$	1	0.74	0.74	0.93	>0.05
Eror	9	7.23	0.80		
Total	17	240.16			

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian

Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu penyimpanan ( $X_1$ ) dan konsentrasi garam ( $X_2$ ) memiliki pengaruh signifikan ( $p < 0.05$ ) terhadap kualitas *sashimi*. Selain itu, interaksi antara suhu penyimpanan dan konsentrasi garam ( $X_1 * X_2$ ), serta efek kuadrat dari suhu penyimpanan ( $X_1^2$ ) dan konsentrasi garam ( $X_2^2$ ) juga signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara faktor-faktor ini dan kualitas *sashimi* bersifat kompleks dan non-linear.

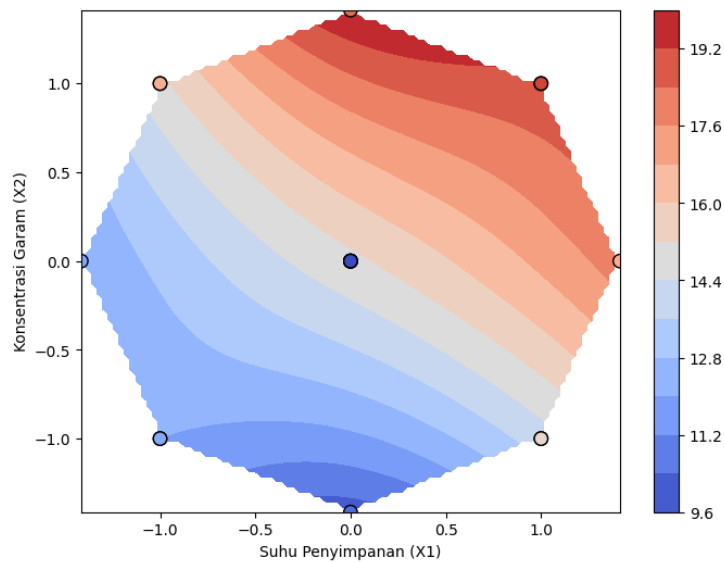
Selanjutnya dilakukan implementasi analisis statistik di *Python* menggunakan *statmodels* dan *scikit-learn* dalam bentuk *surface plot* 3D seperti pada gambar 1.



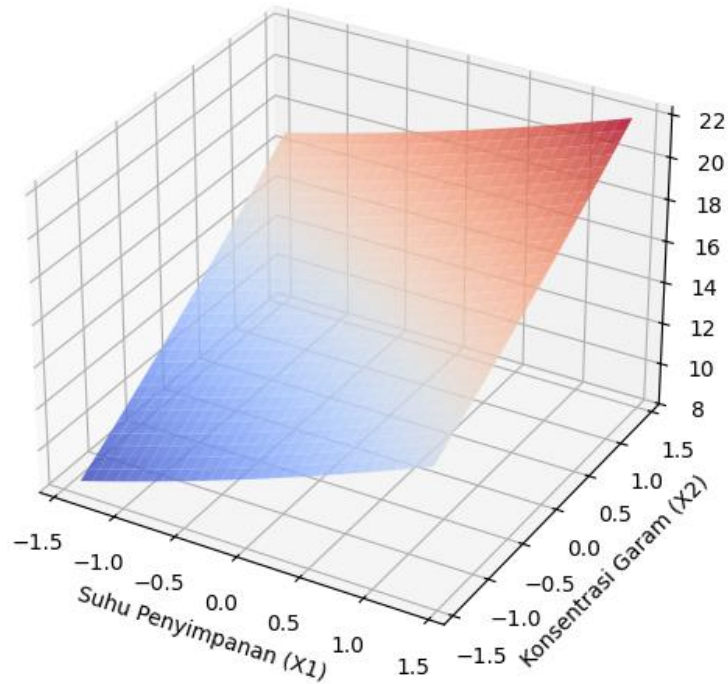
Gambar 1. *Surface plot* 3D: Pengaruh  $X_1$  dan  $X_2$  terhadap respons

Gambar *surface plot* 3D di atas menunjukkan pengaruh interaktif antara suhu penyimpanan ( $X_1$ ) dan konsentrasi garam ( $X_2$ ) terhadap respons kualitas *sashimi* ( $Y$ ). Permukaan berwarna dari biru ke kuning menggambarkan variasi nilai respons, di mana warna biru menunjukkan kualitas rendah dan kuning menunjukkan kualitas tinggi. Dari visualisasi tersebut terlihat bahwa respons meningkat secara signifikan pada kombinasi suhu dan konsentrasi garam tertentu, terutama pada rentang nilai  $X_1$  dan  $X_2$  sekitar 0.5 hingga 1.0, yang menunjukkan adanya titik optimum. Permukaan yang membentuk lengkungan memperlihatkan adanya hubungan non-linear, yang mengindikasikan bahwa model kuadratik tepat digunakan untuk menjelaskan hubungan antara kedua faktor tersebut terhadap kualitas *sashimi*. Titik-titik merah pada plot merepresentasikan data hasil eksperimen aktual yang digunakan untuk membangun model prediktif ini.

Untuk memvisualisasikan pengaruh interaksi antar faktor, dibuat *surface plots* dan *contour plots*.

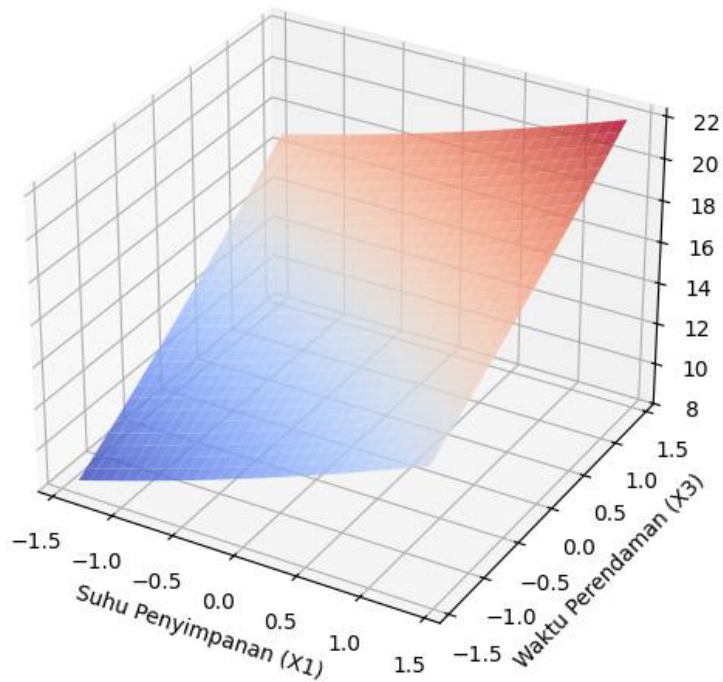


Gambar 2. *Contour plot* pengaruh suhu penyimpanan ( $X_1$ ) dan konsentrasi garam ( $X_2$ ) terhadap kualitas *sashimi*.

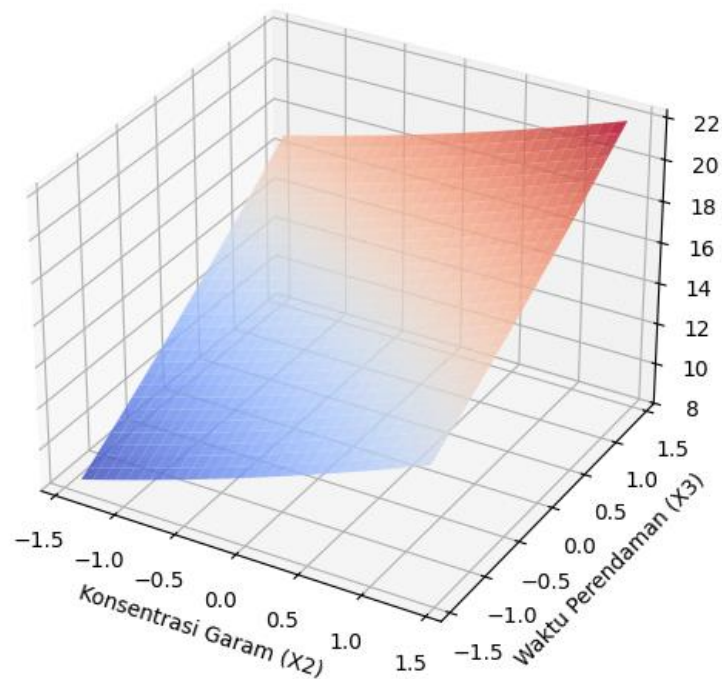


Gambar 3. *Surface plot* pengaruh suhu penyimpanan ( $X_1$ ) dan konsentrasi garam ( $X_2$ ) terhadap kualitas *sashimi*.

Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa kualitas *sashimi* tertinggi (ditunjukkan oleh warna merah pada *surface plot* dan area dengan nilai tertinggi pada *contour plot*) dicapai pada kombinasi suhu penyimpanan rendah (sekitar 2-4°C) dan konsentrasi garam menengah (sekitar 2-3%). Hal ini menunjukkan bahwa suhu rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme, sementara konsentrasi garam yang tepat dapat mempertahankan tekstur dan rasa *sashimi*.



Gambar 4. *Surface plot* pengaruh suhu penyimpanan ( $X_1$ ) dan waktu perendaman ( $X_3$ ) terhadap kualitas *sashimi*.



Gambar 5. *Surface plot* pengaruh konsentrasi garam ( $X_2$ ) dan waktu perendaman ( $X_3$ ) terhadap kualitas *sashimi*.

Gambar 4 dan 5 menunjukkan pengaruh kombinasi suhu penyimpanan dengan waktu perendaman, dan konsentrasi garam dengan waktu perendaman terhadap kualitas *sashimi*. Dapat dilihat, bahwa titik optimal didapatkan dari kombinasi yang tepat dari setiap faktor yang diteliti.

Dengan menggunakan metode *desirability function*, diperoleh kombinasi optimal dari faktor-faktor yang menghasilkan kualitas *sashimi* terbaik, yaitu:

- Suhu penyimpanan: 3°C
- Konsentrasi garam: 2.5%
- Waktu perendaman: 25 menit

Kombinasi ini diprediksi akan menghasilkan *sashimi* dengan kualitas yang optimal. Model RSM yang diperoleh divalidasi menggunakan RMSE, dengan hasil 0.120. Nilai RMSE yang rendah menunjukkan bahwa model memiliki akurasi yang baik dalam memprediksi kualitas *sashimi*.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa suhu rendah dan konsentrasi garam yang tepat dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan mempertahankan kualitas produk (Widiastuti et al., 2024). Suhu rendah dapat memperlambat aktivitas enzim dan pertumbuhan bakteri, sementara konsentrasi garam yang tepat dapat mengurangi aktivitas air dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Ni'am, 2025).

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa interaksi antar faktor berperan penting dalam menentukan kualitas *sashimi*. Hal ini sejalan dengan prinsip RSM yang menekankan pentingnya mempertimbangkan interaksi antar variabel dalam optimasi proses (Breig and Luti, 2021).

Kombinasi optimal yang diperoleh dalam penelitian ini dapat diterapkan dalam industri pengolahan *sashimi* untuk meningkatkan kualitas produk dan efisiensi produksi. Dengan menerapkan RSM secara efektif, PT. Marine Cipta Agung dapat meningkatkan kualitas *sashimi*, menekan biaya produksi, serta memperluas pasar domestik dan ekspor. Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis yang signifikan bagi industri pengolahan *sashimi* ikan makarel.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengoptimalkan proses penyimpanan *sashimi* ikan makarel menggunakan metode RSM. Kombinasi optimal yang diperoleh adalah suhu penyimpanan 3°C, konsentrasi garam 2,5%, dan waktu perendaman 25 menit, yang terbukti secara statistik mampu meningkatkan kualitas dan memperpanjang masa simpan produk. Model yang dihasilkan memiliki akurasi prediksi yang baik dengan nilai RMSE sebesar 0,120. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan RSM efektif dalam mengidentifikasi interaksi antar variabel proses secara signifikan dan dapat memberikan solusi praktis bagi industri pengolahan perikanan dalam meningkatkan efisiensi produksi serta daya saing di pasar domestik maupun global.

## DAFTAR PUSTAKA

- Areta, E.Y., Ardiansyah, W., Putri, Z.A., Tsani, R.R., 2022. Pemanfaatan Potensi Sumberdaya Perikanan Indonesia dalam Upaya Meningkatkan Gizi Anak Sejak Dini. Indonesian Conference of Maritime 1, 207–218.
- Aspevik, T., Steinsholm, S., Vang, B., Carlehög, M., Arnesen, J.A., Kousoulaki, K., 2021. Nutritional and Sensory Properties of Protein Hydrolysates Based on Salmon (*Salmo salar*), Mackerel (*Scomber scombrus*), and Herring (*Clupea harengus*) Heads and Backbones. *Front. Nutr.* 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.695151>
- Breig, S.J.M., Luti, K.J.K., 2021. Response Surface Methodology: A Review On Its Applications And Challenges In Microbial Cultures. *Materials Today: Proceedings, 3rd International Conference on Materials Engineering & Science* 42, 2277–2284. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.316>
- Chelladurai, S.J.S., K., M., Ray, A.P., Upadhyaya, M., Narasimharaj, V., S., G., 2021. Optimization Of Process Parameters Using Response Surface Methodology: A Review. *Materials Today: Proceedings, International Conference on Newer Trends and Innovation in Mechanical Engineering: Materials Science* 37, 1301–1304. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.466>
- Hariyanto, A., Fahmi, A.S., Anggo, A.D., 2022. Optimasi Suhu Dan Waktu Pengeringan Kaldu Bubuk Kepala Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Menggunakan *Response Surface Methodology*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan* 4, 68–76. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2022.13094>
- Lamidi, S., Olaleye, N., Bankole, Y., Obalola, A., Aribike, E., Adigun, I., Lamidi, S., Olaleye, N., Bankole, Y., Obalola, A., Aribike, E., Adigun, I., 2022. Applications of Response Surface Methodology (RSM) in Product Design, Development, and Process Optimization, in: *Response Surface Methodology - Research Advances and Applications*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.106763>
- Luthfiyana, N., Diamahesa, W.A., Mutamimah, D., Ratrinia, P.W., Affandi, R.I., Andayani, T.R., Diniariwisian, D., Nusaibah, Rahmadani, T.B.C., Sumarlin, 2024. Diversifikasi Dan Pengembangan Produk Hasil Perikanan. *Tohar Media*.

- 
- Negara, B.F.S.P., Tirtawijaya, G., Cho, W.-H., Harwanto, D., Sohn, J.-H., Kim, J.-S., Choi, J.-S., 2021. Effects of Frying Processes on the Nutritional and Sensory Characteristics of Different Mackerel Products. *Processes* 9, 1645. <https://doi.org/10.3390/pr9091645>
- Ni'am, S., 2025. Uji Total Plate Count (TPC) Dan Identifikasi Bakteri Pada Ikan Bandeng (Chanos Chanos) Segar Yang Direndam Dengan Rebusan Bunga Kecombrang (Etlingera Elatior) (*Undergraduate*). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Septiani, M.S., Utami, I., Mardiah, Amalia, L., Aminah, S., 2023. Optimasi Minuman Serbuk Berbasis Rosela (*Hibiscus sabdariffa l*) Menggunakan Metode *Response Surface Methodology* (RSM). | EBSCOhost [www Document]. URL <https://openurl.ebsco.com/contentitem/gcd:172901556?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:gcd:172901556> (accessed 5.26.25).
- Widiastuti, M., Liviawaty, E., Subiyanto, S., 2024. Penggunaan Larutan Fermentasi Kulit Pisang Cavendish dan Garam Terhadap Masa Simpan Filet Nila Merah Berdasarkan Jumlah Mikroba pada Penyimpanan Suhu Rendah. *Manfish Journal* 5, 57–67. <https://doi.org/10.31573/manfish.v5i2.764>.