

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Kerangka ikan, khususnya tulang ikan, merupakan sumber kalsium potensial namun sering belum dimanfaatkan. Dari sudut pandang kimiawi, tulang ikan memiliki kandungan kalsium dan fosfor yang sangat bermanfaat. Kandungan ini bisa menjadi nilai tambah yang signifikan jika dapat dimanfaatkan dalam produk pangan. Sebagai contoh, kalsium dan fosfor dalam tulang ikan dapat diolah menjadi tepung tulang ikan, Kalsium dan fosfor dalam tulang ikan dapat diolah menjadi tepung tulang yang kemudian di aplikasikan ke berbagai produk makanan.

Berbagai penelitian pengolahan kerangka ikan menjadi tepung seperti ikan seperti ikan lele, ikan gabus, ikan mujair, hingga ikan nila diketahui memiliki kandungan kalsium yang tinggi. Misalnya, tepung tulang ikan lele mengandung sekitar 328,81 mg/g kadar kalsium (Setyarini et al., 2024). Sementara itu, tepung tulang ikan gabus memiliki kandungan kalsium sebesar 572,51 mg/100 gram (Putra et al., 2015). Adapun tepung tulang ikan mujair juga kaya akan kalsium dengan kandungan mencapai 22,22 mg/ kg (Tiwow et al., 2016). Sementara itu, pengolahan tulang ikan nila kaya akan kalsium, dengan kandungan mencapai 117.243 mg per 100 gram (Tarigan, 2024).

PT Aquafarm Nusantara (Deli Serdang, Sumatera Utara) merupakan salah satu perusahaan pengekspor fillet ikan. Ikan nila dipelihara di Danau Toba, Kabupaten Samosir. Perusahaan ini menghasilkan berbagai produk sampingan, seperti kepala ikan, sisik, isi perut dan kerangka ikan nila. Khusus kerangka ikan nila dihasilkan sebanyak yaitu 8-12 ton per hari. Ikan nila yang dibudidayakan oleh perusahaan ini umumnya dipanen pada usia 5 hingga 7 bulan dengan bobot rata-rata 600–900 gram per ekor (PT. Aquafarm, 2021). Biasanya kerangka ikan tersebut dijual melalui Koperasi PT Aquafarm kepada masyarakat sekitar dengan harga yang sangat murah, dan diolah menjadi pakan ternak (PT. Aquafarm, 2021).

Pemanfaatan tepung tulang ikan sebagai bahan fortifikasi pangan juga telah dikaji dalam berbagai studi. Penelitian oleh Bareno et al. (2015) mengembangkan produk cookies tinggi kalsium dengan substitusi tepung tulang ikan gabus, menghasilkan kandungan kalsium sebesar 341,70 mg/100 g. Penelitian lain dari

Tarigan (2024) menunjukkan bahwa abon dengan tambahan tepung tulang ikan nila dan jantung pisang mengandung 176,84 mg/100 g kalsium. Sementara itu, butter cookies dengan tambahan tepung tulang ikan belida memiliki kadar kalsium 88,91 mg/g (Diachanty et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa tepung tulang ikan memiliki potensi luas sebagai bahan tambahan pangan fungsional yang bernilai gizi tinggi.

Namun, untuk menjamin kualitas dan keamanan tepung tulang ikan sebagai bahan pangan, diperlukan pemeriksaan berbagai kondisi yang mendukung tepung tulang ikan sebagai fortifikasi produk pangan, seperti analisis warna, uji daya serap air, uji daya serap minyak, dan analisis kadar logam berat. Analisis warna diperlukan untuk menilai pengaruh visual tepung terhadap produk akhir, terutama dalam produk pangan yang menuntut penampilan menarik. Uji daya serap air dan uji daya serap minyak penting dilakukan untuk mengetahui apakah tepung bisa menyatu dengan baik saat dicampur ke dalam berbagai jenis makanan. Di sisi lain, analisis kadar logam berat sangat krusial untuk menjamin keamanan konsumsi dan memenuhi standar kesehatan yang berlaku.

Analisis warna adalah proses pengukuran dan evaluasi karakteristik visual suatu bahan berdasarkan parameter warna yang dihasilkan atau dipantulkan dari permukaannya. Dalam bidang pangan, warna memiliki peran penting karena warna merupakan kesan pertama yang memengaruhi persepsi konsumen terhadap mutu produk. Analisis warna perlu dilakukan terhadap tepung tulang ikan untuk memastikan bahwa warna tepung tidak memberikan dampak negatif terhadap penampilan produk pangan yang akan difortifikasi (Febri Indrayati et al., 2013). Hal ini penting karena meskipun suatu produk pangan memiliki nilai gizi tinggi, cita rasa enak, dan tekstur yang baik, jika tampilan warnanya kurang menarik, maka produk tersebut cenderung kurang diminati oleh konsumen.

Daya serap air adalah kemampuan bahan dalam mengikat air, dipengaruhi oleh kandungan serat dan bahan pengikat (Siregar et al, 2023). Daya serap air yang tinggi dalam tepung tulang ikan dapat menyebabkan kerusakan bahan lebih cepat dan mempengaruhi daya simpan produk. Daya serap air yang tinggi dapat meningkatkan hidrasi dan elastisitas adonan, namun jika terlalu tinggi dapat menyebabkan tekstur lembek (Paramata et al., 2023). Pengujian daya serap air

diperlukan untuk mengetahui kemampuan tepung tulang ikan nila dalam berinteraksi atau berbaur secara optimal dengan bahan lain dalam berbagai jenis produk pangan.

Uji daya serap air sudah dilakukan pada beberapa produk tepung tulang ikan. Nilai daya serap air tepung tulang ikan patin dari diperoleh berkisar 48,54 (Pangestika, W et al.,2021). Penelitian lain melaporkan bahwa tepung tulang ikan kakap merah memiliki daya serap air 129,90%, yang meningkat seiring penurunan kadar air akibat perebusan dan pengeringan (Kaliky et al., 2024). Sedangkan Tepung tulang ikan lele memiliki daya serap air sebesar 200% (Setyarini et al., 2024).

Daya serap minyak adalah sifat yang dapat menunjukkan adanya interaksi suatu bahan pangan terhadap penyerapan minyak pada makanan. Daya serap minyak berperan dalam menentukan cita rasa dan kestabilan minyak dalam produk. Daya serap minyak yang tinggi dapat menghasilkan produk lebih berminyak dan mudah tengik. Sebaliknya, daya serap minyak yang rendah menghasilkan tekstur lebih kering dan padat, yang dapat mempengaruhi cita rasa produk (Paramata et al., 2023).

Beberapa penelitian yang telah menguji daya serap minyak telah dilakukan. (Pandiangnan et al. 2024) daya serap minyak pada konsentrat protein ikan belut sawah mencapai 1,58 g/ml. Tepung tulang ikan lele memiliki daya serap minyak sebesar 6,47 g/ml (Setyarini et al, 2024). Semakin tinggi kandungan protein dan lemak, biasanya semakin besar daya serap minyak, karena interaksi antara komponen tersebut dapat meningkatkan kemampuan bahan untuk menyerap minyak.

Analisis kadar logam berat pada tepung tulang ikan sangat penting dilakukan. Analisis kadar logam berat berfungsi mendeteksi keberadaan logam beracun dalam ikan dan produk perikanan untuk memastikan keamanan konsumsi. Logam berat berbahaya bagi manusia jika dikonsumsi dalam batas yang berlebihan. Karena logam seperti *timbal* (Pb), *kadmium* (Cd), dan *merkuri* (Hg) bersifat toksik jika terakumulasi dalam tubuh (Kurniawati et al., 2023). Akumulasi logam berat yang berlebihan pada manusia menyebabkan gangguan fungsi otak, hati, ginjal, paru-paru, dan otot (Arantes et al. 2016).

Salah satu bukti nyata dari bahaya logam berat adalah kasus keracunan merkuri di Teluk Minamata, Jepang, pada tahun 1950-an, yang disebabkan oleh pembuangan limbah industri mengandung senyawa *merkuri* (Hg) dari pabrik Chisso Corporation langsung ke perairan sekitar. Merkuri yang terakumulasi dalam sedimen dan rantai makanan laut mengalami transformasi biologis menjadi metilmerkuri, bentuk yang lebih toksik dan mudah diserap tubuh manusia melalui konsumsi ikan dan kerang. Masyarakat sekitar yang secara rutin mengonsumsi biota laut dari perairan tersebut mengalami gejala keracunan kronis seperti gangguan penglihatan, gangguan bicara, kelumpuhan, hingga kematian. Tragedi Minamata menjadi peringatan global mengenai bahaya kontaminasi logam berat dalam pangan, dan menekankan pentingnya pengawasan ketat terhadap limbah industri serta pengujian logam berat dalam produk konsumsi, khususnya pangan berbasis perairan (Nomura, S., & Futatsuka, M. 2020).

Danau Toba merupakan danau vulkanik terbesar di dunia yang terbentuk akibat letusan supervulkan purba sekitar 74.000 tahun yang lalu. Aktivitas vulkanik tersebut menyebabkan Danau Toba memiliki karakteristik geologi yang khas, termasuk adanya kandungan sulfur (belerang) serta aktivitas panas bumi di sekitarnya. Menurut Prasetyo, Laksmi Purba, dan Pratikno (2017), terdapat dua wilayah di Danau Toba yang memiliki manifestasi panas bumi berupa mata air panas, fumarol, dan *steaming ground*, yaitu di daerah Simbolon dan Pusuk Buhit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fluida panas bumi Danau Toba memiliki kontribusi sumber magmatik serta interaksi air-batuan yang intens, yang menandakan keberadaan mineral alami termasuk sulfur dalam sistem perairannya.

Penelitian mengenai kualitas air Danau Toba menunjukkan adanya kandungan sulfur dalam bentuk sulfat dan sulfida sebagai bagian dari karakteristik alami danau vulkanik. Sulfat merupakan senyawa hasil oksidasi sulfur yang umumnya berasal dari aktivitas geotermal, pelapukan batuan vulkanik, serta interaksi antara air dan mineral di sekitar kawasan danau. Sementara itu, sulfida terbentuk dari proses reduksi senyawa sulfur di dasar perairan atau dari aktivitas mikroorganisme anaerob. Konsentrasi sulfat di Danau Toba dilaporkan berkisar antara 0,57–3,70 mg SO<sub>4</sub>/L, sedangkan sulfida berada pada kisaran 0,0007 mg S/L (Yudhi Soetrisno Garro, Rudi Nugroho, Muhammad Hanif, 2020).

Keberadaan sulfur di Danau Toba merupakan ciri alami danau vulkanik yang terbentuk akibat aktivitas gunung berapi dan pelapukan batuan di sekitar danau (Garno, Nugroho and Hanif, 2020). Kandungan sulfur di dalam air dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk sehingga proses pembusukan mayat dapat berlangsung lebih lambat (Clases et al., 2021). Oleh karena itu, sulfur sering dikaitkan dengan proses pengawetan mayat secara alami di perairan Danau Toba (Upayogi, 2019). Selain itu, sulfur juga dapat mengikat logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) sehingga logam tersebut mengendap di dasar danau dan penyebarannya di air menjadi berkurang (Pane and Simangunsong, 2022).

Logam berat seperti *timbal* (Pb), *kadmium* (Cd), dan *merkuri* (Hg) dikenal sebagai senyawa toksik yang dapat mengganggu kesehatan jika terakumulasi dalam tubuh. Paparan jangka panjang terhadap logam berat dapat menyebabkan efek kronis seperti gangguan saraf pusat, kerusakan hati dan ginjal, gangguan hormon, serta peningkatan risiko kanker. Timbal, misalnya, dapat menyebabkan penurunan IQ pada anak, anemia, serta gangguan sistem saraf dan ginjal. Kadmium diketahui dapat mengakibatkan kerusakan ginjal, demineralisasi tulang, serta mengganggu fungsi reproduksi. Sementara merkuri, terutama dalam bentuk metilmerkuri, sangat toksik terhadap sistem saraf dan otak, serta dapat menimbulkan gangguan perkembangan pada janin jika dikonsumsi oleh ibu hamil (Kurniawati et al., 2023; Arantes et al., 2016).

Uji pH merupakan salah satu parameter mutu kimia yang penting dalam karakterisasi tepung tulang ikan karena pH mencerminkan tingkat keasaman atau kebasaan bahan yang dapat memengaruhi stabilitas kimia, mutu, serta keamanan produk. Nilai pH yang terlalu asam atau basa dapat mempercepat terjadinya reaksi kimia yang tidak diinginkan, sedangkan pH yang mendekati netral cenderung lebih stabil untuk aplikasi pangan. Penelitian oleh (Kaliky et al. 2024) menyatakan bahwa tepung tulang ikan kakap merah memiliki nilai pH sekitar 7,3–7,5, yang dipengaruhi oleh proses perebusan dan pengeringan selama pengolahan. Sementara itu, Setyarini et al. (2024) melaporkan bahwa tepung tulang ikan lele memiliki nilai pH sekitar 7,2, yang mencerminkan kestabilan kimia yang baik dan sesuai untuk pemanfaatan sebagai bahan pangan atau fortifikasi mineral.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis ingin meneliti tepung tulang ikan nila mengingat kandungan kalsiumnya yang tinggi serta ketersediaan bahan bakunya yang melimpah, khususnya di wilayah Sumatera Utara. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik fungsional tepung tulang ikan nila, meliputi uji warna, daya serap air, daya serap minyak, serta kadar logam berat, guna menilai kelayakannya sebagai bahan tambahan dalam produk pangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah sekaligus membuka peluang pemanfaatan limbah kerangka ikan nila secara lebih optimal dan bernilai ekonomi, serta mendukung pengembangan produk pangan fungsional yang aman dan bergizi tinggi.

## **B. Rumusan Masalah**

Bagaimana karakteristik warna, daya serap air, daya serap minyak, serta kadar logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg) dan pH tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*)?

## **C. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan umum**

Mengetahui karakteristik mutu fisik dan kimia tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) melalui uji warna, daya serap air, daya serap minyak, *timbal* (Pb), *kadmium* (Cd), *merkuri* (Hg) dan pH.

### **2. Tujuan Khusus**

- a. Menilai warna tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*).
- b. Menilai daya serap air tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*).
- c. Menilai daya serap minyak tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*).
- d. Menilai kadar logam berat *timbal* (Pb) pada tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*).
- e. Menilai kadar logam berat *kadmium* (Cd) pada tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*).
- f. Menilai kadar logam berat *merkuri* (Hg) pada tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

g. Menilai pH tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

**D. Manfaat penelitian**

1. Menghasilkan tepung tulang ikan nila (*Oreochromis Niloticus*) sebagai salah satu asupan pangan alternatif baru yang kaya kalsium, yang aman dimakan untuk fortifikasi makanan dan teruji dari warna, daya serap air, daya serap minyak, uji timbal, merkuri dan kadmium dan pH pada tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*).
2. Menambah informasi tentang analisis warna, daya serap air, daya serap minyak dan kadar logam berat tepung tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*).
3. Memanfaatkan limbah tulang ikan nila sebagai sumber kalsium aman dimakan dan teruji untuk dapat diolah menjadi berbagai produk olahan makanan.