

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi pengolahan hasil perikanan yang dilakukan perusahaan atau industri berbasis rumah tangga menghasilkan limbah yang tidak dimanfaatkan. Perikanan yang berkelanjutan mengharuskan manusia mengelola sumberdaya alam dengan prinsip meminimalisir tidak adanya limbah, namun kenyataannya 20–30% limbah produksi perikanan dunia belum dimanfaatkan secara optimal (Djohar, *et al.*, 2018). Kegiatan pengolahan ikan dari bahan mentah hingga menjadi produk siap konsumsi umumnya menghasilkan limbah-limbah buangan yang berjumlah cukup besar. Limbah buangan tersebut dapat berupa limbah cair dan limbah padat, limbah cair yang dihasilkan berupa sisa buangan darah, lendir, dan lemak sedangkan limbah padat berupa kepala, insang, isi perut, sisik, kulit, tulang, dan sirip. Hasil samping yang terbuang ini secara tidak langsung akan menimbulkan dampak pencemaran bagi lingkungan, oleh sebab itu maka perlu diketahui potensi limbah ikan khususnya sisik yang tidak termanfaatkan untuk dapat memberikan nilai tambah manfaat dalam proses pengolahan ikan (Elvina, *et al.*, 2022). Kandungan limbah yang dihasilkan umumnya masih memiliki protein organik. Menurut Budirahardjo (2010), kandungan protein organik terbesar pada limbah buangan ikan adalah sisik ikan yaitu sebesar 41 – 84% dengan Komposisi sisik ikan adalah 70% air, 27% protein, 1% lemak, dan 2% abu. Kandungan pada sisik ikan yang cukup besar dapat dimanfaatkan untuk pembuatan bahan baku produk yang ramah lingkungan.

Ikan kakap merah adalah salah satu jenis ikan konsumsi yang mempunyai potensi cukup besar untuk dikembangkan. Ikan kakap merah merupakan salah satu komoditas unggulan bagi bisnis perikanan di Provinsi Sulawesi Selatan karena nilai ekonomi yang tinggi dan telah dipasarkan baik di pasar lokal maupun diekspor (Muslim, *et al.*, 2022). Kota Makassar merupakan salah satu daerah dengan potensi perikanan kakap yang cukup besar dari segi jumlah dan jenisnya. Berdasarkan data Statistik Ekspor Hasil Perikanan Tahun 2017-2021, Pada tahun 2017 jumlah ekspor ikan kakap di Kota Makassar sebesar 19.857 kg, sedangkan pada tahun 2020 jumlah ekspor ikan kakap mencapai 79.446 kg, dari tahun 2017 hingga 2020 mengalami kenaikan sebanyak 59.589 kg. Jika diasumsikan jumlah yang diekspor tersebut adalah dalam bentuk fillet ikan bertulang keras (tuna, kakap merah, dan sebagainya), maka akan dihasilkan limbah sisik ikan yang sangat banyak. Limbah ini terutama dapat diperoleh dari industri filet ikan yang banyak ditemukan di berbagai wilayah Indonesia diantaranya perusahaan pengolahan fillet ikan bertulang keras kakap merah (*Lutjanus* sp.) di KIMA (Kawasan Industri Makassar) yang belum menerapkan konsep produksi bersih secara optimal.

Berdasarkan informasi dan data Produksi ikan kakap merah pada industri perikanan CV. Anugrah Bahari Mandiri, produksi ikan kakap merah umumnya dilakukan berdasarkan adanya Purchase Order (PO) atau permintaan dari pihak buyer. Produk yang dihasilkan sebagian besar dalam bentuk beku, mengingat tujuan pengirimannya yang jauh, seperti ke Amerika Serikat, sehingga memerlukan waktu pengiriman yang cukup lama. Proses pembekuan dilakukan menggunakan kontainer pendingin untuk menjaga kualitas produk selama perjalanan. Bentuk produk yang dihasilkan umumnya berupa Whole Guttred Gilled Scaled (WGGS), namun juga tersedia dalam bentuk fillet, tergantung pada permintaan buyer. Ukuran produk juga disesuaikan secara spesifik, karena buyer biasanya menentukan permintaan berdasarkan kategori berat tertentu, seperti ukuran 300–500 gram dan ukuran yang lebih besar atau lebih dari 1 kg biasanya dikirim dalam bentuk fillet. Volume produksi per hari tidak menentu, tergantung pada jumlah permintaan yang masuk, dan ketersediaan bahan baku dari supplier. Dalam kondisi permintaan yang tinggi dan pasokan bahan baku yang mencukupi, produksi dapat mencapai 3 hingga 5 ton per hari. Dari jumlah produksi tersebut, limbah berupa sisik ikan yang dihasilkan juga cukup signifikan. Berdasarkan estimasi, sisik ikan menyumbang sekitar 1–3% dari total berat ikan. Dengan demikian, dari produksi harian sebesar 3 hingga 5 ton, diperkirakan limbah sisik yang dihasilkan berkisar antara 30 hingga 150 kilogram per hari, tergantung pada ukuran ikan dan metode pengolahan yang digunakan. Limbah sisik ini memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan, salah satunya sebagai bahan baku dalam produksi kitin dan turunannya.

Sisik ikan merupakan salah satu limbah hasil samping dari industri pengolahan ikan, khususnya pada industri fillet, yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku produk ramah lingkungan. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan protein dalam sisik ikan, serta keberadaan komponen-komponen penting lainnya seperti kitin dan beberapa logam esensial (Djohar, *et al.*, 2018). Salah satu jenis sisik ikan yang menjanjikan dalam pemanfaatannya secara industri adalah sisik ikan kakap merah yang dapat dijadikan sebagai bahan baku kitin yang didasarkan dari segi komposisi kimia maupun ketersediaan bahan baku. Sisik ikan kakap merah diketahui memiliki kandungan kitin yang relatif tinggi serta struktur fisik yang kokoh, menjadikannya sumber potensial untuk ekstraksi kitin secara efisien. Selain itu, limbah sisik dari ikan kakap merah umumnya masih belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga memiliki nilai tambah jika diolah kembali. Produksi ikan kakap merah di Indonesia cukup stabil dan tidak tergantung musim secara ketat, karena sebagian besar ikan kakap merah diperoleh dari hasil tangkapan laut sepanjang tahun, terutama dari wilayah seperti Kabupaten Bone dan Sinjai, Sulawesi Selatan, yang merupakan sentra perikanan laut. Menurut Sari *et al.* (2020), ikan kakap merah termasuk jenis ikan demersal yang ketersediaannya cenderung stabil dan tidak terlalu fluktuatif dibandingkan ikan pelagis musiman.

Kitin sendiri merupakan salah satu biopolimer paling melimpah di alam setelah selulosa. Senyawa ini merupakan polisakarida yang memiliki struktur kimia β -1,4-linked N-acetylglucosamine yang secara alami ditemukan sebagai komponen utama penyusun eksoskeleton serangga dan krustasea, serta dinding sel pada fungi, diatom, bakteri, dan alga (Bastiaens *et al.*, 2019). Sifat kitin yang kaku dan keras, serta perannya sebagai komponen struktural pada berbagai organisme, diduga memiliki keterkaitan erat dengan fungsinya sebagai templat dalam proses biomineralisasi kalsium dan silika, di mana proses kalsifikasi dan silifikasi berpusat pada keberadaan kitin (Ehrlich, 2010). Berdasarkan beberapa hasil penelitian, diketahui bahwa rendemen kitin dari berbagai sumber bervariasi, antara lain sebesar 33,1% dari sisik ikan bandeng, 20,0% dari udang, 21,2% dari kepiting, dan 17,5% dari lobster (Mohan *et al.*, 2021).

Pada umumnya, pengisolasian kitin dari limbah cangkang krustasea terdiri dari dua langkah dasar: deproteinisasi (pemisahan protein) demineralisasi (pemisahan kalsium karbonat dan kalsium fosfat). Proses deproteinisasi bertujuan untuk melepaskan protein yang terikat pada kitin. Hal ini dikarenakan kandungan protein pada kitin dapat mempercepat tumbuhnya mikroorganisme pembusuk. Proses pemisahan protein pada kitin dapat dilakukan secara kimiawi dan enzimatik. Tahap deproteinasi bertujuan untuk memutuskan protein yang terikat pada kitin. Protein yang terdapat pada kitin dapat mempercepat tumbuhnya mikroorganisme pembusuk. Dengan begitu, tahapan deproteinasi dapat memperpanjang masa simpan kitin. Proses deproteinisasi yang tepat sangat penting untuk mendapatkan kitin dengan kemurnian tinggi dan struktur yang baik, sementara perlakuan yang kurang optimal bisa meninggalkan residu protein (Ameilia, 2017).

Beberapa penelitian sebelumnya umumnya menggunakan NaOH pada tahap deproteinisasi, sehingga penelitian ini menggunakan dua jenis larutan yang berupa NaOH dan KOH sebagai basa kuat pada tahap deproteinisasi sebagai pembanding larutan mana yang lebih efektif dalam menghasilkan karakteristik terbaik. Selain itu, penggunaan KOH juga memiliki keuntungan dari sisi lingkungan. KOH dianggap lebih ramah lingkungan dan aman untuk penanganan limbah, karena membentuk produk samping yang lebih mudah dinetralkan dan kurang korosif dari pada NaOH. Oleh karena itu, penggunaan KOH dapat mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan dalam pengolahan limbah biopolymer (Arbia, *et al.* 2013). Dikarenakan dalam produksi skala besar perlu menggunakan teknis yang lebih murah dan ramah lingkungan untuk mencapai efisiensi kualitas produk yang baik tetapi biaya produksi dapat ditekan (Dinaromaya, 2023).

Kitin dapat diubah menjadi chitosan yang digunakan dalam industri farmasi untuk pembuatan obat-obatan, suplemen, dan pembalut luka, serta dalam pertanian sebagai pestisida alami dan pengatur tumbuh tanaman. Selain itu, kitin juga digunakan dalam pembuatan bioplastik yang ramah lingkungan, kemasan makanan yang lebih aman, serta produk kosmetik berfungsi melembapkan dan melindungi kulit. Dengan sifat biodegradabilitas dan biokompatibilitasnya, kitin

juga dimanfaatkan untuk pengolahan limbah dan pengendalian polusi, menjadikannya bahan yang sangat berpotensi dalam mendukung keberlanjutan industri dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Pada penelitian Heryanto *et al.* (2024) berhasil membuat bioplastik dari kitin dengan menggunakan sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*). Mengingat pentingnya pencarian sumber bahan baku yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, serta informasi mengenai beberapa komposisi kimia sisik ikan yang diperoleh, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi karakteristik kitin dari sisik ikan kakap merah yang berpotensi sebagai sumber kitin yang memiliki nilai tambah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang dijabarkan dalam latar belakang, maka rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu bagaimana karakteristik kitin yang dihasilkan dari sisik ikan kakap merah?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan karakteristik kitin yang diperoleh dari sisik ikan kakap merah.

Manfaat penelitian ini adalah sebagai informasi mengenai potensi pemanfaatan sisik ikan kakap merah sebagai bahan baku kitin yang ramah lingkungan dan bernilai tambah, yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Serta menjadi salah satu upaya pemanfaatan limbah organik dari industri perikanan yang dapat mengurangi pencemaran dan meningkatkan nilai ekonomi limbah.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Peningkatan suhu destilasi akan meningkatkan efisiensi ekstraksi kitin, suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat proses ekstraksi.
2. Jenis larutan pelarut yang digunakan mempengaruhi jumlah kitin yang diekstraksi.

1.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang ekstraksi Kitin telah dilaporkan oleh beberapa peneliti sebagaimana yang tercantum pada ringkasan tabel 1.

Tabel 1. Hasil ekstraksi Kitin dari beberapa penelitian sebelumnya.

No	Uraian	Hasil	Pustaka
1.	Pembuatan kitin dan kitosan dari limbah cangkang udang sebagai upaya memanfaatkan limbah menjadi material maju	Kitin cangkang udang berhasil disintesis dan memiliki karakteristik sesuai dengan Protan Laboratories dan SNI. Hasil karakterisasi kitin meliputi kadar air sebesar 1,92%, kadar abu 2,06%.	Mahatmanti, <i>et al.</i> (2022)
2.	Isolasi, Karakterisasi Kitin dan Kitosan dari Cangkang Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>) Serta Uji Aktivitas Kitosan Sebagai Antibakteri	Karakterisasi Kitin dari Cangkang Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>) sesuai dengan standart SNI. Kadar air pada kitin sebesar 3,89 % dan Kadar abu pada sebesar 1,82 %. Kadar N- Total pada kitin sebesar 0,53%.	Widyastuti, (2023)
3.	Transformasi structural optikal sisik ikan bandeng (<i>Chanos chanos</i>) Menjadi kitin dan sifatnya sebagai Bioplastik Sebelum dan Sesudah degradasi.	Dalam penelitian ini, kitin berhasil diekstraksi dari sisik ikan bandeng. Sekitar 100 g limbah sisik bandeng telah diproses menjadi bubuk, sehingga diperoleh 33,1g bubuk kitin setelah proses ekstraksi kimia. persentase rendemen kitin yang dihasilkan sebesar 33,1%. Serta berhasil menjadikannya bahan baku dalam membuat bioplastik.	Heryanto, <i>et al.</i> (2024)
4.	Ekstraksi kitin dari cangkang rajungan dengan variasi suhu dan konsentrasi KOH pada tahap deproteinisasi.	Dari hasil penelitian ini hasil terbaik pada proses ekstraksinya Diperoleh kadar air sebesar 4,73%, kadar nitrogen 2,72%, kadar abu 2,17%, dan kadar kitin 14,22%. Kitin yang dihasilkan sesuai standart mutu kitin.	Dinaromaya, (2023)

5.	Pembuatan Filter Penangkap Emas (Au) Menggunakan Kitin dan Kitosan dari Cangkang Kepiting	Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh bahwa hasil karakterisasi kitin yang dihasilkan dengan rendemen 32% yang memiliki tekstur serpihan sampai serbuk, dan tidak berbau memiliki kadar air $\leq 10\%$.	Anas, <i>et al.</i> (2017)
6.	Nano kitosan dari sisik ikan: aplikasinya sebagai pengemas produk perikanan.	Hasil penelitian Kitin: Kakap merah 33 % dan uji lanjut FTIR menunjukkan hasil spektrum amida I di $1648,09\text{ cm}^{-1}$	Rumengan <i>et al.</i> (2017)
7.	Ekstraksi dan Karakterisasi Kitin dari Sisik Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Rendemen kitin: 25,6%; Kadar air 2,22–4,26%, abu 5,83–21,64%, nitrogen 0,41–0,86%; DD kitin: 13,22%	Wibowo <i>et al.</i> (2022)
8.	Fermentasi Sisik Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>) untuk Produksi Kitin Menggunakan <i>Bacillus subtilis</i>	Rendemen kitin: 19,4%; Ciri visual sesuai standar, namun nilai DD rendah dibanding metode kimia	Astuti <i>et al.</i> (2020)

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - April Tahun 2025. Bahan baku sisik Ikan Kakap Merah diambil di CV. Anugrah Bahari Mandiri, Kawasan Industri Makassar (KIMA) yang berlokasi di Jl. Kima Raya, Daya, Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Proses ekstraksi kitin serta pengujian kadar air dan kadar abu dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Uji FTIR dilakukan di Laboratorium Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Pengujian N-total dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu oven, blender, hotplate, ayakan 100 mesh, gelas kimia, labu ukur, indikator pH, timbangan analitik, stopwatch, kertas saring, plastic klip, kamera, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini sisik ikan kakap merah, larutan NaOH, larutan KOH, larutan HCl, Akuades.

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Pengumpulan Sampel

Sampel sisik ikan kakap merah diperoleh dari salah satu tempat produksi ikan kakap merah di kawasan industri makassar (KIMA) yaitu CV. Anugrah Bahari Mandiri. Perusahaan industri yang memproduksi ikan kakap merah yang limbah sisiknya tidak dimanfaatkan. Adapun bahan baku ikan kakap merah untuk keperluan produksi ini sebagian besar diperoleh dari wilayah Kabupaten Bone dan Kabupaten Sinjai, yang merupakan sentra perikanan penting di Sulawesi Selatan. Teknik sampling pengambilan sisik ikan dilakukan pada ikan segar yang baru diproses, sisik diambil menggunakan alat pengerok bersih, kemudian dikumpulkan dalam wadah. Selanjutnya, sisik dicuci menggunakan air bersih mengalir untuk menghilangkan kotoran, lendir, dan jaringan lunak yang menempel, lalu dikeringkan dengan oven hingga kadar air menurun signifikan.

2.3.2 Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah larutan alkali dengan 2 perlakuan yaitu A1: NaOH dan A2: KOH kemudian faktor kedua adalah Suhu Pemanasan dengan 2 taraf perlakuan B1: 65°C dan

B2: 70°C dengan 3 kali pengulangan. Dengan demikian unit percobaan dilakukan sebanyak $2 \times 2 \times 3 = 12$ unit percobaan.

Tabel 2. Denah penelitian (RAL)

PERLAKUAN / ULANGAN				
Larutan (A)	Suhu (B)	1	2	3
A1: NaOH	B1: 65°C	A1B1	A1B1	A1B1
A1: NaOH	B2: 70°C	A1B2	A1B2	A1B2
A2: KOH	B1: 65°C	A2B1	A2B1	A2B1
A2: KOH	B2: 70°C	A2B2	A2B2	A2B2

2.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian karakteristik kitin yang diekstraksi dari sisik ikan kakap merah dilaksanakan dengan beberapa tahap yaitu:

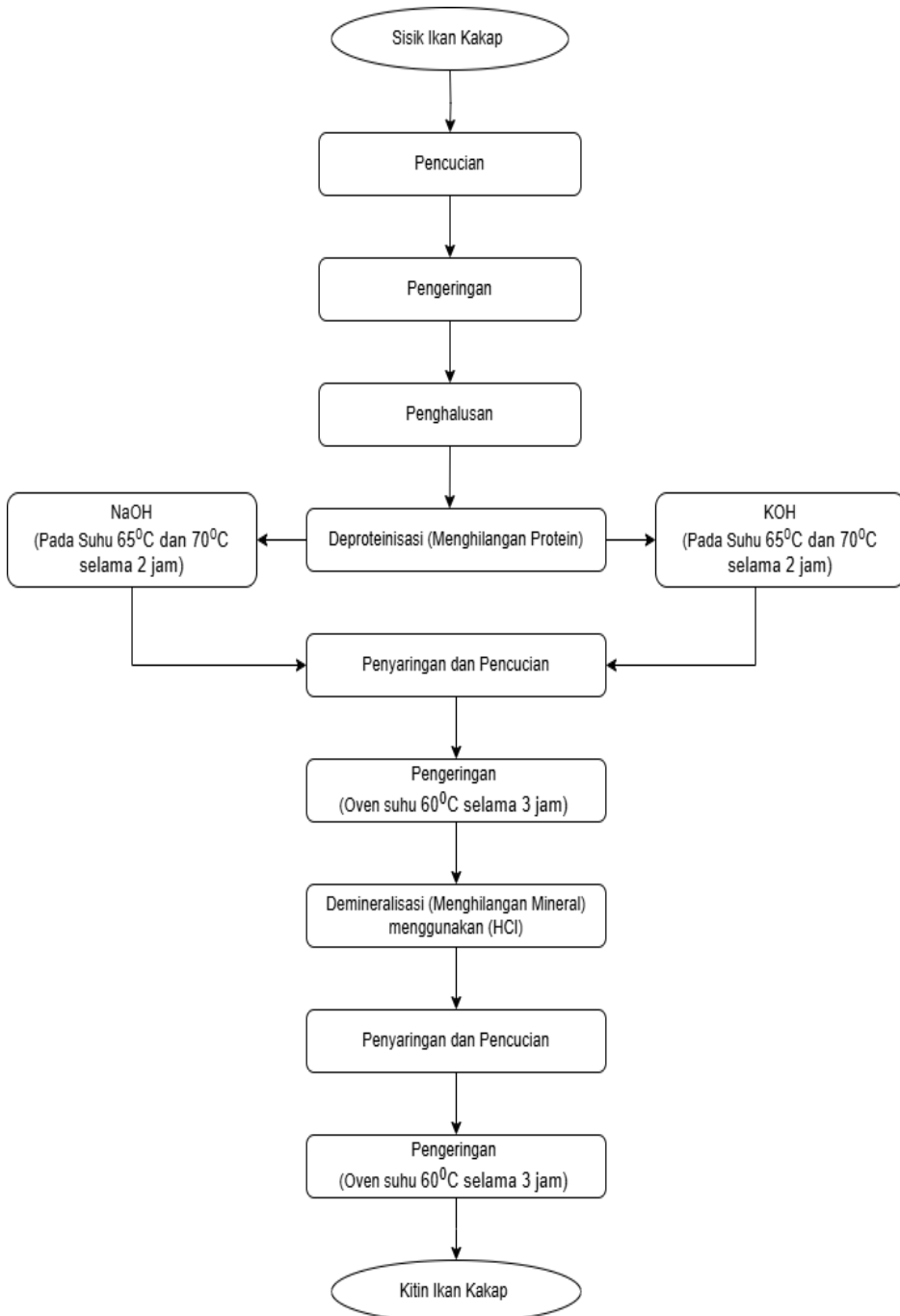
2.4.1 Pembuatan Serbuk Sisik Ikan

Setelah diperoleh bahan baku sisik ikan, selanjutnya proses pembuatan serbuk sisik ikan yang mengacu pada penelitian (Heryanto, *et al.*, 2024) yaitu sisik dicuci bersih kemudian dilakukan proses pengeringan, sisik ikan di oven dengan temperatur 80°C dalam waktu 24 jam. Setelah itu limbah sisik ikan dihaluskan dan diayak dengan ukuran 100 mesh untuk mendapatkan tepung atau serbuk dari sisik ikan.

2.4.2 Proses Ekstraksi Kitin

Serbuk sisik ikan yang dihasilkan kemudian diproses untuk tahap deproteinisasi dengan penggunaan larutan dan suhu pemanasan yang berbeda. Proses pemurnian ini mengacu pada penelitian (Heryanto, *et al.*, 2024) yang dimodifikasi yaitu dilakukan dengan menggunakan perbandingan dua pelarut yang berbeda pada proses penghilangan protein yaitu NaOH dan KOH dengan konsentrasi pelarut 5% dengan suhu pemanasan 65°C dan 70°C. Serbuk sisik ikan dilarutkan dalam larutan pelarut kemudian di aduk menggunakan hotplate stirer selama 2 jam dengan kecepatan 400 rpm dan suhu yang telah ditentukan. Dengan komposisi 1:5 atau 1g serbuk sisik ikan dan 5ml larutan pelarut. Kemudian serbuk hasil pengendapan dicuci dengan menggunakan aquades hingga pH 7 dan dikeringkan selama 3 jam pada suhu 60°C.

Demineralisasi yaitu proses penghilangan mineral dengan menambahkan HCl 1:5. Serbuk hasil deproteinisasi dilarutkan dalam HCl dengan kecepatan pengadukan 400 rpm selama 2 jam pada suhu 65°C. Serbuk hasil pengendapan dicuci dengan menggunakan aquades hingga pH 7 dan dikeringkan selama 3 jam pada suhu 60°C. Kitin yang diperoleh kemudian dianalisis.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Ekstraksi Kitin sisik Ikan Kakap (Modifikasi Heryanto, *et al.*, 2024)

2.5 Parameter Penelitian

1. Rendemen

Rendemen merujuk pada persentase berat hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan berat bahan baku yang digunakan dalam proses ekstraksi. Analisis rendemen memberikan gambaran tentang efisiensi proses ekstraksi, apakah metode ekstraksi yang digunakan memberikan hasil yang optimal atau tidak. Rendemen kitin dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen Kitin (\%)} = \frac{\text{Berat Kitin yang Diperoleh}}{\text{Berat Sampel Bahan Baku}} \times 100\%$$

Berat kitin yang diperoleh adalah berat kitin yang murni yang diekstraksi setelah proses deproteinisasi dan demineralisasi dan berat sampel bahan baku adalah berat bahan baku sebelum proses ekstraksi.

2. FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Pektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*) merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Inti spektroskopi FTIR adalah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektroskopi inframerah transformasi fourier beroperasi berdasarkan prinsip bahwa molekul menyerap cahaya inframerah pada frekuensi tertentu, yang sesuai dengan mode vibrasi ikatan kimianya. Spektrum serapan yang dihasilkan berfungsi sebagai sidik jari molekuler, yang memungkinkan identifikasi dan karakterisasi berbagai zat organik dan anorganik. FTIR berfungsi untuk mengukur penyerapan radiasi inframerah yang terjadi pada setiap ikatan molekul, kemudian memberikan hasil dalam bentuk spektrum. Analisis FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan gugus-gugus fungsional dalam struktur kimia kitin, khususnya gugus –OH (hidroksil), –NH (amina), C=O (karbonil), C–N, dan C–O–C (eter/glikosidik), yang merupakan penanda keberadaan dan integritas struktur kitin dan turunannya. Spektrum FTIR direkam pada rentang bilangan gelombang 4000–400 cm^{-1} menggunakan spektrometer FTIR. Hasil spektrum yang diperoleh dianalisis secara kualitatif dengan mengamati posisi dan intensitas pita-pita serapan untuk menentukan pengaruh perlakuan basa dan suhu terhadap struktur kimia.

3. Uji Kadar Air (*Metode Gravimetri*)

Spesifikasi dan metode uji, yang mengacu pada prinsip kerja metode gravimetri. Kondisikan oven pada suhu yang akan digunakan hingga mencapai kondisi stabil. Lalu masukkan cawan kosong ke dalam oven minimal 2 jam. Pindahkan cawan kosong ke dalam desikator sekitar 30 menit sampai mencapai suhu ruang dan timbang bobot kosong (A g). Timbang contoh yang telah dihaluskan sebanyak $\pm$

2 g ke dalam cawan (B g). Masukkan cawan yang telah diisi dengan contoh ke dalam oven vakum pada suhu 95°C-100°C, dengan tekanan udara tidak lebih dari 100 mmHg selama 5 jam atau masukkan ke dalam oven tidak vakum pada suhu 105°C selama 16 jam – 24 jam. Pindahkan cawan dengan menggunakan alat penjepit ke dalam desikator selama ± 30 menit kemudian ditimbang (C g). Lakukan pengujian minimal duplo (dua kali).

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan:

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + Contoh awal (g)

C : berat cawan + contoh kering (g)

Analisis kadar air bertujuan untuk mengetahui jumlah kandungan air yang ada dalam kitin dan kitosan dimana dapat diketahui dari banyaknya air yang menguap pada proses pemanasan menggunakan oven. Berdasarkan data SNI 7949:2021, standar maksimal kadar air pada kitin sebesar 12%.

4. Kadar Abu (Metode Gravimetri)

Spesifikasi dan metode uji, yang mengacu pada prinsip kerja metode gravimetri. Masukkan cawan porselin kosong dalam tungku pengabuan, suhu dinaikan secara bertahap sampai mencapai suhu 550°C. pertahankan pada suhu (550 ± 5) °C selama 16 jam sampai 2 jam. Turunkan suhu tungku pengabuan menjadi sekitar 40°C, keluarkan cawan abu porselen dan dinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian timbang berat cawan abu porselen kosong sampai diperoleh berat konstan (A g). dalam cawan abu porselen masukkan 2 gr contoh yang telah dihomogenkan kemudian masukkan ke dalam oven pada suhu 100°C selama 16 jam sampai 24 jam. Pindahkan cawan abu porselen ke tungku pengabuan, naikan temperature secara bertahap sampai suhu mencapai (550 ± 5) °C. pertahankan selama 16 jam sampai 24 jam sampai diperoleh abu berwarna putih. Setelah selesai, turunkan suhu tungku pengabuan sampai mencapai sekitar 40°C, keluarkan cawan porselin dengan menggunakan penjepit dan masukkan kedalam desikator ± 30 menit sampai mencapai suhu ruang. Bila abu belum putih benar harus dilakukan pengabuan kembali. Basahi abu (lembapkan) abu dengan aquades secara perlahan, keringkan pada hot plate dan abukan kembali pada suhu 550°C sampai berat konstan. Turunkan suhu tungku pengabuan menjadi ± 40 °C lalu pindahkan cawa abu porselin dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang beratnya segera setelah dingin sampai diperoleh berat konstan (B g). lakukan pengujian minimal duplo (dua).

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{B-A}{\text{Berat contoh (g)}} \times 100\%$$

Keterangan:

A : berat cawan porselen kosong (g)

B : berat cawan dengan abu (g)

Kadar abu pada kitin dan kitosan merupakan parameter keberhasilan proses demineralisasi yang dilakukan dan untuk mengetahui kandungan mineral yang ada dalam suatu bahan. Semakin rendah kadar abu yang dihasilkan maka semakin rendah juga kandungan mineralnya sehingga mutu dan tingkat kemurnian kitin dan kitosan akan semakin tinggi. Menurut SNI 7949:2021, kadar abu kitin dan kitosan maksimal 5,0%.

5. Total Nitrogen (Metode Kjeldahl)

Spesifikasi dan metode uji yang mengacu pada prinsip kerja metode kjeldahl. Pada prinsipnya, seluruh nitrogen dalam sampel kitin, baik dalam bentuk organik maupun anorganik, dikonversi menjadi bentuk ion amonium (NH_4^+) melalui proses pencernaan dengan asam sulfat pekat (H_2SO_4) dalam kondisi pemanasan. Proses pencernaan ini dibantu dengan penambahan katalis, seperti campuran tembaga sulfat (CuSO_4) dan natrium sulfat (Na_2SO_4), yang berfungsi untuk mempercepat reaksi dan meningkatkan efisiensi konversi nitrogen. Setelah seluruh nitrogen diubah menjadi ion amonium, campuran pencernaan didinginkan dan kemudian dilakukan penambahan larutan basa berupa natrium hidroksida (NaOH). Penambahan basa ini menyebabkan ion amonium (NH_4^+) berubah menjadi gas amonia (NH_3). Gas amonia yang terbentuk kemudian dialirkan dan ditangkap dalam larutan asam borat (H_3BO_3), membentuk larutan amonium borat. Selanjutnya, larutan penangkap ini dititrisi menggunakan larutan asam standar (seperti asam sulfat 0,1 N atau asam klorida 0,1 N) hingga tercapai titik akhir titrasi, yang biasanya ditentukan dengan menggunakan indikator campuran (seperti indikator merah metil dan biru bromokresol). Volume larutan asam yang digunakan untuk titrasi kemudian digunakan untuk menghitung kandungan total nitrogen dalam sampel kitin. Kandungan nitrogen yang terukur ini penting untuk menentukan kemurnian kitin, karena keberadaan nitrogen berkaitan langsung dengan sisa protein atau senyawa nitrogen lain yang mungkin masih terdapat dalam kitin hasil isolasi. Menurut SNI 7949:2021, kadar nitrogen total kitin dan kitosan maksimal 5,0%.

BAB III HASIL PENELITIAN

3.1 Rendemen

Rendemen adalah perbandingan antara jumlah atau berat produk yang dihasilkan dengan jumlah atau berat bahan baku yang digunakan. Semakin tinggi rendemen, semakin banyak produk yang dihasilkan dari bahan baku yang sama. Analisis rendemen memberikan gambaran tentang efisiensi proses ekstraksi yang dilakukan. Adapun rendemen kitin yang dihasilkan dari proses ekstraksi dari sisik ikan kakap merah yaitu pada Tabel 2 berikut.

Tabel 3. Rata-rata hasil rendemen kitin dari sisik ikan kakap merah

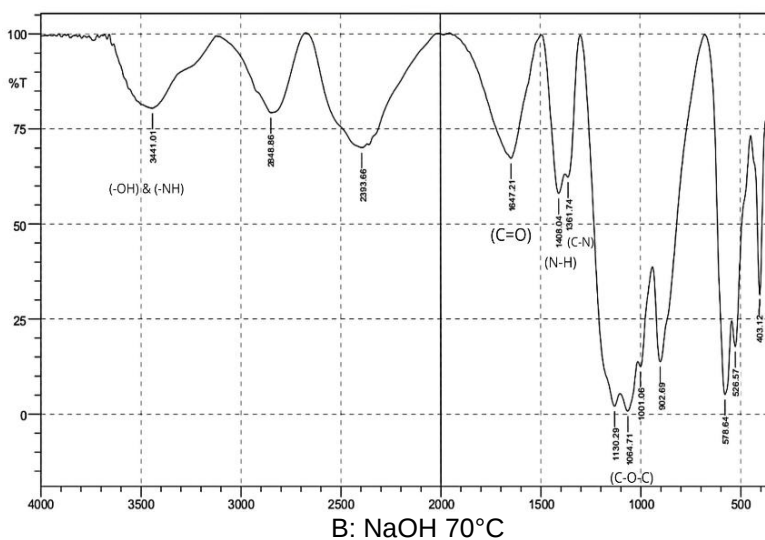
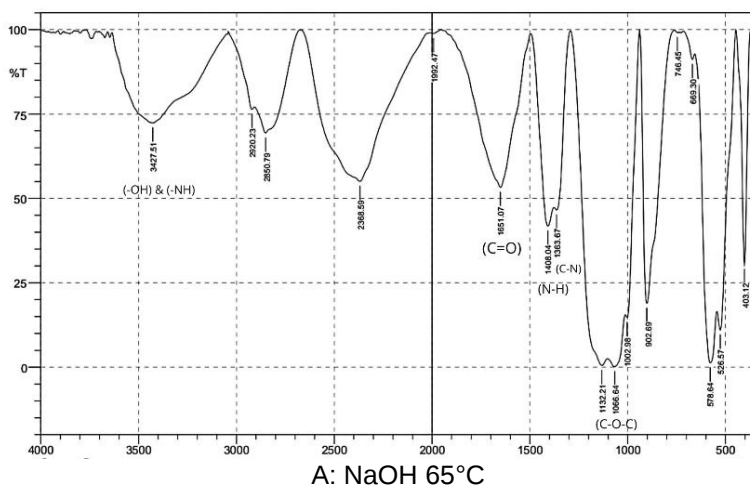
Perlakuan		Rataan Nilai Rendemen (%)
Larutan	Suhu Ekstraksi (°C)	
NaOH	65	24,08 ± 1,94 ^a
	70	27,28 ± 3,86 ^{ab}
KOH	65	29,83 ± 2,77 ^{bc}
	70	33,29 ± 2,26 ^c

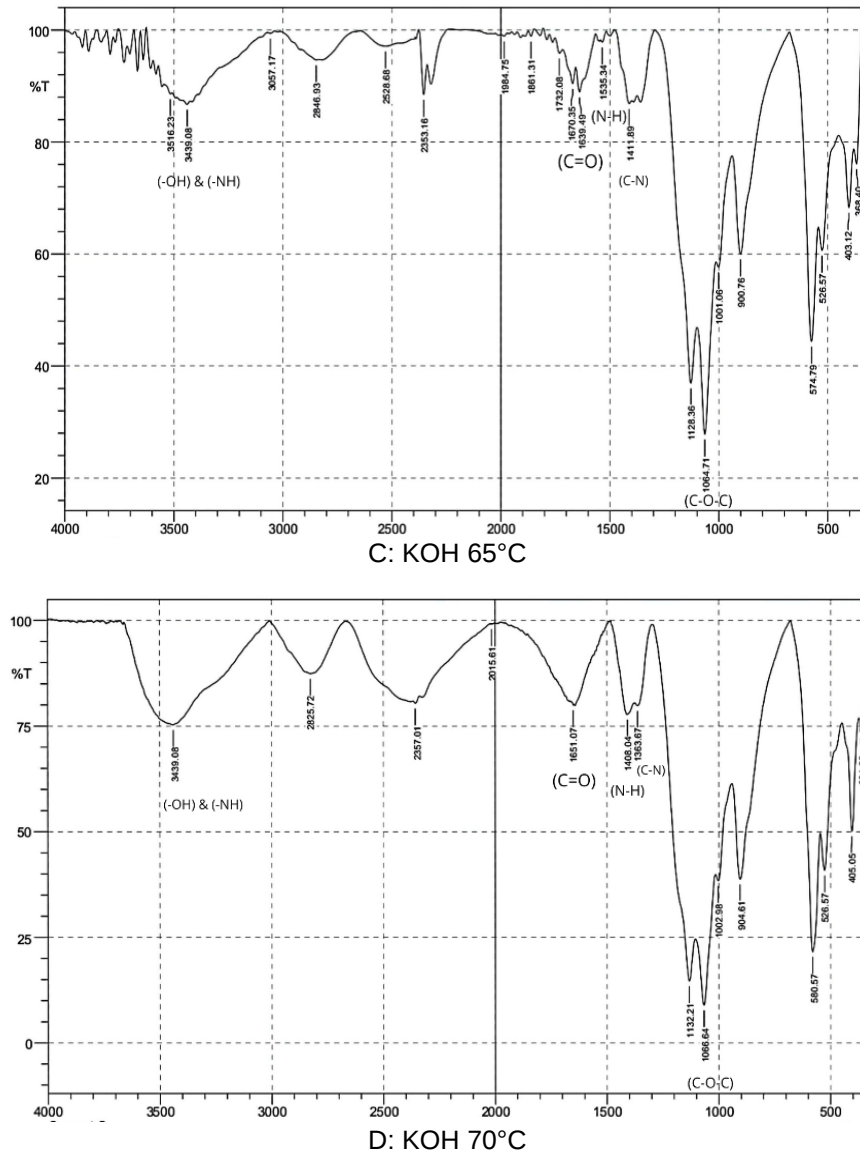
Keterangan : Angka pada kolom yang sama kemudian diikuti oleh huruf superscript yang berbeda menerangkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$) melalui uji duncan

Berdasarkan hasil analisis ANOVA terhadap variabel rendemen menunjukkan bahwa dengan nilai signifikansi (p-value) sebesar 0,021. Karena nilai p (0,021) lebih kecil dari 0,05, maka ada pengaruh signifikan antar setiap perlakuan. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa Perlakuan NaOH 65°C memiliki nilai rendemen rata-rata terendah yaitu sebesar 24,08 ± 1,94^a yang menunjukkan bahwa nilai ini secara statistik berbeda nyata dari perlakuan lainnya. Perlakuan NaOH 70°C (27,28 ± 3,86^{ab}) dan KOH 65°C (29,83 ± 2,77^{bc}) berada di tengah dan tidak berbeda nyata satu sama lain. Ini menandakan bahwa NaOH 70°C tidak berbeda nyata dengan NaOH 65°C maupun dengan KOH 65°C serta KOH 65°C tidak berbeda nyata dengan dengan NaOH 70°C dan KOH 70°C. Sedangkan perlakuan KOH 70°C memiliki nilai rendemen rata-rata tertinggi yaitu sebesar 33,29 ± 2,26^c menunjukkan bahwa nilai ini secara signifikan berbeda dari perlakuan NaOH 65°C dan NaOH 70°C. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan KOH 70°C menghasilkan rendemen kitin tertinggi sebesar 33,29 ± 2,26%, Nilai ini tergolong tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya. Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan rendemen kitin dari sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) sebesar 33,1%, yang hampir setara dengan hasil terbaik penelitian ini dan mendapatkan rendemen sebesar 25,6% dari sisik ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan metode konvensional. Sementara itu, Rendemen kitin dari limbah non-sisik juga umumnya lebih rendah yaitu kitin dari udang hanya 20,0%, dari kepiting 21,2%, dan dari lobster 17,5%.

3.2 FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi gugus fungsional yang terdapat dalam struktur kimia sampel hasil perlakuan kimia basa. Teknik ini mampu memberikan informasi mendalam mengenai ikatan-ikatan kimia dan struktur molekul dengan mendeteksi vibrasi khas dari berbagai gugus fungsional. Setiap puncak serapan yang muncul dalam spektrum FTIR merepresentasikan vibrasi regangan atau lenturan dari ikatan tertentu, yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan komponen-komponen utama dalam kitin, seperti gugus hidroksil ($-OH$), amina ($-NH$), karbonil ($C=O$), dan gugus glikosidik ($C-O-C$).





Gambar 3. Hasil Spektrum FTIR kitin dari sisik ikan kakap merah

Spektrum FTIR dari keempat sampel (A, B, C, dan D) menunjukkan pola serapan khas yang mengindikasikan keberadaan gugus-gugus fungsional utama penyusun struktur kitin. Sampel A dengan perlakuan NaOH pada suhu 65°C memperlihatkan puncak lebar pada 3427,51 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi stretching dari gugus hidroksil (–OH) dan amina (–NH), menandakan masih terjaganya ikatan hidrogen dalam struktur polimer. Pita kuat pada 1651,07 cm^{-1} mengindikasikan vibrasi karbonil (C=O) dari gugus amida I, sementara pita pada 1408,04 cm^{-1} dan 1363,67 cm^{-1} mewakili vibrasi N–H bending dan C–N stretching

dari amida II dan III. Pita-pita pada $1132,21\text{ cm}^{-1}$, $1066,64\text{ cm}^{-1}$, dan $1002,98\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan ikatan C–O–C dari rantai glikosidik, sedangkan serapan pada $902,69\text{ cm}^{-1}$ dan $746,45\text{ cm}^{-1}$ memperkuat indikasi struktur β -(1 $\rightarrow$ 4)-glukosamin.

Sampel B dengan perlakuan NaOH pada suhu 70°C menunjukkan pola serapan serupa dengan intensitas yang relatif tinggi. Puncak pada $3441,01\text{ cm}^{-1}$ merupakan indikasi adanya ikatan –OH dan –NH, sedangkan pita kuat pada $1647,21\text{ cm}^{-1}$ menandakan keberadaan gugus amida I. Vibrasi amida II dan III tampak pada $1408,04\text{ cm}^{-1}$ dan $1361,74\text{ cm}^{-1}$. Pita pada $1130,29\text{ cm}^{-1}$, $1064,71\text{ cm}^{-1}$ dan $1001,06\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan ikatan C–O–C dan alkohol sekunder, sementara $902,69\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan ikatan β -glikosidik, yang menegaskan keutuhan struktur kimia kitin meskipun telah mengalami perlakuan basa.

Pada sampel C dengan perlakuan KOH pada suhu 65°C , terlihat puncak kuat dan lebar pada $3439,08\text{ cm}^{-1}$ dan $3516,23\text{ cm}^{-1}$ yang mengindikasikan regangan –OH dan –NH. Gugus amida I dan II tampak pada $1639,49\text{ cm}^{-1}$ dan $1553,34\text{ cm}^{-1}$, dan Vibrasi amida III tampak pada $1411,89\text{ cm}^{-1}$, sedangkan pita-pita pada $1064,71\text{ cm}^{-1}$, $1128,36\text{ cm}^{-1}$, dan $1001,06\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi dari gugus C–O–C dan alkohol sekunder. Pita tambahan pada $900,76\text{ cm}^{-1}$ dan $574,79\text{ cm}^{-1}$ memperkuat keberadaan struktur cincin sakarida dan ikatan glikosidik. Data ini menunjukkan bahwa perlakuan basa kuat tidak merusak integritas struktur utama kitin.

Sementara itu, sampel D dengan perlakuan KOH pada suhu 70°C menunjukkan puncak serapan lebar pada $3439,08\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi regangan –OH dan –NH, menandakan ikatan hidrogen yang masih kuat. Serapan kuat pada $1651,07\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan gugus karbonil dari amida I, sedangkan pita-pita pada $1408,04\text{ cm}^{-1}$ dan $1363,67\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan amida II dan III. Serapan lain seperti pada $1002,98\text{ cm}^{-1}$, $1132,21\text{ cm}^{-1}$, dan $1066,64\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus C–O–C dan alkohol sekunder, Puncak tambahan pada $904,61\text{ cm}^{-1}$ dan $580,57\text{ cm}^{-1}$ yang terkait dengan rantai β -(1 $\rightarrow$ 4)-glukosamin semakin menegaskan kestabilan struktur kitin setelah perlakuan dengan KOH pada suhu tinggi. Secara keseluruhan, spektrum FTIR yang dihasilkan dari perlakuan basa NaOH dan KOH pada suhu 65°C dan 70°C menunjukkan pola yang konsisten sesuai dengan kitin komersial, yang umumnya menunjukkan serapan kuat pada 3440 cm^{-1} (–OH, –NH), 1650 cm^{-1} (C=O amida I), 1550 cm^{-1} (N–H amida II), serta $1020\text{--}1070\text{ cm}^{-1}$ (C–O–C), hasil ini menunjukkan bahwa semua perlakuan basa yang digunakan masih mampu mempertahankan struktur kimia khas kitin, menandakan keberhasilan proses ekstraksi tanpa merusak integritas polimer kitin.

3.3 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter penting yang digunakan untuk menilai karakteristik kimia kitin sesuai dengan standar SNI 7948:2021. Adapun Hasil kadar air kitin yang dihasilkan dari proses ekstraksi dari sisik ikan kakap merah disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 4. Rata-rata kadar air kitin dari sisik ikan kakap merah

Larutan	Perlakuan Suhu Ekstraksi (°C)	Rataan Nilai Kadar Air (%)	SNI KITIN 7948:(2021)
NaOH	65	$4,74 \pm 0,081^c$	$\leq 12,0$
	70	$3,95 \pm 0,165^b$	
KOH	65	$4,55 \pm 0,160^c$	
	70	$3,68 \pm 0,100^a$	

Keterangan : Angka pada kolom yang sama kemudian diikuti oleh huruf superscript yang berbeda menerangkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$) melalui uji duncan

Berdasarkan hasil analisis ANOVA terhadap variabel kadar air menunjukkan nilai signifikansi (p-value) sebesar 0,000. Nilai signifikansi ini jauh lebih kecil dari batas 0,05, yang menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat signifikan antara kelompok perlakuan terhadap kadar air. Berdasarkan hasil uji lanjut duncan pada taraf signifikansi pada variabel kadar air, perlakuan KOH 70°C menghasilkan kadar air paling rendah sebesar $3,68 \pm 0,100^a$, yang menunjukkan bahwa hasilnya berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan NaOH 70°C memiliki kadar air sebesar $3,95 \pm 0,165^b$ yang berarti nilainya lebih tinggi dari KOH 70°C dan secara statistik juga berbeda nyata karena tidak berada dalam kelompok yang sama. Sementara itu, KOH 65°C dan NaOH 65°C memiliki kadar air masing-masing sebesar $4,55 \pm 0,160^c$ dan $4,74 \pm 0,081^c$, dan keduanya masuk dalam kelompok yang sama. Ini menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata satu sama lain, namun berbeda nyata dari KOH 70°C maupun NaOH 70°C. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan KOH 70°C merupakan perlakuan terbaik dalam menurunkan kadar air dibandingkan perlakuan lainnya. Jika dibandingkan dengan standar internasional, seperti ASTM D1436-13 dan referensi teknis ISO yang mengatur sifat fisik dan kimia kitin dan kitosan, kadar air pada kitin yang berkualitas tinggi umumnya berkisar antara 5% atau kurang, tergantung aplikasi akhir. Menurut literatur yang merujuk pada spesifikasi ASTM dan ISO, kadar air ideal pada kitin dan kitosan untuk aplikasi industri (termasuk farmasi, pangan, dan biomedis) biasanya tidak melebihi 6–10%, dan untuk grade tinggi (seperti farmasi atau pangan), kadar air optimal adalah $\leq 5\%$.

3.4 Kadar Abu

Kadar abu merupakan salah satu parameter penting yang digunakan untuk menilai karakteristik kimia kitin sesuai dengan standar SNI 7948:2021. Adapun Hasil kadar Abu kitin yang dihasilkan dari proses ekstraksi dari sisik ikan kakap merah disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 5. Rata-rata kadar abu kitin dari sisik ikan kakap merah

Perlakuan		Rataan Nilai Kadar	SNI KITIN
Larutan	Suhu Ekstraksi (°C)	Abu (%)	7948:(2021)
NaOH	65	$3,75 \pm 0,025^d$	$\leq 5,0$
	70	$3,31 \pm 0,025^c$	
KOH	65	$3,26 \pm 0,020^b$	
	70	$3,18 \pm 0,010^a$	

Keterangan : Angka pada kolom yang sama kemudian diikuti oleh huruf superscript yang berbeda menerangkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$) melalui uji duncan

Berdasarkan hasil analisis ANOVA terhadap variabel kadar abu menunjukkan nilai signifikansi (p-value) sebesar 0,000. Nilai signifikansi ini jauh lebih kecil dari batas 0,05, yang menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara kelompok perlakuan terhadap kadar abu. Berdasarkan hasil uji lanjut duncan pada taraf signifikansi, diperoleh bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan terhadap kadar abu. Perlakuan NaOH 65°C memiliki rata-rata kadar abu tertinggi yaitu sebesar $3,75 \pm 0,025^d$ yang berarti perlakuan ini berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan NaOH 70°C memiliki rata-rata kadar abu sebesar $3,31 \pm 0,025^c$ menunjukkan bahwa kadar abunya lebih rendah dari NaOH 65°C namun masih berbeda nyata. Selanjutnya, perlakuan KOH 65°C dengan kadar abu rata-rata $3,26 \pm 0,020^b$ dan perlakuan KOH 70°C memiliki kadar abu terendah yaitu $3,18 \pm 0,010^a$. Karena setiap perlakuan berada pada kelompok homogen yang berbeda, maka dapat disimpulkan bahwa keempat perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap parameter kadar abu. Hal ini menunjukkan bahwa setiap perlakuan yang diberikan berpengaruh nyata terhadap hasil kadar abu. Jika dibandingkan dengan standar internasional, seperti yang dijelaskan dalam ASTM D1436-13 maupun referensi ISO terkait kitin/kitosan (misalnya ISO/TS 20785), kadar abu merupakan indikator penting untuk menilai kemurnian kitin, terutama terkait kandungan mineral anorganik seperti kalsium karbonat. Standar internasional menyatakan bahwa kadar abu untuk kitin berkualitas baik umumnya berada di bawah 2% untuk aplikasi farmasi atau pangan, dan maksimal sekitar 2–3% untuk keperluan teknis atau industri umum. Nilai di atas ambang tersebut dapat mengindikasikan proses demineralisasi yang belum optimal, dan dapat memengaruhi sifat fungsional kitin seperti kelarutan, reaktivitas, dan kemampuan ikat.

3.5 Nitrogen

Kadar Nitrogen merupakan salah satu parameter penting yang digunakan untuk menilai karakteristik kimia kitin sesuai dengan standar SNI 7948:2021. Pengukuran kadar nitrogen bertujuan untuk mengetahui kualitas dan kemurnian kitin yang dihasilkan, Kitin dengan kemurnian rendah cenderung memiliki kandungan nitrogen lebih tinggi akibat adanya sisa protein atau pengotor lainnya (Saini, S. *et al.*, 2025). Adapun hasil kadar nitrogen kitin yang dihasilkan dari proses ekstraksi dari sisik ikan kakap merah disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 6. Rata-rata nitrogen total kitin dari sisik ikan kakap merah

Perlakuan		Rataan Nilai Nitrogen Total (%)	SNI KITIN 7948:(2021)
Larutan	Suhu Ekstraksi (°C)		
NaOH	65	4,21 ± 0,141 ^b	≤5,0
	70	2,94 ± 0,422 ^a	
KOH	65	3,68 ± 0,285 ^b	
	70	2,76 ± 0,478 ^a	

Keterangan : Angka pada kolom yang sama kemudian diikuti oleh huruf superscript yang berbeda menerangkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$) melalui uji duncan

Berdasarkan hasil analisis ANOVA terhadap variabel nitrogen menunjukkan nilai signifikansi (p-value) sebesar 0,004. Nilai signifikansi ini lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05, yang menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara kelompok perlakuan. Berdasarkan hasil uji lanjut duncan, diperoleh bahwa pada perlakuan NaOH, pada suhu 65°C diperoleh kadar sebesar 4,21 ± 0,141^b sedangkan pada suhu 70°C diperoleh kadar sebesar 2,94 ± 0,422^a hasil ini menunjukkan perbedaan kadar nitrogen antara kedua suhu tersebut berbeda nyata, karena kedua nilai tersebut tidak berada dalam kelompok yang sama berdasarkan uji statistik yang dilakukan. Hal yang sama juga ditemukan pada perlakuan KOH, di mana pada suhu 65°C kadar yang diperoleh adalah 3,68 ± 0,285^b dan pada suhu 70°C kadar yang diperoleh adalah 2,76 ± 0,478^a. Kedua nilai kadar nitrogen pada suhu tersebut juga berbeda nyata, yang berarti suhu dalam rentang yang diuji mempengaruhi kadar nitrogen. sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu dalam kisaran 65°C hingga 70°C mempengaruhi secara signifikan hasil kadar nitrogen yang diperoleh, baik dengan NaOH maupun KOH. Jika dibandingkan dengan standar internasional, menurut ASTM D1436-13 dan pedoman ISO seperti ISO/TS 20785, kadar nitrogen dalam kitin murni umumnya berkisar antara 6–7%, tergantung pada sumber dan tingkat kemurniannya. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar untuk menghitung derajat deasetilasi (DD), yang menentukan kualitas dan kemurnian kitin. Dengan demikian, kadar nitrogen yang diperoleh dalam penelitian ini tergolong lebih rendah dari standar kitin komersial internasional.