

# Kadar Kalsium, Karakteristik Fisik, dan Mutu Hedonik (Aroma dan Rasa) Kerupuk Tepung Cangkang Udang dan Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

*by* 10021282126032 Dzikra Nur Fadhilah

---

**Submission date:** 15-May-2025 09:26AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2661638563

**File name:** Udang\_dan\_Daun\_Kelor\_Moringa\_oleifera\_-\_Dzikra\_Nur\_Fadhilah.docx (73.59K)

**Word count:** 8982

**Character count:** 57269

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan kekayaan sumber daya alam melimpah yang berasal dari hayati maupun non hayati, salah satu kekayaan hayati yang melimpah di Indonesia yaitu berasal dari hasil perikanan, terkhususnya pada komoditas udang. Dimana udang menjadi salah satu komoditas perikanan unggulan di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi (Arianto, 2020). Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2023), pada tahun 2022 produksi udang di Indonesia mencapai 1,19 juta ton dengan 77,5% berasal dari produksi budidaya dan 22,5% berasal dari tangkapan. Sedangkan, pada triwulan I tahun 2024, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya melaporkan bahwa produksi udang nasional mencapai 200.000 ton, meningkat 5% dibandingkan periode yang sama tahun sebelumnya. Peningkatan ini menunjukkan peran strategis sektor perikanan budidaya dalam mendukung ketahanan pangan dan pertumbuhan ekonomi nasional. Hal ini tentu saja menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung ketahanan pangan, penciptaan lapangan kerja, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir.

Salah satu daerah yang telah dikenal sebagai penghasil utama komoditas udang di Sumatera Selatan sekaligus menjadi salah satu daerah penghasil udang secara nasional yaitu Sungsang. Sungsang merupakan sebuah kawasan pemukiman tua di muara Sungai Musi yang menghubungkan antara Palembang dan Selat Bangka. Sungsang adalah bagian dari wilayah administratif Kecamatan Banyuasin II, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan (Tussadiyah *et al.*, 2018). Berdasarkan Profil Perikanan Kawasan Sungsang (2019), Sungsang yang dikenal sebagai kawasan pesisir yang memiliki sumber daya perikanan melimpah dan menjadi mata pencaharian masyarakat sekitarnya, baik melalui perikanan tangkap maupun budidaya. Hasil tangkapan laut yang dominan meliputi banyak jenis perikanan seperti ikan kakap putih, ikan tenggiri, ikan bawal, ikan sembilang, dan masih banyak lagi. Selain sektor perikanan, udang dan kepiting juga menjadi komoditas yang mendominasi hasil tangkapan wilayah ini. Udang hasil tangkapan

kebanyakan dipasarkan dalam bentuk segar ataupun diolah menjadi produk makanan seperti pempek udang, tekwan udang, petis, terasi, dan kerupuk udang. Produksi udang yang melimpah ini memberikan peluang besar dalam pemanfaatannya sebagai bahan pangan segar maupun bahan produk olahan. Namun, salah satu isu yang timbul dibalik tingginya aktivitas produksi udang adalah permasalahan bahan sisa olahan udang yang berasal dari cangkang dan kepala udang yang belum dimanfaatkan secara optimal (Judhaswati dan Damayanti, 2019).

Menurut Mustafiah *et al* (2018), bahan sisa olahan udang yang biasanya dibuang begitu saja tanpa adanya proses pengolahan lebih lanjut berpotensi mencemari lingkungan sekitar, yaitu pada air dan tanah yang dapat berdampak buruk pada ekosistem perairan serta kualitas tanah. Selain itu, pembuangan cangkang udang yang tidak terkelola dengan baik juga dapat menyebabkan penurunan kualitas udara dan menyebabkan pencemaran yang lebih luas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Segara *et al* (2024), kondisi tersebut sesuai dengan lingkungan kawasan Sungsang, dimana aktivitas perikanan yang tinggi dan kurangnya kesadaran warga sekitar dalam mengelola sampah dengan baik serta terbatasnya fasilitas pengelolaan limbah sehingga menyebabkan akumulasi sampah yang tidak terkelola dengan baik yang berdampak pada kualitas lingkungan dan kesejahteraan masyarakat setempat. Sisa hasil olahan udang ini telah lama dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena kandungan protein, mineral, dan senyawa bioaktifnya yang tinggi, menjadikannya bahan yang bernilai dalam formulasi pakan unggas dan ikan (Filawati *et al.*, 2018). Namun, bahan sisa olahan udang ini selain dapat diolah menjadi pakan ternak, serta berpotensi menjadi bahan pangan yang bernilai gizi dan ekonomi yang tinggi (Mawarda *et al.*, 2011). Dimana bahan sisa olahan udang yang berasal dari cangkang dan kepala udang diketahui mengandung nutrisi, seperti protein, kalsium, dan senyawa bioaktif, yang berpotensi untuk diolah menjadi bahan pangan bernilai gizi tinggi, serta mengandung beberapa senyawa kimia seperti kitin, kitosan, dan karotenoid berupa astaxanthin yang merupakan pro vitamin A yang baik untuk kesehatan kulit (Wowor *et al.*, 2015). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hu *et al* (2019), astaxanthin diketahui dapat mencegah radikal bebas 500 kali lebih besar daripada

kemampuan antioksidan pada vitamin E. Kandungan kalsium karbonat yang tinggi menjadikan bahan sisa olahan udang ini berpotensi sebagai bahan pangan sumber kalsium yang sangat penting dalam menunjang kesehatan tulang dan gigi (Qolis et al., 2020). Salah satu cara untuk memanfaatkan bahan sisa olahan udang ini secara optimal adalah dengan mengolahnya menjadi tepung yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam produk pangan (Permana et al., 2012).

Kerupuk merupakan salah satu jenis makanan ringan yang seringkali kita jumpai dan digemari oleh masyarakat Indonesia. Kerupuk dipilih karena kerupuk memiliki tekstur yang renyah dan rasa yang cenderung gurih menjadikan kerupuk diterima oleh berbagai kalangan 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 bahan sisa olahan 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 *The 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 mikronutrien alami untuk memenuhi zat gizi mikro sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya defisiensi zat gizi mikro, salah satunya kalsium.

Berdasarkan uraian diatas, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan produk kerupuk dengan penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor, sehingga menghasilkan pangan dengan nilai gizi yang lebih tinggi dibandingkan kerupuk konvensional, khususnya sebagai sumber kalsium yang baik. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis perbedaan karakteristik fisik,

seperti tekstur dan warna, serta menilai perbedaan aroma dan rasa pada setiap perlakuan berdasarkan deskripsi karakteristik produk melalui uji mutu hedonik. Diharapkan, penelitian ini dapat menjadi inovasi dalam pemanfaatan bahan sisa olahan perikanan yang berasal dari udang dan kekayaan sumber daya hayati Indonesia, seperti daun kelor, guna menciptakan produk pangan yang bergizi, ramah lingkungan, dan bernilai ekonomi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Tingginya angka produksi udang di Indonesia menghasilkan sisa olahan berupa cangkang udang yang belum dimanfaatkan secara optimal. Dimana bahan sisa olahan ini berpotensi menjadi sumber kalsium tambahan dan senyawa bioaktif yang bernilai gizi apabila diolah dengan tepat, salah satunya sebagai bahan tambahan dalam kerupuk. Selain itu, daun kelor dikenal sebagai sumber nutrisi alami yang kaya akan vitamin dan mineral. Sementara itu, kerupuk merupakan salah satu produk pangan yang populer di Indonesia dan sering dikonsumsi sebagai camilan atau pelengkap makanan. Produk ini dipilih sebagai media inovasi karena memiliki tekstur yang dapat dimodifikasi serta daya terima yang luas di berbagai kalangan masyarakat. Di sisi lain, masih terbatasnya inovasi dalam pengelolaan limbah udang, dimana selama ini lebih banyak diarahkan untuk pakan ternak, sehingga pemanfaatannya dalam produk pangan masih sangat minim. Dimana, cangkang udang ini mengandung kalsium dan senyawa bioaktif lainnya yang bernilai gizi tinggi. Dengan demikian, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor pada kerupuk terhadap nilai kadar kalsium, karakteristik fisik kerupuk, dan mutu hedonik kerupuk yang dihasilkan pada tiap formulasi?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Mengetahui kadar kalsium, fisik kerupuk, dan mutu hedonik kerupuk dengan penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor pada tiap formulasi.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Merancang formulasi kerupuk dengan penambahan cangkang udang dan daun kelor

2. Mengetahui nilai kadar kalsium pada setiap formulasi kerupuk dengan penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor
3. Mengetahui nilai tekstur pada setiap formula kerupuk dengan penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor
4. Mengetahui nilai parameter warna pada setiap formula kerupuk dengan penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor
5. Mengetahui nilai mutu hedonik terhadap aroma dan rasa pada setiap formula kerupuk dengan penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

##### **1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti**

Sebagai tempat untuk menerapkan ilmu yang telah didapatkan selama masa perkuliahan serta melatih dan meningkatkan kemampuan dalam mengolah limbah bahan pangan biasa menjadi produk pangan dengan nilai manfaat tambahan serta mengoptimalkan penggunaan bahan pangan fungsional seperti daun kelor.

##### **1.4.2 Manfaat Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat**

Menambah sumber referensi dan pengetahuan bagi mahasiswa ataupun peneliti lainnya yang ingin melakukan penelitian yang serupa atau berkaitan dengan topik ini.

##### **1.4.3 Manfaat Bagi Masyarakat**

Sebagai sarana informasi dan pengetahuan dalam memanfaatkan bahan sisa olahan udang berupa cangkang udang serta daun kelor sebagai bahan tambahan pangan, yang dapat meningkatkan nilai gizi dan memaksimalkan pemanfaatan bahan organik

4

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

##### **1.5.1 Ruang Lingkup Lokasi**

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu dimulai dari pengumpulan cangkang udang di Desa Sungsang IV Kabupaten Banyuasin, lalu pembuatan kerupuk dan pengujian organoleptik pada 25 panelis semi terlatih yang dilakukan di Laboratorium Dietetik dan Kulineri Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya. Analisis kadar kalsium dan uji fisik kerupuk dilakukan di Laboratorium Chem-Mix Pratama, Yogyakarta.

4

### 1.5.2 Ruang Lingkup Waktu

Penelitian ini dilakukan mulai Juni 2024 hingga Desember 2024.

4

### 1.5.3 Ruang Lingkup Materi

Lingkup materi pada penelitian ini merupakan materi-materi mengenai pengembangan produk pangan.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Udang

Udang merupakan komoditas andalan dari sektor perikanan Indonesia yang memiliki aroma spesifik dan nilai gizi yang cukup tinggi (Bachry *et al.*, 2023). Dimana udang menjadi salah satu sumber protein hewani yang baik serta mengandung beberapa senyawa aktif seperti asam lemak (omega-3 dan omega-6) yang baik untuk perkembangan otak (Michaelsen *et al.*, 2011). Udang juga mengandung berbagai mikronutrien yang penting seperti vitamin B12, vitamin E, zat besi, yodium, selenium, seng, dan fosfor (Ngginak *et al.*, 2013). Tercatat, udang menjadi peringkat kedua ekspor perikanan Indonesia setelah kelompok TTC (tuna, tongkol, dan cakalang), dengan kontribusi sebesar 11,15% terhadap total volume ekspor dan mencapai 33,10% dari total nilai ekspor (Ashari *et al.*, 2016). Berdasarkan Kementerian Kelautan dan Perikanan (2023), Indonesia menjadi salah satu negara eksportir udang terbesar di dunia. Udang yang diekspor terdiri dari berbagai bentuk, seperti udang segar, udang beku (*frozen shrimp*), serta udang yang telah diproses seperti *peeled*, *deveined*, dan *cooked shrimp*. Amerika Serikat secara konsisten menjadi pasar utama ekspor udang Indonesia dari tahun ke tahun, yakni menyerap lebih dari 60% total ekspor udang nasional. Namun, pada tahun 2023, terjadi penurunan ekspor ke AS sebesar 8,1% akibat adanya tuduhan praktik dumping dan petisi countervailing duties dari *American Shrimp Processors Association* (ASPA). Menanggapi hal tersebut, pemerintah Indonesia mulai memperluas diversifikasi pasar ekspor ke negara-negara lain seperti Uni Emirat Arab, Korea Selatan, Prancis, dan Tiongkok guna mengurangi ketergantungan terhadap pasar AS. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Selatan (2022), nilai produksi perikanan pada komoditas udang di Sumatera Selatan tahun 2022 mencapai Rp 404.675.840. Udang merupakan anggota dari subfilum

Crustacea yang dimana tubuhnya terbagi menjadi tiga yaitu kepala (*cephalo*), dada (*thorax*) dan perut (*abdomen*) atau kadang-kadang kepala dan dada bersatu membentuk *cephalothorax*.<sup>2</sup> Udang memiliki tubuh yang beruas-ruas dan seluruh bagian tubuhnya tertutup kulit kitin yang tebal dan keras. Udang memiliki badan yang jumlah ruasnya mencapai 13 (5 ruas kepala dan 8 ruas dada) dan seluruh tubuhnya dilapisi dengan eksoskeleton atau biasa dikenal dengan cangkang atau kulit udang (Menristek, 2003). Bagian kepalanya<sup>2</sup> beratnya lebih kurang 36-49% dari total keseluruhan berat badan, daging 24-41% dan kulit 17-23% (Febrianti *et al.*, 2022).

#### 2.1.1 Jenis-Jenis Udang

Menurut Subana *et al.*, (1993), udang merupakan komoditas yang sangat sesuai untuk hidup ataupun dibudidayakan di perairan Indonesia, karena lingkungan perairan Indonesia yang memiliki terumbu karang dan suhu yang stabil sekitar 28°C yang memungkinkan udang untuk tumbuh dan berkembang biak dengan baik. Menurut Bachry *et al.*, (2023), udang tersedia dalam berbagai jenis, baik di laut maupun air tawar. Di Indonesia banyak jenis udang yang memiliki nilai ekonomis tinggi antara lain seperti udang windu (*Penaeus monodon*), udang putih (*Penaeus marguiensis*) dan udang dogol (*Metapenaeus monoceros*). Sedangkan udang air tawar yang memiliki nilai ekonomis tinggi antara lain udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*), udang kipas (*Panulirus sp*), udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), udang karang (*Lobster*) dan lain sebagainya.<sup>6</sup>

#### 2.1.2 Mutu Udang

Menurut Sipahutar (2020), udang segar merupakan udang yang baru saja ditangkap, belum mengalami proses penyimpanan atau pengawetan, sehingga kualitasnya masih terjaga dan belum menunjukkan tanda-tanda penurunan mutu. Setelah udang mati, penurunan mutu mulai terjadi dan akan terus berlanjut secara alami hingga udang mengalami dekomposisi total. Proses kemunduran kualitas ini secara umum mengikuti pola yang serupa, baik dari segi aktivitas enzim, reaksi kimia, pertumbuhan mikroorganisme, maupun proses deteriorasi. Dimana udang segar memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Warna: segar sesuai dengan jenis udangnya, cerah, sambungan antar ruas terlihat kuat, dan kulit melekat erat pada daging.
2. Aroma: bau khas segar sesuai jenis udangnya.
3. Tekstur daging: daging tampak padat, elastis, dan rasanya manis.

### 2.1.3 Limbah Udang

Industri pengolahan udang seringkali menghasilkan limbah berupa kepala, kulit (cangkang), dan ekor yang biasanya tidak dimanfaatkan dan dibuang. Sisa dari pengolahan udang ini dapat mencapai 40-50% dari berat udang utuh, dan tergantung pada jenis udangnya. Secara spesifik, industri pembekuan, pengalengan, dan pengolahan produk berbasis udang menghasilkan limbah berkisar 30-75% dari total berat udang (Saman dan Lapamona, 2024). Menurut Purwaningsih (2000), industri pembekuan udang menghasilkan berbagai bentuk produk olahan, seperti udang utuh (*head on*), udang tanpa kepala (*headless*), dan udang tanpa kepala serta kulit (*peeled*). Pada produk *headless* dan *peeled*, limbah berupa kepala dan kulit udang menjadi output samping yang cukup besar, dengan proporsi limbah bagian kepala udang memiliki proporsi sekitar 36-46%, sementara cangkang udang berkontribusi sebesar 17-23% dari total berat tubuh. Menurut Kurniasih dan Kartika (2011), limbah udang umumnya dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Namun karena pemanfaatannya masih terbatas, limbah ini justru bisa mencemari lingkungan, seperti menimbulkan bau tak sedap dan membuat kondisi lingkungan menjadi kumuh. Hal ini menunjukkan bahwa angka limbah yang belum dikelola dengan baik masih cukup besar dan masih menjadi tantangan dalam pengelolaannya (Musthofa et al., 2022). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2020), produksi udang hasil budidaya nasional pada tahun 2020 mencapai 881.599 ton, sehingga berpotensi menghasilkan limbah udang dalam jumlah besar yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut.

## 2.2 Kalsium

Kalsium adalah salah satu mineral yang terdapat banyak dalam tubuh manusia, yaitu sebesar 2% dari total berat tubuh manusia. Sebagian besar kalsium, yaitu 99%

terdapat dalam jaringan keras, seperti tulang dan gigi. Sementara sisanya, kurang lebih 1% ditemukan dalam darah dan tersebar ke seluruh tubuh, baik dalam cairan intraseluler maupun ekstraseluler (Nurrahmani, 2012).

#### 2.2.1 Fungsi Kalsium

Kalsium memiliki peran utama dalam pembentukan tulang dan gigi. Dalam tulang, kalsium berbentuk garam (hydroxyapatite) yang membentuk matriks pada protein kolagen, sehingga membentuk struktur rangka yang dapat menopang tubuh serta menjadi tempat melekatnya otot, yang memungkinkan terjadinya pergerakan (Goulding, 2000). Kalsium merupakan makromineral esensial yang berperan penting dalam berbagai fungsi tubuh, seperti pembekuan darah, kontraksi otot, transmisi sinyal saraf, serta menjaga kepadatan tulang. Selain itu, kalsium juga membantu menjaga keseimbangan asam-basa, mendukung penyerapan vitamin B12, aktivitas enzim pencernaan lemak, pelepasan insulin, dan pembentukan asetilkolin (Raya *et al.*, 2023; Aji dan Fitriani, 2021).

#### 2.2.2 Sumber Kalsium

Kalsium dapat diperoleh dari dua jenis sumber, yaitu hewani dan nabati. Sumber hewani meliputi ikan, udang, susu, kuning telur, dan daging sapi. Sementara itu, sumber nabati berasal dari sayuran berdaun hijau seperti sawi, bayam, brokoli, daun pepaya, daun singkong, serta daun labu. Selain itu, sumber kalsium nabati lainnya adalah biji-bijian yakni kenari, wijen, almond dan kacang-kacangan serta hasil olahannya seperti kedelai, kacang merah, kacang polo, tempe dan tahu (Yusmiati dan Wulandari, 2017). Menurut Aji dan Fitriani (2021) produk olahan susu yang mengandung kalsium tinggi antaralain yoghurt dan keju. Kalsium juga dapat diperoleh dari buah-buahan seperti jeruk, stroberi, semangka dan pisang.

#### 2.2.3 Defisiensi Kalsium

Menurut Isang *et al.*, (2024), kekurangan zat gizi mikro dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan, baik jangka pendek maupun jangka panjang. Defisiensi kalsium atau disebut dengan hipokalsemia dapat dikatakan apabila kadar kalsium serum dalam tubuh < 8,2 mg/dl (Catalano *et al.*, 2018). Menurut Heaney (2003), defisiensi kalsium dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan terutama yang berkaitan dengan tulang dan sistem neuromuskular. Dalam jangka

pendek, kekurangan kalsium dapat menimbulkan gejala seperti kesemutan, kram otot, kejang, serta gangguan irama jantung. Sedangkan dalam jangka panjang, kekurangan kalsium yang tidak ditangani dapat meningkatkan risiko terjadinya osteoporosis, rakitis, osteomalasia, hipertensi, dan bahkan gangguan kognitif. Kelompok yang paling rentan terhadap defisiensi ini meliputi anak-anak, remaja, wanita hamil, ibu menyusui, serta lansia. Menurut Deborah *et al.*, (2016) kadar kalsium yang berada di dalam tubuh sebaiknya berada dalam keadaan seimbang yaitu berkisar 1000 hingga 1500 mg per harinya, namun rata-rata asupan kalsium masyarakat Indonesia tergolong masih sangat rendah, yaitu hanya sekitar 300 mg per hari. Hal ini dapat menjadi salah satu faktor yang berkontribusi dalam kejadian defisiensi kalsium di masyarakat karena tidak tercukupinya kebutuhan kalsium harian (Raya *et al.*, 2023).

#### 2.2.4 Kelebihan Kalsium

Kelebihan kalsium atau hiperkalsemia adalah suatu kondisi dimana kadar kalsium serum  $> 10,4$  mg/dl (Catalano *et al.*, 2018). Penelitian Raya *et al.*, (2023) menyatakan bahwa kelebihan kalsium dapat menyebabkan penyakit seperti batu ginjal atau gangguan ginjal dan konstipasi (susah buang air besar). Hiperkalsemia ringan umumnya tidak memberikan gejala, sedangkan pada hiperkalsemia sedang menyebabkan individu mengalami fatigue. Pada level kalsium yang lebih tinggi, individu mungkin mengalami depresi, perubahan kepribadian dan kebingungan. Sementara dengan level kalsium yang sangat tinggi, dapat menyebabkan terjadinya somnolen, koma dan kematian (Putra *et al.*, 2018).

#### 2.2.5 Faktor yang Mempengaruhi Kadar Kalsium Dalam Tubuh

Kalsium dalam tubuh dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, antara lain usia, jenis kelamin dan asupan kalsium. Menurut Usdiyanto *et al.*, (2024), ketika terjadi pertambahan usia, maka semakin berkurang pula absorpsi kalsium pada usus halus. Kurangnya penyerapan kalsium pada usus halus akan berdampak pada hormon paratiroid. Jenis kelamin juga mempengaruhi kadar kalsium dalam tubuh. Pada perempuan yang telah mengalami menopause dan berusia lebih dari 50 tahun maka akan lebih cepat mengalami penurunan kadar kalsium dalam tubuh dibandingkan dengan laki-laki dikarenakan indung telur mengalami penurunan produksi hormon

estrogen yang mengakibatkan menurunnya kadar kalsium dalam tubuh. Pada faktor asupan kalsium, asupan kalsium yang rendah menyebabkan penurunan kadar kalsium dalam darah serta akan memicu sekresi hormon paratiroid sehingga mengakibatkan peningkatan resorpsi tulang yang menjadi salah satu faktor osteoporosis (Amalia *et al.*, 2024).

### **2.3 Kerupuk**

Kerupuk termasuk jenis makanan ringan yang akan mengalami peningkatan volume, membentuk struktur berpori, dan memiliki kerapatan massa yang rendah ketika melalui proses penggorengan (Rosiani *et al.*, 2015). Kerupuk adalah makanan kering yang terbuat dari tepung atau nasi yang ditambahkan dengan olahan daging ikan, udang atau bahan lainnya. Masyarakat Indonesia selalu mengonsumsi kerupuk sebagai camilan atau menu pelengkap makanan utama (Putri *et al.*, 2024).

#### **2.3.2 Mutu Kerupuk**

Berdasarkan SNI 82722 Tahun 2016, menyebutkan bahwa apabila ditinjau dari bahan bakunya, kerupuk diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu kerupuk ikan, kerupuk udang, dan kerupuk moluska. Namun, dalam pemahaman masyarakat, kerupuk umumnya hanya dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kerupuk ikan dan non ikan. Kerupuk non ikan biasanya terbuat dari bahan nabati saja, seperti kerupuk bawang dan kerupuk singkong, sedangkan kerupuk ikan mencakup berbagai jenis hasil perikanan, seperti udang dan ikan-ikan lainnya. Namun, mutu kerupuk tidak hanya ditentukan oleh komposisi bahan baku, tetapi juga oleh karakteristik fisik seperti tekstur dan warna yang dapat mempengaruhi daya terima konsumen dan kualitas produk. Dalam SNI 82722 Tahun 2016 tidak terdapat numerik spesifik terkait parameter fisik, namun standar ini memberikan deksripsi kualitatif untuk karakteristik fisik kerupuk yang harus dimiliki yaitu memiliki tekstur yang renyah dan tidak keras, serta memiliki warna yang seragam, cerah, dan tidak gosong.

#### **2.3.3 Bahan Pembuatan**

##### **2.3.3.1 Tepung Tapioka**

Tepung singkong atau biasa dikenal dengan tepung tapioka merupakan jenis pati dari singkong yang telah melalui serangkaian proses mulai dari pamarutan, pemerasan, pengendapan pati, pengeringan, hingga digiling menjadi tepung halus. Tepung ini tergolong sebagai bahan pangan tinggi karbohidrat dan umumnya digunakan sebagai bahan pengental dalam berbagai olahan makanan (Somaatmadja, 1984). Menurut Mustia (2018), kualitas tepung tapioka ditentukan oleh beberapa parameter, antarlain warna (semakin putih menandakan kemurnian yang lebih tinggi), kadar air (rendahnya kadar air menunjukkan umur simpan yang lebih baik), kandungan serat dan kotoran (dipengaruhi oleh tingkat kematangan singkong dan teknik pengolahan), serta viskositas atau tingkat kekentalan (yang menunjukkan kemampuan perekat yang baik). Kandungan utama dalam pati tapioka adalah amilopektin sekitar 83% dan amilosa sekitar 17%, yang memberikan kontribusi penting terhadap karakteristik fisik dan fungsional tepung, khususnya dalam hal kemampuan membentuk gel dan kekentalan (Jayanti *et al.*, 2017). Proses gelatinisasi merupakan sifat penting dari tepung tapioka, yaitu perubahan struktur granula pati saat dipanaskan bersama air. Ketika granula menyerap air dan dipanaskan, struktur kristalnya rusak, ikatan hidrogen antar molekul terputus, sehingga menyebabkan granula mengembang dan sebagian amilosa keluar. Proses ini mempengaruhi tekstur dan penampilan produk akhir berbasis pati, salah satunya kerupuk. Hal ini membuat adonan kerupuk elastis dan mudah mengembang saat digoreng (Kusuma *et al.*, 2013).

#### 2.3.3.2 Tepung Terigu

Tepung terigu adalah hasil penggilingan dari biji gandum yang telah dikeringkan (Matz, 1972). Tepung terigu umumnya digunakan sebagai bahan dasar berbagai macam olahan makanan berbasis adonan seperti roti, mie, dan biskuit (Koswara, 2009). Tepung terigu mengandung karbohidrat kompleks yang tidak larut air dan mengandung protein dalam bentuk gluten yang berperan dalam menentukan kekenyalan serta elastisitas makanan (Sukoso *et al.*, 2025). Gluten merupakan protein kompleks yang terbentuk saat tepung terigu dicampurkan dengan air dan mengalami proses pengadukan. Gluten terdiri dari dua jenis protein utama, yaitu gliadin dan glutenin. Gliadin berperan memberikan sifat elastis dan kelenturan pada adonan, sedangkan glutenin memberikan kekuatan dan struktur (Widianto *et al.*,

2002). Menurut Rustandi (2011), kadar protein dalam terigu bervariasi, yaitu antara 8 hingga 14%, sehingga tepung terigu yang berasal dari gandum dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis berdasarkan kandungannya, yaitu:

1. Tepung terigu protein tinggi (*hard flour*) dengan kandungan protein 12-14%. Jenis tepung ini memiliki sifat mudah diaduk dan difermentasi, daya serap air yang tinggi, tekstur yang elastis, serta mudah digiling. Umumnya digunakan untuk pembuatan roti, mie, dan pasta.
2. Tepung terigu protein sedang (*medium flour*) dengan kandungan protein 10,5-11,5%. Tepung ini digunakan untuk adonan dengan fermentasi sedang seperti donat, cake, dan muffin.
3. Tepung protein rendah (*soft flour*) dengan kandungan protein 8-9%. Tepung ini memiliki daya serap air yang rendah, sulit diuleni, serta memiliki kemampuan mengembang yang rendah. Oleh karena itu, biasanya digunakan dalam pembuatan kue kering, biskuit, dan pastel.

Pada pembuatan kerupuk, tepung terigu digunakan sebagai bahan tambahan untuk membantu membentuk struktur adonan yang baik dan mendukung daya kembang saat proses penggorengan. Gluten dalam tepung terigu berperan dalam membentuk jaringan adonan yang elastis dan mampu menahan udara atau uap air selama penggorengan, sehingga kerupuk menjadi lebih renyah, bertekstur ringan, dan tidak mudah hancur (Winarno, 2004). Menurut Subarna (1992), dalam pembuatan kerupuk, sebaiknya menggunakan tepung terigu protein rendah (*soft flour*) karena kadar gluten yang rendah menghasilkan tekstur yang lebih renyah dan tidak terlalu elastis, sehingga lebih mudah dibentuk dan diolah. Tepung dengan kadar protein yang tinggi justru menyerap air lebih banyak, menghasilkan adonan yang lengket dan sulit dibentuk, serta cenderung menghasilkan produk yang kurang renyah dan bertekstur padat.

#### 2.3.3.3 Telur

Telur merupakan bahan pangan hewani yang berasal dari unggas yang memiliki nilai gizi tinggi dan sumber protein hewani yang mudah dijangkau oleh seluruh kalangan masyarakat karena ketersediaannya yang melimpah dan harganya yang

relatif terjangkau (Juansah *et al.*, 2009). Di antara berbagai jenis telur unggas, telur ayam adalah yang paling umum digunakan dalam industri pangan, termasuk dalam proses pembuatan kerupuk. Dalam pembuatan adonan kerupuk, telur berperan sebagai pengikat dan emulsifier dalam adonan (Thohari, 2018). Kandungan lesitin dalam kuning telur berperan sebagai emulsifier alami yang membantu menyatukan fase lemak dan air, sehingga menghasilkan adonan yang stabil dan tidak mudah terpisah. Hal ini sangat bermanfaat dalam pembuatan kerupuk untuk menciptakan struktur adonan yang halus dan homogen (Evanuarini *et al.*, 2021). Telur berperan sebagai pengikat dalam adonan yang membantu mempertahankan struktur, meningkatkan tekstur dan kerenyahan, serta memberikan warna kuning alami pada produk (Winarno dan Koswara, 2009; Thohari, 2018).

Secara kimiawi, telur tersusun atas tiga bagian utama, yaitu kulit (kerabang), putih telur (albumen), dan kuning telur (yolk) dengan komposisi berdasarkan beratnya terbagi atas putih telur (albumen) 56-61%, kuning telur (yolk) 27-32%, dan kerabang 11% dari total berat telur (Lestari *et al.*, 2022). Putih telur mengandung protein utama seperti ovalbumin dan lisozim, yang berfungsi sebagai pelindung antimikroba, sedangkan pada kuning telur kaya akan lemak, vitamin A, D, E, K, serta mineral seperti fosfor, kalsium, zat besi, dan kolin yang penting dalam proses metabolisme dan kestabilan emulsi makanan (Hintono, 2022).

Menurut Mutiar *et al.*, (2022) mutu telur umumnya dibedakan menjadi dua, yaitu mutu eksterior dan mutu interior. Mutu eksterior mencakup warna, bentuk, kebersihan, kehalusan permukaan, serta berat telur, sementara mutu interior ditentukan oleh tebal kerabang, kekentalan putih telur, tinggi kuning telur, indeks kuning telur, serta nilai *Haugh Unit* (HU). Berdasarkan SNI 01-3926-2008 dan USDA, standar mutu pada telur dibagi menjadi tiga tingkat kualitas yaitu AA, A, dan B. Dimana telur kategori AA memiliki  $HU \geq 72$  (sangat segar), kategori A memiliki HU 60-71, dan kategori B memiliki HU 31-59. Tingginya kadar air, lemak dan protein pada telur, menjadikan telur sebagai media pertumbuhan bakteri yang baik sehingga umur simpannya cukup singkat, sehingga kualitas telur yang baik adalah yang dikonsumsi dalam rentang 17 hari (Wulandari dan Arief, 2022). Penurunan mutu telur seringkali disebabkan oleh suhu penyimpanan dan umur simpan yang terlalu lama. Penurunan mutu ditandai dengan putih telur yang

semakin encer, pH yang meningkat, dan kuning telur yang tidak lagi stabil (Hintono, 2022).

#### 2.3.3.4 Soda Kue

Salah satu bahan pengembang yang umum digunakan dalam pembuatan kerupuk adalah natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) atau biasa disebut soda kue. Soda kue banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan seperti, harga yang terjangkau, tingkat kemurnian yang tinggi, mudah larut dalam air pada suhu ruang, serta memiliki tingkat toksisitas yang rendah (Utami *et al.*, 2016). Prinsip kerja soda kue yaitu dengan menghasilkan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) saat dipanaskan, yang menyebabkan kerupuk mengembang selama proses penggorengan. Oleh karena itu, semakin banyak soda kue yang ditambahkan maka semakin tinggi pengembangan kerupuk (Adelia dan Mardhiyyah, 2024).

#### 2.3.3.5 Minyak Goreng Kelapa Sawit

Minyak goreng kelapa sawit adalah minyak yang umumnya digunakan sebagian besar masyarakat Indonesia sebagai medium penggorengan (Harikedua, 2018). Minyak kelapa sawit cocok digunakan dalam proses pengolahan yang melibatkan suhu tinggi seperti penggorengan karena minyak ini merupakan jenis lemak nabati dengan kandungan asam lemak jenuh paling tinggi, terutama asam palmitat, sehingga lebih stabil terhadap panas dan oksidasi. Selain itu, minyak ini juga mengandung senyawa antioksidan alami seperti beta-karoten, tokoferol, dan tokotrienol yang membantu menunda kerusakan akibat pemanasan (Budijanto dan Sitanggang, 2010). Berdasarkan SNI 7709 Tahun 2019, mutu minyak goreng ditentukan oleh sejumlah parameter penting seperti kejernihan, warna, bau, angka asam (FFA maksimum 0,3%), dan angka peroksida (maksimum 10 meq/kg). Tak hanya itu, minyak yang memenuhi standar ini harus memiliki tampilan jernih, tidak berbau tengik, dan tidak menunjukkan tanda-tanda degradasi.

Menurut Koswara (2009), dalam proses pengolahan kerupuk, minyak goreng berperan penting sebagai medium pemanas (*heat transfer medium*) yang memungkinkan penguapan air secara cepat dari adonan kerupuk sehingga menghasilkan tekstur yang renyah dan mengembang serta berongga – rongga.

Minyak dengan kualitas baik akan menghasilkan kerupuk yang renyah, tidak terlalu berminyak, dan berwarna kuning keemasan yang merata. Sebaliknya, penggunaan minyak yang telah mengalami kerusakan (misalnya karena pemanasan berulang) dapat menghasilkan kerupuk yang gelap, bau tengik, dan memiliki rasa yang tidak enak serta kandungan senyawa berbahaya akibat degradasi minyak (Mongi *et al.*, 2016). Penggunaan ulang minyak secara berlebihan juga dapat meningkatkan kadar asam lemak bebas dan senyawa oksidatif seperti aldehida dan keton, yang jika dikonsumsi terus-menerus dalam jangka panjang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan, seperti gangguan pencernaan dan risiko penyakit degeneratif (Arianing dan Hanum, 2018).

Garam merupakan salah satu bahan tambahan pangan yang memiliki peran penting dalam industri makanan, termasuk dalam proses pembuatan kerupuk. Selain memberikan rasa asin sebagai ciri khas utama, garam juga berfungsi untuk meningkatkan cita rasa secara keseluruhan, mengurangi rasa pahit atau asam, menonjolkan rasa manis, serta merangsang nafsu makan konsumen (Ariyanto dan Kartika, 2022). Secara fisik, garam berbentuk kristal putih dan sebagian besarnya tersusun atas Natrium (40%) dan Klorida (60%) yang membentuk senyawa natrium klorida (NaCl). Kedua komponen ini tidak hanya penting dalam hal cita rasa, tetapi juga berperan sebagai elektrolit utama dalam tubuh manusia, membantu menjaga keseimbangan cairan, fungsi saraf, dan kontraksi otot (Astutik, 2017).

Dalam pengolahan pangan, garam dikenal sebagai pengawet alami. Hal ini dikarenakan garam mampu menghambat mikroorganisme dengan cara garam menarik air dari dalam sel mikroba melalui proses osmotik, menyebabkan sel mengalami dehidrasi dan akhirnya mati. Ion klorida juga memiliki efek toksik terhadap beberapa jenis mikroba, yang memperkuat fungsi pengawetan garam (Ratnasari *et al.*, 2014). Pada pengolahan kerupuk, penambahan garam bertujuan untuk meningkatkan cita rasa serta berperan dalam proses pengembangan produk saat penggorengan (Pakpahan dan Nelinda, 2019).

#### 2.3.3.7 Bawang Putih (*Allium sativum L.*)

Bawang putih (*Allium sativum L.*) merupakan tanaman dari keluarga Alliaceae yang memiliki tinggi sekitar 20-40 cm dengan umbi yang memiliki bau yang kuat dan

rasa yang tajam (Kristiananda *et al.*, 2022). Bawang putih mengandung lebih dari 100 metabolit sekunder, dengan senyawa dominan berupa organosulfur, terutama allicin, yang terbentuk ketika bawang putih dipotong atau dihancurkan (Moulia *et al.*, 2018). Senyawa-senyawa organosulfur tersebut, seperti allicin, diallil disulfida, dan ajoene, merupakan komponen volatil aktif yang berperan penting dalam membentuk aroma khas bawang putih. Meskipun memberi kontribusi aroma dan cita rasa yang kuat, senyawa volatil ini juga tidak stabil terhadap panas dan dapat mengalami degradasi selama pengolahan seperti penggorengan (Zhang, 1999). Dalam pembuatan kerupuk, bawang putih berperan sebagai penambah aroma dan rasa, karena senyawa volatil pada bawang putih dapat meningkatkan karakteristik produk. Hal ini yang dapat meningkatkan daya terima konsumen karena menghasilkan kerupuk dengan aroma yang lebih menarik dan khas dibandingkan tanpa penambahan bawang putih, serta dapat menyamarkan atau mengurangi aroma khas yang kuat dari bahan hewani beraroma tajam (Sadiyah, 2014).

#### 2.3.3.8 Tepung Cangkang Udang

Salah satu cara pemanfaatan bahan sisa olahan berupa cangkang udang yang tidak digunakan adalah dengan mengolahnya menjadi tepung cangkang udang (Sintya *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bella *et al* (2024), cangkang udang diketahui mengandung 45-50% kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), atau terdapat sekitar 16-20% kalsium murni (Ca) didalamnya. Sedangkan pada penelitian Permana *et al* (2012) menyebutkan bahwa kandungan kalsium murni (Ca) dalam cangkang udang mencapai 16,69%.

#### 2.3.3.9 Daun Kelor

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman dari famili *Moringaceae* yang berasal dari India sub-Himalaya di India, Pakistan, Bangladesh dan Afghanistan, serta telah menyebar luas ke berbagai wilayah tropis, termasuk Indonesia. Di Indonesia, tanaman kelor dimanfaatkan dalam berbagai kebutuhan, mulai dari bahan pangan dan pengobatan tradisional, hingga digunakan dalam upacara adat maupun kegiatan yang bersifat mistis (Khasanah *et al.*, 2023). Kelor dijuluki sebagai *The Miracle Tree* karena hampir seluruh bagian dari tanaman ini dapat dimanfaatkan, mulai dari akar, batang, daun, bunga, hingga bijinya. Julukan ini juga diberikan berkat khasiatnya yang luas dan nilai gizi yang tinggi (Marhaeni,

2021). Dari seluruh bagian tanaman, daun kelor merupakan bagian yang paling banyak dimanfaatkan. Daun kelor berbentuk bulat telur berukuran kecil yang tersusun secara majemuk dalam satu tangkai, dan dapat dikonsumsi langsung sebagai sayuran, dikeringkan menjadi serbuk, atau diolah menjadi bahan campuran makanan (Syahrial dan Avicena, 2021). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fuglie (1999), dalam daun kelor segar mengandung antioksidan tujuh kali lebih tinggi dibandingkan dengan vitamin C. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ali *et al.*, (2014) juga menunjukkan bahwa daun kelor mengandung fenolat dan antioksidan yang berperan penting dalam menangkal radikal bebas. Daun kelor juga merupakan sumber kalsium yang sangat baik, dengan kandungan kalsium 1077 mg per 100 gr daun kelor segar (Kemenkes, 2020).

### 2.3.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Mutu Kerupuk

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas kerupuk adalah formulasi bahan baku, kadar air, volume pengembangan dan kerenyahan. Formulasi bahan baku dalam pembuatan kerupuk harus dalam jumlah yang tepat. Hal ini akan berkaitan dengan kadar air, volume pengembangan dan kerenyahan. Penelitian Wiyono *et al.*, (2023) menyebutkan bahwa kadar air pada kerupuk dapat berpengaruh terhadap kerenyahan dan daya kembang kerupuk. Kandungan air dalam produk pangan berperan penting dalam menentukan tingkat penerimaan, kesegaran, serta daya simpannya. Kerupuk dengan kadar air yang terlalu tinggi cenderung memiliki tekstur yang lembek dan tidak renyah, sehingga mudah menurunkan penilaian konsumen terhadap kualitasnya. Sebaliknya, kerupuk yang dianggap bermutu baik umumnya memiliki kemampuan mengembang yang optimal serta tekstur yang padat dan kompak.

## 2.4 Uji Kadar Kalsium

Uji kadar kalsium dilakukan untuk mengetahui kandungan kalsium dalam suatu sampel, salah satu cara untuk mengetahuinya yaitu dengan menggunakan metode titrasi permanganometri. Metode ini didasarkan pada reaksi oksidasi-reduksi menggunakan kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) sebagai titran. Dimana, ion kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dalam sampel terlebih dahulu diendapkan sebagai kalsium oksalat ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ), kemudian dilarutkan kembali dalam asam sulfat

(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Larutan dipanaskan hingga 70°C untuk mempercepat reaksi, lalu dititrasikan dengan KMnO<sub>4</sub> 0,1 N hingga larutan berubah menjadi warna merah muda stabil, menandakan titik akhir titrasi. Volume KMnO<sub>4</sub> yang digunakan kemudian dihitung untuk menentukan kadar kalsium dalam sampel. Metode ini efektif untuk mengukur kandungan kalsium dalam bahan pangan dan produk olahan (Lukum, 2022).

## 2.5 Uji Organoleptik

Uji organoleptik adalah metode penilaian bahan makanan berdasarkan tingkat kesukaan dan keinginan untuk menggunakan suatu produk. Uji ini, yang juga dikenal sebagai uji indera atau uji sensoris, dilakukan dengan memanfaatkan indera manusia sebagai alat utama dalam menilai daya terima terhadap suatu produk. Pengujian ini berperan penting dalam penerapan mutu dan kerusakan lainnya pada produk. Uji organoleptik seringkali digunakan karena dapat dilaksanakan dengan cepat dan instan, bahkan pengujian dengan alat Indera dapat melebihi ketelitian alat yang paling sensitif (Tingginehe dan Simanjuntak, 2022).

### 2.5.1 Panelis

Panelis merupakan instrumen utama dalam pengujian organoleptik, di mana manusia berperan sebagai penilai terhadap sifat-sifat sensoris suatu produk pangan. Menurut Soekarto (2002), terdapat beberapa jenis panelis yang umum digunakan:

1. Panel Perseorangan

Panelis ini memiliki sensitivitas tinggi terhadap satu karakteristik sensoris tertentu. Kepekaan tersebut bisa bersifat bawaan atau hasil pelatihan jangka panjang. Jenis panelis ini hanya terdiri dari satu orang yang ahli di bidang tertentu.

2. Panel Perseorangan Terbatas

Panelis yang memiliki keahlian khusus dan pemahaman terhadap prosedur uji sensoris. Panel ini terdiri dari 2–3 orang yang telah memahami teknik dan penanganan produk uji.

3. Panel Terlatih

Panel ini terdiri dari 5–10 orang yang telah melalui proses seleksi dan pelatihan. Mereka mampu menilai, mengingat, serta membedakan karakteristik sensoris produk secara konsisten.

#### 4. Panel Semi Terlatih

Panel ini terdiri dari 15–25 orang yang memiliki pengetahuan dasar atau pernah dilatih dalam menilai atribut sensoris suatu bahan.

#### 5. Panel Tidak Terlatih

Merupakan panel yang terdiri dari 25–100 orang awam yang belum mendapatkan pelatihan khusus, namun tetap mampu menyampaikan hasil penilaian sensoris secara umum.

#### 6. Panel Konsumen

Merupakan bagian dari panel tidak terlatih namun dalam jumlah yang lebih besar, biasanya sekitar 100 orang. Panel ini dipilih secara acak berdasarkan kriteria tertentu seperti usia, jenis kelamin, budaya, atau latar belakang sosial ekonomi, dan biasanya digunakan dalam uji pasar.

### 2.5.2 Prinsip Uji Organoleptik

Menurut Adawiyah dan Waysima (2010), Uji organoleptik memiliki tiga prinsip utama, yaitu uji pembeda (*discriminative test*), uji deskripsi (*descriptive test*), dan uji afektif (*affective test*).

#### 1. Uji Pembeda (*Discriminative Test*)

Uji ini bertujuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan antara sampel yang diuji. Beberapa metode yang digunakan dalam uji ini meliputi uji segitiga (*triangle test*), uji duo-trio, serta uji perbandingan jamak.

#### 2. Uji Deskripsi (*Descriptive Test*)

Uji deskripsi digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik sensorik suatu produk serta menilai intensitas atau tingkatannya. Beberapa metode yang dapat diterapkan dalam uji ini mencakup uji skoring/skala, uji profil rasa/tekstur, serta uji analisis deskriptif kualitatif.

#### 3. Uji Afektif (*Affective Test*)

Uji ini bertujuan untuk mengukur respons subjektif konsumen terhadap suatu produk berdasarkan karakteristik organoleptiknya. Hasil dari uji ini

mencerminkan tingkat penerimaan (diterima atau ditolak), tingkat kesukaan (suka atau tidak suka), serta pilihan preferensi terhadap produk. Metode yang digunakan dalam uji afektif meliputi uji perbandingan pasangan (*paired comparison*), uji hedonik, dan uji pemeringkatan (*ranking test*).

### 2.6.3 Uji Mutu Hedonik

Uji mutu hedonik merupakan salah satu metode penilaian yang dilakukan dengan cara panelis menyatakan kesan pribadi terkait kualitas suatu produk, baik atau buruk. Kesan mutu hedonik lebih spesifik dibandingkan sekadar menyatakan suka atau tidak suka, dan dapat bersifat lebih umum (Susiwi, 2009). Menurut Sarastani (2012), contoh dari kesan mutu hedonik pada suatu produk antara lain seperti, tingkat sepet pada minuman teh, tekstur nasi yang pulen atau keras, serta daging yang empuk atau keras. Rentang skala penilaian yang digunakan pada uji ini bervariasi dan tergantung pada cakupan mutu yang diinginkan serta sensitivitas antar skala. Hal ini sama seperti uji hedonik, penilaian dalam uji mutu hedonik dapat dikonversikan ke dalam skala numerik, yang kemudian dianalisis secara statistik untuk memperoleh interpretasi hasil (Astridiani, 2007).

### 2.6.4 Aroma

Menurut Winarno (2004), aroma adalah parameter sensorik yang sangat kuat dalam membentuk persepsi rasa dan penerimaan konsumen pada produk. Aroma terbentuk dari senyawa-senyawa volatil yang dilepaskan oleh makanan dan masuk ke dalam rongga hidung, lalu dikenali oleh sistem penciuman atau sistem olfaktori (Negara *et al.*, 2016). Menurut Nurhayati *et al.*, (2024) aroma sering dievaluasi melalui uji sensorik yang melibatkan panelis terlatih ataupun instrument untuk mengukur intensitas dan kualitas aroma yang dikeluarkan oleh produk makanan.

### 2.6.4 Rasa

Rasa merupakan salah satu parameter sensorik yang paling penting dalam menentukan mutu dan daya terima konsumen pada suatu produk pangan (Winarno, 2004). Rasa melibatkan kombinasi antara rasa dasar dan aroma, yang menciptakan pengalaman menyeluruh saat makanan dikonsumsi. Menurut Nurhayati *et al.*, (2024) ada lima rasa dasar yang diakui secara umum yaitu:

1. Manis: umumnya berasal dari gula atau pemanis buatan
2. Asam: seringkali terkait dengan keberadaan asam organik seperti asam sitrat atau asam laktat
3. Asin: berasal dari garam atau senyawa mineral lainnya
4. Pahit: disebabkan oleh alkaloid, tanin, atau senyawa lain yang sering ditemukan pada sayuran, kopi, dan cokelat
5. Umami: rasa gurih yang berasal dari asam amino seperti glutamate, sering ditemukan pada produk yang mengandung daging, keju, atau kecap

## **2.7 Uji Fisik**

### **2.7.1 Uji Tekstur**

Tekstur diartikan sebagai karakteristik pada proses suatu pangan, dimana tekstur terbentuk akibat adanya interaksi dari beberapa elemen struktural bahan pangan. Uji tekstur bertujuan untuk mengetahui karakteristik mekanis dan geometris dari produk melalui parameter tertentu (Rosiani *et al.*, 2015). Parameter yang sering digunakan pada uji tekstur produk kerupuk adalah kekerasan (*hardness*) dan daya patah (*fracture*). *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). Sementara *fracture* atau daya patah bisa juga dikaitkan dengan tingkat kerenyahan suatu produk dan tingkat ketahanan produk dari tekanan (Sari *et al.*, 2024). Produk yang memiliki tekstur lebih keras memerlukan gaya yang lebih besar untuk dipatahkan (Kusuma *et al.*, 2013).

### **2.7.2 Uji Warna**

Menurut Soekarto (2002), warna merupakan hasil pantulan cahaya dari permukaan suatu bahan yang diterima oleh indera pengelihatan dan diteruskan ke sistem saraf untuk diinterpretasikan. Dalam pangan, warna merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian mutu visual suatu produk pangan yang dihasilkan. Warna pada produk tidak hanya mencerminkan daya tarik konsumen, tetapi juga dapat menjadi indikator dari bahan yang digunakan serta proses pengolahan yang dilakukan (Fadlilah *et al.*, 2022). Pengukuran warna dalam produk

pangan umumnya dilakukan secara objektif menggunakan alat Chromameter dengan sistem *Hunter Lab* (L, a, b), yang terdiri atas tiga parameter warna yaitu,

1. Parameter L\* menyatakan tingkat kecerahan (*lightness*) yang mempunyai nilai antara 0 (hitam) hingga 100 (putih)
2. Parameter a\* menyatakan kromatik merah-hijau dengan nilai a positif menunjukkan warna cenderung merah dan nilai a negatif menunjukkan warna cenderung hijau
3. Parameter b\* menyatakan kromatik biru-kuning dengan nilai b positif menunjukkan warna cenderung kuning dan nilai b negatif menunjukkan warna cenderung biru.

## **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Keterbatasan Penelitian**

Penelitian dengan judul “Kadar Kalsium, Karakteristik Fisik, dan Mutu Hedonik (Aroma dan Rasa) Kerupuk Tepung Cangkang Udang dan Daun Kelor (*Moringa oleifera*)” ini memiliki beberapa keterbatasan dan kekurangan antara lain sebagai berikut.

1. Keterbatasan alat yang digunakan, yaitu tidak adanya mesin pemotong kerupuk yang memadai untuk proses pemotongan kerupuk, peneliti hanya menggunakan pisau dapur sehingga ketebalan kerupuk yang dihasilkan berbeda beda.
2. Peneliti tidak terlibat secara langsung dalam proses pengujian di laboratorium karena sesuai dengan peraturan yang berlaku di laboratorium pengujian. Namun, peneliti telah mencari referensi dari berbagai sumber dan mempelajari prosedur pengujian serupa untuk memahami mekanisme yang digunakan dalam analisis laboratorium tersebut.

### **4.2 Pembahasan**

Berdasarkan rata-rata nilai kadar kalsium pada setiap perlakuan kerupuk, didapatkan kadar kalsium pada kerupuk mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase penggunaan tepung cangkang udang dan daun kelor. Perlakuan tertinggi yaitu pada P3 sebesar 28,44. Hal ini menunjukkan semakin

tinggi proporsi tepung cangkang udang dalam formulasi kerupuk, semakin tinggi pula kadar kalsium yang dihasilkan. Tepung cangkang udang diketahui kaya akan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), yang merupakan bentuk kalsium yang mudah tersedia dan sangat dominan di dalam struktur cangkang udang (Bella *et al.*, 2024). Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), dalam udang merupakan bentuk kalsium utama yang terdapat dalam struktur eksoskeleton udang, fungsinya sebagai komponen penyusun kekuatan dan kekerasan cangkang. Kalsium karbonat mudah diekstrak dan tersedia secara biologis, sehingga dapat meningkatkan kandungan mineral produk pangan ketika diolah menjadi tepung (Sintya *et al.*, 2023). Namun demikian, dibandingkan daun kelor, kontribusi tepung cangkang udang terhadap peningkatan kadar kalsium lebih dominan karena kandungan kalsium karbonat dalam cangkang udang jauh lebih tinggi.

#### 4.2.2 Hasil Analisis Uji Fisik

##### A. Tekstur

Menurut deMan (1997), tekstur merupakan komponen krusial dalam penilaian mutu pangan, bahkan dalam beberapa kasus dianggap lebih penting dibandingkan warna, aroma, maupun rasa. Tekstur mempengaruhi persepsi konsumen terhadap kualitas produk secara keseluruhan. Tekstur menjadi salah satu atribut penting dalam produk pangan yang bersifat renyah seperti kerupuk (Rosiani *et al.*, 2015). Parameter tekstur kerupuk yang diujikan pada penelitian ini yaitu kekerasan (*hardness*) dan daya patah (*fracture*). Pengukuran tekstur kerupuk dilakukan menggunakan alat *Texture Analyzer*, yaitu alat laboratorium untuk membantu dalam menentukan profil tekstur. Menurut Estiasih *et al.*, (2017), *Texture Analyzer* sangat berguna dalam penelitian pangan karena mampu memberikan hasil yang objektif dan terukur terhadap sifat fisik produk, seperti kekerasan dan kerenyahan pada kerupuk.

Berdasarkan nilai rata-rata hasil uji tekstur menunjukkan bahwa nilai kekerasan (*hardness*) mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan peningkatan konsentrasi tepung cangkang udang dan daun kelor. Pada perlakuan P0 (kontrol), yaitu tanpa penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor, diperoleh nilai kekerasan terendah sebesar 19,13 N. Sedangkan pada perlakuan P1, nilai kekerasan meningkat menjadi 23,64 N, kemudian

terus meningkat pada P2 sebesar 28,43 N, dan mencapai nilai tertinggi pada P3 sebesar 29,59 N.

Peningkatan kekerasan ini berkaitan dengan kandungan senyawa dalam tepung cangkang udang dan daun kelor yang ditambahkan, dimana tepung cangkang udang mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dan kitin serta serat dari daun kelor. Berdasarkan penelitian oleh Chen *et al.*, (2008), kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) pada cangkang udang yang bersifat tidak larut air dan membentuk jaringan padat dan stabil dalam adonan, sehingga menghambat ekspansi saat penggorengan dan menyebabkan tekstur menjadi lebih keras. Sementara itu, kitin merupakan polisakarida struktural yang bersifat kaku, tidak elastis, dan tidak mudah terurai, sehingga menambah kekakuan mekanik adonan dan memperkuat struktur fisik kerupuk, namun juga berkontribusi terhadap peningkatan kekerasan karena tidak mendukung pembentukan pori-pori renyah. Selain itu, kandungan serat daun kelor juga turut berkontribusi dalam peningkatan kekerasan kerupuk. Menurut Ruchdiansyah *et al.*, (2016) serat pangan, terutama yang tidak larut, menyerap air dan menghambat gelatinisasi pati, sehingga struktur kerupuk menjadi lebih padat dan kurang mengembang saat proses penggorengan. Namun demikian, peningkatan kekerasan pada kerupuk ini lebih dominan disebabkan oleh konsentrasi tepung cangkang udang konsentrasi tepung cangkang udang dalam formulasi lebih tinggi dibandingkan konsentrasi daun kelor. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa peningkatan kekerasan dipengaruhi oleh kandungan kalsium karbonat dan kitin dari cangkang udang, sedangkan serat dari daun kelor bersifat tambahan namun tidak sekuat pengaruh dari cangkang udang.

Penelitian ini juga memiliki keterbatasan pada aspek teknis, yaitu tidak tersedianya alat pemotong kerupuk yang memadai yang dapat menghasilkan irisan dengan ketebalan seragam. Proses pemotongan dilakukan secara manual menggunakan pisau, yang mengakibatkan variasi ketebalan pada tiap potongan kerupuk. Perbedaan ketebalan ini juga berpotensi memengaruhi nilai kekerasan karena produk yang lebih tebal cenderung membutuhkan gaya lebih besar untuk patah. Oleh karena itu, hasil pengukuran tekstur dalam penelitian ini

tetap perlu mempertimbangkan adanya kemungkinan bias akibat perbedaan fisik tersebut.

Berdasarkan nilai rata-rata hasil pengukuran daya patah (*fracture*) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan, yang mengindikasikan bahwa meskipun kerupuk menjadi lebih keras, tingkat kerapuhan atau kemudahan patahnya masih relatif sama di setiap perlakuan. Pada perlakuan P0 (kontrol), daya patah tercatat sebesar 2,89 N. Kemudian sedikit menurun pada P1 (2,78 N), dan kembali meningkat pada P2 (3,10 N) serta P3 (2,98 N). Fluktuasi nilai daya patah ini tidak berbeda nyata dan relatif konsisten, sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor tidak berpengaruh secara signifikan terhadap daya patah atau kerapuhan kerupuk. Hal ini menunjukkan bahwa struktur kerupuk tetap mempertahankan karakteristik daya patahnya meskipun ditambahkan tepung cangkang udang dan daun kelor. Daya patah yang relatif stabil ini disebabkan oleh tidak adanya perubahan yang signifikan pada struktur internal kerupuk, seperti porositas dan distribusi udara yang terbentuk selama proses penggorengan. Selain itu, komposisi dan fungsi pati, khususnya kandungan amilopektin yang berperan dalam membentuk tekstur rapuh kerupuk, tidak banyak terpengaruh banyak terpengaruh oleh tepung cangkang udang dan daun kelor, dimana kalsium karbonat dan kitin memperkuat jaringan adonan dan meningkatkan kekerasan, struktur kerupuk secara keseluruhan masih mempertahankan kerapuhannya karena sifat fisik dari pati sebagai bahan utama tetap dominan dalam menentukan daya patah (Setiaji, 2008).

Selanjutnya, salah satu faktor lain yang kemungkinan memengaruhi hasil daya patah adalah ketebalan kerupuk. Dalam penelitian ini, kerupuk dipotong secara manual menggunakan pisau, sehingga menghasilkan ketebalan yang tidak seragam antar sampel. Ketebalan yang bervariasi dapat memengaruhi sebaran tekanan saat uji tekstur, di mana kerupuk yang lebih tebal cenderung membutuhkan gaya lebih besar untuk patah dibandingkan yang lebih tipis. Hal ini dapat menyebabkan fluktuasi nilai daya patah dan menjadi salah satu alasan mengapa tidak ditemukan perbedaan signifikan antar perlakuan.

## B. Warna

Warna menjadi aspek visual pertama yang dapat mempengaruhi kesan awal konsumen terhadap mutu produk pangan, dan menjadi faktor penting dalam menentukan daya tarik awal saat memilih makanan (Dias *et al.*, 2012). Parameter warna pada produk pangan memiliki peran penting, diantaranya sebagai penanda tingkat kematangan pada bahan segar seperti buah-buahan, sebagai indikator kesegaran pada komoditas seperti sayuran dan daging, serta sebagai tanda keberhasilan proses pengolahan makanan. Misalnya, pada proses penggorengan, perubahan warna menjadi coklat sering digunakan sebagai indikator bahwa produk telah matang sempurna (Chaniago *et al.*, 2019). Menurut Ayustaningwarno *et al.*, (2020), perubahan warna pada produk pangan yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti banyaknya penambahan bahan pangan, terjadinya pencoklatan akibat reaksi *Maillard* atau reaksi yang terjadi pada asam amino (protein) dengan gula pereduksi saat pemanasan, suhu selama proses pemanasan, kadar air dalam bahan, serta degradasi pigmen selama proses ekstrusi.

Berdasarkan hasil analisis warna, didapatkan bahwa penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor berpengaruh nyata terhadap karakteristik warna kerupuk, yang ditunjukkan oleh perubahan nilai L (kecerahan), a (kromatik merah-hijau), dan b (kromatik kuning-biru). Nilai L (kecerahan) kerupuk kontrol (P0) tercatat sebesar 57,08 yang menunjukkan tingkat kecerahan paling tinggi, sedangkan kerupuk P3 memiliki nilai L (kecerahan) terendah yaitu 30,28. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan tepung cangkang udang dan daun kelor, semakin rendah tingkat kecerahan kerupuk. Penurunan kecerahan ini terjadi karena adanya pigmen-pigmen alami seperti astaxanthin dari cangkang udang dan klorofil dari daun kelor yang mengalami degradasi selama pemanasan (Wowor *et al.*, 2015). Astaxanthin merupakan salah satu karotenoid yang paling dominan dalam cangkang *crustacea* dan salmon (Maria *et al.*, 2015). Pigmen ini berperan penting dalam memberikan warna merah-oranye alami pada bahan pangan laut. Namun, meskipun memiliki potensi sebagai antioksidan kuat, astaxanthin sangat sensitif terhadap suhu tinggi, oksidasi, dan cahaya, sehingga mudah

terdegradasi selama proses pengolahan seperti pemanasan atau penggorengan (Rajasekar *et al.*, 2019).

Sedangkan klorofil merupakan pigmen utama yang memberikan warna hijau pada tumbuhan dan memiliki struktur yang menyerupai hemoglobin pada darah manusia, perbedaannya ialah atom utama klorofil mengandung magnesium, sementara hemoglobin mengandung zat besi. Zat ini sangat mudah rusak karena sensitif terhadap cahaya, panas, oksigen, dan reaksi kimia, sehingga warna hijaunya mudah memudar (Hutajulu *et al.*, 2008). Selain itu, tingkat keasaman (pH) juga memengaruhi kestabilannya, dimana pada kondisi basa, klorofil lebih stabil dan dapat mencegah perubahan warna menjadi hijau kecokelatan akibat pembentukan feofitin (Ermaini *et al.*, 2012). Dalam proses pembuatan kerupuk pada penelitian ini melalui beberapa tahap pengolahan mulai dari perebusan, penjemuran, dan penggorengan yang melibatkan paparan suhu tinggi, cahaya, dan oksigen. Kondisi ini mendukung terjadinya degradasi pada klorofil dan astaxanthin, sehingga warna kerupuk menjadi menggelap dan nilai kecerahan (L) menurun secara signifikan.

Pada parameter a (kromatik merah-hijau) dan parameter b (kromatik kuning-biru), menunjukkan semua perlakuan bernilai positif atau bermakna dominasi warna kemerahan pada parameter a (kromatik merah-hijau) dan warna kekuningan pada parameter b (kromatik kuning-biru). Terlihat adanya penurunan yang cukup signifikan pada intensitas warna merah dan kuning pada kerupuk seiring meningkatnya konsentrasi tepung cangkang udang dalam formulasi, sehingga warna kerupuk menjadi lebih pucat atau cenderung cokelat dibandingkan kemerahan dan kekuningan. Perubahan warna ini berkaitan erat dengan adanya reaksi *Maillard* yang terjadi, dimana asam amino dalam tepung cangkang udang bereaksi dengan gula reduksi dari bahan adonan selama proses pemasakan akibat suhu yang tinggi. Reaksi ini menghasilkan senyawa berwarna cokelat yang disebut melanoidin, yang banyak ditemukan pada makanan berbasis tepung yang diproses pada suhu tinggi (Hustiany, 2017). Menurut Hodge (1953), reaksi *Maillard* terjadi dalam tiga tahap, yaitu:

1. Tahap awal: pembentukan glikosilamin dari hasil kondensasi antara gugus amino dan gula reduksi.
2. Tahap kedua: senyawa glukosamin tersebut mengalami dehidrasi sehingga menjadi turunan furan, redukton, dan senyawa karbonil lainnya.
3. Tahap ketiga: senyawa-senyawa tersebut mengalami polimerisasi dan kondensasi lanjutan sehingga membentuk senyawa aromatic dan melanoidin yang memberikan warna cokelat khas serta memengaruhi aroma dan cita rasa produk.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa, peningkatan konsentrasi tepung cangkang udang dalam formulasi menyebabkan jumlah protein dalam adonan semakin besar, sehingga mendorong terjadinya reaksi *Maillard* secara lebih intensif. Akibatnya, kecerahan kerupuk menurun serta nilai a dan b mengalami penurunan, dan warna kerupuk cenderung berubah menjadi lebih gelap atau kecokelatan dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

#### **A. Aroma**

Aroma merupakan salah satu aspek penting dalam penilaian mutu organoleptik, karena aroma menjadi kesan pertama yang diterima oleh indera penciuman sebelum produk dikonsumsi untuk menentukan baik atau tidaknya suatu produk (Paliling, 2018). Menurut Negara *et al.*, (2016) aroma muncul dikarenakan oleh rangsangan kimiawi yang tercium oleh saraf-saraf olfaktori yang berada dalam rongga hidung. Semakin kuat senyawa aromatik yang dilepaskan dari bahan pangan, maka semakin kuat pula aroma yang terdeteksi oleh indera penciuman.

Berdasarkan nilai rata-rata aroma dari hasil uji mutu hedonik, didapatkan bahwa perlakuan P0 (kontrol) memiliki skor terendah yaitu 1,8 dan diikuti oleh P1 sebesar 2,88 lalu P2 sebesar 3,72 dan P3 sebesar 4. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan nilai skor yang diperoleh, yang artinya semakin besar konsentrasi tepung cangkang udang, aroma pada kerupuk semakin menyengat.

Peningkatan intensitas aroma ini berkaitan erat dengan senyawa volatil yang terdapat dalam cangkang udang. Menurut Majid *et al.*, (2014), senyawa volatil merupakan kelompok senyawa yang mudah menguap dan memiliki peran

penting dalam membentuk aroma serta cita rasa pada bahan pangan. Pada produk hasil fermentasi seperti ikan asin dan udang, senyawa volatil yang terbentuk meliputi aldehyd, keton, dan ester, yang berkontribusi dalam menciptakan karakteristik aroma khas dari produk fermentasi ikan (Zuidar *et al.*, 2016). Sedangkan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Liu *et al.*, (2021), ditemukan bahwa senyawa volatil utama pada produk berbasis udang meliputi trimetilamina, dimetil disulfida, 2-dekanon, serta berbagai keton dan alkohol, yang berkontribusi terhadap aroma amis dan khas seafood. Senyawa ini berasal dari proses degradasi asam lemak tak jenuh, deaminasi asam amino, serta aktivitas mikroba. Proses penyangraian dalam pembuatan tepung cangkang udang turut meningkatkan pelepasan senyawa volatil. Menurut Atika dan Handayani (2019), penyangraian menyebabkan penguapan senyawa volatil yang menghasilkan aroma umami khas udang. Akumulasi senyawa volatil ini menyebabkan aroma udang yang lebih menyengat pada produk akhir.

## B. Rasa

Rasa adalah salah satu parameter sensorik yang paling penting dalam mengevaluasi kualitas pada pangan yang melibatkan kombinasi rasa dasar dan aroma untuk menciptakan pengalaman saat makanan dikonsumsi (Winarno, 2004; Nurhayati *et al.*, 2024).

Berdasarkan nilai rata-rata rasa dari hasil uji mutu hedonik, didapatkan bahwa perlakuan P0 (Kontrol) memiliki nilai terendah dengan nilai 2,36 dan meningkat pada P1, P2, dan P3. Peningkatan intensitas rasa gurih khas udang ini dikarenakan keberadaan asam amino glutamat yang secara alami terdapat dalam cangkang udang. Glutamat berperan penting dalam menciptakan rasa umami. Selain itu, selama proses pemanasan dalam pembuatan kerupuk, glutamat dan asam amino lainnya terlibat dalam reaksi *Maillard*. Reaksi ini tidak hanya memberikan warna coklat keemasan pada produk, tetapi juga menghasilkan beragam senyawa aroma dan rasa yang lebih kompleks, termasuk senyawa yang berkontribusi terhadap aroma panggang, daging, dan laut. Dalam konteks kerupuk yang mengandung cangkang udang, reaksi *Maillard* ini memperkuat aroma khas udang dan memberikan nuansa

gurih yang lebih mendalam serta senyawa volatil yang ada pada cangkang udang lebih menguap karena adanya pemanasan (Liu *et al.*, 2021).

## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini terdapat 4 formula kerupuk, yaitu P0, P1, P2, dan P4. Formula ini dibedakan berdasarkan konsentrasi tepung cangkang udang dan daun kelor yang ditambahkan dalam kerupuk.
2. Semakin tinggi penambahan konsentrasi tepung cangkang udang yang ditambahkan pada kerupuk, semakin tinggi kadar kalsium kerupuk dengan nilai terendah yaitu pada P0 (kontrol) 10,8 mg/100g dan tertinggi pada P3 yaitu 28,44 mg/100g.
3. Pada atribut tekstur, konsentrasi tepung cangkang udang dan daun kelor meningkatkan nilai kekerasan kerupuk secara signifikan, namun tidak memberikan perbedaan nyata terhadap daya patah.
4. Pada atribut warna, konsentrasi tepung cangkang udang dan daun kelor menurunkan tingkat kecerahan (L), nilai merah (a), dan kuning (b) secara keseluruhan pada kerupuk, sehingga menghasilkan warna yang lebih gelap dan kurang cerah dibandingkan kontrol akibat hadirnya pigmen alami dan reaksi *Maillard*.
5. Pada atribut mutu hedonik aroma kerupuk, menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi tepung cangkang udang menyebabkan semakin tinggi skor mutu hedonik yang diperoleh. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi tepung cangkang udang yang ditambahkan, semakin tercium aroma khas udang yang menyengat akibat senyawa volatil pada cangkang udang dan reaksi *Maillard* pada saat pemanasan.
6. Pada atribut mutu hedonik rasa kerupuk, menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi tepung cangkang udang dapat mempengaruhi intensitas rasa gurih dan flavor khas udang pada kerupuk, hal ini berkaitan dengan asam amino glutamat pada cangkang udang yang memberikan rasa umami serta terjadinya reaksi *Maillard* pada saat pemanasan sehingga menjadikan rasa dan aroma lebih kompleks.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Peneliti menyarankan agar cangkang udang yang digunakan dalam penelitian selanjutnya direndam terlebih dahulu dalam larutan HCl seperti yang dilakukan pada

penelitian oleh Suptijah *et al.*, (2012). Perlakuan ini bertujuan untuk menghilangkan mineral lain yang tidak diinginkan serta meningkatkan kadar kalsium dalam cangkang udang, sehingga kualitas tepung yang dihasilkan lebih optimal.

2. Pada saat proses pengolahan cangkang udang menjadi tepung cangkang udang, peneliti menyarankan untuk mencoba metode selain penyangraian, seperti pengeringan suhu rendah (oven suhu  $<60^{\circ}\text{C}$ ) ataupun freeze-drying. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan kehilangan kalsium yang dapat terjadi akibat pemanasan berlebih, sehingga kandungan mineral tetap terjaga.
3. Untuk penelitian formulasi selanjutnya yang menggunakan daun kelor, peneliti menyarankan untuk menggunakan daun kelor dalam bentuk kering karena kandungan kalsium dalam daun kelor kering lebih tinggi daripada daun kelor segar.



# Kadar Kalsium, Karakteristik Fisik, dan Mutu Hedonik (Aroma dan Rasa) Kerupuk Tepung Cangkang Udang dan Daun Kelor (Moringa oleifera)

## ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

[journal.lpkd.or.id](http://journal.lpkd.or.id)

Internet Source

1%

2

[repository.uin-suska.ac.id](http://repository.uin-suska.ac.id)

Internet Source

1%

3

[repository.ub.ac.id](http://repository.ub.ac.id)

Internet Source

1%

4

[repository.unsri.ac.id](http://repository.unsri.ac.id)

Internet Source

1%

5

[repositori.unsil.ac.id](http://repositori.unsil.ac.id)

Internet Source

1%

6

[docplayer.info](http://docplayer.info)

Internet Source

1%

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On

## SURAT KETERANGAN PENGECEKAN SIMILARITY

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Dzikra Nur Fadhillah  
Nim : 10021282126032  
Prodi : Gizi

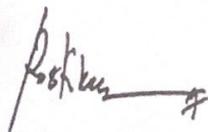
Menyatakan bahwa benar hasil pengecekan similarity Skripsi/Tesis/Disertasi/Lap. Penelitian yang berjudul Kadar Kalsium, Karakteristik Fisik, dan Mutu Hedonik (Aroma dan Rasa) Keurpuk Tepung Cangkang Udang dan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) adalah 4 %.

Dicek oleh operator \*: 1. Dosen Pembimbing

2. UPT Perpustakaan

Demikianlah surat keterangan ini saya buat dengan sebenarnya dan dapat saya pertanggung jawabkan.

Menyetujui  
Dosen pembimbing,



Prof. Dr. Rostika Flora, S.Kep., M.Kes  
NIP. 197109271994032004

Indralaya, 09 Mei 2023

Yang menyatakan,



Dzikra Nur Fadhillah  
10021282126032

**\*Lingkari salah satu jawaban, tempat anda melakukan pengecekan Similarity**