

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Karies gigi merupakan salah satu masalah utama kesehatan masyarakat global karena berdampak pada aspek sosial dan ekonomi, serta menurunkan kualitas hidup dan produktivitas masyarakat. *World Dental Federation* menyatakan bahwa karies gigi masih menjadi masalah Kesehatan yang belum sepenuhnya teratasi dan merupakan penyakit kronis paling umum dijumpai di dunia (Kemenkes RI, 2024). Di Indonesia, angka prevalensi karies masih tergolong tinggi, yaitu mencapai 82,8% berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, dengan angka prevalensi karies gigi di Provinsi Sumatera Barat sebesar 48,2% (Kemenkes RI, 2023).

Tingginya prevalensi karies di Indonesia juga ditegaskan dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/15/2025 tentang Pedoman Nasional Pelayanan Klinis Tata Laksana Karies Gigi, yang menyatakan bahwa kasus karies terutama pada anak-anak masih merupakan masalah serius (Kemenkes RI, 2025). Kondisi ini menunjukkan perlunya upaya promotif, preventif, dan kuratif yang lebih baik, termasuk peningkatan kualitas bahan restorasi yang digunakan dalam praktik klinis. Pendekatan penatalaksanaan karies telah mengalami perubahan dari konsep konvensional *extension for prevention*, kini perawatan lebih berfokus pada prinsip *minimal invasive dentistry* (MID), yang hanya mengangkat jaringan terinfeksi (Leman, 2009). Sistem retensi restorasi kini lebih mengandalkan adhesi kimia, di antaranya melalui penggunaan bahan seperti *Glass Ionomer Cement* (GIC) dan Resin Komposit (Kemenkes RI, 2025).

*Glass Ionomer Cement* (GIC) memiliki sejumlah keunggulan fungsional, sehingga banyak diaplikasikan dalam praktik kedokteran gigi. GIC memiliki kemampuan untuk beradhesi langsung pada jaringan keras gigi tanpa memerlukan bahan adhesif tambahan. GIC memiliki stabilitas dimensi yang baik dengan tingkat penyusutan dan ekspansi termal yang minimal, serta koefisien muai termal yang mendekati jaringan gigi alami (Hoshika *et al.*, 2021). GIC bersifat biokompatibel terhadap jaringan keras maupun jaringan lunak, bersifat antibakteri, serta mampu melepaskan ion fluorida secara berkala sehingga memberikan perlindungan jangka panjang terhadap resiko karies (Pratiwi *et al.*, 2021). Sifat biokompatibel pada GIC menjadikan bahan ini sebagai salah satu bahan restoratif yang direkomendasikan pada pendekatan intervensi minimal, seperti *Atraumatic Restorative Treatment* (ART) (Ratnayake *et al.*, 2022). GIC digunakan pada bidang klinis untuk restorasi estetik pada gigi anterior terutama pada lesi Kelas III dan V. GIC juga berfungsi sebagai semen perekat, bahan adhesif ortodontik, restorasi sementara, pit and fissure sealant, serta material untuk membangun inti restorasi (Shen *et al.*, 2022).

GIC memiliki beberapa keterbatasan signifikan pada sifat mekaniknya. Material ini cenderung memiliki sifat rapuh karena matriks strukturnya mudah mengalami kerusakan, serta memiliki daya tahan rendah terhadap beban kunyah dalam jangka waktu yang lama, memiliki sensitivitas tinggi terhadap kelembaban saat awal penggunaan, tingkat kekerasan permukaan yang belum optimal, dan menunjukkan ketahanan aus yang relatif rendah (Soygun *et al.*, 2021). Paparan lingkungan asam dapat meningkatkan kekasaran permukaan GIC. Kekasaran ini dapat memicu akumulasi plak, yang berpotensi mengganggu kesehatan jaringan keras dan lunak di sekitarnya (Pratiwi *et al.*, 2021). Penerapan GIC lebih disarankan pada gigi anterior

atau pada area dengan tekanan kunyah yang minimal. Berbagai penelitian di bidang material kedokteran gigi telah dilakukan untuk mengatasi keterbatasan bahan ini. Salah satu pendekatan yang dikembangkan adalah penambahan bahan aditif digunakan sebagai cara untuk meningkatkan sifat mekanis tanpa mengurangi keunggulan GIC. Kitosan merupakan salah satu bahan yang berpotensi digunakan dalam modifikasi tersebut karena memiliki sifat bioaktif serta kemampuan untuk meningkatkan kekuatan material GIC (Widyastuti *et al.*, 2024).

Kitosan merupakan polimer alami yang tersusun dari 2-amino-2-deoksi- $\beta$ -D-glukosa yang diperoleh dengan cara ekstraksi kitin (Cahyono, 2018). Kitin berasal dari filum arthropoda, yaitu kelompok krustasea seperti kepiting, udang, lobster, dan rajungan (Livia *et al.*, 2022). Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) adalah salah satu sumber kitin dan termasuk bagian dari keanekaragaman hayati di perairan Indonesia. Biota laut ini salah satu komoditas perikanan yang mengandung zat gizi dan memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi (Setyaningrum & Yuniartik, 2021). Proses produksi kitin dan kitosan umumnya menggunakan limbah kulit udang, yang masih belum dimanfaatkan secara optimal meski produksinya melimpah (KKP, 2025; Mahatmanti *et al.*, 2022).

Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, produksi budidaya udang di Sumatera Barat pada tahun 2023 mencapai 6.571 ton, dengan limbah kulit udang sekitar 40% dari total berat udang yang belum dikelola secara optimal (KKP, 2024, 2025). Kulit udang vaname terdiri dari tiga komponen utama, yaitu protein (25%–44%), kalsium karbonat (45%–50%), dan kitin (15%–20%), yang menjadikannya sebagai bahan baku potensial untuk aplikasi bioteknologi dan industri (Mahatmanti *et al.*, 2022).

Isolasi polimer kitin dari limbah kulit udang dilakukan melalui proses kimia, melibatkan deproteinasi, demineralisasi dan depigmentasi, dilanjutkan deasetilasi guna mengubah kitin menjadi kitosan (Hossain & Koushic Uddin, 2020; Setha *et al.*, 2019). Kitin tersusun dari monomer N-asetil-D-Glukosamin dapat diubah menjadi kitosan, yang memiliki manfaat yang luas di bidang kesehatan, seperti sifat antibakteri, antijamur, dan antiinflamasi (Apriliani *et al.*, 2023). Kitosan menunjukkan efektivitas antibakteri lebih tinggi pada bakteri gram positif dibandingkan dengan gram negatif (Ardean *et al.*, 2021). Penelitian Pratiwi, *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa *Glass Ionomer Cement* (GIC) yang dimodifikasi kitosan efektif menghambat bakteri *Streptococcus mutans* (Pratiwi *et al.*, 2021). Efektivitas ini berkaitan dengan peningkatan pelepasan ion fluor dari GIC yang dimodifikasi dengan kitosan, sehingga memberikan kontribusi dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab karies (Mishra *et al.*, 2017).

Kitosan dikenal sebagai “*magic of nature*” karena manfaatnya yang luas, sehingga terus dikembangkan melalui modifikasi kimia atau fisik, seperti memperkecil ukuran partikel untuk memperluas pemanfaatannya. Pengembangan ini meliputi perubahan fisik dan kimia untuk menghasilkan nanopartikel (Dompeipen *et al.*, 2016; Handayani *et al.*, 2018). Nanopartikel memiliki keunggulan dalam penetrasi ke area yang sulit dijangkau dan menunjukkan aktivitas antibakteri lebih tinggi dibanding partikel berukuran mikro (Pratiwi *et al.*, 2021). Kitosan dalam skala nano mampu meningkatkan luas permukaan hingga 100 kali lipat dari bentuk mikro, dengan ukuran partikel 10-1000 nm yang dikonfirmasi menggunakan *particle size analyzer* (PSA) (Foong *et al.*, 2020; Haniastuti *et al.*, 2023). Karakteristik ini menghasilkan peningkatan efektivitas dan stabilitas, serta menunjukkan tingkat sitotoksitas yang

rendah (Fidya *et al.*, 2019; Soygun *et al.*, 2021). Selain itu, pengembangan kitosan menjadi bentuk nano juga mampu meningkatkan fungsi biologisnya, salah satunya dalam menghambat demineralisasi email gigi (Livia *et al.*, 2022).

Penelitian nanopartikel kitosan saat ini fokus pada optimasi komposisi dan metode sintesis untuk mendapatkan nanokitosan stabil, berukuran kecil, berkualitas tinggi, dan mudah diproduksi dalam skala besar (Suptijah *et al.*, 2011). Salah satu metode yang banyak digunakan adalah gelas ionik dengan penambahan *emulsifier* dan agen *crosslinker* (Guge *et al.*, 2024). Namun, metode ini berpotensi menyebabkan terjadinya dehidrasi partikel dan memerlukan pengendalian parameter yang ketat (Wani *et al.*, 2020).

Nanokitosan pada penelitian ini diperoleh melalui metode *Planetary Ball Milling*, yaitu teknik sintesis mekanis berbasis prinsip *top-down* yang bekerja melalui mekanisme tumbukan dan gesekan berenergi tinggi untuk memperkecil ukuran partikel tanpa melibatkan penambahan bahan kimia (Burmeister & Kwade, 2013; Sari *et al.*, 2019). Metode ini dinilai cukup efektif dan mudah diaplikasikan dalam menghasilkan partikel berukuran nano dengan distribusi ukuran yang lebih seragam, serta tetap mempertahankan komponen kimia utama kitosan. Dengan demikian, gugus fungsi aktif seperti amina ( $-NH_2$ ) dan hidroksil ( $-OH$ ) tetap terjaga sehingga masih dapat berperan dalam aktivitas antibakteri maupun interaksi dengan matriks *Glass Ionomer Cement* (Chehreh Chelgani *et al.*, 2025; Sari *et al.*, 2019; Wulandari *et al.*, 2025). Setelah proses *milling* selesai dilakukan, karakterisasi ukuran serta distribusi partikel kitosan dapat dianalisis menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) (Wulandari *et al.*, 2023). Ukuran partikel yang dihasilkan dari proses *Planetary Ball Milling* dipengaruhi oleh beberapa parameter, terutama durasi dan kecepatan

penggilingan dengan rentang ukuran partikel yang dapat diperoleh sekitar 200 – 500 nm (Borhan *et al.*, 2013)

Penelitian Widyastuti *et al.*, (2024) menyatakan bahwa penambahan nanokitosan dari cangkang kerang hijau dapat meningkatkan nilai kekerasan *Glass Ionomer Cement* (GIC). Dengan penambahan nanokitosan kedalam cairan GIC dengan 4 konsentrasi berbeda yaitu 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%. Nilai kekerasan yang paling tinggi berada pada konsentrasi 2% sebesar  $(117,60 \pm 40,90 \text{ HV})$  dan nilai kekerasan yang paling rendah terdapat pada kelompok GIC tanpa penambahan nanokitosan sebesar  $(31,94 \pm 3,54)$  (Widyastuti *et al.*, 2024). Penelitian Livia *et al.*, (2022) menyatakan penambahan nanokitosan kumbang tanduk (*Xylotrupes Gideon*) efektif untuk meningkatkan nilai kekerasan GIC. Pengujian kekerasan waktu perendaman dalam saliva buatan 24 jam dan 7 hari dengan konsentrasi yang digunakan 0,5wt%, 1wt%, dan 2wt%. Penambahan nanokitosan 2wt% merupakan nilai kekerasan tertinggi pada perendaman 24 jam, sedangkan perendaman 7 hari nilai kekerasan tertinggi pada konsentrasi 1wt% (Livia *et al.*, 2022). Penelitian Pratiwi *et al.*, (2021) bahwa modifikasi penambahan nanokitosan dari kumbang tanduk dengan konsentrasi 5 % (w/w) menunjukkan hasil yang lebih padat dibandingkan konsentrasi 10 % (w/w) karena banyak partikel yang tidak larut (Pratiwi *et al.*, 2021). Penelitian Elshenawy *et al.*, (2023) menyatakan bahwa modifikasi sifat GIC dengan nanopartikel berlapis kitosan terkuantisasi efektif dalam meningkatkan sifat fisika-mekanik. Pengujian kekerasan dengan konsentrasi 0% (kelompok control), 1%, 3%, 5%. Menunjukkan hasil bahwa penambahan 3 wt % ke dalam gic mampu meningkatkan kekerasan secara signifikan dari kelompok 1-5 wt% (Elshenawy *et al.*, 2023).

Berbagai studi telah menunjukkan bahwa penambahan nanokitosan dapat meningkatkan sifat mekanik *Glass Ionomer Cement* (GIC). Namun, kajian yang secara khusus mengevaluasi pemanfaatan nanokitosan yang berasal dari kulit udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) masih terbatas. Sebagian besar penelitian terdahulu menggunakan sumber kitosan dari organisme lain, seperti kepiting, udang dari jenis berbeda, ataupun serangga, sehingga karakteristik nanokitosan yang dihasilkan dapat berbeda tergantung pada sumber bahan baku dan metode sintesis yang dipakai. Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan studi tentang pengaruh penambahan nanokitosan dari kulit udang vaname terhadap kekerasan permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC).

Variasi konsentrasi nanokitosan yang ditambahkan ke dalam GIC diperkirakan juga berpengaruh terhadap peningkatan sifat mekanik, terutama kekerasan permukaan. Pemilihan konsentrasi yang tepat menjadi aspek penting, karena konsentrasi yang terlalu rendah dapat menghasilkan efek penguatan yang kurang optimal, sementara konsentrasi yang terlalu tinggi berisiko menyebabkan aglomerasi partikel sehingga menurunkan homogenitas material. Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini menggunakan konsentrasi nanokitosan sebesar 1%, 2%, 2,5%, dan 3% untuk mengidentifikasi konsentrasi yang paling efektif dalam meningkatkan kekerasan permukaan *Glass Ionomer Cement*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat pengaruh penambahan nanokitosan kulit udang vaname terhadap kekerasan permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC)?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan Umum**

Mengetahui pengaruh penambahan nanokitosan kulit udang vaname terhadap kekerasan permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC).

#### **1.3.2 Tujuan Khusus**

Mengetahui pengaruh penambahan nanokitosan kulit udang vaname konsentrasi 1%, 2%, 2,5%, dan 3% (wt%) terhadap kekerasan permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC).

### **1.4 Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1 Bagi Peneliti**

Untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan mengenai pengaruh penambahan nanokitosan kulit udang vaname terhadap kekerasan permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC).

#### **1.4.2 Bagi Ilmu Kedokteran Gigi**

Untuk memperluas kajian pada bidang ilmu kedokteran gigi dan nanoteknologi khususnya mengenai pengaruh penambahan nanokitosan kulit udang vaname terhadap kekerasan permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC).

#### **1.4.3 Bagi Industri**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi perusahaan industri tentang potensi nanokitosan kulit udang vaname terhadap kekerasan permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC).

