

PENGARUH RASIO MOCAF DAN TEPUNG TULANG SOTONG TERHADAP PARAMETER FISIK, KIMIA, DAN ORGANOLEPTIK KERUPUK

THE EFFECT OF THE RATIO OF MOCAF AND CUTTLEFISH BONE FLOUR ON THE CHEMICAL, PHYSICAL AND ORGANOLEPTIC PARAMETERS OF CRACKERS

Shandy Julius¹, Ahmad Alamsyah^{2*}, Siska Cicilia²

¹Mahasiswa Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

²Staff Pengajar Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

*email: ahmad.alamsyah60@yahoo.com

ABSTRACT

Modified cassava flour (mocaf) is cassava flour that has undergone physical, chemical, and biological modifications that have the potential to substitute wheat flour because it is gluten-free, but has a relatively low calcium content. Efforts to increase the nutritional value of mocaf crackers can be done by adding cuttlefish bone flour as a source of calcium. This study aims to determine the effect of the ratio of mocaf flour and cuttlefish bone flour on the chemical, physical, and organoleptic characteristics of crackers. The study was conducted experimentally using a one-factor Completely Randomized Design (CRD), namely the ratio of mocaf flour and cuttlefish bone flour with six treatment levels (100:0, 99:1%, 98:2%, 97:3%, 96:4%, 95:5%). The parameters observed included water content, ash content, calcium content, texture, color (L^* and $^{\circ}$ Hue values), and organoleptic tests including texture, color, aroma, and taste. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) at a significance level of 5% and different data were further tested (HSD). The results showed that the difference in the ratio of mocaf and cuttlefish bone flour significantly affected the water content, texture, color, and all organoleptic parameters, but did not significantly affect the ash content. Treatment with a ratio of mocaf and cuttlefish bone flour of 99:1% produced crackers with a water content of 4.56%, ash content of 4.75%, calcium content of 1.86%, a crunchy texture and was somewhat liked by the panelists. Thus, cuttlefish bone flour has the potential to be used as a source of calcium in the manufacture of mocaf-based crackers.

Keywords: Crackers, mocaf, cuttlefish bone flour

ABSTRAK

Modified cassava flour (mocaf) merupakan tepung singkong yang telah mengalami modifikasi baik secara fisik, kimia dan biologi yang berpotensi sebagai substitusi tepung terigu karena bebas gluten, namun memiliki kandungan kalsium yang relatif rendah. Upaya peningkatan nilai gizi kerupuk mocaf dapat dilakukan dengan penambahan tepung tulang sotong sebagai sumber kalsium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio tepung mocaf dan tepung tulang sotong terhadap karakteristik kimia, fisik, dan organoleptik kerupuk. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu rasio tepung mocaf dan tepung tulang sotong dengan enam taraf perlakuan (100:0, 99:1%, 98:2%, 97:3%, 96:4%, 95:5%). Parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, kadar kalsium, tekstur, warna (nilai L^* dan $^{\circ}$ Hue), serta uji organoleptik meliputi tekstur, warna, aroma, dan rasa. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf nyata 5% dan data yang berbeda diuji lanjut (BNJ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan rasio mocaf dan tepung tulang sotong berpengaruh nyata terhadap kadar air, tekstur, warna, dan seluruh parameter organoleptik, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu. Perlakuan dengan rasio mocaf dan tepung tulang sotong 99:1% menghasilkan kerupuk dengan kadar air 4,56%, kadar abu 4,75%, kadar kalsium 1,86%, tekstur renyah dan agak disukai oleh panelis. Dengan demikian, tepung tulang sotong berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber kalsium dalam pembuatan kerupuk berbahan dasar mocaf.

Kata kunci: Kerupuk, mocaf, tepung tulang sotong

PENDAHULUAN

Modified cassava flour (mocaf) merupakan tepung singkong yang telah mengalami proses modifikasi secara fisik, kimia, dan biologi. Proses modifikasi tersebut menghasilkan karakteristik mocaf yang menyerupai tepung terigu, dengan perbedaan utama pada tekstur yang relatif lebih kasar. Mocaf dapat digunakan sebagai bahan substitusi tepung terigu hingga 30–100% dalam berbagai produk pangan (Philia et al., 2020). Proses modifikasi pada mocaf menyebabkan degradasi ikatan polimer pati menjadi rantai yang lebih pendek akibat aktivitas enzim, sehingga kemampuan mengikat air menjadi lebih tinggi dibandingkan tepung singkong biasa (Ridwansyah & Yusraini, 2013).

Mocaf memiliki potensi pemanfaatan yang luas sebagai food ingredient. Selain digunakan sebagai bahan pelengkap, mocaf juga dapat berperan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan produk pangan (Fahmi et al., 2017). Kandungan gizi MOCAF meliputi kadar air sebesar 9,25%, protein 1,93%, abu 0,30%, lemak 2,72%, dan serat kasar 0,21% (Gusriani et al., 2021). Selain itu, mocaf tidak mengandung gluten sehingga aman dikonsumsi oleh individu dengan intoleransi gluten, termasuk penderita gluten intolerance dan autisme (Tarigan et al., 2019). Sebagai upaya meningkatkan pemanfaatan mocaf sebagai substitusi tepung terigu, diperlukan pengembangan produk pangan berbasis mocaf, salah satunya dalam bentuk kerupuk (Izzatunnisa, 2023).

Kerupuk merupakan makanan ringan yang umumnya terbuat dari tepung tapioka dengan penambahan garam, soda kue, dan bahan penyedap. Kerupuk memiliki karakteristik tekstur renyah dan rasa gurih sehingga banyak dikonsumsi sebagai makanan pendamping nasi. Proses pembuatan kerupuk meliputi pencampuran bahan, pencetakan adonan, pengukusan, pendinginan, pemotongan, pengeringan, dan penggorengan (Martiyanti, 2019). Nilai viskositas mocaf yang lebih tinggi dibandingkan tepung terigu menyebabkan proses pengembangan adonan berlangsung lebih lambat. Namun, karakteristik ini memberikan keuntungan berupa tekstur kerupuk yang renyah dan bertahan lebih lama setelah penggorengan (Trubus, 2016).

Meskipun demikian, penggunaan mocaf sebagai bahan dasar kerupuk memiliki keterbatasan, terutama dari aspek kandungan mineral. Salah satu kelemahan mocaf adalah kandungan kalsiumnya yang relatif rendah dibandingkan tepung terigu (Nikmah et al., 2017). Penelitian Damayanti (2014) melaporkan bahwa kandungan kalsium pada tepung mocaf sebesar 77,8 mg/100 g, sedangkan pada tepung terigu sebesar 22 mg/100 g. Oleh karena itu, diperlukan upaya fortifikasi mineral untuk meningkatkan nilai gizi kerupuk berbasis mocaf.

Tulang sotong (*Sepia* sp.) merupakan hasil samping perikanan yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber mineral, terutama kalsium dan fosfor. Kalsium berperan penting dalam pembentukan dan pemeliharaan kesehatan tulang serta mencegah kerapuhan akibat asupan mineral yang tidak mencukupi (Widharto & Marsudi, 2017). Tulang sotong mengandung kalsium sebesar 18,16%, kadar air 1,35%, dan kadar abu 88,2% (Rini et al., 2022). Kandungan mineral utama pada tulang sotong adalah kalsium karbonat yang memiliki tingkat penyerapan baik dan dapat ditoleransi oleh sebagian besar individu apabila dikonsumsi bersama makanan. Kebutuhan kalsium harian untuk memenuhi angka kecukupan gizi adalah sekitar 1000 mg (Sufiani, 2022).

Aplikasi tepung tulang sebagai sumber kalsium telah banyak dilakukan pada berbagai produk pangan seperti biskuit, kerupuk, dan produk berbasis miofibril. Penambahan tepung tulang bertujuan untuk meningkatkan kandungan kalsium sekaligus mendukung fortifikasi pangan. Penelitian Ideatama (2022) menunjukkan bahwa penambahan bubuk tulang sotong sebesar 2,5% pada pembuatan donat mampu meningkatkan kadar kalsium hingga 1,77%. Selain itu, metode pengolahan tulang sotong juga berpengaruh terhadap kadar kalsium yang dihasilkan. Suptijah et al. (2020) melaporkan bahwa metode ekstraksi gabungan presto dan alkali menghasilkan kadar kalsium tertinggi sebesar 51,76%, dibandingkan metode alkali saja sebesar 35,14%. Hal ini disebabkan kombinasi suhu, tekanan, dan larutan basa yang mampu menghilangkan senyawa non-kalsium secara lebih optimal.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, kerupuk dengan penambahan tepung tulang sotong menunjukkan perbedaan karakteristik mutu. Kerupuk tanpa penambahan tepung tulang sotong (0%) memiliki warna putih, cita rasa hambar, dan tekstur renyah. Penambahan tepung tulang sotong sebesar

1% menghasilkan kerupuk dengan warna agak kecoklatan, cita rasa sedikit pahit, dan tekstur renyah. Pada penambahan 4%, kerupuk menunjukkan warna coklat tua, rasa pahit, dan tekstur tetap renyah. Sementara itu, penambahan 10% menghasilkan warna agak kecoklatan dengan cita rasa sedikit pahit dan tekstur renyah. Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa rasio mocaf dan tepung tulang sotong berpotensi memengaruhi mutu krupuk yang dihasilkan.

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh rasio mocaf dan tepung tulang sotong terhadap parameter fisik, kimia, dan organoleptik kerupuk, guna memperoleh formulasi terbaik yang menghasilkan kerupuk dengan mutu fisik dan sensori yang baik serta kandungan gizi yang meningkat.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tepung tulang sotong, mocaf, baking soda, gula, garam, bawang putih bubuk, kuning telur, air, minyak goreng, sodium bikarbonat (NaHCO_3), larutan ETDA, larutan buffer pH, larutan standar kalsium (CaCO_3 atau CaCl_2), dan aquades.

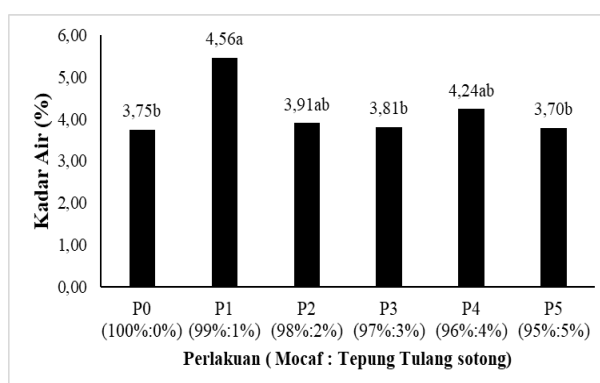
Metode

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan percobaan satu faktor yaitu rasio mocaf dan tepung tulang sotong dengan 6 taraf perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 2 kali sehingga diperoleh 12 unit percobaan. Data hasil pengamatan dianalisis keragaman (Analysis of Variance) dengan taraf nyata 5% dengan menggunakan software Costat. Apabila terdapat beda nyata, data diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

PEMBAHASAN

Kadar Air

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (wet basis) atau berdasarkan berat kering (dry basis). Kadar air salah satu pemegang peranan penting. Selain temperat, aktivitas air mempunyai tempat tersendiri dalam proses pembusukan dan ketengikan. Kerusakan bahan makanan pada umumnya merupakan proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatis atau kombinasi antara ketiganya (Zulfa & Mudzakiroh, 2017). Pengaruh perbedaan rasio tepung mocaf dan tepung tulang sotong terhadap kadar air kerupuk dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Pengaruh Rasio Mocaf dan Tepung Tulang Sotong terhadap Kadar Air Kerupuk

Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar air kerupuk tanpa penambahan tepung tulang sotong memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan kerupuk yang ditambahkan kadar tepung tulang sotong sebanyak 1%. Kerupuk kemudian mengalami penurunan kadar air yang tidak signifikan pada penambahan tepung tulang sotong 2% dan 3%. Pada rasio tepung tulang sotong 4% kadar air kerupuk mengalami peningkatan yang tidak signifikan tetapi mengalami penurunan yang tidak signifikan pada penambahan rasio tepung tulang sotong 5%. Hal ini berbanding terbalik dengan pendapat Martiyanti & Erwelda (2019) menyatakan bahwa peningkatan kadar kalsium akan

menyebabkan semakin tinggi persentase air terikat pada suatu produk. Artinya semakin banyak tepung tulang sotong yang ditambahkan akan meningkatkan kadar air pada kerupuk. tinggi rendahnya kadar air suatu bahan sangat ditentukan oleh air terikat dan air bebas yang terdapat dalam bahan.

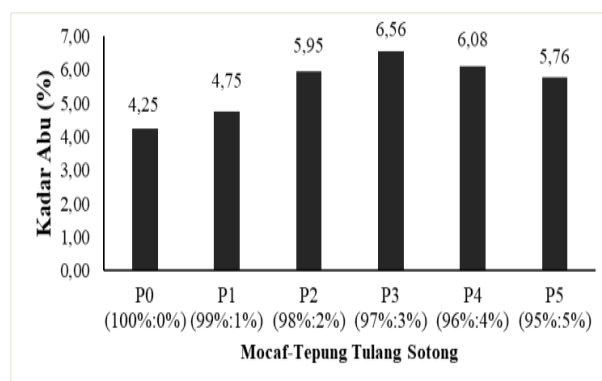
Penelitian Pratama (2020) menyatakan penambahan rasio mocaf secara nyata meningkatkan kadar air kerupuk udang, amilosa yang terkandung pada mocaf memiliki kemampuan mengikat molekul air pada bahan saat terjadinya proses gelatinisasi. Mocaf memiliki kemampuan daya serap air yang tinggi karena struktur pati mocaf yang termodifikasi. Semakin rendah rasio mocaf yang ditambahkan membuat daya serap air pada kerupuk menjadi lebih rendah dan menurunkan kadar airnya.

Penelitian ini menunjukkan adanya ketidakpastian pada peningkatan dan penurunan kadar air. Bahan baku yang memiliki fungsi yang sama terhadap kadar air produk menyebabkan ketidakpastian kadar air yang dihasilkan (Nurjanah et al, 2021). Selain itu, ketidakkosistenan perubahan kadar air pada perlakuan diatas dapat disebabkan oleh faktor tidak ada penggunaan suhu tertentu saat mengukus dan menggoreng, serta tidak adanya metode tambahan saat pengeringan yang menggunakan suhu konstan. Sufiani (2022) menyatakan bahwa kadar air berkurang akibat dari terjadinya proses perpindahan panas dan perpindahan massa yang terjadi saat proses pengeringan berlangsung. Selain proses pengeringan, pada penelitian ini terdapat perpindahan panas melalui proses penggorengan dengan suhu tidak dikontrol.

Kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini tidak sesuai dengan standar maksimal kadar air pada kerupuk yaitu menurut SNI 01- 2713-1999, kadar air maksimum untuk kerupuk siap makan adalah sekitar 3%.

Kadar Abu

Kadar abu merupakan campuran dari komponen mineral atau anorganik pada suatu bahan. Penentuan kadar abu berhubungan dengan kandungan mineral suatu bahan seperti besi, kalsium, fosfor, dan lainnya (Fauzi et al, 2022). Penentuan kadar abu berhubungan erat dengan kandungan mineral yang terdapat dalam suatu bahan, kemurnian serta kebersihan suatu bahan yang dihasilkan. Pengaruh perbedaan rasio mocaf dan tepung tulang sotong terhadap kadar abu kerupuk dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Rasio Mocaf dan Tepung Tulang Sotong terhadap Kadar Abu Kerupuk

Gambar 2 menunjukkan bahwa perlakuan rasio tepung mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap kadar abu kerupuk. Bahan makanan dibakar dalam suhu yang tinggi dan menjadi abu. Kadar Abu semakin meningkat dengan adanya penambahan substitusi bahan karena kandungan mineral dalam produk yang dihasilkan meningkat seiring dengan banyaknya substitusi yang ditambahkan (Wahyani & Rahmawati, 2021 dalam Arum, 2024). Berdasarkan penelitian Rohmah et al., (2022) tepung tulang sotong memiliki kadar abu $93,75 \pm 0,22$ % (metode presto); $94,14 \pm 0,71$ % (metode alkali); $95,03 \pm 0,50$ % (metode presto dan alkali), kandungan abu yang tinggi dalam tepung tulang disebabkan karena komponen utama penyusun tulang adalah mineral. Menurut Suptijah et al., (2010) dalam Henggu et al., (2019), komposisi kadar abu yang tinggi

pada cangkang sotong menunjukkan adanya unsur anorganik. Tingginya kadar abu pada suatu cangkang organisme memiliki korelasi positif terhadap ketersediaan unsur mineral yaitu kalsium karbonat (CaCO_3) yang merupakan konstituen penting sebagai sumber kalsium oksida (CaO).

Mocaf mengandung protein yang berkisaran 1-2%. Penelitian Amanu & Susanto (2014) kadar abu mocaf dengan berbagai varietas singkong yaitu berkisar 1,26% - 1,96%. Nilai kadar abu yang tinggi pada kerupuk disebabkan oleh komponen dasar penyusunnya. Komponen utama penyusun tulang pada dasarnya adalah mineral. Penambahan mocaf dan tepung tulang sotong pada produk dapat meningkatkan kandungan kalsium kerupuk.

Sejalan dengan penelitian Pratamaet al., (2020) yang membahas tentang pengaruh penambahan jamur tiram putih dan mocaf terhadap karakteristik kerupuk udang microwaveable, jamur tiram diketahui mengandung kalsium yang berinteraksi dengan protein pada mocaf, pada penelitian tersebut menunjukkan peningkatan kadar abu pada produk kerupuk akan tetapi konsentrasi mocaf dan interaksi kedua faktor berpengaruh tidak nyata terhadap kerupuk. Semakin tinggi konsentrasi jamur tiram putih yang ditambahkan pada adonan kerupuk udang maka kadar abu kerupuk udang microwaveable mengalami peningkatan. Semakin tinggi kalsium pada suatu produk, semakin tinggi kadar abu produk tersebut.

Menurut SNI 8272:2016 kadar abu maksimal dalam kerupuk yaitu 0,2%. Berdasarkan hasil penelitian, kadar abu pada produk kerupuk mocaf-tepung tulang sotong melebihi standar maksimal SNI.

Kadar Kalsium

Hasil pengujian dengan menentukan perlakuan terbaik (P1) yaitu perlakuan dengan dengan rasio tepung mocaf (99%) dan tepung tulang sotong (1%) memiliki kadar kalsium sebesar 1,86%. Pada dasarnya kerupuk dibuat menggunakan tepung tapioca dan tepung terigu. Namun saat ini sudah banyak ditemui jenis kerupuk dengan berbagai variasi bahan tambah mulai dari sayur-sayuran, ikan, dan udang (Chaniago, 2020).

Penambahan tepung tulang sotong diketahui dapat meningkatkan kandungan kalsium pada suatu produk. Informasi mengenai pengolahan tulang sotong menjadi produk lain saat ini masih terbatas. Tulang sotong diketahui memiliki unsur anorganik mencapai 75-90% yang sebagian besarnya merupakan kalsium karbonat. Kandungan kalsium pada kerupuk berpengaruh pada berbagai mutu lain pada kerupuk.

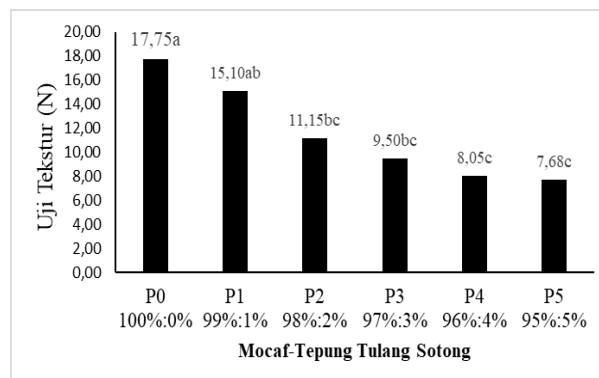
Penelitian Rohmah et al., (2022) Kadar kalsium pada penelitian ini dengan metode gabungan presto dan alkali menunjukkan nilai paling tinggi, yaitu 51,76%, metode presto menghasilkan kadar kalsium sebesar 37,65% sementara pada metode alkali menghasilkan tepung tulang sotong dengan kadar kalsium terendah, yaitu 35,14%. Penelitian ini memiliki kadar kalsium yang lebih rendah dibandingkan penelitian Rohmah (2022), hal ini disebabkan rasio tepung tulang sotong yang lebih rendah dibandingkan penelitian tersebut.

Tekstur

Nilai hardness menunjukkan nilai daya patah yang digunakan dalam uji analisis tekstur untuk menentukan regangan ataupun tegangan pada kerupuk hingga mencapai kondisi patah. Tegangan dan regangan didefinisikan sama dengan kekerasan dan kerenyahan. Pengukuran tekstur pada kerupuk dilakukan dengan menggunakan uji tekanan (compression test), dengan menggunakan alat texture analyzer dimana probe akan menekan bagian tengah produk/kerupuk. Uji tekstur ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan kerupuk, standar tekstur/nilai hardness kerupuk khususnya kerupuk saat ini belum ditentukan (Haryati et al., 2019). Pengaruh perbedaan rasio mocaf dan tepung tulang sotong terhadap tekstur kerupuk dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa rasio mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tekstur kerupuk. Semakin tinggi konsentrasi tepung tulang sotong dan semakin rendah tepung mocaf yang ditambahkan membuat tekstur kerupuk menjadi lebih rendah

(renyah). Pada dasarnya tinggi rendahnya nilai hardness pada kerupuk disebabkan dari karakteristik bahan/kerupuk (ketebalan kerupuk, proses homogenisasi pencampuran bahan, kandungan bahan lainnya yang paling penting adalah pati dan kadar air yang dimiliki bahan) (Haryati et al, 2019).



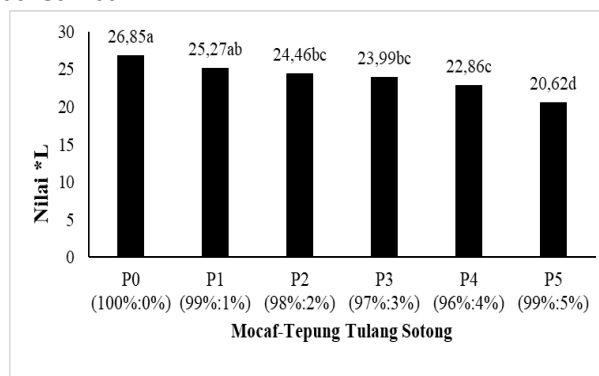
Gambar 3. Grafik Pengaruh Rasio Mocaf dan Tepung Tulang Sotong terhadap Tekstur Kerupuk

Perbedaan kerenyahan tersebut dikarenakan semakin banyak penambahan bahan bukan pati, semakin kecil pengembangan kerupuk saat penggorengan, sedangkan volume pengembangan dipengaruhi oleh kadar air kerupuk mentah dan suhu penggorengan (Zulfahmi et al, 2014). Menurut Afriliyanti et al., (2023) tepung mocaf memiliki kandungan amilopektin 81%, lebih tinggi dibanding tepung terigu. Sejalan dengan pernyataan Fauzi et al., (2022) bahwa semakin banyak kandungan amilopektin, maka volume pengembangan pada kerupuk akan semakin besar. Amilopektin merupakan komponen utama pati.

Kadar air yang tinggi menyebabkan daya pengembangan kerupuk saat digoreng semakin kecil, semakin kecil daya pengembangan produk, tekstur produk yang dihasilkan semakin tinggi (keras). Rasio tepung mocaf yang tinggi menyebabkan volume pengembangan kerupuk besar karena kandungan amilopektin yang menyebabkan tekstur kerupuk semakin rendah (renyah/rapuh).

Warna

Warna merupakan salah satu parameter Nilai *L merupakan nilai yang diberikan terhadap kecerahan suatu produk dengan menunjukkan angka-angka mulai dari angka 0 sampai dengan 100. Nilai 0 merupakan warna hitam (gelap) sedangkan nilai 100 merupakan warna putih (cerah), sehingga semakin tinggi kisaran nilai *L maka yang diperoleh semakin cerah warna dari produk tersebut (Andarwulan et al., 2011). Hubungan rasio mocaf dan tepung tulang sotong terhadap warna kerupuk dapat dilihat pada Gambar 4.

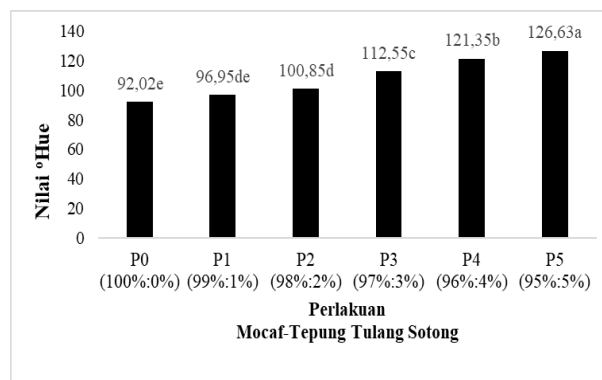


Gambar 4. Grafik Pengaruh Rasio Mocaf dan Tepung Tulang Sotong terhadap Nilai *L Kerupuk

Gambar 4 menunjukkan bahwa perlakuan rasio mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai L* kerupuk. Nilai L* tertinggi kerupuk terdapat pada

perlakuan P0 dengan rasio mocaf 100% dan tepung tulang sotong 0% yaitu sebesar 26,85 sedangkan nilai L* terendah pada perlakuan P5 dengan rasio mocaf 99% dan tepung tulang sotong 5% yaitu sebesar 20,62.

Nilai °Hue atau intensitas warna merupakan atribut yang menunjukkan derajat warna visual yang terlihat. Nilai °Hue dibentuk dari nilai a dan b yang muncul pada alat colorimeter saat proses pengujian warna. Nilai a adalah warna kromatik antara +0 hingga +100 dengan intensitas warna merah dan -0 hingga -100 dengan intensitas warna hijau. Nilai b adalah warna kromatik antara +0 hingga +100 dengan intensitas warna kuning dan -0 hingga -80 intensitas warna biru (Andarwulan et al.,2011). Hubungan rasio mocaf dan tepung tulang sotong terhadap warna kerupuk dapat dilihat pada Gambar 5.

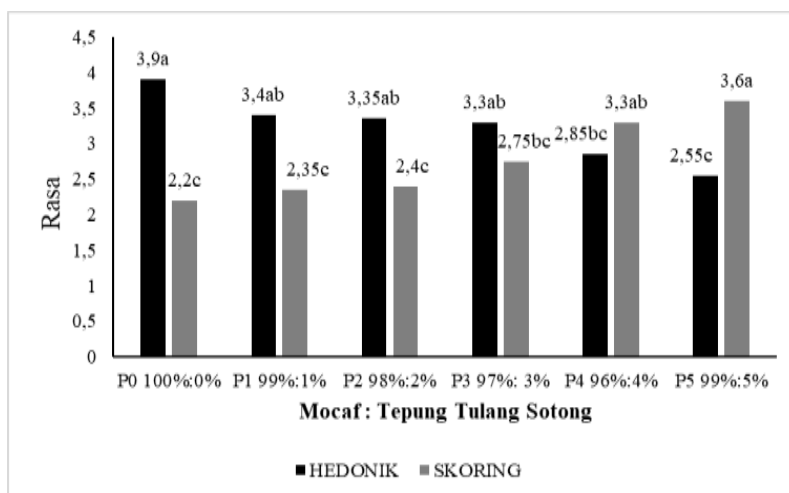


Gambar 5. Grafik Pengaruh Rasio Mocaf dan Tepung Tulang Sotong terhadap °Hue Kerupuk

Gambar 5 menunjukkan bahwa rasio mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai °Hue kerupuk. Nilai °Hue tertinggi kerupuk terdapat pada perlakuan P5 dengan rasio mocaf 99% dan tepung tulang sotong 5% yaitu sebesar 126,63 dengan kelompok warna yellow sedangkan nilai °Hue terendah pada perlakuan P0 dengan rasio mocaf 100% dan tepung tulang sotong 0% yaitu sebesar 92,02 dengan kelompok warna yellow. Semua perlakuan berada dalam intensitas warna kuning. Semakin sedikit substitusi mocaf yang digunakan maka kadar karbohidrat kerupuk juga semakin kecil, dan sebaliknya. Selain itu ada faktor lain yang memengaruhi kadar karbohidrat kerupuk, diantaranya adalah adanya tahap pengukusan dimana tahap tersebut berpengaruh terhadap kandungan karbohidrat kerupuk. Kadar protein tepung tulang sotong pada penelitian Rohmah et al., (2022) berkisar dari 2,35% hingga 2,65% lebih rendah jika dibandingkan dengan protein akan mempercepat reaksi maillard sehingga semakin banyak tepung tulang sotong yang ditambahkan akan membuat warna kerupuk semakin gelap. Semakin tinggi tepung tulang sotong maka kandungan asam amino pada kerupuk akan semakin tinggi yang memicu reaksi antara gula pereduksi dari tepung mocaf dan asam amino dari tepung sotong yang menyebabkan warna gelap.

Rasa

Rasa merupakan salah satu faktor mutu yang paling penting karena sangat menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk. Rasa merupakan efek yang ditimbulkan ketika pertama kali mencicipi sebuah produk dan menjadi faktor penentu penerimaan atau penolakan terhadap produk secara subyektif oleh panelis atau konsumen. Penilaian panelis terhadap rasa cenderung bersifat subjektif dan dipengaruhi oleh kepekaan serta kesukaan individual terhadap produk. Rasa pada bahan pangan dapat berasal dari bahan pangan itu sendiri atau bahan tambahan yang digunakan selama proses pengolahan. Pengaruh rasio mocaf dan tepung tulang sotong terhadap penerimaan rasa kerupuk pada panelis dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Pengaruh Rasio Mocaf dan Tepung Tulang Sotong terhadap Organoleptik Rasa Kerupuk

Gambar 6 menunjukkan bahwa perlakuan rasio mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap penilaian uji organoleptik rasa kerupuk yang dilakukan secara hedonik dan secara skoring. Secara skoring rasa kerupuk dengan rentang nilai berkisar antara 2,2-3,6 (hambur- agak hambur) dengan nilai tertinggi pada perlakuan P5 (tepung mocaf 99% : tepung tulang sotong 5%) sebesar 3,6 dengan kriteria penilaian agak hambur. Pada penelitian Fauzi et al., (2022) kerupuk ikan gabus-ikan tenggiri dengan substitusi tepung mocaf memiliki cita rasa kerupuk ikan yang cukup gurih adalah kerupuk ikan dengan perlakuan formulasi daging ikan (400g ikan gabus + 100g ikan tenggiri) dan formulasi tepung 40% tapioka + 60% mocaf dengan nilai sebesar 2,89.

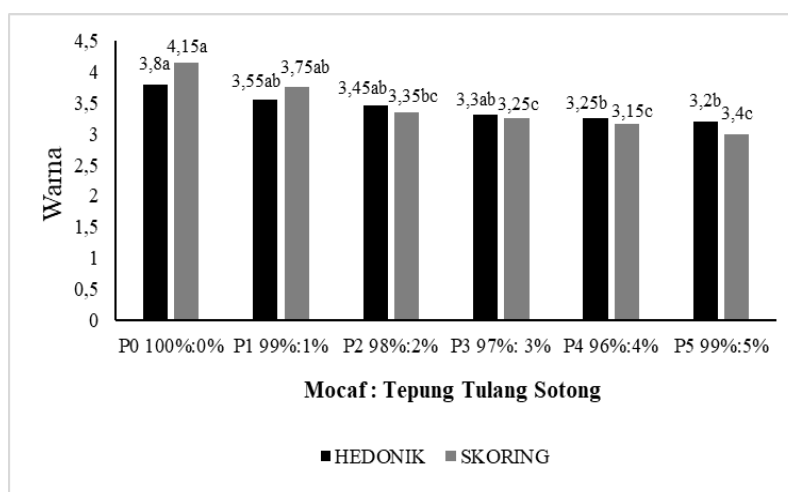
Tepung tulang sotong memiliki rasa yang netral dan dapat menjadi gurih yang berasal dari protein, kandungan protein pada kerupuk menyebabkan rasa menjadi gurih akibat dari proses pengukusan, proteinnya akan terhidrolisis menjadi asam amino yaitu asam glutamat yang menimbulkan rasa gurih. Mocaf sendiri memiliki rasa netral. Dari bahan baku yang memiliki cita rasa netral dan beberapa faktor lain seperti teknik memasak, lama penggorengan dan cara penyimpanan kerupuk sebelum dimasak dapat mempengaruhi rasa kerupuk sesudah digoreng, rasa agak hambur menuju ke rasa agak gurih berasal dari reaksi kandungan protein dalam tepung tulang sotong dan gula pereduksi dalam tepung mocaf, sehingga saat penambahan konsentrasi tepung tulang sotong, rasa hambur kerupuk perlahan- lahan menuju rasa gurih.

Perlakuan rasio mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata secara hedonik dengan rentang penilaian terhadap rasa kerupuk berkisar antara 2,55-3,9 (tidak suka – agak suka). Nilai tertinggi pada perlakuan P0 (mocaf 100% : tepung tulang sotong 0%) sebesar 3,9 dengan kriteria penilaian agak suka dan nilai terendah pada perlakuan P5 (mocaf 99% : tepung tulang sotong 5%) sebesar 2,55 dengan kriteria penilaian tidak suka. Dari hasil pengamatan panelis lebih menyukai kerupuk tanpa penambahan tepung tulang sotong dibandingkan kerupuk dengan penambahan tepung tulang sotong. Hal ini dapat terjadi dalam penilaian sensoris karena tingkat kesukaan tiap subjek yang berbeda satu sama lain. Beberapa orang menyukai rasa hambur dan sebagian lain menyukai rasa gurih dari produk olahan ikan.

Warna

Warna merupakan salah satu faktor mutu yang penting karena sangat menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk. Warna menjadi salah satu faktor ketertarikan panelis terhadap suatu produk pangan, warna yang menarik cenderung meningkatkan rasa suka pada produk tersebut (Praseptiangga Et al., 2023). Penilaian panelis terhadap rasa cenderung bersifat subjektif dan dipengaruhi oleh ketertarikan serta kesukaan individual terhadap produk. Pengaruh rasio mocaf

dan tepung tulang sotong terhadap tingkat kesukaan warna kerupuk dapat dilihat pada Gambar 7.



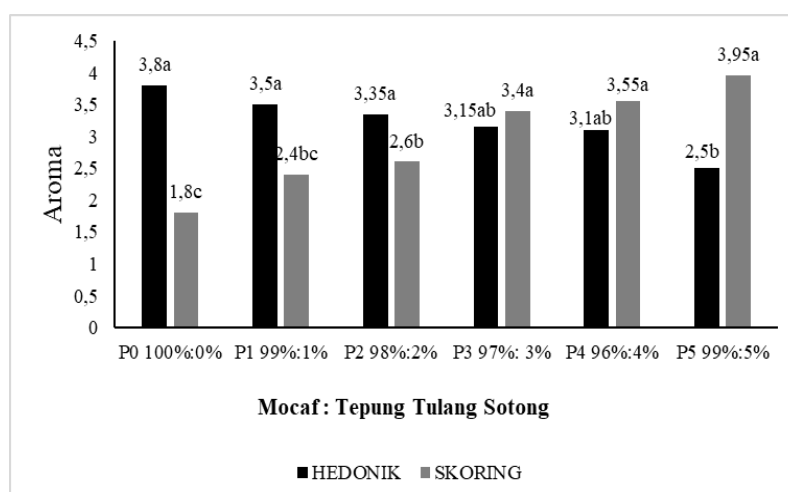
Gambar 7. Grafik Pengaruh Rasio Mocaf dan Tepung Tulang Sotong terhadap Organoleptik Warna Kerupuk

Gambar 7 menunjukkan bahwa perlakuan rasio tepung mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap penilaian uji organoleptik warna kerupuk yang dilakukan secara hedonik dan secara skoring. Secara skoring rasa kerupuk dengan rentang nilai berkisar antara 3-4,15 (agak coklat-coklat) dengan nilai tertinggi pada perlakuan P0 (tepung mocaf 100% : tepung tulang sotong 0%) sebesar 4,15 dengan kriteria penilaian coklat. Tepung tulang sotong memiliki putih, lebih cerah dibandingkan dengan warna mocaf yang cenderung berwarna putih kekuningan. Berdasarkan penelitian Fauzi et al., (2022) pada produk kerupuk ikan gabus-ikan tenggiri dengan substitusi mocaf bahwa tepung tapioka lebih berwarna putih bersih daripada mocaf yang berwarna putih kusam. Pada saat kerupuk digoreng terjadi perubahan warna menjadi kecoklatan karena adanya reaksi antara gugus asam amino pada asam amino, peptida atau protein dengan gugus hidroksil glikosidik pada gula. Penambahan tepung tulang sotong dapat meningkatkan protein pada kerupuk dan mempercepat terjadinya reaksi asam amino dengan gula pereduksi (reak mail- lard), yang menyebabkan semakin gelapnya warna kerupuk, selain itu beberapa faktor seperti suhu dan lama penggorengan juga dapat memicu perubahan warna kerupuk menjadi gelap.

Perlakuan rasio mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata secara hedonik warna kerupuk dengan rentang penilaian antara 3,2-4,15 (agak suka – suka). Nilai tertinggi pada perlakuan P0 (mocaf 100% : tepung tulang sotong 0%) sebesar 4,15 dengan kriteria penilaian suka dan nilai terendah pada perlakuan P5 (mocaf 99% : tepung tulang sotong 5%) sebesar 3,2 dengan kriteria penilaian agak suka. Dari hasil pengamatan panelis lebih menyukai kerupuk tanpa penam- bahan tepung tulang sotong dibandingkan kerupuk dengan penambahan tepung tulang sotong. Warna yang terang lebih disukai panelis dan dianggap lebih menarik daripada kerupuk dengan warna yang gelap.

Aroma

Aroma suatu produk dapat ditentukan dengan indera hidung melalui bau atau aroma yang ditimbulkan adanya senyawa volatil. Aroma juga merupakan salah satu faktor yang penting untuk menentukan mutu dari suatu produk bahan pangan. Aroma dapat menjadi kriteria penentu suatu produk layak dikonsumsi atau tidak, selain itu aroma dapat menjadi salah satu faktor suatu produk diminati masyarakat. Pengaruh rasio mocaf dan tepung tulang sotong terhadap tingkat kesukaan warna kerupuk dapat dilihat pada Gambar 8.



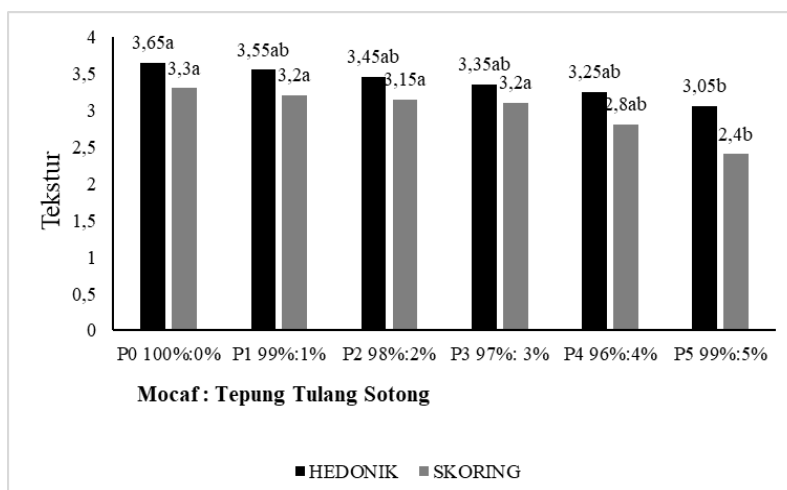
Gambar 8. Grafik Pengaruh Rasio Mocaf dan Tepung Tulang Sotong terhadap Organoleptik Aroma Kerupuk

Gambar 8 menunjukkan bahwa rasio mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap penilaian uji organoleptik aroma kerupuk yang dilakukan secara skoring dan hedonik. Secara skoring menunjukkan rentang penilaian terhadap aroma kerupuk berada diantara 1,8-3,95 (sangat beraroma mocaf – agak beraroma mocaf) dengan nilai tertinggi pada perlakuan P5 (mocaf 99% : tepung tulang sotong 5%) dengan kriteria penilaian agak beraroma mocaf. Mocaf menghasilkan aroma khas yang dapat menutupi aroma ubi kayu yang cenderung tidak menyenangkan konsumen, apabila bahan tersebut diolah maka dihasilkan aroma khas dari hidrolisis pati (Yani & Akbar, 2018). Berdasarkan hasil penelitian Prihatmoko & Sumardino (2024) pada beras analog yang difortifikasi tepung tulang sotong (5%, 10%, 15%) menyatakan bahwa aroma beras analog tepung tulang sotong dipengaruhi oleh tepung tulang sotong itu sendiri. Tepung tulang sotong memiliki aroma yang amis. Rasio tepung mocaf yang lebih tinggi dibanding tepung tulang sotong membuat aroma kerupuk yang dihasilkan memiliki aroma tepung mocaf yang lebih dominan.

Perlakuan rasio mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata secara hedonik dengan rentang penilaian terhadap aroma kerupuk berada diantara 2,5- 3,8 (tidak suka – agak suka). Nilai tertinggi pada perlakuan P0 (mocaf 100% : tepung tulang sotong 0%) sebesar 3,8 dengan kriteria penilaian agak suka dan nilai terendah pada perlakuan P5 (mocaf 99% : tepung tulang sotong 5%) sebesar 2,4 dengan kriteria penilaian tidak suka. Panelis lebih menyukai kerupuk yang mocaf, hal ini karena mocaf memiliki aroma yang netral hampir tidak memiliki aroma yang menyengat. Hal inilah yang membuat kerupuk lebih diminati dibandingkan aroma kerupuk dengan rasio tepung tulang sotong 5% yang memiliki aroma mocaf dan juga aroma amis tepung tulang sotong.

Tekstur

Tekstur kerupuk dapat dilihat melalui tingkat kerenyahannya. Tekstur merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan tingkat kesukaan masyarakat pada produk. Menurut Chandradewi et al., (2025), tekstur makanan merupakan hal yang berkaitan dengan struktur makanan yang akan dirasakan didalam mulut, gambaran dari tekstur makanan meliputi renyah, empuk, berserat, halus, keras, dan kenyal. Tekstur makanan yang bervariasi lebih menarik dibandingkan hanya satu jenis tekstur. Pengaruh rasio mocaf dan tepung tulang sotong terhadap tingkat kesukaan warna kerupuk dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Pengaruh Rasio Mocaf dan Tepung Tulang Sotong terhadap Organoleptik Tekstur Kerupuk

Gambar 9 menunjukkan bahwa rasio mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap penilaian uji organoleptik tekstur kerupuk yang dilakukan secara skoring dan hedonik. Secara skoring menunjukkan rentang penilaian terhadap tekstur kerupuk berada diantara 2,4-3,3 (tidak renyah-agak tidak renyah) dengan nilai tertinggi pada perlakuan P0 (mocaf 100% : tepung tulang sotong 0%) dengan kriteria penilaian agak tidak renyah. Mocaf mengandung amilosa dan amilopektin masing-masing sebesar 11,07% dan 73,93%. Semakin tinggi kandungan amilosa pada pati maka produk yang dihasilkan akan lebih keras. Granula pati yang tersusun atas amilosa memiliki struktur yang lurus, serta komposisi granula lebih padat dan kompak. Oleh karena itu pada saat pemanggangan, proses mekar kerupuk terjadi secara terbatas dan menghasilkan kerupuk yang lebih keras (Pratama et al., 2020).

Perlakuan rasio mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata secara skoring dengan rentang penilaian terhadap aroma kerupuk berada diantara 3,05-3,65 (agak suka). Seluruh perlakuan memiliki penilaian agak suka dari panelis. Dari hasil tersebut, beberapa panelis menyukai tekstur kerupuk yang tidak renyah dan sebagian lainnya menyukai kerupuk yang renyah, tetapi panelis lebih menyukai kerupuk P0 dengan tekstur yang tidak renyah dibandingkan dengan kerupuk yang agak tidak renyah. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan kesukaan panelis.

KESIMPULAN

Rasio mocaf dan tepung tulang sotong memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air, tekstur, warna, dan organoleptik kerupuk, tetapi tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar abu kerupuk. Perlakuan mocaf 99% dan tepung tulang sotong 1% merupakan perlakuan terbaik dengan berdasarkan kriteria penilaian panelis untuk dilakukan pengujian lanjutan kadar kalsium kerupuk, diperoleh kadar kalsium sebesar 1,86%.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriliyanti, P., Hendrawan., A. Hodijat. (2023). Pengaruh Substitusi Tepung pada Tepung Terigu terhadap Karakteristik Mie Basah. *Jurnal Dimamu*, 3 (1), 1-7
- Amanu, F.N., Susanto, W.H. (2014). Pembuat Tepung Mocaf di Madura (Kajian Varietas dan Lokasi Penanaman) Terhadap Mutu dan Rendemen. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 161-169.
- Andarwulan, N., Kusnandar, F., Herawati, D. (2011). Analisis Pangan. PT. Dian Rakyat
- Arum, D. P., P. Kurnia. (2024). Pengaruh Substitusi Tepung Ganyong Dan Tepung Sorgum Terhadap Kadar Air dan Kadar Abu pada Cookies Cokelat Bebas Gluten Berbahan Dasar Tepung

- Mocaf. *Journal of Multidisciplinary Research and Development*, Vol 6 (6), 2739-2744
- Chandradewi SKM, AASP., J Darni, S.Gz, D. R. Dhanny, D. Silviani, D. S. Sumardi- lah, SKM, F. Ekawati, T. Runingsari, S.K.M, P. Amalliyah, . (2025). *Buku Ajar Gizi Kulinari*. Yogyakarta: Nu- ansa Fajar Gemilang.
- Chaniago, R. (2020). *Ragam Olahan Sayur In- digenous Khas Luwuk*. Deepublish.
- Praseptiangga ,D., Anam, C., Ariyantoro., A. R Yulviatun, A, Anandito, R. B. K (2023). *Potensi dan Pemanfaatan Umbi-Umbian Lokal dalam Men- dukung Pencapaian Tujuan Pem- bangunan Berkelanjutan (Sustaina- ble Development Goals)*. Yogyakarta- ta: Deepublish
- Danar, D. A. (2009). *Pengaruh ekstrak bawang putih (Allium sativum) dalam menurunkan jumlah leukosit pada mencit model sepsis paparan staphylococcus aureus*, Universitas Surakarta.
- Fahmi, N., Hendrayati, Zakaria, T.D. Kartini. (2017). *Karakteristik Fisik dan Daya Terima Kue Basah Baruasa dengan Substitusi Tepung Mocaf*. *Media Gizi Pangan*, 24(2), 69-75.
- Fauzi, D. A., M. Karyantina, A. Mustofa. (2022). *Karakteristik Kerupuk Ikan Gabus (Channa striata) – Ikan Tenggiri (Scomberomorus commerson) dengan Substitusi Tepung Mocaf*. *Jurnal teknologi dan industri pangan unisri*, 7(2), 140-152
- Gusriani, I., H. Koto., Y. Dany. (2021). *Aplikasi Pemanfaatan Tepung Mocaf (Modi- fied Cassava Flour) Pada Beberapa Produk Pangan di Madrasah Aliyah Mambaul Ulum Kabupaten Bengkulu Tengah*. *Jurnal Inovasi Masyarakat Pendidikan*, 2(1), 57-73.
- Haryati, S., Sudjatina, E. Y. Sani. (2019). *Karakter- istik Fisikokimia dan Organoleptik Kerupuk Subtitusi Susu dan Tepung Tapioka dengan Metode Cair*. *Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*, 3(1), 54-63
- Henggu, K.U., B. Ibrahim, P. Suptijah. (2019). *Hidroksiapatit cangkang sotong se- bagai sediaan biomaterial perancah tu- lang*. *Jurnal Pengolahan Hasil Peri- kanan Indonesia*, 22(1), 1-13.
- Ihromi, S., Marianah, Y. A. Susandi. (2018). *Subsi- tusi Tepung Terigu Dengan Tepung Mocaf Dalam Pembuatan Kue Kering*. *Jurnal Agrotek*, 5(1), 73-77.
- Izzatunnisa, Q. (2023). *Substitusi Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) pada Pembuatan Taco dengan Penambahan Isian Sawut*. *Prosiding PTBB 2022*, 17 (1).
- Martiyanti, M.A.A., Erwelda. (2019). *Substitusi Tepung Mocaf pada Pembuatan Kerupuk Ampas Tahu*. *AGROFOOD Jurnal Pertanian dan Pangan*, 1(2), 6- 11.
- Muizzu Nurhadi, Abdul Halik, D. F. (2020). *Pen- ingkatan Kapasitas produksi Krupuk Lontongan Di Desa Banagkah, Kecamatan Burneh, Kabupaten Bangkalan*. *Seminar Nasional Kon- sorsium Untag indonesia*, 125-135.
- Nikmah, S., Nurhidajah, Aminah, S. (2017). *Peran Tepung Mocaf yang Diperkaya Tepung Cangkang Telur Terhadap Kadar Kalsium, Dentitas dan Pan- jang Tulang Tikus Sprague Dawley*. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 7(1), 48- 58.
- Pratama, A. P., U. Rosidah, M. I. Syafutri. (2020). *Pengaruh Penambahan Jamur Tiram Putih dan Mocaf Terhadap Karakteristik Kerupuk Udang Microwaveable*. *Jurnal Fishtech*, Vol. 9 (2), 85-96
- Prihatmoko, W. S. Sumardino. (2024). *Rekontruksi Beras Menir Difortifikasi Kalsium (Ca) Tulang Sotong dengan Metode Ekstrusi*. *Jurnal Ilmiah Indo- nesia*, 9 (10).
- S. Ketaren: (2008). *Pengantar teknologi min- yak dan lemak pangan*. Jakarta UI- Press. Universitas Indonesia
- Salim, E. (2024) *Mengolah Singkong Menjadi Tepung Mocaf, Bisnis Produk Alter- natif Pengganti Terigu*. Yogyakarta- ta:Penerbit Andi.
- Sandjaja. (2009). *Kamus Gizi*. Jakarta: Penerbit Buku Kompas.
- Sufiani, N. L., R. A. Kurniasih., S. Suharto. (2022). *Pengaruh Lama Ekstraksi Menggunakan Naoh Terhadap Karakteristik Nanokalsium Dari Tu- lang Sotong (Sepia sp.)*. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 6(1), 130-141

- Tarigan, M.A, Erny J.N. Nurali, Taroreh, M. (2019). Pengaruh Substitusi Pisang Goroho dan Kacang Merah Terhadap Kualitas Fisik, Kimia, dan Sensoris Flakes Ubi Jalar Kuning (*ipomoea batatas* L.) Sebagai Makanan Bebas Gluten Bebas Kasein. *Jurnal Teknologi pertanian*, 10(2), 39-51
- Tiara, G. F., Hardjono. (2024). Pengaruh Waktu Pemanasan Terhadap Karakteristik Pulp Dari Pelepah Pisang Dengan Menggunakan Metode Acetosolv. *Jurnal Teknologi Separasi*, 10(4), 791-797
- Wani, Y.A., A. Farina., E. Sriwahyuni. (2015). Peningkatan Kadar Kalsium Dengan Penambahan Tepung Wijen Pada Cake Ampas Tahu. *Indonesian Journal Of Human Nutrition*, 2(2), 101-107.
- Widharto, D., W. Marsudi. (2017). Pengaruh Penambahan Tepung Tulang Sotong (*Cuttelfish bone*) dalam Ransum terhadap Konsumsi Pakan, Penambahan Bobot Badan, dan Karkas Ayam Pedaging. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 1(2), 132-139
- Wijayanti, I., L. Rianingsih, U. Amalia. (2018). Karakteristik Fisikokimia Kalsium dari Tulang Nila (*Oreochromis Niloticus*) dengan Perendaman Belimbing Wuluh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*, 21(2), 336-344.
- Yani, A. V., M. Akbar. (2018). Pembuatan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Dengan Berbagai Varietas Ubi Kayu dan Lama Fermentasi. *Jurnal Edible*, 7(1), 40-48
- Zulfa, F., S. Mudzakiroh. (2018). Karakteristik Kimia Dan Organoleptik Kerupuk Jantung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca balbisiana*) dengan Substitusi Tepung Mocaf (Modifikasi Cassava). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 11(1), 33-38
- Zulfahmi, A. N., F. Swastawati, Romadhon. (2014). Pemanfaatan Daging ikan Tenggiri (*Scomberomorus commersoni*) dengan Konsentrasi yang Berbeda pada Pembuatan Kerupuk Ikan. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, (4), 133-139.