

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptik yang telah dilakukan oleh 25 orang panelis terhadap 4 sampel kerupuk tepung tulang ikan gabus dengan konsentrasi yang berbeda disajikan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil uji hedonik kerupuk tepung tulang ikan gabus

Sampel	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
P0	4,28 (suka)	3,88 (suka)	4,4 (suka)	4,44 (suka)
P1	4,28 (suka)	3,76 (suka)	4,04 (suka)	3,92 (suka)
P2	3,56 (suka)	3,44 (agak suka)	3,8 (suka)	3,56 (suka)
P3	2,36 (tidak suka)	2,84 (agak suka)	2,56 (agak suka)	1,84 (tidak suka)

Keterangan:

P0 = Kontrol (Tanpa penambahan tepung tulang ikan gabus)

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

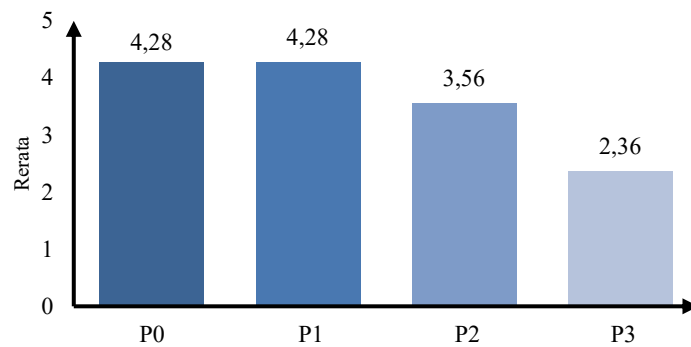
P2 = 20% tepung tulang ikan gabus

P3 = 30% tepung tulang ikan gabus

Berdasarkan hasil uji hedonik, perlakuan P1 (10% tepung tulang ikan gabus) merupakan formulasi terbaik dengan nilai warna 4,28; aroma 3,76; rasa 4,04; dan tekstur 3,92. Secara umum, peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan gabus menyebabkan penurunan tingkat kesukaan panelis. Pembahasan masing-masing parameter disajikan pada subbab berikut.

4.1.1 Warna

Berdasarkan Gambar 11, nilai kesukaan warna cenderung menurun seiring meningkatnya konsentrasi tepung tulang ikan gabus. Warna merupakan salah satu atribut sensori yang pertama kali diamati oleh konsumen sebelum menilai aroma, rasa, dan tekstur suatu produk. Oleh karena itu, warna menjadi faktor penting yang memengaruhi tingkat penerimaan konsumen terhadap produk pangan. Perubahan warna pada kerupuk tepung tulang ikan gabus diduga dipengaruhi oleh semakin tingginya proporsi tepung tulang yang ditambahkan ke dalam adonan sehingga warna produk menjadi semakin gelap (Putra *et al.*, 2015). Hasil uji hedonik parameter warna dapat dilihat pada Gambar 11 dibawah ini:



Gambar 11. Diagram parameter warna

Keterangan:

P0 = Kontrol (Tanpa penambahan tepung tulang ikan gabus)

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

P2 = 20% tepung tulang ikan gabus

P3 = 30% tepung tulang ikan gabus

Pada perlakuan P1 (10%), warna kerupuk masih tampak cerah dan relatif seragam sehingga memperoleh tingkat kesukaan tertinggi di antara perlakuan yang menggunakan tepung tulang ikan gabus. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus sebanyak 10% belum memberikan perubahan warna yang signifikan dan masih dapat diterima oleh panelis.

Namun, pada perlakuan P2 (20%) terjadi penurunan tingkat kesukaan warna. Penambahan tepung tulang dalam jumlah yang lebih tinggi menyebabkan warna kerupuk mulai berubah menjadi lebih kecokelatan. Perubahan tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya kandungan protein pada adonan yang berinteraksi dengan gula pereduksi selama proses penggorengan melalui reaksi Maillard sehingga menghasilkan pigmen berwarna cokelat (Damodaran & Parkin, 2017).

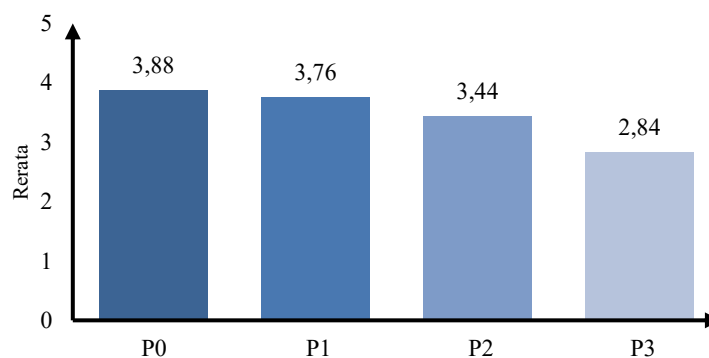
Penurunan tingkat kesukaan warna semakin nyata pada perlakuan P3 (30%). Menurut Hendrikayanti *et al.* (2022), konsentrasi tepung tulang ikan gabus yang lebih tinggi menghasilkan warna kerupuk yang lebih gelap sehingga kurang menarik bagi panelis. Selain dipengaruhi reaksi Maillard, warna yang semakin gelap diduga berasal dari warna alami tepung tulang ikan gabus yang mendominasi komposisi adonan. Kondisi tersebut menyebabkan penampilan produk menjadi kurang cerah sehingga tingkat penerimaan panelis terhadap warna menurun.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Wahab *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan cakalang pada kerupuk menyebabkan warna produk menjadi lebih gelap dan menurunkan tingkat kesukaan panelis. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Candra *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa peningkatan penggunaan tepung tulang ikan patin memberikan pengaruh nyata terhadap warna kerupuk.

Hasil uji organoleptik didukung oleh pengukuran warna secara instrumental, khususnya nilai *lightness* (L^*) yang menunjukkan bahwa perlakuan P3 memiliki tingkat kecerahan paling rendah dibandingkan P1 dan P2. Semakin rendah nilai *lightness* (L^*), semakin gelap warna produk. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan gabus menyebabkan warna kerupuk semakin gelap sehingga menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna produk.

4.1.2 Aroma

Hasil uji hedonik parameter aroma dapat dilihat pada Gambar 12 dibawah ini:



Gambar 12. Diagram parameter aroma

Keterangan:

P0 = Kontrol (Tanpa penambahan tepung tulang ikan gabus)

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

P2 = 20% tepung tulang ikan gabus

P3 = 30% tepung tulang ikan gabus

Aroma merupakan salah satu atribut sensori yang memengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk pangan. Pada kerupuk dengan penambahan tepung tulang ikan gabus, aroma khas ikan berasal dari sisa protein, kolagen, dan lemak

yang masih terkandung dalam tepung meskipun telah melalui proses pengolahan (Fitria *et al.*, 2017). Perbedaan konsentrasi tepung tulang ikan gabus mempengaruhi karakteristik aroma kerupuk, yang menyebabkan penerimaan panelis menurun.

Perlakuan P1 (10%) memperoleh tingkat kesukaan aroma tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus sebanyak 10% masih menghasilkan aroma yang seimbang dengan aroma bumbu, sehingga dapat diterima oleh panelis. Selain itu, bawang putih membantu menyamarkan aroma amis melalui pembentukan senyawa sulfur volatil (Damodaran & Parkin, 2017).

Pada perlakuan P2 (20%), tingkat kesukaan panelis mulai menurun. Penambahan tepung tulang dalam jumlah yang lebih tinggi menyebabkan aroma khas ikan menjadi lebih dominan dibandingkan perlakuan P1. Kondisi ini diduga disebabkan oleh meningkatnya jumlah senyawa volatil yang terbentuk dari komponen protein dan lemak selama proses penggorengan sehingga aroma produk menjadi lebih kuat (Pratama *et al.*, 2022).

Penurunan tingkat kesukaan aroma semakin terlihat pada perlakuan P3 (30%) yang menghasilkan skor hedonik terendah. Konsentrasi tepung tulang ikan gabus yang tinggi menyebabkan aroma khas ikan menjadi semakin dominan sehingga keseimbangan aroma antara bahan utama dan bumbu berkurang. Selain itu, terbentuknya senyawa volatil seperti trimetilamina (TMA) yang berasal dari degradasi trimetilamina oksida (TMAO) diduga turut memberikan aroma amis yang lebih kuat dan kurang disukai oleh panelis (Agusta *et al.*, 2024).

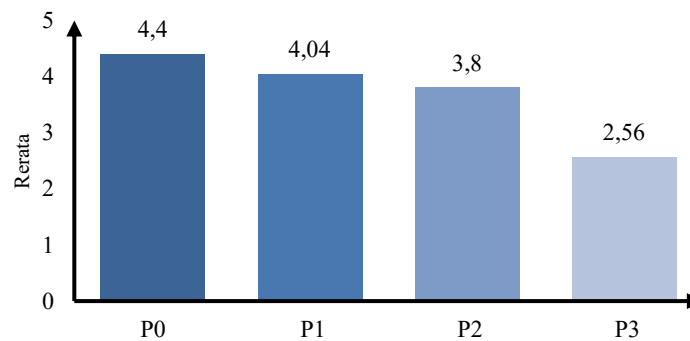
Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Wahab *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan cakalang pada kerupuk menyebabkan aroma khas ikan semakin kuat sehingga menurunkan tingkat kesukaan panelis. Penelitian Candra *et al.* (2018) juga menunjukkan bahwa peningkatan penggunaan tepung tulang ikan patin memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik aroma kerupuk.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan gabus dari 10% hingga 30% menyebabkan aroma khas ikan semakin dominan sehingga tingkat penerimaan panelis terhadap aroma kerupuk cenderung menurun. Perlakuan P1 menghasilkan aroma yang paling

disukai karena memiliki keseimbangan antara aroma khas ikan dan aroma bumbu, sedangkan perlakuan P3 menghasilkan aroma paling kuat sehingga memperoleh tingkat kesukaan terendah.

4.1.3 Rasa

Hasil uji hedonik parameter rasa dapat dilihat pada Gambar 13 dibawah ini:



Gambar 13. Diagram parameter rasa

Keterangan:

P0 = Kontrol (Tanpa penambahan tepung tulang ikan gabus)

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

P2 = 20% tepung tulang ikan gabus

P3 = 30% tepung tulang ikan gabus

Rasa merupakan atribut sensori yang menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk pangan. Karakteristik rasa kerupuk dipengaruhi oleh kombinasi tepung tapioka, tepung tulang ikan gabus, bawang putih, garam, dan bumbu lainnya. Selain meningkatkan nilai gizi, tepung tulang ikan gabus mengandung protein struktural dan asam amino yang berkontribusi terhadap cita rasa gurih (*umami*) pada produk (Hidayat & Rosidah, 2023).

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap rasa kerupuk tepung tulang ikan gabus mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung tulang ikan gabus. Perlakuan P1 (10%) memperoleh nilai kesukaan rasa sebesar 4,04, kemudian menurun pada perlakuan P2 (20%) menjadi 3,80, dan mencapai nilai terendah pada perlakuan P3 (30%) sebesar 2,56. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan gabus memengaruhi karakteristik rasa kerupuk.

Perlakuan P1 (10%) memperoleh tingkat kesukaan rasa tertinggi di antara seluruh perlakuan yang menggunakan tepung tulang ikan gabus. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus sebanyak 10% menghasilkan cita rasa yang masih seimbang antara rasa gurih khas ikan dengan bumbu yang digunakan. Kandungan protein dan asam amino pada tepung tulang diduga berkontribusi terhadap pembentukan cita rasa gurih sehingga produk masih dapat diterima dengan baik oleh panelis.

Pada perlakuan P2 (20%), tingkat kesukaan rasa mengalami penurunan. Penambahan tepung tulang ikan gabus dalam jumlah lebih tinggi menyebabkan rasa ikan semakin dominan. Selain itu, peningkatan kandungan mineral dan komponen penyusun tulang diduga memengaruhi cita rasa produk sehingga keseimbangan rasa yang dihasilkan berkurang dibandingkan perlakuan P1.

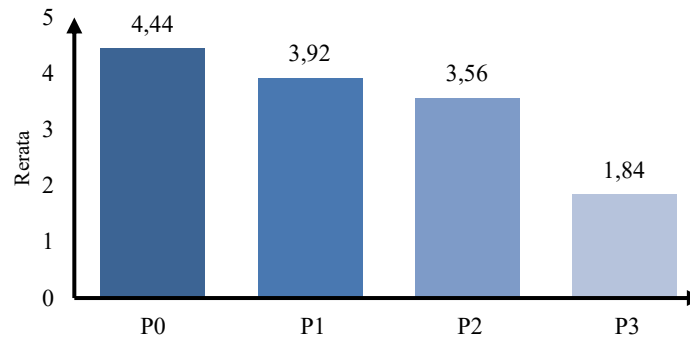
Penurunan tingkat kesukaan rasa semakin terlihat pada perlakuan P3 (30%) yang memperoleh skor hedonik terendah. Konsentrasi tepung tulang ikan gabus yang tinggi menyebabkan rasa khas ikan dan *aftertaste* dari komponen tulang lebih dominan. Kondisi tersebut mengurangi keseimbangan cita rasa kerupuk sehingga tingkat penerimaan panelis terhadap rasa menurun. Menurut Kurniawan *et al.* (2019), penggunaan tepung tulang ikan dalam konsentrasi tinggi dapat menimbulkan *aftertaste* khas yang memengaruhi tingkat kesukaan konsumen.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Candra *et al.* (2018) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan patin memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik rasa kerupuk. Penelitian Wahab *et al.* (2025) juga menunjukkan bahwa peningkatan penggunaan tepung tulang ikan cakalang menyebabkan rasa khas ikan menjadi lebih dominan sehingga tingkat penerimaan panelis cenderung menurun pada konsentrasi yang lebih tinggi.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan gabus dari 10% hingga 30% memengaruhi karakteristik rasa kerupuk. Perlakuan P1 menghasilkan cita rasa yang paling disukai karena keseimbangan antara rasa gurih khas ikan dan bumbu masih terjaga, sedangkan perlakuan P3 menghasilkan rasa yang paling dominan sehingga memperoleh tingkat kesukaan panelis yang paling rendah.

4.1.4 Tekstur

Hasil uji hedonik parameter tekstur dapat dilihat pada Gambar 14 dibawah ini:



Gambar 14. Diagram parameter tekstur

Keterangan:

P0 = Kontrol (Tanpa penambahan tepung tulang ikan gabus)

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

P2 = 20% tepung tulang ikan gabus

P3 = 30% tepung tulang ikan gabus

Tekstur merupakan salah satu atribut sensori yang sangat menentukan mutu kerupuk karena berkaitan erat dengan tingkat kerenyahan produk. Kerupuk yang baik umumnya memiliki tekstur renyah, ringan, berpori, dan mudah patah saat digigit. Karakteristik tersebut dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusun adonan, terutama kandungan pati, protein, kadar air, serta kemampuan adonan mengembang selama proses penggorengan (Sari *et al.*, 2021). Kerenyahan merupakan karakteristik penting pada produk kerupuk dan dipengaruhi oleh proporsi tepung tapioka dan tepung tulang ikan.

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur kerupuk tepung tulang ikan gabus mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung tulang ikan gabus. Perlakuan P1 (10%) memperoleh nilai kesukaan tekstur sebesar 3,92, kemudian menurun pada perlakuan P2 (20%) menjadi 3,56, dan mencapai nilai terendah pada perlakuan P3 (30%) sebesar 1,84. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan gabus memengaruhi karakteristik tekstur kerupuk sehingga semakin kurang disukai oleh panelis.

Perlakuan P1 (10%) menghasilkan tingkat kesukaan tekstur tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus sebanyak 10% masih mampu menghasilkan tekstur kerupuk yang renyah karena kandungan amilopektin pada tepung tapioka berperan dalam membentuk struktur berpori selama proses penggorengan (Fitria *et al.*, 2017).

Pada perlakuan P2 (20%), tingkat kesukaan tekstur mulai mengalami penurunan. Hal ini diduga karena peningkatan penambahan tepung tulang ikan gabus mengurangi proporsi tepung tapioka dalam formulasi, sehingga kemampuan adonan untuk mengembang selama proses penggorengan menjadi lebih rendah. Akibatnya, kerupuk yang dihasilkan memiliki tekstur yang lebih padat dan tingkat kerenyahan yang lebih rendah dibandingkan perlakuan P1.

Penurunan tingkat kesukaan tekstur semakin nyata pada perlakuan P3 (30%) yang memperoleh skor hedonik terendah. Konsentrasi tepung tulang ikan gabus yang tinggi menyebabkan struktur kerupuk semakin padat sehingga memerlukan gaya lebih besar untuk dipatahkan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan tepung tulang ikan gabus mengurangi kemampuan pengembangan adonan dan menghasilkan kerupuk dengan tingkat kekerasan lebih tinggi.

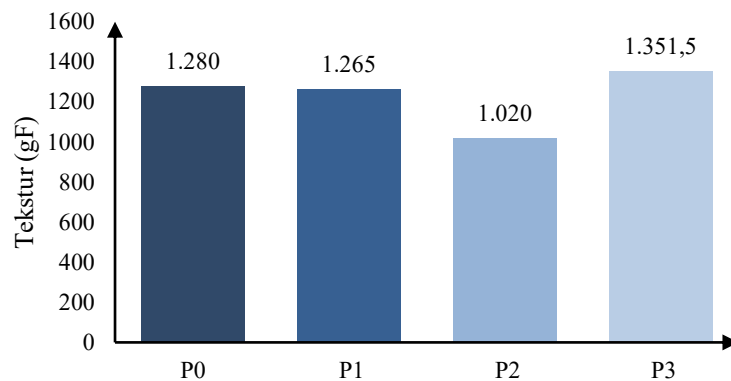
Hasil uji organoleptik tersebut didukung oleh hasil pengujian tekstur menggunakan *Texture Analyzer* yang menunjukkan bahwa perlakuan P3 memiliki nilai kekerasan tertinggi dibandingkan perlakuan P1 dan P2. Semakin tinggi nilai kekerasan (*hardness*), semakin besar gaya yang diperlukan untuk mematahkan kerupuk sehingga produk terasa kurang renyah saat dikonsumsi (Bourne, 2018). Sebaliknya, perlakuan P2 menghasilkan nilai kekerasan terendah sehingga memiliki tekstur yang lebih mudah patah dibandingkan perlakuan lainnya.

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung tulang ikan gabus, tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur semakin menurun. Perlakuan P1 memiliki tingkat kesukaan tertinggi, sedangkan P3 terendah. Hasil ini sejalan dengan Putra *et al.* (2015) dan Agusta *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa peningkatan penambahan tepung tulang ikan menghasilkan tekstur kerupuk yang lebih keras sehingga kurang disukai panelis.

4.2 Uji Fisik

4.2.1 Uji Tekstur

Hasil uji tekstur menggunakan sampel kerupuk tepung tulang ikan gabus pada semua formulasi dapat dilihat pada Gambar 15 dibawah ini:



Gambar 15. Diagram uji tekstur kerupuk

Keterangan:

P0 = Kontrol (Tanpa penambahan tepung tulang ikan gabus)

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

P2 = 20% tepung tulang ikan gabus

P3 = 30% tepung tulang ikan gabus

Hasil pengujian tekstur menggunakan *Texture Analyzer* menunjukkan bahwa nilai kekerasan kerupuk tepung tulang ikan gabus berkisar antara 1.020 hingga 1.351,5 gF. Perlakuan P2 (20%) menghasilkan nilai kekerasan terendah, yaitu 1.020 gF, sedangkan perlakuan P3 (30%) menghasilkan nilai kekerasan tertinggi yaitu 1.351,5 gF. Sementara itu, perlakuan P1 (10%) memiliki nilai kekerasan sebesar 1.265 gF. Semakin tinggi nilai peak load (gF), semakin besar gaya yang diperlukan untuk mematahkan kerupuk sehingga teksturnya semakin keras (Bourne, 2018).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus memengaruhi karakteristik tekstur kerupuk, namun perubahan nilai kekerasan tidak berlangsung secara linier. Perlakuan P2 menghasilkan nilai kekerasan terendah yang menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut terbentuk struktur kerupuk yang lebih mudah patah dan cenderung lebih renyah. Penelitian Suryanto *et al.* (2020), komposisi tepung tapioka dan tepung tulang ikan gabus masih seimbang

sehingga proses gelatinisasi pati dan pembentukan pori selama penggorengan berlangsung secara optimal.

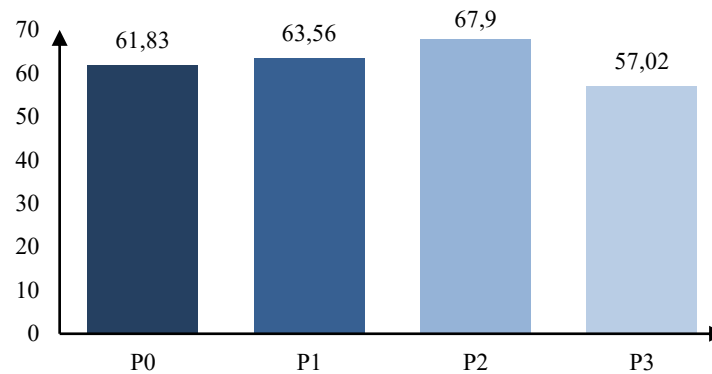
Sebaliknya, pada perlakuan P3 (30%) nilai kekerasan meningkat menjadi 1.351,5 gF. Peningkatan ini diduga disebabkan oleh tingginya konsentrasi tepung tulang ikan gabus yang menyebabkan struktur adonan lebih padat dan mengurangi kemampuan kerupuk mengembang selama penggorengan. Akibatnya, pori-pori yang terbentuk lebih sedikit sehingga kerupuk memerlukan gaya lebih besar untuk dipatahkan. Kondisi tersebut menjelaskan peningkatan kembali nilai kekerasan pada P3 setelah mengalami penurunan pada P2.

Hasil pengujian instrumental menunjukkan bahwa P2 memiliki nilai kekerasan paling rendah. Namun, tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur masih lebih rendah dibandingkan P0 dan P1. Hal ini menunjukkan bahwa persepsi panelis terhadap tekstur tidak hanya dipengaruhi oleh nilai kekerasan, tetapi juga oleh karakteristik fisik lainnya seperti daya kembang, porositas, dan sensasi kerenyahan selama proses pengunyahan. Dengan demikian, tekstur yang disukai panelis merupakan hasil dari kombinasi beberapa sifat fisik produk, bukan hanya tingkat kekerasannya.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Candra *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa peningkatan penggunaan tepung tulang ikan pada kerupuk dapat meningkatkan kepadatan struktur produk sehingga teksturnya menjadi lebih keras dan tingkat kerenyahannya menurun. Kepadatan struktur tersebut menyebabkan terbentuknya rongga udara yang lebih sedikit selama proses pengembangan, sehingga kerupuk menjadi kurang renyah dan menurunkan tingkat penerimaan panelis terhadap atribut tekstur.

4.2.2 Uji Warna

Hasil uji warna menggunakan sampel kerupuk tepung tulang ikan gabus pada semua formulasi dapat dilihat pada Gambar 16, 17, dan 18 dibawah ini:



Gambar 16. Diagram uji L* (kecerahan) kerupuk

Keterangan:

P0 = Kontrol (Tanpa penambahan tepung tulang ikan gabus)

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

P2 = 20% tepung tulang ikan gabus

P3 = 30% tepung tulang ikan gabus

Nilai L* kerupuk berada pada kisaran 57,02 hingga 67,9. Perlakuan P2 (20% tepung tulang ikan gabus) menghasilkan nilai L* tertinggi yaitu 67,9 yang menunjukkan warna paling cerah, sedangkan perlakuan P3 (30% tepung tulang ikan gabus) menghasilkan nilai L* terendah yaitu 57,02 yang menunjukkan warna paling gelap. Nilai L* pada perlakuan P0 (kontrol) dan P1 (10% tepung tulang ikan gabus) masing-masing sebesar 61,83 dan 63,56.

Parameter warna L* menunjukkan tingkat kecerahan (*lightness*) suatu produk dengan rentang nilai 0 sampai dengan 100. Nilai L* mendekati 0 menunjukkan warna semakin gelap (hitam), sedangkan nilai yang mendekati 100 menunjukkan warna semakin terang (putih) (Pathare *et al.*, 2013).

Nilai L* yang relatif tinggi menunjukkan bahwa kerupuk masih memiliki warna kuning cerah yang umum dijumpai pada produk kerupuk ikan. Namun demikian, terjadi kecenderungan penurunan kecerahan pada perlakuan dengan konsentrasi tepung tulang ikan gabus yang lebih tinggi terutama pada perlakuan P3 (30% tepung tulang ikan gabus).

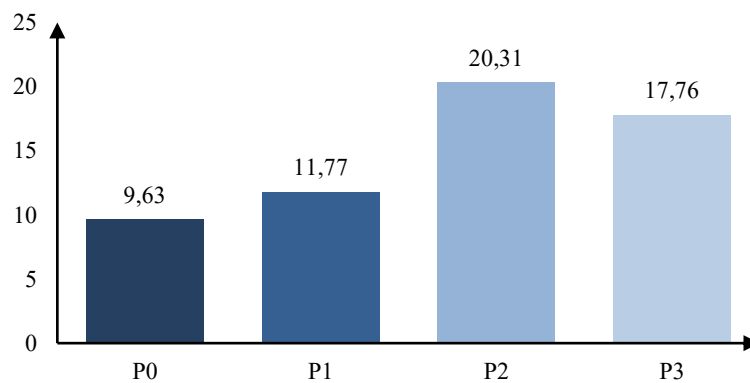
Penurunan nilai L* menunjukkan bahwa warna kerupuk menjadi lebih gelap. Kondisi ini disebabkan oleh meningkatnya kandungan protein dan mineral yang berasal dari tepung tulang ikan gabus (Hidayat & Rosidah, 2023). Selama proses perebusan dan penggorengan terjadi reaksi Maillard antara gugus amino

protein dan gula pereduksi yang menghasilkan pigmen melanoidin berwarna coklat. Semakin tinggi jumlah protein yang tersedia, semakin intensif reaksi pencoklatan yang terjadi sehingga menyebabkan penurunan nilai L^* (Hendrikayanti *et al.*, 2022).

Selain reaksi Maillard, suhu tinggi selama proses penggorengan juga dapat menyebabkan terjadinya karamelisasi yang berkontribusi terhadap pembentukan warna kecokelatan. Menurut López *et al.* (2023), penurunan nilai L^* pada produk pangan umumnya berkaitan dengan peningkatan intensitas pencoklatan akibat proses termal dan perubahan komposisi bahan baku.

Hasil ini sesuai dengan pengamatan organoleptik yang menunjukkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi tepung tulang lebih tinggi memperoleh skor kesukaan warna yang lebih rendah. Panelis cenderung lebih menyukai kerupuk dengan warna kuning cerah dibandingkan warna yang terlalu gelap. Oleh karena itu, nilai L^* dapat digunakan sebagai indikator objektif yang mendukung hasil pengujian sensori.

Secara keseluruhan, nilai L^* menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus dalam jumlah tinggi menyebabkan penurunan tingkat kecerahan kerupuk sehingga warna produk menjadi lebih gelap dibandingkan kontrol.



Gambar 17. Diagram uji C^* (kejenuhan) kerupuk

Keterangan:

P0 = Kontrol (Tanpa penambahan tepung tulang ikan gabus)

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

P2 = 20% tepung tulang ikan gabus

P3 = 30% tepung tulang ikan gabus

Hasil pengukuran menunjukkan nilai C^* kerupuk berkisar antara 9,63 sampai 20,31. Nilai *chroma* tertinggi pada perlakuan P2 (20% tepung tulang ikan gabus) sebesar 20,31, sedangkan nilai *chroma* terendah pada perlakuan P0 (kontrol) sebesar 9,63. Perlakuan P1 (10% tepung tulang ikan gabus) dan P3 (30% tepung tulang ikan gabus) masing-masing menghasilkan nilai sebesar 11,77 dan 17,76.

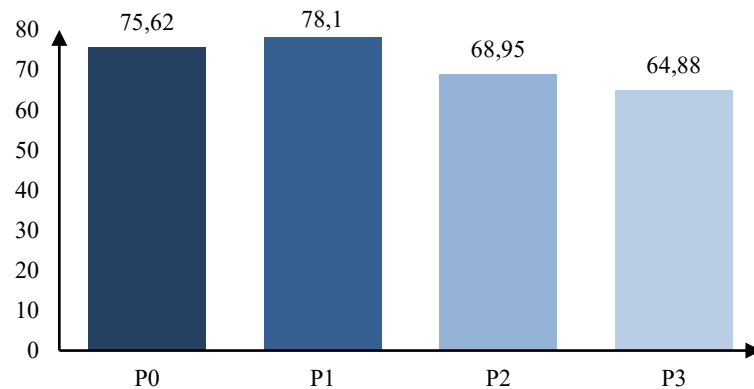
Nilai *chroma* (C^*) menunjukkan tingkat kejenuhan atau intensitas warna suatu produk. Semakin tinggi nilai *chroma*, semakin kuat dan pekat warna yang dihasilkan. Sebaliknya, nilai *chroma* yang rendah menunjukkan warna yang lebih pucat atau kurang jenuh (Pathare *et al.*, 2013).

Peningkatan nilai *chroma* menunjukkan bahwa warna kerupuk menjadi lebih pekat dan lebih jelas secara visual. Tingginya nilai C^* pada perlakuan P2 menunjukkan bahwa warna kuning yang dihasilkan lebih intens dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengolahan dan komposisi bahan mampu menghasilkan warna yang lebih kuat dan menarik.

Intensitas warna yang meningkat dipengaruhi oleh perubahan pigmen selama proses pemanasan. Reaksi pencoklatan non-enzimatis menghasilkan berbagai senyawa berwarna yang meningkatkan kejenuhan warna produk. Kandungan mineral yang terdapat pada tepung tulang ikan gabus juga memengaruhi karakteristik warna sehingga warna yang dihasilkan menjadi lebih pekat (Sari *et al.*, 2021).

Pada perlakuan P3, meskipun nilai *chroma* masih tergolong tinggi, tingkat kesukaan panelis terhadap warna menurun. Hal ini menunjukkan bahwa warna yang terlalu pekat dan cenderung kecokelatan tidak selalu meningkatkan penerimaan konsumen. Konsumen umumnya lebih menyukai warna kuning keemasan yang identik dengan kerupuk ikan dibandingkan warna yang terlalu gelap.

Dengan demikian, nilai *chroma* memberikan informasi mengenai kekuatan warna yang terbentuk selama proses pengolahan dan membantu menjelaskan perubahan warna yang diamati secara visual maupun organoleptik.



Gambar 18. Diagram uji H° (corak) kerupuk

Keterangan:

P0 = Kontrol (Tanpa penambahan tepung tulang ikan gabus)

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

P2 = 20% tepung tulang ikan gabus

P3 = 30% tepung tulang ikan gabus

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai *hue* kerupuk berkisar antara $64,88^\circ$ sampai $78,1^\circ$. Nilai *hue* tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 (10% tepung tulang ikan gabus) sebesar $78,1^\circ$, sedangkan nilai *hue* terendah diperoleh pada perlakuan P3 (30% tepung tulang ikan gabus) sebesar $64,88^\circ$.

Berdasarkan rentang nilai tersebut, seluruh perlakuan menghasilkan warna dominan kuning hingga kuning kecokelatan yang merupakan karakteristik umum kerupuk ikan setelah proses penggorengan. Namun demikian, terjadi penurunan nilai *hue* seiring meningkatnya konsentrasi tepung tulang ikan gabus.

Hue angle (H°) merupakan parameter yang menunjukkan jenis atau arah warna dominan yang dihasilkan suatu produk. Nilai *hue* digunakan untuk mengidentifikasi kecenderungan warna seperti merah, kuning, hijau, atau biru. Pada sistem warna CIE-LCH, nilai *hue* antara 54° sampai 90° menunjukkan warna kuning hingga kuning kemerahan (Pathare *et al.*, 2013).

Nilai *hue* yang tinggi pada P1 (10% tepung tulang ikan gabus) menunjukkan warna yang lebih mendekati kuning cerah. Sebaliknya, nilai *hue* yang lebih rendah pada P3 (30% tepung tulang ikan gabus) menunjukkan pergeseran warna menuju kuning kecokelatan yang mengindikasikan proses pencoklatan lebih intensif pada konsentrasi tepung tulang ikan gabus yang lebih tinggi.

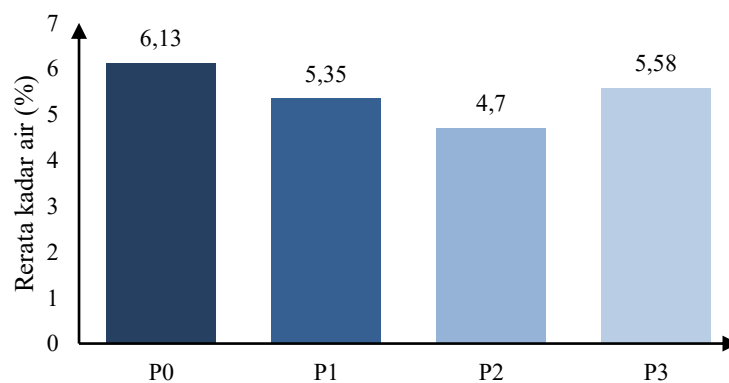
Penurunan nilai *hue* dapat dijelaskan oleh peningkatan kandungan protein yang mempercepat reaksi Maillard selama proses pemanasan. Reaksi tersebut menghasilkan pigmen melanoidin yang menyebabkan warna produk bergeser dari kuning cerah menuju kuning kecokelatan. Menurut López *et al.* (2023), perubahan nilai *hue* pada produk pangan sering digunakan sebagai indikator perubahan warna akibat pemanasan dan reaksi pencoklatan.

Pengukuran warna secara instrumental menggunakan parameter L^* , C^* , dan H° memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai perubahan karakteristik visual kerupuk dibandingkan pengamatan secara subjektif. Integrasi hasil instrumental dengan uji organoleptik menunjukkan bahwa penerimaan panelis tidak hanya dipengaruhi oleh tingkat kecerahan, tetapi juga oleh kejenuhan dan corak warna yang terbentuk akibat penambahan tepung tulang ikan gabus.

4.3 Analisis Proksimat

4.3.1 Uji Kadar Air

Hasil uji kadar air menggunakan sampel kerupuk tepung tulang ikan gabus pada semua formulasi dapat dilihat pada Gambar 19 dibawah ini:



Gambar 19. Diagram uji kadar air

Keterangan:

P0 = Kontrol (Tanpa penambahan tepung tulang ikan gabus)

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

P2 = 20% tepung tulang ikan gabus

P3 = 30% tepung tulang ikan gabus

Hasil analisis kadar air menunjukkan bahwa kadar air kerupuk tepung tulang ikan gabus pada perlakuan yang menggunakan tepung tulang ikan gabus berkisar antara 4,7% hingga 5,58%. Perlakuan P2 (20%) menghasilkan kadar air terendah sebesar 4,7%, diikuti P1 (10%) sebesar 5,35%, sedangkan P3 (30%) menghasilkan kadar air tertinggi sebesar 5,58%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus memengaruhi kadar air kerupuk, namun perubahan yang terjadi tidak bersifat linier.

Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan mutu produk pangan karena berpengaruh terhadap tekstur, kerenyahan, daya simpan, serta stabilitas produk selama penyimpanan (Winarno, 2008). Semakin rendah kadar air suatu kerupuk, maka tekstur yang dihasilkan umumnya semakin renyah dan pertumbuhan mikroorganisme dapat dihambat sehingga umur simpan produk menjadi lebih panjang (Wardana *et al.*, 2018).

Perlakuan P1 menghasilkan kadar air sebesar 5,35%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sebagian air masih tertahan di dalam matriks kerupuk setelah proses pengeringan. Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh kemampuan tepung tulang ikan gabus dalam mengikat air melalui kandungan protein dan kolagen yang masih terdapat pada tepung tulang. Protein dan kolagen memiliki gugus hidrofilik yang mampu berinteraksi dengan molekul air sehingga sebagian air tetap terikat dalam struktur adonan. Akibatnya, proses penguapan air selama pengeringan menjadi kurang optimal dan kadar air produk akhir masih relatif lebih tinggi.

Pada perlakuan P2, kadar air menurun menjadi 4,7% yang merupakan nilai terendah di antara seluruh perlakuan. Menurut Nusaibah (2021), penurunan kadar air diduga disebabkan oleh komposisi tepung tulang ikan gabus dan tepung tapioka yang lebih seimbang sehingga proses pengeringan berlangsung lebih efektif. Selain itu, terbentuknya struktur kerupuk yang lebih berpori memungkinkan air lebih mudah menguap selama proses pengeringan dan penggorengan. Kondisi tersebut juga didukung oleh hasil pengujian tekstur yang menunjukkan bahwa perlakuan P2 memiliki nilai kekerasan paling rendah, sehingga kerupuk cenderung lebih renyah dibandingkan perlakuan lainnya.

Namun pada perlakuan P3, kadar air kembali meningkat menjadi 5,58%. Peningkatan tersebut diduga terjadi karena penambahan tepung tulang ikan gabus dalam jumlah yang lebih tinggi menyebabkan meningkatnya kandungan protein, terutama kolagen yang memiliki sifat hidrofilik sehingga mampu mengikat air lebih banyak. Akibatnya, sebagian air tetap tertahan di dalam matriks kerupuk meskipun telah melalui proses pengeringan. Selain itu, tingginya konsentrasi tepung tulang juga dapat menghambat pembentukan pori-pori selama penggorengan sehingga penguapan air menjadi kurang optimal (Saputra *et al.*, 2016).

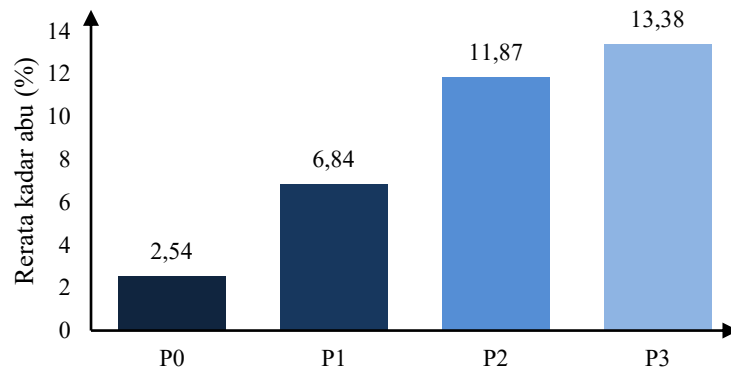
Apabila dibandingkan dengan SNI 8646:2018, kadar air maksimum yang dipersyaratkan adalah 4%. Berdasarkan hasil penelitian, seluruh perlakuan yang menggunakan tepung tulang ikan gabus (P1, P2, dan P3) masih memiliki kadar air di atas batas maksimum SNI. Meskipun demikian, P2 merupakan perlakuan yang memiliki kadar air paling mendekati persyaratan SNI, sehingga berpotensi memiliki daya simpan yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus hingga 20% mampu menurunkan kadar air kerupuk, sedangkan peningkatan konsentrasi menjadi 30% menyebabkan kadar air kembali meningkat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar air, bergantung pada konsentrasi yang digunakan dalam formulasi adonan.

Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan tepung tulang ikan gabus dalam jumlah terlalu tinggi dapat meningkatkan kemampuan produk mengikat air sehingga kadar air kerupuk menjadi lebih tinggi. Kondisi ini diduga berkaitan dengan meningkatnya kandungan protein dan kolagen pada tepung tulang ikan gabus yang memiliki kemampuan mengikat molekul air. Akibatnya, sebagian air tetap tertahan di dalam produk selama proses pengeringan sehingga kadar air akhir kerupuk cenderung meningkat pada konsentrasi tepung tulang yang lebih tinggi.

4.3.2 Uji Kadar Abu

Hasil uji kadar abu menggunakan sampel kerupuk tepung tulang ikan gabus pada semua formulasi dapat dilihat pada Gambar 20 dibawah ini:



Gambar 20. Diagram uji kadar abu

Keterangan:

P0 = Kontrol (Tanpa penambahan tepung tulang ikan gabus)

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

P2 = 20% tepung tulang ikan gabus

P3 = 30% tepung tulang ikan gabus

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar abu kerupuk tepung tulang ikan gabus pada perlakuan yang menggunakan tepung tulang ikan gabus berkisar antara 6,84% hingga 13,38%. Perlakuan P1 (10%) menghasilkan kadar abu sebesar 6,84%, kemudian meningkat pada P2 (20%) menjadi 11,87%, dan mencapai nilai tertinggi pada P3 (30%) sebesar 13,38%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung tulang ikan gabus yang ditambahkan, semakin tinggi pula kadar abu kerupuk yang dihasilkan.

Kadar abu merupakan parameter yang menunjukkan jumlah total mineral yang terkandung dalam suatu bahan pangan setelah seluruh komponen organiknya dibakar pada suhu tinggi. Pada tepung tulang ikan gabus, kandungan mineral didominasi oleh kalsium dan fosfor sehingga peningkatan konsentrasi tepung tulang secara langsung meningkatkan kadar abu produk (Winarno, 2008).

Perlakuan P1 menghasilkan kadar abu sebesar 6,84%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus sebanyak 10% telah memberikan kontribusi mineral yang cukup besar terhadap kerupuk. Pada P2, kadar abu meningkat menjadi 11,87%, menunjukkan bahwa semakin banyak tepung tulang yang ditambahkan, semakin besar pula jumlah mineral yang terakumulasi dalam produk.

Peningkatan kadar abu paling tinggi terjadi pada P3 yaitu sebesar 13,38%. Tingginya kadar abu pada perlakuan ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus sebanyak 30% menghasilkan kandungan mineral yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena tulang ikan gabus mengandung mineral dalam jumlah yang cukup besar, terutama kalsium dan fosfor yang tetap bertahan selama proses pengolahan sehingga meningkatkan residu anorganik setelah proses pengabuan (Rosmawati *et al.*, 2019).

Apabila dibandingkan dengan SNI 8646:2018, kadar abu maksimum kerupuk ikan adalah 0,3%. Seluruh perlakuan pada penelitian ini memiliki kadar abu yang melebihi batas tersebut. Tingginya kadar abu disebabkan oleh penggunaan tepung tulang ikan gabus sebagai bahan fortifikasi mineral. Meskipun belum memenuhi persyaratan SNI untuk kadar abu, peningkatan nilai tersebut menunjukkan bahwa tepung tulang ikan gabus efektif meningkatkan kandungan mineral kerupuk sehingga berpotensi menghasilkan produk dengan nilai gizi yang lebih tinggi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Putra *et al.* (2015) & Wahab *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan pada produk pangan menyebabkan kadar abu meningkat karena tingginya kandungan mineral yang terdapat pada jaringan tulang ikan.

4.3.3 Kandungan Protein Kerupuk

Hasil uji kadar protein kerupuk tepung tulang ikan gabus pada sampel terbaik (P1) dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini:

Tabel 5. Hasil uji kadar protein kerupuk

No.	Kode sampel	Kadar protein (%)
1.	P1	7,96

Keterangan:

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

Protein merupakan salah satu komponen gizi penting yang berperan dalam pertumbuhan, perbaikan jaringan tubuh, serta berbagai proses metabolisme. Hasil analisis menunjukkan kadar protein pada perlakuan terbaik (P1) sebesar 7,96.

Tingginya kadar protein pada produk diduga berasal dari kandungan protein yang masih terdapat pada tepung tulang ikan gabus, terutama protein kolagen yang merupakan protein utama penyusun jaringan tulang. Menurut Trilaksani *et al.* (2020), tulang ikan tidak hanya mengandung mineral tetapi juga mengandung protein kolagen yang dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai gizi produk pangan.

Berdasarkan SNI 8646:2018, kadar protein minimum kerupuk ikan adalah 2%, sehingga kadar protein yang diperoleh pada penelitian ini telah memenuhi bahkan melebihi persyaratan standar yang ditetapkan. Tingginya kadar protein menunjukkan bahwa fortifikasi tepung tulang ikan gabus berhasil meningkatkan nilai gizi produk. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Candra *et al.* (2018) yang melaporkan bahwa substitusi tepung tulang ikan patin pada kerupuk mampu meningkatkan kadar protein dibandingkan perlakuan tanpa penambahan tepung tulang. Penelitian Nusaibah (2021) juga menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan tuna pada kerupuk memberikan kontribusi terhadap peningkatan kadar protein produk. Selain itu, Nalawati *et al.* (2024) menyatakan bahwa penggunaan bahan baku perikanan dalam produk pangan dapat meningkatkan kandungan protein karena adanya kontribusi protein struktural dan protein jaringan ikat yang masih terkandung dalam bahan tersebut.

Tingginya kadar protein pada kerupuk tepung tulang ikan gabus tidak hanya meningkatkan nilai gizi, tetapi juga dapat memengaruhi karakteristik sensori produk. Protein dapat mengalami hidrolisis parsial selama proses pengolahan dan menghasilkan peptida serta asam amino bebas yang berkontribusi terhadap pembentukan cita rasa gurih atau umami. Hal ini diduga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan perlakuan P1 memperoleh tingkat penerimaan rasa yang cukup baik pada uji organoleptik. Menurut Damodaran & Parkin (2017), protein dan produk degradasinya memiliki peran penting dalam pembentukan flavor pada berbagai produk pangan. Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus tidak hanya berfungsi sebagai sumber mineral, tetapi juga mampu meningkatkan kandungan protein sehingga menghasilkan produk dengan nilai gizi yang lebih baik dan telah memenuhi persyaratan SNI 8646:2018.

4.3.4 Kandungan Lemak Kerupuk

Hasil uji kadar lemak kerupuk tepung tulang ikan gabus pada sampel terbaik (P1) dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6. Hasil uji kadar lemak kerupuk

No.	Kode sampel	Kadar lemak (%)
1.	P1	28,2

Keterangan:

P1 = 10% tepung tulang ikan gabus

Lemak merupakan salah satu komponen kimia yang berfungsi sebagai sumber energi, pembawa vitamin larut lemak, serta berperan dalam pembentukan cita rasa dan tekstur produk pangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar lemak pada perlakuan terbaik (P1) sebesar 28,2%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kerupuk memiliki kandungan lemak yang mendekati batas maksimum SNI (30%). Pada produk kerupuk, kandungan lemak tidak hanya dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan, tetapi juga oleh kemampuan produk dalam menyerap minyak selama proses penggorengan. Menurut Choe & Min (2018), selama proses penggorengan terjadi perpindahan massa berupa keluarnya air dari bahan dan masuknya minyak ke dalam rongga-rongga yang terbentuk sehingga menyebabkan peningkatan kadar lemak produk.

Apabila dibandingkan dengan SNI 8646:2018, kadar lemak maksimum kerupuk ikan yang diperbolehkan adalah 30%. Dengan demikian, kadar lemak yang diperoleh pada penelitian ini masih memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan. Nilai kadar lemak yang mendekati batas maksimum standar menunjukkan bahwa proses penggorengan memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap kandungan lemak akhir produk. Hasil penelitian ini sejalan dengan Hendrikayanti *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa kadar lemak kerupuk sangat dipengaruhi oleh suhu dan lama penggorengan karena kedua faktor tersebut menentukan jumlah minyak yang terserap ke dalam produk. López *et al.* (2023) juga melaporkan bahwa produk *crackers* dan *snack* berbasis pati cenderung mengalami peningkatan kadar lemak akibat penyerapan minyak selama proses penggorengan, terutama pada produk yang memiliki struktur pori yang besar.

Tingginya kadar lemak pada kerupuk berkaitan erat dengan karakteristik fisik produk, khususnya tekstur dan daya kembang. Selama proses penggorengan, air yang menguap dari dalam kerupuk akan membentuk rongga-rongga udara yang kemudian sebagian terisi oleh minyak. Semakin banyak rongga yang terbentuk, semakin besar pula peluang minyak masuk ke dalam produk. Menurut Rahmawati *et al.* (2021), produk dengan porositas yang tinggi umumnya memiliki kemampuan menyerap minyak lebih besar dibandingkan produk yang memiliki struktur lebih padat. Meskipun demikian, keberadaan lemak dalam jumlah tertentu dapat memberikan kontribusi positif terhadap cita rasa dan kerenyahan kerupuk karena menghasilkan sensasi gurih yang disukai konsumen. Oleh karena itu, kadar lemak sebesar 28,2% pada penelitian ini masih dapat diterima karena memenuhi standar SNI dan turut mendukung karakteristik sensori produk yang baik, terutama pada perlakuan terbaik hasil uji organoleptik.