

Optimasi Proporsi Karagenan dan Karakteristik Sensoris Serta Nilai Proksimat Nugget Ikan Mujair dengan RSM

Jusman¹, Syamsuddin², Inri EGT³

^{1,2,3}Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

Email : ¹jusman_palu04@yahoo.com, ²syamsuddinpalu2023@gmail.com, ³inri_evilin19@gmail.com

Abstract

*This study aims to determine the optimal proportion of carrageenan to enhance the sensory characteristics and proximate values of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) nuggets using the Response Surface Methodology (RSM) approach. Carrageenan concentrations were varied between 0.5% and 2% to evaluate their impact on color, aroma, flavor, texture, as well as protein, fat, and carbohydrate content. The analysis revealed that the optimal carrageenan proportion was 1.25%, with the highest sensory scores: color (9.9), aroma (9.8), flavor (9.9), and texture (9.9). At this level, the nuggets contained 16% protein, 8.5% fat, and 14% carbohydrates. Increasing the carrageenan proportion beyond 1.25% resulted in a decline in sensory quality and nutritional composition. Nuggets with the optimal carrageenan level achieved a balance between desirable texture and nutritional content, making them an ideal choice for fish-based food products. The RSM method proved effective in identifying the best formulation by analyzing variable interactions, ensuring accurate and replicable results. This study provides practical guidance for developing high-quality fish nuggets utilizing carrageenan as a binding agent. The findings are relevant to the food industry in formulating products that are not only flavorful but also nutritionally balanced. Therefore, the 1.25% carrageenan formulation is recommended for commercial applications, with the potential for further development in future research.*

Keywords: Carrageenan, Tilapia Nuggets, Sensory Characteristics, Proximate Values, Response Surface Methodology (RSM).

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan proporsi optimal karagenan dalam meningkatkan karakteristik sensorik dan nilai proksimat nugget ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) menggunakan pendekatan Response Surface Methodology (RSM). Konsentrasi karagenan divariasikan antara 0,5% hingga 2% untuk mengevaluasi dampaknya terhadap warna, aroma, rasa, tekstur, serta kandungan protein, lemak, dan karbohidrat. Analisis menunjukkan bahwa proporsi optimal karagenan adalah 1,25%, dengan skor sensorik tertinggi: warna (9,9), aroma (9,8), rasa (9,9), dan tekstur (9,9). Pada titik ini, nugget mengandung 16% protein, 8,5% lemak, dan 14% karbohidrat. Peningkatan karagenan di atas 1,25% mengakibatkan penurunan kualitas sensorik dan komposisi gizi. Nugget dengan proporsi karagenan optimal menunjukkan keseimbangan antara tekstur yang diinginkan dan kandungan gizi yang baik, menjadikannya pilihan ideal untuk produk pangan berbasis ikan. Metode RSM terbukti efektif dalam mengidentifikasi formulasi terbaik melalui analisis interaksi antarvariabel, memastikan hasil yang akurat dan dapat direplikasi. Studi ini memberikan panduan praktis bagi pengembangan produk nugget ikan yang berkualitas tinggi dengan memanfaatkan karagenan sebagai bahan pengikat. Penemuan ini relevan bagi industri pangan dalam memformulasikan produk yang tidak hanya lezat tetapi juga memiliki nilai gizi optimal. Oleh karena itu, formulasi dengan 1,25% karagenan direkomendasikan untuk aplikasi komersial, dengan potensi untuk lebih dikembangkan dalam penelitian lanjutan.

Kata Kunci: Karagenan, Nugget Ikan Mujair, Karakteristik Sensorik, Nilai Proksimat, Response Surface Methodology (RSM).

1. PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi produk ikan olahan, khususnya nugget ikan mujair, memerlukan penambahan bahan pengikat seperti karagenan untuk meningkatkan tekstur dan kualitas produk. Tren ini didorong oleh meningkatnya permintaan konsumen akan makanan praktis, bergizi, dan lezat. Nugget ikan mujair telah menjadi salah satu produk ikan olahan yang populer di berbagai daerah, termasuk di perkotaan besar seperti São Paulo, yang menunjukkan preferensi tinggi terhadap produk ikan olahan seperti nugget (Duran et al., 2016).

Karagenan, polisakarida yang berasal dari rumput laut merah, banyak digunakan dalam industri makanan karena sifatnya sebagai pembentuk gel, pengental, dan penstabil. Pada produk nugget mujair, karagenan dapat meningkatkan tekstur, menjaga kelembapan, dan memperbaiki cita rasa, faktor-faktor penting yang memengaruhi penerimaan konsumen (Faridah, 2023). Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan proporsi karagenan yang optimal guna mencapai karakteristik sensori dan nilai proksimat yang terbaik.

Berbagai studi menunjukkan bahwa variasi konsentrasi karagenan memengaruhi atribut sensori seperti tekstur dan kelembapan produk. Misalnya, proporsi karagenan yang moderat mampu meningkatkan kualitas tekstur dan kelembapan nugget, menjadikannya lebih menarik bagi konsumen (Cordeiro et al., 2020). Sebaliknya, penambahan karagenan yang berlebihan dapat menghasilkan tekstur yang terlalu kenyal dan karet, yang dapat menurunkan kualitas sensori (Madane et al., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan proporsi karagenan yang optimal dalam formulasi nugget ikan mujair dengan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). RSM memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi efek berbagai konsentrasi karagenan terhadap kualitas sensori dan nilai proksimat, termasuk kandungan protein, lemak, dan karbohidrat (Gabriella et al., 2023). Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat ditemukan formula yang memberikan keseimbangan optimal antara kualitas sensori dan nilai gizi, sehingga menghasilkan nugget ikan mujair yang berkualitas tinggi dan diterima baik oleh konsumen.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan utama dalam penelitian ini adalah ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) segar yang diolah menjadi nugget. Karagenan, yang merupakan hidrokoloid alami yang diekstrak dari rumput laut merah, digunakan sebagai bahan pengikat untuk meningkatkan karakteristik sensori dan nilai proksimat nugget. Karagenan diketahui memiliki sifat pengental, pembentuk gel, dan penstabil, yang berperan penting dalam meningkatkan tekstur dan daya tahan produk pangan (Luo et al., 2019; Dhayalan et al., 2022). Selain karagenan, bahan lain yang digunakan dalam formulasi nugget ini meliputi tepung terigu sebagai pengisi, bumbu-bumbu untuk memberikan cita rasa yang diinginkan, dan minyak goreng untuk proses penggorengan. Semua bahan dipilih dengan kualitas food-grade dan disimpan dalam kondisi yang sesuai untuk menjaga kesegaran dan kualitas produk.

2.2 Persiapan Sampel

Proses persiapan sampel dimulai dengan pemilihan ikan mujair segar. Ikan kemudian dibersihkan dan dipisahkan dari bagian yang tidak diinginkan, seperti kulit dan tulang. Daging ikan yang telah bersih dihaluskan menggunakan penggiling daging hingga mencapai tekstur yang halus. Selanjutnya, daging ikan tersebut dicampur dengan bumbu,

tepung terigu, dan karagenan sesuai proporsi yang telah ditentukan, yaitu antara 0,5% hingga 2% dari total berat adonan. Campuran ini kemudian diuleni hingga homogen dan dibentuk menjadi nugget dengan ukuran dan bentuk yang seragam.

Nugget yang telah dibentuk kemudian menjalani proses pra-penggorengan pada suhu tertentu untuk menjaga tekstur dan bentuknya. Setelah itu, nugget disimpan pada suhu dingin untuk menjaga stabilitas sebelum dilakukan uji sensori dan analisis nilai proksimat. Proses persiapan ini penting untuk memastikan setiap sampel memiliki kualitas yang konsisten, memungkinkan analisis yang akurat terhadap pengaruh proporsi karagenan (Gabriella et al., 2023).

2.3 Pengaturan Eksperimen

Penelitian ini menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM) dengan desain *Central Composite Design* (CCD) untuk mengevaluasi efek proporsi karagenan terhadap karakteristik sensori dan nilai proksimat nugget ikan mujair. RSM merupakan teknik statistik yang mampu memodelkan interaksi kompleks antara berbagai bahan dalam formulasi pangan, memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi efek dari variasi proporsi karagenan secara sistematis (Mukherjee et al., 2019; Grbavčić et al., 2015).

Pada penelitian ini, model kuadratik digunakan untuk setiap respons, termasuk skor sensori (warna, aroma, rasa, dan tekstur) serta nilai proksimat (protein, lemak, karbohidrat). Persamaan umum yang digunakan dalam model kuadratik adalah:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$$

Di mana Y adalah respons (misalnya, skor sensori atau nilai proksimat), X adalah proporsi karagenan, dan $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ adalah koefisien model yang diperoleh melalui analisis regresi kuadrat terkecil (*least squares*).

Data hasil pengujian yang diperoleh dari berbagai proporsi karagenan kemudian dimasukkan ke perangkat lunak statistik untuk melakukan fitting model kuadratik. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat memprediksi bagaimana variasi proporsi karagenan memengaruhi karakteristik nugget dan menemukan titik optimal untuk formulasi (Szcurek, 2010).

2.4 Parameter

Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi karakteristik sensori dan nilai proksimat nugget ikan mujair. Karakteristik sensori, seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur, dinilai oleh panelis menggunakan skala penilaian khusus untuk mendapatkan hasil yang objektif. Analisis sensori ini penting untuk memahami preferensi konsumen dan memastikan produk yang dihasilkan memiliki daya tarik yang tinggi.

Sementara itu, nilai proksimat meliputi kandungan protein, lemak, dan karbohidrat dalam nugget. Analisis ini dilakukan menggunakan metode kimia laboratorium standar. Kandungan protein diukur dengan metode Kjeldahl, kandungan lemak dianalisis menggunakan metode ekstraksi lemak, dan kandungan karbohidrat dihitung berdasarkan selisih komposisi lainnya. Data ini kemudian dianalisis menggunakan RSM untuk memprediksi pengaruh proporsi karagenan terhadap setiap parameter (Garlapati & Roy, 2017).

2.5 Analisis Statistik

Analisis statistik dalam penelitian ini menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan model kuadratik untuk memodelkan hubungan antara proporsi karagenan dan respons yang diukur. Metode kuadrat terkecil (*least squares*) digunakan untuk melakukan fitting model, yang menghasilkan koefisien β_0 , β_1 , dan β_2 .

Selanjutnya, untuk tujuan optimasi, nilai desirabilitas dihitung untuk setiap respons. Desirabilitas adalah nilai yang menunjukkan seberapa baik suatu respons memenuhi tujuan optimasi, seperti memaksimalkan kualitas sensori atau menjaga keseimbangan nilai proksimat. Nilai desirabilitas ini kemudian dikombinasikan ke dalam fungsi desirabilitas total yang digunakan untuk menentukan titik optimal proporsi karagenan.

Proses optimasi dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik, dengan metode seperti `scipy.optimize.minimize` di Python, untuk menemukan nilai proporsi karagenan yang memberikan nilai desirabilitas total tertinggi. Dengan pendekatan ini, penelitian dapat mengidentifikasi proporsi karagenan optimal yang menghasilkan kualitas sensori dan nilai proksimat terbaik untuk nugget ikan mujair (Rajković et al., 2016; Gabriella et al., 2023).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

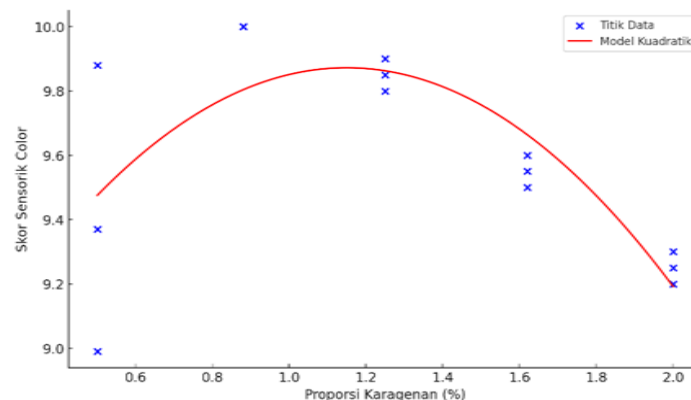
3.1.1 Karakteristik Sensorik

Hasil pengukuran terhadap karakteristik sensorik nugget ikan mujair dengan variasi proporsi karagenan (0,5% hingga 2%) disajikan pada Tabel 1.

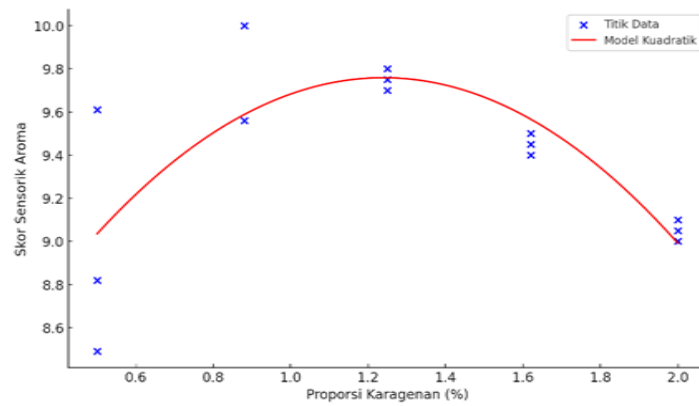
Tabel 1. Pengaruh Proporsi Karagenan terhadap Karakteristik Sensorik Nugget Ikan Mujair

Proporsi Karagenan %	<i>Sensory Color</i>	<i>Sensory Aroma</i>	<i>Sensory Taste</i>	<i>Sensory Texture</i>
0.5	9.88	8.82	9.86	10
0.5	9.37	9.61	10	9.81
0.5	8.99	8.49	10	10
0.88	10	9.56	10	10
0.88	10	10	10	10
1.25	9.9	9.8	9.9	9.9
1.25	9.8	9.7	9.95	9.85
1.25	9.85	9.75	9.85	9.95
1.62	9.5	9.4	9.6	9.7
1.62	9.6	9.5	9.7	9.75
1.62	9.55	9.45	9.65	9.8
2	9.3	9.1	9.4	9.5
2	9.25	9.05	9.35	9.55
2	9.2	9	9.3	9.6

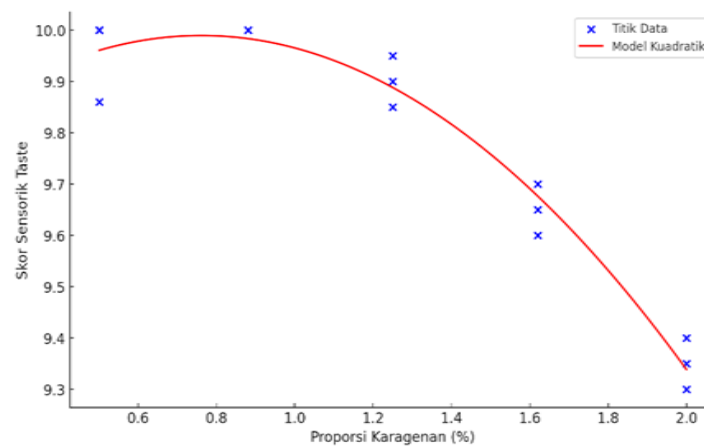
Data tersebut kemudian disajikan dalam bentuk grafik untuk memvisualisasikan pengaruh karagenan terhadap masing-masing atribut sensorik, yaitu warna, aroma, rasa, dan tekstur (Gambar 1, 2, 3, dan 4). Adapun grafik tersebut disajikan pada gambar berikut ini :



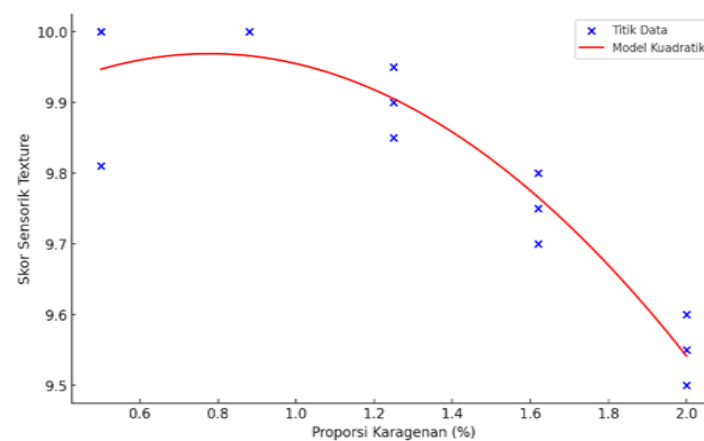
Gambar 1. Skor Warna



Gambar 2. Skor Aroma



Gambar 3. Skor Rasa



Gambar 4. Skor Tekstur

Gambar 1, 2, 3, dan 4 memperlihatkan hubungan antara proposi karagenan (%) pada sumbu X dan skor sensorik (warna, aroma, taste, tekstur) pada sumbu Y. Ada dua elemen utama dalam gambar ini:

1. Titik-titik Data (Titik Biru): mewakili nilai pengamatan atau data aktual dari eksperimen yang memetakan proporsi karagenan terhadap skor sensorik. Setiap titik biru menunjukkan satu pasangan proporsi karagenan dan skor sensorik.
2. Model Kuadratik (Garis Merah): melambangkan model kuadratik yang dihasilkan dari fitting data. Model ini mencoba memprediksi atau memodelkan tren dari data yang ada

Grafik menunjukkan hubungan kuadratik antara proporsi karagenan dengan atribut sensorik. Peningkatan proporsi karagenan hingga 1,25% menghasilkan skor sensorik tertinggi untuk semua parameter, namun setelah proporsi tersebut, terjadi penurunan skor yang signifikan.

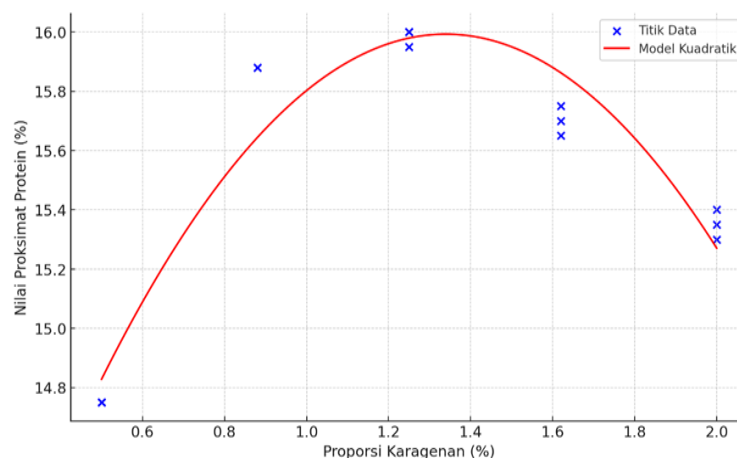
3.1.2 Parameter Proksimat

Hasil pengukuran nilai proksimat (protein, lemak, dan karbohidrat) nugget ikan mujair dengan variasi proporsi karagenan disajikan pada tabel 2 berikut ini :

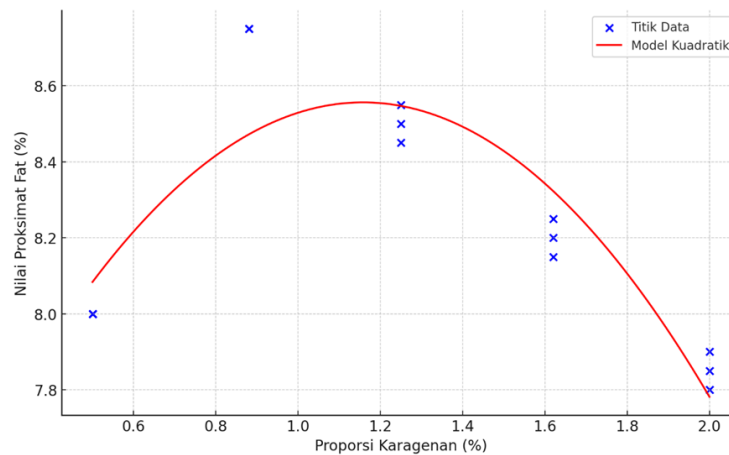
Tabel 2. Pengaruh Proporsi Karagenan terhadap Parameter Proksimat Nugget Ikan Mujair

Proporsi Karagenan %	<i>Proximate Protein %</i>	<i>Proximate Fat %</i>	<i>Proximate Carbohydrates %</i>
0.5	14.75	8	14.5
0.5	14.75	8	14.5
0.5	14.75	8	14.5
0.88	15.88	8.75	13.75
0.88	15.88	8.75	13.75
1.25	16	8.5	14
1.25	16	8.55	14
1.25	15.95	8.45	13.95
1.62	15.7	8.2	14.2
1.62	15.75	8.25	14.25
1.62	15.65	8.15	14.3
2	15.4	7.9	14.6
2	15.35	7.85	14.65
2	15.3	7.8	14.7

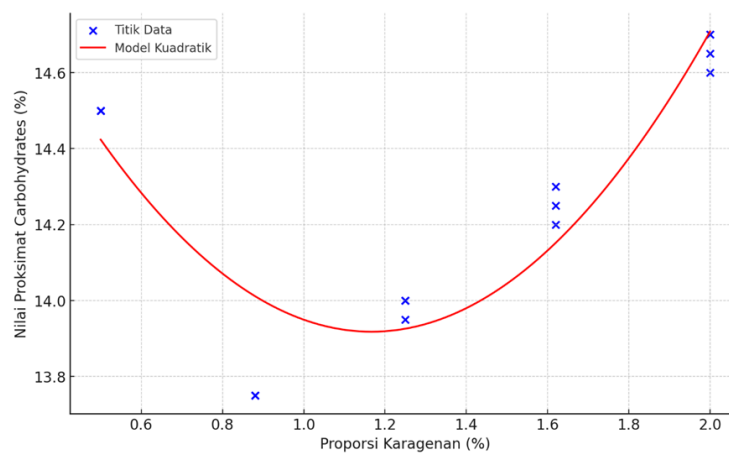
Dari tabel 2 diatas dapat dijabarkan dalam bentuk gambar untuk melihat pengaruh proporsi karagenan terhadap parameter proksimat. Adapun gambar hasil pengukuran proporsi karagenan terhadap karakteristik sensorik nugget ikan mujair disajikan pada gambar 5, 6, dan 7 berikut ini :



Gambar 5. Proporsi Karagenan Terhadap Nilai Proksimat Protein



Gambar 6. Proporsi Karagenan Terhadap Nilai Proksimat *Fat*



Gambar 7. Proporsi Karagenan Terhadap Nilai Proksimat *Carbohydrates*

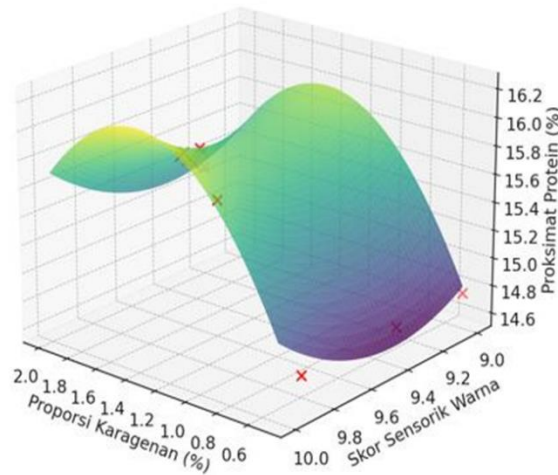
Berdasarkan gambar 5, 6, dan 7 memperlihatkan hubungan antara proporsi karagenan (%) pada sumbu X dan nilai proksimat (*protein, fat, carbohydrates*) pada sumbu Y. Ada dua elemen utama dalam gambar ini:

1. Titik-titik Data (Titik Biru): mewakili nilai pengamatan atau data aktual dari eksperimen yang memetakan proporsi karagenan terhadap nilai proksimat. Setiap titik biru menunjukkan satu pasangan proporsi karagenan dan nilai proksimat.
2. Model Kuadratik (Garis Merah): melambangkan model kuadratik yang dihasilkan dari fitting data. Model ini mencoba memprediksi atau memodelkan tren dari data yang ada

Grafik menunjukkan bahwa kandungan protein meningkat hingga 1,25% karagenan dan sedikit menurun setelahnya. Sementara itu, kandungan lemak menunjukkan penurunan yang lebih stabil dengan peningkatan proporsi karagenan, dan karbohidrat menunjukkan fluktuasi dengan sedikit peningkatan setelah penurunan awal.

3.1.3 Pengembangan Model RSM (Response Surface Methodology)

Dalam penelitian ini digunakan pendekatan model RSM, dimana bertujuan untuk mengetahui proporsi karagenan terhadap karakteristik sensorik dan nilai proksimat. Menentukan hubungan kuadratik antara proporsi karagenan dengan setiap variabel respons, baik karakteristik sensorik maupun proksimat, yang sudah dilakukan melalui fitting model kuadratik di gambar sebelumnya. Adapun model RSM 3D disajikan pada gambar 8 berikut ini :



Gambar 8. Model RSM 3D

Gambar 8 model RSM 3D yang ditampilkan menggambarkan hubungan antara tiga variabel utama: proporsi karagenan (%), skor sensorik warna, dan nilai proksimat protein (%).

3.2 Pembahasan

Penelitian ini menggunakan pendekatan Response Surface Methodology (RSM) untuk menentukan proporsi karagenan optimal yang menghasilkan kombinasi terbaik antara karakteristik sensorik dan nilai proksimat nugget ikan mujair. Pendekatan ini sangat efektif karena memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi hubungan non-linear antara proporsi karagenan dan respons yang diukur, termasuk skor sensorik (warna, aroma, rasa, tekstur) serta nilai proksimat (protein, lemak, karbohidrat). Model kuadratik yang diterapkan dalam RSM membantu mengidentifikasi titik optimal di mana hasil terbaik dapat dicapai.

3.2.1 Pendekatan Model RSM

Pada penelitian ini, proporsi karagenan digunakan sebagai variabel independen (X), sedangkan respons sensorik dan proksimat diperlakukan sebagai variabel dependen (Y). Model kuadratik yang digunakan dalam RSM memungkinkan prediksi respons secara akurat dengan memetakan perubahan hasil berdasarkan variasi proporsi karagenan. Model RSM juga digunakan untuk menentukan nilai desirabilitas setiap respons, di mana titik optimal adalah kondisi di mana kombinasi skor sensorik dan nilai proksimat berada pada tingkat tertinggi. Dalam kasus ini, proporsi 1,25% karagenan ditemukan sebagai titik optimal, di mana semua karakteristik sensorik mencapai skor tertinggi, dan nilai proksimat seperti kandungan protein berada pada level yang ideal.

3.2.2 Karakteristik Sensorik

Pada proporsi karagenan 1,25%, skor sensorik untuk warna, aroma, rasa, dan tekstur mencapai nilai tertinggi, seperti yang ditunjukkan oleh hasil analisis RSM. Grafik skor warna memperlihatkan bahwa peningkatan proporsi karagenan hingga 1,25% menghasilkan penampilan visual yang lebih baik, ditandai dengan distribusi kelembapan yang merata di seluruh produk, yang membuat nugget tampak lebih menarik. Hal ini konsisten dengan penelitian oleh Moosavi-Nasab et al. (2019) yang menunjukkan bahwa karagenan dapat meningkatkan daya tarik visual produk olahan ikan dengan memperbaiki struktur tekstur dan retensi kelembapan. Skor aroma juga menunjukkan peningkatan hingga proporsi karagenan 1,25%. Karagenan berperan dalam mempertahankan senyawa

volatil selama pemasakan, yang membantu menjaga aroma produk. Namun, penambahan karagenan di atas 1,25% justru menurunkan skor aroma karena kelebihan karagenan dapat menahan senyawa volatil tersebut, sehingga aroma tidak terdeteksi secara optimal oleh konsumen (Wang et al., 2017). Pada skor rasa, grafik menunjukkan pola kuadratik, di mana rasa meningkat seiring dengan peningkatan proporsi karagenan hingga 1,25%. Peningkatan ini disebabkan oleh kemampuan karagenan untuk membentuk tekstur yang memadai, yang memungkinkan pelepasan rasa yang optimal selama proses mengunyah. Namun, jika proporsi karagenan melebihi 1,25%, tekstur menjadi terlalu kental dan karet, sehingga mengurangi persepsi rasa (Brychcy et al., 2016). Pada proporsi optimal, produk memberikan keseimbangan ideal antara tekstur dan rasa, menghasilkan pengalaman sensori yang memuaskan bagi konsumen. Tekstur juga menjadi elemen penting dalam penentuan proporsi optimal. Pada proporsi 1,25%, tekstur nugget ikan mujair berada pada titik terbaik karena karagenan berfungsi sebagai agen pembentuk gel yang memperbaiki elastisitas produk tanpa membuatnya terlalu keras. Peningkatan proporsi karagenan di atas 1,25% cenderung menyebabkan tekstur yang terlalu padat atau karet, yang berdampak negatif pada kualitas sensorik (Arora et al., 2016). Hasil ini menunjukkan bahwa pada level 1,25%, karagenan memberikan tekstur yang ideal untuk produk nugget, yang disukai oleh panelis sensorik.

3.2.3 Nilai Proksimat

Selain memberikan hasil terbaik pada karakteristik sensorik, proporsi karagenan sebesar 1,25% juga memberikan nilai proksimat yang optimal, terutama dalam hal kandungan protein, lemak, dan karbohidrat. Kandungan protein mencapai titik tertinggi sekitar 16% pada proporsi 1,25%, yang mencerminkan kemampuan karagenan untuk meningkatkan retensi air dan mendukung distribusi protein dalam matriks gel. Setelah titik ini, kandungan protein mulai menurun seiring dengan meningkatnya proporsi karagenan, kemungkinan karena peningkatan kekakuan struktur tekstur yang mengganggu distribusi protein dalam produk (Santos et al., 2022). Kandungan lemak menunjukkan penurunan stabil seiring dengan peningkatan proporsi karagenan, dari 8% pada proporsi 0,5% menjadi sekitar 7,8% pada proporsi 2%. Penurunan ini dapat dijelaskan oleh peningkatan retensi kelembapan yang menyebabkan pelepasan lemak dari produk selama proses pemasakan. Ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penambahan karagenan dapat mempengaruhi kandungan lemak dalam produk olahan ikan karena sifatnya yang memperbaiki retensi air (Madane et al., 2019). Kandungan karbohidrat, meskipun menunjukkan fluktuasi kecil, tetap stabil pada proporsi optimal 1,25%, dengan nilai sekitar 14%. Hal ini menunjukkan bahwa karagenan berperan dalam menjaga struktur matriks karbohidrat dalam produk, yang penting untuk mempertahankan stabilitas nilai nutrisi selama proses pengolahan (Akram et al., 2022). Pada proporsi ini, karagenan memungkinkan nugget mempertahankan keseimbangan antara tekstur dan nutrisi, menjadikannya produk yang lebih bernilai gizi.

3.2.4 Pendekatan RSM

Pendekatan RSM dalam penelitian ini berhasil mengidentifikasi proporsi karagenan optimal sebesar 1,25%, di mana semua parameter sensorik dan proksimat mencapai nilai tertinggi. Model kuadratik yang digunakan dalam RSM memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana peningkatan karagenan hingga titik optimal ini menghasilkan produk dengan tekstur, rasa, dan nilai gizi yang seimbang. Dari sudut pandang praktis, temuan ini memberikan panduan penting bagi produsen makanan dalam memformulasikan nugget ikan mujair yang berkualitas tinggi. Dengan proporsi karagenan 1,25%, produsen dapat menghasilkan produk yang tidak hanya menarik secara sensorik tetapi juga kaya

akan kandungan gizi. Secara ilmiah, penelitian ini menegaskan pentingnya penggunaan RSM dalam optimasi produk pangan, terutama untuk menentukan kombinasi bahan yang memberikan hasil optimal tanpa mengorbankan kualitas sensorik atau nilai gizi produk. Dengan demikian, proporsi karagenan sebesar 1,25% memberikan keseimbangan terbaik antara karakteristik sensorik dan nilai proksimat, menjadikan nugget ikan mujair produk yang berkualitas tinggi dan diterima oleh konsumen. Hasil penelitian ini juga membuka jalan bagi pengembangan lebih lanjut dalam penggunaan bahan hidrokoloid dalam produk pangan olahan lainnya.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi proporsi karagenan yang optimal dalam formulasi nugget ikan mujair menggunakan pendekatan Response Surface Methodology (RSM). Berdasarkan hasil analisis, proporsi karagenan sebesar 1,25% ditemukan sebagai titik optimal yang menghasilkan keseimbangan terbaik antara karakteristik sensorik dan nilai proksimat. Pada proporsi ini, nugget ikan mujair memiliki kualitas sensorik tertinggi, dengan skor warna, aroma, rasa, dan tekstur mendekati nilai maksimal. Selain itu, proporsi ini juga menghasilkan kandungan protein optimal (16%), sementara kandungan lemak (8,5%) dan karbohidrat (14%) tetap seimbang. Penambahan karagenan di atas 1,25% menyebabkan penurunan kualitas sensorik, terutama dalam hal tekstur dan rasa, yang menjadi terlalu padat dan kenyal. Begitu pula, kandungan protein sedikit menurun setelah proporsi karagenan melewati 1,25%, mengindikasikan adanya titik optimal dalam penggunaan karagenan. Oleh karena itu, proporsi karagenan 1,25% direkomendasikan sebagai keseimbangan ideal antara kualitas sensorik dan komposisi nutrisi untuk menghasilkan nugget ikan mujair yang berkualitas tinggi.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan RSM adalah metode yang efektif dalam memodelkan interaksi antara variabel formulasi dan kualitas produk pangan. Hasil ini memberikan panduan praktis bagi produsen nugget ikan dalam mengoptimalkan formulasi produk, serta memperluas pemahaman tentang pengaruh karagenan terhadap produk olahan ikan.

REFERENCES

- Akram, T., Mustafa, S., Ilyas, K., Tariq, M., Ali, S., Ali, S. & Basharat, Z. (2022). Supplementation of banana peel powder for the development of functional broiler nuggets. *Peerj*, 10, e14364. <https://doi.org/10.7717/peerj.14364>
- Arora, B., Kamal, S., & Sharma, V. (2016). Effect of binding agents on quality characteristics of mushroom based sausage analogue. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), e13134. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13134>
- Brychey, E., Król, Ž., Kulig, D., & Jarmoluk, A. (2016). The effect of carrageenan and gelatine hydrosols incorporated with acidic electrolysed water on surface microbiota and quality changes on pork meat. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(7), 1618-1629. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13132>
- Cordeiro, C., Gomes, W., Silva, A., Dias, J., Paixão, P., Abe, H., ... & Barros, F. (2020). Effect of different smoking processes on the sensory and chemical attributes of two shrimps native to Brazil. *Research Society and Development*, 9(11), e85591110460. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10460>
- Dhayalan, A., Velramar, B., Balasubramani, G., Ramalingam, K., Aiswarya, D., & Perumal, P. (2022). Isolation of a bacterial strain from the gut of the fish, *Syngnatus sarda*, identification of the isolated strain, optimized production of its protease, the enzyme purification, and partial structural characterization. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 20(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s43141-022-00299-3>

- Duran, N., Maciel, É., Galvão, J., Savay-da-Silva, L., Sonati, J., & Oetterer, M. (2016). Availability and consumption of fish as convenience food – correlation between market value and nutritional parameters. *Food Science and Technology*, 37(1), 65-69. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.04416>
- Faridah, A. (2023). Whole tilapia fish balls: texture, calcium, and phosphorus. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1228(1), 012011. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1228/1/012011>
- Gabriella, D., Schwarze, A., Lucarini, M., Gabrielli, P., Aguzzi, A., Caproni, R. & Rusu, A. (2023). Application of rapeseed meal protein isolate as a supplement to texture-modified food for the elderly. *Foods*, 12(6), 1326. <https://doi.org/10.3390/foods12061326>
- Garlapati, V. and Roy, L. (2017). Utilization of response surface methodology for modeling and optimization of tablet compression process. *Journal of Young Pharmacists*, 9(3), 417-421. <https://doi.org/10.5530/jyp.2017.9.82>
- Grbavčić, S., Marković, D., Rajilić-Stojanović, M., Antov, M., Šćiban, M., Karadžić, I & Knežević-Jugović, Z. (2015). Development of an environmentally acceptable detergent formulation for fatty soils based on the lipase from the indigenous extremophile *Pseudomonas aeruginosa* strain. *Journal of Surfactants and Detergents*, 18(3), 383-395. <https://doi.org/10.1007/s11743-015-1674-x>
- Luo, Q., Wu, M., Sun, Y., Jun-xia, L., Zhang, Y., Cao, H. & Hong, C. (2019). Optimizing the extraction and encapsulation of mucilage from *Brasenia schreberi*. *Polymers*, 11(5), 822. <https://doi.org/10.3390/polym11050822>
- Madane, P., Das, A., Pateiro, M., Nanda, P., Bandyopadhyay, S., Jagtap, P., & Lorenzo, J. (2019). Drumstick (*Moringa oleifera*) flower as an antioxidant dietary fibre in chicken meat nuggets. *Foods*, 8(8), 307. <https://doi.org/10.3390/foods8080307>
- Moosavi-Nasab, M., Asgari, F., & Oliyai, N. (2019). Quality evaluation of surimi and fish nuggets from queen fish (*Scomberoides commersonnianus*). *Food Science & Nutrition*, 7(10), 3206-3215. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1172>
- Mukherjee, R., Chakraborty, R., & Dutta, A. (2019). Comparison of optimization approaches (response surface methodology and artificial neural network-genetic algorithm) for a novel mixed culture approach in soybean meal fermentation. *Journal of Food Process Engineering*, 42(5). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13124>
- Rajković, K., Jeremić, S., Milić, P., Kostić, M., Arsić-Arsenijević, V., Gavrilović, M., & Krstić, B. (2016). Optimization of ultrasound-assisted extraction of total extractive substances from *Galium verum* L. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*. <https://doi.org/10.3311/ppch.9580>
- Santos, E., Evangelista, Z., Bueno, J., Monteiro, M., Mársico, E., Bataus, L & Júnior, M. (2022). Effects of ultrasound assisted emulsification on overall quality of reduced-sodium “spam-like” products elaborated with tilapia filleting by-products. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(8). <https://doi.org/10.1111/jfpp.16726>
- Szczurek, W. (2010). Practical validation of efficacy of the standardized ileal digestible amino acid values in diet formulation for broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 19(4), 590-598. <https://doi.org/10.22358/jafs/66325/2010>
- Wang, F., Zhang, H., Jin, W., & Li, L. (2017). Effects of tartary buckwheat polysaccharide combined with nisin edible coating on the storage quality of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(8), 2880-2888. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8781>