



PENGEMBANGAN PRODUK KERUPUK DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH CANGKANG UDANG DAN DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)

[Development of Cracker Products with The Addition of Shrimp Shells Waste and Moringa Leaves (*Moringa oleifera*)]

Dzikra Nur Fadhilah^{1*}, Rostika Flora¹

¹Program Studi Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya, Indralaya

*Email: jikraanf@gmail.com (Telp: 087751861359)

Diterima tanggal 27 Januari 2025

Disetujui tanggal 10 Februari 2025

ABSTRACT

This study aimed to develop crackers made from shrimp shell and head waste combined with Moringa leaves (*Moringa oleifera*), as an additional source of calcium. The research was conducted using a factorial Completely Randomized Design (CRD) with two factors: shrimp shell flour concentrations (30%, 35%, and 40%) and moringa leaf concentrations (10%, 15%, and 20%), along with three treatments (P1, P2, P3) and a control (P0). The analyses included calcium content, texture (hardness and fracture resistance), color, and organoleptic tests (aroma and taste). Data were analyzed using ANOVA, followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) if significant differences were observed. The results showed a significant increase in calcium content in the crackers, with treatment P3 yielding the highest value at 28.44 mg/100 g. The hardness of the cracker texture increased with higher concentrations of shrimp shell flour, whereas the breaking force did not show significant changes. The incorporation of shrimp shell flour and moringa leaves affected the color characteristics of the crackers, particularly the lightness (L) value. Organoleptic testing revealed that the most savory taste was found in treatment P2 (35% shrimp shell flour and 15% moringa leaves), although a stronger fishy aroma was observed at higher concentrations of shrimp shell flour. This study concludes that the cracker product has potential as an alternative source of supplemental calcium, although its calcium content is still insufficient to fully meet the daily calcium requirements of humans.

Keywords: Shrimp waste, Crackers, Shrimp Shell Flour, Moringa Leaves

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk kerupuk berbahan limbah kulit dan kepala udang serta daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai sumber kalsium tambahan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu konsentrasi tepung cangkang udang (30%, 35%, dan 40%) dan daun kelor (10%, 15%, dan 20%), pada tiga perlakuan (P1, P2, P3) serta kontrol (P0). Analisis meliputi kadar kalsium, tekstur (kekerasan dan daya patah), warna, dan uji organoleptik (aroma dan rasa). Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), dan jika terdapat perbedaan signifikan, dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan pada kadar kalsium kerupuk, dengan perlakuan P3 mencapai kadar tertinggi (28,44 mg/100 g). Tekstur kekerasan meningkat seiring penambahan konsentrasi tepung cangkang udang, sementara daya patah tidak menunjukkan perubahan signifikan. Penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor memengaruhi warna kerupuk, terutama tingkat kecerahan (L). Uji organoleptik menunjukkan rasa paling gurih ditemukan pada perlakuan P2 (tepung cangkang udang 35% dan daun kelor 15%), meskipun aroma amis meningkat pada konsentrasi tepung cangkang udang yang lebih tinggi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa produk kerupuk ini berpotensi sebagai alternatif sumber kalsium tambahan, meskipun belum cukup untuk memenuhi kebutuhan kalsium manusia sepenuhnya.

Kata kunci: Limbah Udang, Kerupuk, Tepung Cangkang Udang, Daun Kelor



PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah, termasuk hasil perikanan, salah satunya adalah komoditas udang. Udang menjadi salah satu komoditas perikanan unggulan di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi (Arianto, 2020). Produksi udang yang melimpah, baik dari hasil tangkapan alam maupun budidaya, memberikan peluang besar dalam pemanfaatannya sebagai bahan pangan maupun produk olahan. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2023), disebutkan total produksi udang di Indonesia tahun 2022 mencapai 1,19 juta ton dengan 77,5% berasal dari produksi budidaya dan 22,5% berasal dari produksi tangkapan. Namun, dibalik tingginya aktivitas produksi udang, terdapat permasalahan berupa limbah udang yang berasal dari kulit dan kepala udang yang belum termanfaatkan secara optimal. Limbah ini umumnya dibuang begitu saja tanpa ada proses pengolahan lanjutan dan dapat berpotensi mencemari lingkungan sekitar.

Limbah udang yang berasal dari kulit dan kepala udang mengandung nutrisi, seperti protein, kalsium, dan senyawa bioaktif, yang berpotensi untuk diolah menjadi bahan pangan bernilai gizi tinggi. Menurut Wowor *et al* (2015), limbah udang (kulit dan kepala) mengandung beberapa senyawa kimia seperti protein, kalsium karbonat, kitin, dan karotenoid berupa astaxanthin yang merupakan pro vitamin A yang baik untuk kesehatan kulit. Tak hanya itu, astaxanthin dapat mencegah radikal bebas 500 kali lebih besar daripada kemampuan antioksidan pada vitamin E (Hu *et al.*, 2019). Kandungan kalsium karbonat yang tinggi menjadikan limbah udang berpotensi sebagai bahan pangan sumber kalsium yang sangat penting dalam menunjang kesehatan tulang dan gigi (Qolis *et al.*, 2020). Salah satu cara untuk memanfaatkan limbah ini secara optimal adalah dengan mengolahnya menjadi tepung cangkang udang yang dapat digunakan sebagai bahan fortifikasi dalam produk pangan.

Menurut Siagian (2003), fortifikasi dalam pangan merupakan proses menambahkan satu atau lebih zat gizi dengan tujuan menambah nilai gizi baik makronutrien ataupun mikronutrien pada pangan. Fortifikasi pada pangan dilakukan untuk mengatasi defisiensi atau kekurangan zat gizi tertentu, terutama zat gizi mikro seperti kalsium, zat besi, dan vitamin. Salah satu produk pangan yang berpotensi untuk difortifikasi adalah kerupuk. Kerupuk merupakan salah satu jenis makanan ringan yang seringkali kita jumpai dan digemari oleh masyarakat Indonesia. Kerupuk memiliki tekstur yang renyah dan rasa yang cenderung gurih menjadikan kerupuk dinikmati sebagai pelengkap hidangan ataupun camilan (Pakpahan dan Nelinda, 2019). Inovasi yang dilakukan untuk meningkatkan nilai gizi kerupuk salah satunya dengan menambahkan tepung cangkang udang yang berasal dari limbah udang dan daun kelor (*Moringa oleifera*).



Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman yang dapat ditemukan di daerah tropis yang terkenal dengan sejuta manfaat dan dijuluki *Miracle Tree*. Tanaman ini biasanya digunakan sebagai obat tradisional, konsumsi langsung, ataupun diolah menjadi tepung sebagai bahan tambahan makanan (Putra *et al.*, 2016). Daun kelor diperkenalkan oleh *World Health Organization* (WHO) sebagai pangan alternatif dalam mengatasi permasalahan gizi yaitu malnutrisi. Di Afrika dan Asia, daun kelor digunakan sebagai suplemen untuk ibu menyusui dan anak-anak pada masa pertumbuhan (Sinaga *et al.*, 2022). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zungu *et al* (2019), disebutkan bahwa daun kelor mengandung vitamin A 10 kali lipat daripada wortel, 17 kali lipat daripada kalsium susu, 15 kali lipat kalium pisang, 25 kali lipat zat besi bayam, dan 9 kali lipat protein daripada *yoghurt*. Oleh karena itu daun kelor menjadi pilihan tepat sebagai alternatif sumber nutrisi alami untuk memenuhi asupan zat gizi makro ataupun mikro sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya defisiensi zat gizi.

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan uraian diatas adalah peneliti mencoba mengembangkan produk kerupuk dengan penambahan tepung cangkang udang yang berasal dari limbah udang dan daun kelor sebagai salah satu pangan dengan nilai gizi yang lebih tinggi salah satunya sebagai sumber kalsium yang baik dan melihat perbedaan pada fisik (tekstur dan warna) setiap perlakuan, serta melihat perbedaan aroma dan rasa pada setiap perlakuan sesuai dengan deksripsi karakteristik produk. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam mengoptimalkan pemanfaatan limbah perikanan dan kekayaan sumber daya hayati Indonesia, seperti daun kelor, sekaligus menciptakan produk pangan bergizi tinggi, ramah lingkungan, dan bernilai ekonomi.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah udang berupa kulit dan kepala udang yang dikumpulkan dari pengolah udang di Dusun Sembilang, tepung terigu, tepung tapioka, dan daun kelor. Bahan penunjang kerupuk berupa telur, bawang putih, air hangat, minyak goreng, soda kue dan garam. Bahan yang digunakan untuk analisis terdiri dari HNO_3 (Merck), indikator Mr-BCG (Merck), NH_4OH (Merck), Asam Oksalat 2.5% (Merck), Ammonium Oksalat Jenuh (Merck), H_2SO_4 (Merck), KMnO_4 (Merck), dan aquades.

Tahapan Penelitian

Pembuatan Tepung Cangkang Udang

Pada penelitian ini, pembuatan tepung cangkang udang diawali dengan pengumpulan limbah udang (kulit dan kepala) lalu limbah tersebut dicuci bersih menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan bau. Limbah tersebut kemudian disangrai hingga kering untuk menurunkan kadar air, sehingga memudahkan saat proses penepungan dengan menggunakan alat *blender* yang menghasilkan bubuk halus



atau berbentuk tepung. Tepung ini lalu disimpan dalam wadah kedap udara agar tetap terjaga kualitasnya. Proses pembuatan tepung cangkang udang ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Atika dan Handayani (2019).

Pembuatan Kerupuk

Pada proses pembuatan kerupuk dengan penambahan limbah udang dan daun kelor mengacu pada penelitian oleh Muslimah *et al* (2023). Disiapkan bahan utama terlebih dahulu untuk membuat adonan inti kerupuk yaitu dengan tepung terigu, telur, tepung tapioka, air hangat, bawang putih halus, garam, dan soda kue. Selanjutnya, adonan tersebut ditambahkan tepung cangkang udang dan daun yang telah dicincang halus lalu diuleni hingga kalis. Bahan tersebut dicampur sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Setelah adonan kalis, dibentuk menjadi beberapa bulatan lonjong dengan ukuran sedang. Setelah itu, direbus selama \pm 30 menit. Diangkat dan didinginkan adonan ke dalam *freezer* selama 1 malam agar adonan mudah untuk dipotong tipis-tipis. Setelah adonan keras, dipotong tipis-tipis kerupuk lalu dijemur kerupuk di udara terbuka dalam satu sampai dua hari. Kerupuk yang sudah kering lalu bisa dikemas ataupun langsung digoreng.

Analisis Kadar Kalsium

Analisis kadar kalsium dilakukan dengan menggunakan metode titrasi permanganometri, yang merupakan teknik kimia kuantitatif untuk menentukan konsentrasi kalsium dalam bahan pangan atau sampel organik lainnya. Metode ini mencakup proses pengabuan sampel, pelarutan abu dalam larutan asam, pembentukan endapan kalsium oksalat, dan akhirnya titrasi dengan larutan standar kalium permanganat (KMnO_4).

Analisis Tekstur

Analisis tekstur yang dilakukan pada kerupuk yaitu terdiri dari *hardness* (kekerasan) dan *fracture* (daya patah). Pengujian ini dilakukan menggunakan alat *Texture Analyzer* setelah kerupuk digoreng untuk memastikan tekstur yang dihasilkan sesuai dengan kualitas yang diinginkan.

Analisis Warna

Analisis warna pada kerupuk dilakukan untuk mengukur tingkat kecerahan dan komposisi warna menggunakan *Chromameter Konica Minolta CR 400*. Metode ini menggunakan sistem notasi warna *Hunter Lab* (L, a, b) untuk menggambarkan karakteristik warna kerupuk. Parameter L menyatakan Tingkat kecerahan (*light*) yang mempunyai nilai antara 0 (hitam) hingga 100 (putih), Parameter a menggambarkan kromatik campuran merah dan hijau dengan kisaran nilai dari (-80) sampai (+100), dan parameter b menggambarkan kromatik campuran biru dan kuning dengan kisaran nilai dari (-70) sampai (+70). Analisis ini penting untuk mengevaluasi kualitas visual produk.



Uji Organoleptik

Uji organoleptik pada penelitian ini menggunakan parameter aroma dan rasa terhadap produk kerupuk yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan pada 25 panelis tidak terlatih dengan penilaian uji skoring. Panelis diminta untuk memberikan penilaian mereka terhadap aroma dan rasa sesuai dengan deksripsi karakteristik yang ada pada produk.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor dan 2 ulangan. Dimana faktor I yaitu konsentrasi tepung cangkang udang dan faktor II yaitu konsentrasi daun kelor. Adapun perlakuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

P0 = Kerupuk kelompok kontrol (Adonan utama 100%)

P1 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 30% + daun kelor 20%

P2 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 35% + daun kelor 15%

P3 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 40% + daun kelor 10%

Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini diperoleh dari hasil data analisa laboratorium, uji fisik, dan organoleptik. Data dianalisis menggunakan sidik ragam (*Analysis of Variance*), apabila hasil pengamatan menunjukkan pengaruh nyata terhadap variabel pengamatan, dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kadar Kalsium

Analisis kadar kalsium dilakukan untuk mengetahui sejauh mana penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor dapat meningkatkan kadar kalsium dalam produk kerupuk. Hasil analisis kadar kalsium kerupuk ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Kalsium Kerupuk

Perlakuan	Kadar Kalsium (mg/100g)
P0	10,80 ± 0,007 ^a
P1	15,03 ± 0,007 ^b
P2	20,07 ± 0,021 ^c
P3	28,44 ± 0,021 ^d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf kepercayaan 95%. Simbol P0 = Kerupuk kelompok kontrol (Adonan utama 100%), P1 =



Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 30% + daun kelor 20%, P2 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 35% + daun kelor 15%, P3 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 40% + daun kelor 10%

Data hasil analisis kadar kalsium yang menunjukkan bahwa adanya peningkatan kalsium yang signifikan ($p \leq 0,05$) dalam kerupuk setelah diberikan penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor. Dimana semakin tinggi proporsi tepung cangkang udang dalam formulasi, semakin tinggi kadar kalsium kerupuk yang dihasilkan. Hal ini diperkuat oleh pendapat (Asni *et al.*, 2023) bahwa 45-50% dari limbah udang mengandung kalsium karbonat. Berbeda dengan daun kelor, kandungan kalsium dalam daun kelor diketahui juga cukup tinggi, daun kelor mengandung sekitar 440 mg kalsium per 100 gram daun segar, dan pada bentuk daun kelor kering, kandungannya dapat meningkat hingga 2000 mg kalsium per 100 gram (Majid *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil uji kadar kalsium kerupuk, didapatkan bahwa P3 merupakan perlakuan dengan kadar kalsium tertinggi yaitu 28,44 mg/100 g. Namun, kadar kalsium pada kerupuk P3 juga masih belum bisa memenuhi kebutuhan kalsium harian yang direkomendasikan. Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) 2019, kebutuhan kalsium harian anak dan orang dewasa berada pada 1000-1200 mg/hari disesuaikan dengan kondisi tertentu. Sedangkan bayi atau batita berada pada 200-650 mg/hari. Hal ini menunjukkan bahwa kerupuk dengan penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor ini dapat dianggap sebagai alternatif sumber kalsium tambahan, tetapi tidak dapat dijadikan sumber utama pemenuhan kebutuhan kalsium harian.

Analisis Tekstur

Tekstur didefinisikan sebagai karakteristik pada proses mengonsumsi suatu pangan. Tekstur terbentuk akibat interaksi beberapa elemen struktural bahan pangan dan dirasakan serta diukur secara objektif. Analisis tekstur dilakukan untuk menilai sifat mekanis dan geometris suatu bahan pangan melalui parameter tertentu (Estiasih *et al.*, 2017). Pada penelitian ini digunakan parameter kekerasan (*hardness*) dan kerapuhan atau daya patah (*fracture*). Dimana kedua parameter ini merupakan karakteristik utama yang harus dimiliki kerupuk. Analisis tekstur pada penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor terhadap karakteristik fisik kerupuk yang dihasilkan. Hasil analisis tekstur disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Tekstur Kerupuk

Parameter	P0	P1	P2	P3
<i>Hardness</i> (N)	19,13 ± 1,21 ^a	23,64 ± 0,80 ^b	28,43 ± 0,89 ^c	29,59 ± 1,01 ^c
<i>Fracture</i> (N)	02,89 ± 1,02 ^a	02,78 ± 0,08 ^a	03,10 ± 0,11 ^a	02,98 ± 0,42 ^a

Keterangan: *Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf Uji Duncan 5%.

*Notasi huruf yang serupa menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf Uji Duncan 5%

Simbol P0 = Kerupuk kelompok kontrol (Adonan utama 100%), P1 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 30% + daun kelor 20%, P2 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 35% + daun kelor 15%, P3 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 40% + daun kelor 10%



Hardness (Kekerasan)

Hardness atau kekerasan didefinisikan sebagai gambaran gaya maksimum yang diperlukan untuk menekan atau memecahkan suatu produk. Semakin tinggi nilai kekerasannya, semakin keras produk tersebut (Sari *et al.*, 2024). Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa kerupuk P0 atau control memiliki nilai kekerasan terendah sedangkan kerupuk P3 memiliki nilai kekerasan tertinggi, menandakan konsentrasi tepung cangkang udang dan daun kelor mempengaruhi kekerasan kerupuk, dimana semakin tinggi konsentrasi tepung cangkang udang semakin tinggi nilai kekerasan kerupuk yang dihasilkan. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Permana *et al* (2012), bahwa *cone* dengan penambahan tepung cangkang udang dapat menopang es krim lebih lama, yang mengindikasikan kekerasan yang lebih tinggi. Oleh karena itu, penambahan tepung cangkang udang pada kerupuk dapat meningkatkan daya tahan produk terhadap tekanan atau benturan, yang berhubungan langsung dengan tingkat kekerasan produk tersebut.

Fracture (Daya Patah)

Fracture atau daya patah bisa juga dikaitkan dengan tingkat kerenyahan suatu produk dan tingkat ketahanan produk dari tekanan (Sari *et al.*, 2024). Pada Tabel 2. tidak ditemukan perbedaan yang signifikan meskipun konsentrasi tepung cangkang udang dan daun kelor bervariasi. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi tepung cangkang udang tidak berpengaruh besar terhadap kemampuan produk untuk bertahan dari kerusakan akibat tekanan. Ini dapat mengindikasikan bahwa meskipun kekerasan meningkat, ketahanan terhadap patah atau kerusakan fisik tidak terpengaruh secara signifikan oleh penambahan tepung cangkang udang.

Analisis Warna

Warna merupakan hasil pantulan Cahaya dari permukaan suatu bahan yang diterima oleh indera penglihatan dan diteruskan ke sistem saraf untuk diinterpretasikan (Soekarto, 1990). Dimana warna menjadi salah satu parameter yang penting dalam penilaian kualitas produk yang berkaitan dengan daya terima konsumen nantinya. Pada penelitian ini, analisis warna dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor terhadap warna kerupuk yang dihasilkan. Hasil analisis warna disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Warna Kerupuk

Perlakuan	L	a	b
P0	57,08 ± 0,31 ^d	03,03 ± 0,07 ^d	06,96 ± 0,13 ^c
P1	33,11 ± 0,39 ^c	01,91 ± 0,08 ^c	01,51 ± 0,63 ^b
P2	31,33 ± 0,02 ^b	01,54 ± 0,02 ^b	0,85 ± 0,06 ^{ab}
P3	30,28 ± 0,13 ^a	0,45 ± 0,007 ^a	0,29 ± 0,49 ^a

Keterangan: *Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf Uji Duncan 5%.

*Notasi huruf yang serupa menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf Uji Duncan 5%



Simbol : P0 = Kerupuk kelompok kontrol (Adonan utama 100%), P1 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 30% + daun kelor 20%, P2 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 35% + daun kelor 15%, P3 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 40% + daun kelor 10%

Berdasarkan data pada Tabel 4, didapatkan bahwa penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor memengaruhi parameter warna kerupuk, yang diukur melalui nilai L (kecerahan), a (kromatik merah-hijau), dan b (kromatik kuning-biru). Pada parameter L didapatkan penurunan nilai kecerahan seiring meningkatnya konsentrasi tepung cangkang udang pada kerupuk. Hal ini dikarenakan pigmen alami pada udang yaitu astaxanthin serta klorofil pada daun kelor, yang cenderung dapat mengurangi warna cerah kerupuk Wowor *et al* (2015). Sedangkan pada parameter a dan b, menunjukkan semua nilainya positif atau dominasi warna kemerahan pada parameter a dan warna kekuningan pada parameter b. Namun, terlihat bahwa terjadi penurunan konsentrasi kemerahan dan kekuningan seiring meningkatnya konsentrasi tepung cangkang udang, sehingga warna kerupuk menjadi lebih pucat atau cokelat dibandingkan kemerahan dan kekuningan. Hal ini berkaitan dengan reaksi *Maillard*, yang terjadi antara asam amino dari protein tepung cangkang udang dengan gula reduksi yang ada dalam adonan kerupuk selama proses penggorengan. Reaksi ini menghasilkan senyawa berwarna cokelat yang dikenal sebagai melanoidin. Melanoidin merupakan produk akhir dari reaksi *Maillard* yang memberikan warna cokelat pada berbagai produk pangan berbasis tepung yang mengalami pemrosesan panas tinggi (Hustiany, 2017). Dalam hal ini semakin tinggi konsentrasi tepung cangkang udang, semakin banyak protein yang tersedia untuk memicu reaksi *Maillard* selama proses penggorengan. Akibatnya, warna kerupuk mengalami perubahan dari dominasi warna kemerahan menuju warna cokelat yang lebih gelap.

Hasil Analisis Penilaian Organoleptik Kerupuk

Menganalisis kualitas dan mutu produk diperlukan uji organoleptik. Dimana uji organoleptik merupakan cara mengukur, menilai atau menguji mutu komoditas dengan menggunakan kepekaan alat panca indera manusia. Uji organoleptik dilakukan secara subjektif, hal ini dikarenakan pada respon subjektif manusia sebagai alat ukur berbeda-beda (Soekarto, 1990). Uji organoleptik memiliki beberapa cara, salah satunya adalah uji mutu hedonik, yaitu panelis diminta untuk memberikan penilaian berdasarkan preferensi individu terhadap atribut produk (Handayani dan Rosidah., 2017). Pada penelitian ini atribut yang diberikan penilaian organoleptik yaitu aroma dan rasa. Menurut Sulaiman dan Noviasari (2023), aroma dan rasa merupakan atribut yang penting dalam menentukan penerimaan konsumen dalam segi kondisi baik atau tidaknya suatu produk. Didapatkan hasil analisis dari uji organoleptik pada Tabel 4.



Tabel 4. Hasil Analisis Penilaian Organoleptik Skoring Aroma dan Rasa Kerupuk

Perlakuan	Aroma	Rasa
P0	4,16 ± 0,37 ^c	3,76 ± 1,05 ^a
P1	3,12 ± 0,60 ^b	4,16 ± 0,74 ^{ab}
P2	2,52 ± 0,82 ^a	4,44 ± 0,76 ^b
P3	2,64 ± 0,70 ^a	4,24 ± 0,52 ^b

Keterangan : *Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf Uji Duncan 5%.

*Notasi huruf yang serupa menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf Uji Duncan 5%. Simbol : P0 = Kerupuk kelompok kontrol (Adonan utama 100%), P1 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 30% + daun kelor 20%, P2 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 35% + daun kelor 15%, P3 = Kerupuk (Adonan utama 50%) + tepung cangkang udang 40% + daun kelor 10%

Aroma

Berdasarkan tabel 4 hasil analisis penilaian organoleptik, menunjukkan bahwa aroma pada kerupuk P0 atau tanpa penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor tidak amis. Sedangkan pada kerupuk dengan penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor, semakin tinggi konsentrasi tepung cangkang udang, aroma pada kerupuk tercium semakin amis. Hal ini sesuai dengan pendapat Sintya *et al* (2023), dimana senyawa volatil dalam cangkang udang dan daun kelor, seperti aldehida, keton, alkohol, dan ester, yang dilepaskan selama proses pemanasan berkontribusi pada aroma khas yang terkadang tercium menyengat. Selain itu, senyawa trimetilamina (TMA) juga berperan dalam aroma menyengat. TMA terbentuk dari dekomposisi trimetilamina oksida (TMAO) yang secara alami terdapat dalam cangkang udang. Ketika cangkang udang diproses, terutama melalui pemanasan atau pengeringan, TMA dilepaskan, menghasilkan aroma khas yang cenderung amis.

Rasa

Berdasarkan tabel 4 hasil analisis penilaian organoleptik, didapatkan bahwa rasa pada kerupuk mengalami peningkatan seiring penambahan tepung cangkang udang. Pada kerupuk P0 kontrol memiliki nilai agak gurih dan mengalami peningkatan pada kerupuk P1, P2, dan P3 menjadi lebih gurih. Peningkatan rasa gurih pada kerupuk terutama disebabkan oleh kandungan asam amino, khususnya asam glutamat, yang merupakan senyawa utama dalam memberikan rasa umami. Asam glutamat terbentuk melalui proses hidrolisis protein dalam cangkang udang selama pengolahan. Ketika protein terurai menjadi peptida kecil dan asam amino bebas, rasa gurih menjadi lebih intens (Pramudya *et al.*, 2022). Hal ini diperkuat oleh pendapat Maulina *et al* (2024), dimana protein pada cangkang udang terdenaturasi dan terhidrolisis menjadi asam amino dan peptide sehingga menghasilkan rasa umami. Sedangkan lipida mengalami oksidasi yang menghasilkan rasa tengik apabila pengeringan terlalu lama. Pengeringan ini terdapat pada proses pembuatan



tepung cangkang udang yang serupa dengan penelitian terdahulu oleh Atika dan Handayani (2019), yaitu pemanfaatan limbah udang menjadi bubuk penyedap alami sebagai pengganti MSG.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor memberikan interaksi signifikan terhadap peningkatan kadar kalsium, kekerasan, dan penurunan parameter kecerahan dan warna kerupuk. Namun, tidak ditemukan interaksi signifikan pada daya patah kerupuk. Produk kerupuk ini berpotensi menjadi makanan alternatif sebagai sumber kalsium tambahan, meskipun belum mampu untuk memenuhi kebutuhan kalsium sepenuhnya.

DAFTAR PUSTAKA

- AKG. 2019. Angka Kecukupan Gizi 2019. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta
- Arianto, M. F. 2020. Potensi wilayah pesisir di negara Indonesia. *Jurnal Geografi*, 20(20): 1-7.
- Asni, A., Syukur, M., Saswini, A. A. U., Safitri, A. Z., & Bimantoro, K. Z. 2023. Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Menjadi Produk Bakso. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Kauniah*, 2(1): 69–79. DOI: [10.33096/jamka.v2i1.311](https://doi.org/10.33096/jamka.v2i1.311)
- Atika, S., & Handayani, L. 2019. Pembuatan Bubuk Flavour Kepala Udang Vannamei (*Litopenaus vannamei*) Sebagai Pengganti MSG (Monosodium glutamat). *Prosiding SEMDI-UNAYA (Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu UNAYA)*, 3(1): 18–26.
- Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan. 2023. *Profil Pasar Udang*. Jakarta.
- Handayani, A., & Rosidah, R. 2017. Analisis Organoleptik Pada Pengembangan Olahan Pangan Berbasis Wortel Di Kelompok Wanita Tani Di Desa Temanggung Kabupaten Magelang. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 15(2), 133–143. DOI: [10.36762/litbangjateng.v15i2.409](https://doi.org/10.36762/litbangjateng.v15i2.409)
- Hu, J., Lu, W., Lv, M., Wang, Y., Ding, R., & Wang, L. 2019. Extraction And Purification Of Astaxanthin From Shrimp Shells And The Effects Of Different Treatments On Its Content. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 29(1): 24–29. DOI: [10.1016/j.bjp.2018.11.004](https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.11.004)
- Hustiany, R. 2016. Reaksi Maillard. Banjarmasin: In Yayasan Humaniora (Vol. 1, Issue 1).
- Ismail Sulaiman dan Santi Noviasari. 2023. *Teknologi Pengolahan Talas dan Aplikasinya*. Syiah Kuala University Press. Banda Aceh



- Majid, F. R., Hidayat, N., & Waluyo, W. 2017. Variasi Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) pada Pembuatan Flakes Ditinjau dari Sifat Fisik, Sifat Organoleptik dan Kadar Kalsium. *Jurnal Nutrisia*, 19(1): 31–35. DOI: [10.29238/jnutri.v19i1.44](https://doi.org/10.29238/jnutri.v19i1.44)
- Maulina, D. E., Nurwati, & Hasdar, M. 2024. Limbah Udang Sebagai Kaldu Bubuk Analisis Kadar Air, Aktivitas Air, Dan Evaluasi Organoleptik Dengan Metode Penyangraian. *Jtftp*, 4(2): 18–29.
- Muslimah, M., Yusnawati, Y., & Amna, U. 2024. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Sebagai Kerupuk Berkalsium Tinggi Untuk Meningkatkan Pendapatan Pengrajin Kerupuk. *RESWARA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1): 83–92. DOI: [10.46576/rjpkm.v5i1.3680](https://doi.org/10.46576/rjpkm.v5i1.3680)
- Pakpahan, N., & Nelinda. 2019. Studi Karakteristik Kerupuk: Pengaruh Komposisi dan Proses Pengolahan. *Teknologi Pengolahan Pertanian*, 1(1): 28-38. DOI: [10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0A](https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0A)
- Permana, A. J., Liviawaty, E., & Iskandar. 2016. Fortifikasi Tepung Cangkang Udang Sebagai Sumber Kalsium Terhadap Tingkat Kesukaan Cone Es Krim. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 3(4): 1–23.
- Pramudya, A. P., Fahmi, S. A., dan Rianingsih, L. 2022. Optimasi Suhu dan Waktu Pengerinan Nori Berbahan Baku *Ulva lactuca* dan *Gelidium* sp. dengan Penambahan Perisa Bubuk Kepala Udang menggunakan Response Surface Methodology. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 4(2): 100-110.
- Putra, W., I. D. P., Darmayudha, A. A. G. O. D., & Sudimartini, L. M. 2016. Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali (Identification of Chemical Compounds Ethanol Extract Leaf *Moringa Oleifera* L) IN BALI). *Indonesia Medicus Veterinus Oktober*, 5(5): 464–473.
- Qolis, N., Handayani, C. B., Asmoro, N. W., & A. 2020. Fortifikasi Kalsium Pada Kerupuk Dengan Substitusi Tepung Cangkang Telur Ayam Ras. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(1). DOI: [10.33005/jtp.v14i1.2181](https://doi.org/10.33005/jtp.v14i1.2181)
- Sari, D. P., Ngatirah, N., & Widiasaputra, R. 2024. Karakteristik Mi Kering Glukomanan dengan Variasi Konsentrasi Glukomanan dan Jumlah Penambahan Air Kapur Sirih. 7(9): 385–402.
- Siagian, A. 2003. Pendekatan Fortifikasi Pangan Untuk Mengatasi Masalah Kekurangan Zat Gizi Mikro. *Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara*.
- Sinaga, K., Sinaga, A., Surbakti, I. S., Ninsah, M. P., & Rumondang. 2022. Pengaruh Pemberian Rebusan Daun Kelor Terhadap Kelancaran Produksi Asi Pada Ibu Nifas. *Indonesian Health Issue*, 1(1): 146-149.
- Sintya, Maryam, A., & Hamdi. 2023. Analisis Kimia Dan Organoleptik Bubuk Penyedap Rasa Berbasis Limbah Udang Sebagai Alternatif Penyedap Alami. *Jurnal Agroindustri Pangan*, 2(2): 68–85. DOI: [10.47767/agroindustri.v2i2.549](https://doi.org/10.47767/agroindustri.v2i2.549)
- Soekarto, S.T. 1990. *Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Bharata Karya Aksara. Jakarta
- Teti Estiasih, Harijono, Elok Waziroh, Kiki Fibrianto. 2017. *Kimia dan Fisik Pangan*. 227-228. Jakarta: Bumi Aksara.



- Wowor, A. R. Y., Bagau, B., & Liwe, I. U. H. 2015. Kandungan Protein Kasar, Kalsium, dan Fosfor Tepung Limbah Udang sebagai Bahan Pakan yang Diolah dengan Asam Asetat (CH_3COOH). 5(1): 1–9.
- Zungu N, Van Onselen A, Kolanisi U, Siwela M. 2019. Assessing the nutritional composition and consumer acceptability of *Moringa oleifera* leaf powder (MOLP) based snacks for improving food and nutrition security of children. South African Journal of Botany, 1-8. [DOI: 10.1016/j.sajb.2019.07.048](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.07.048)