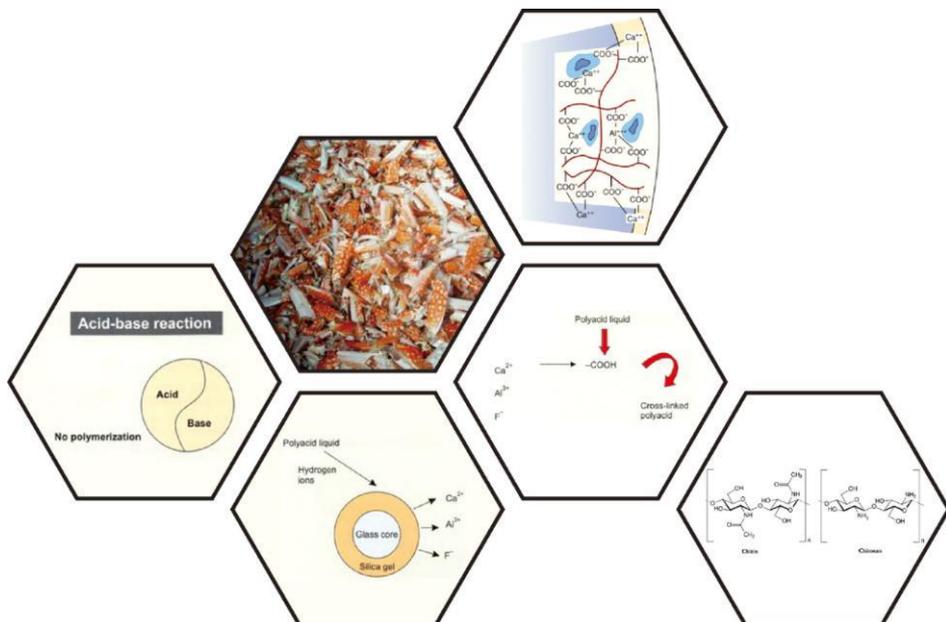


EFEK PEMBERIAN KITOSAN LIMBAH CANGKANG KEPITING BAKAU (*Scylla serrata*) TERHADAP KEKUATAN KOMPRESIF GLASS IONOMER CEMENT DAN RESIN MODIFIED GLASS IONOMER

EFFECTS OF CHITOSAN FROM MUD CRAB (*Scylla serrata*) SHELL WASTE ON COMPRESSIVE STRENGTH OF GLASS IONOMER CEMENT AND RESIN MODIFIED GLASS IONOMER



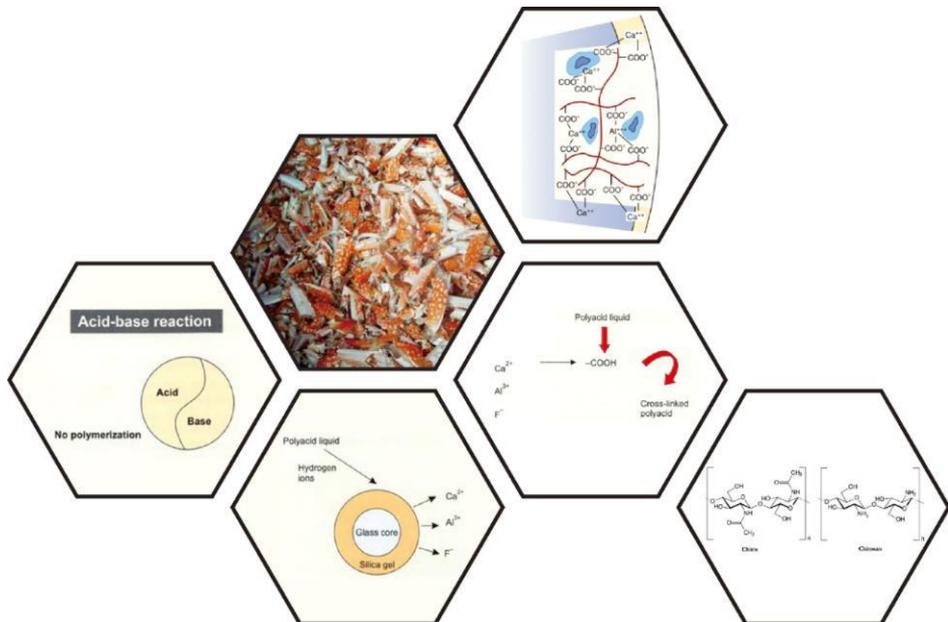
ZIA NURUL ZAHBIA
J 065 211 001



PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN GIGI ANAK
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024

EFEK PEMBERIAN KITOSAN LIMBAH CANGKANG KEPITING BAKAU (*Scylla serrata*) TERHADAP KEKUATAN KOMPRESIF GLASS IONOMER CEMENT DAN RESIN MODIFIED GLASS IONOMER

EFFECTS OF CHITOSAN FROM MUD CRAB (*Scylla serrata*) SHELL WASTE ON COMPRESSIVE STRENGTH OF GLASS IONOMER CEMENT AND RESIN MODIFIED GLASS IONOMER



ZIA NURUL ZAHBIA
J 065 211 001



PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN GIGI ANAK
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

**EFEK PEMBERIAN KITOSAN LIMBAH CANGKANG KEPITING
BAKAU (*Scylla serrata*) TERHADAP KEKUATAN KOMPRESIF
GLASS IONOMER CEMENT DAN RESIN MODIFIED GLASS
IONOMER**

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar spesialis

Program Studi Ilmu Kedokteran Gigi Anak

Disusun dan diajukan oleh

ZIA NURUL ZAHBIA
J065211001

kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI ANAK
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

**EFEK PEMBERIAN KITOSAN LIMBAH CANGKANG KEPITING
BAKAU (*Scylla serrata*) TERHADAP KEKUATAN KOMPRESIF
GLASS IONOMER CEMENT DAN RESIN MODIFIED GLASS
IONOMER**

**ZIA NURUL ZAHBIA
J065211001**

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis Program Pendidikan
Dokter Gigi Spesialis Kedokteran Gigi Anak pada 11 Juli 2024 dan dinyatakan
telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Kedokteran Gigi Anak
Departemen Kedokteran Gigi Anak
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. drg. Sherly Horax., MS
NIP. 19710523 200212 1 002

Pembimbing Pendamping,



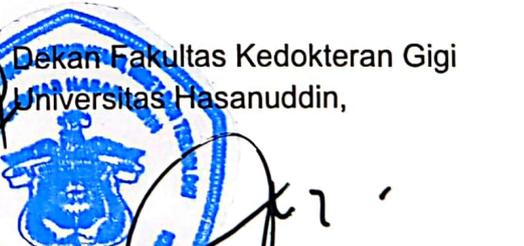
Prof. Seno Pradopo, drg., SU, Ph.D, Sp.KGA.,
Subsp.KKA(K)
NIP. 195207161978031002

Ketua Program Studi
PPDGS Kedokteran Gigi Anak,



drg. Syakriani Syahrir, Sp.KGA.,
Sub Sp.AIBK(K)
NIP. 19860719 202107 4 001

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin,



drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed., Ph.D
NIP. 19810215 200801 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Efek Pemberian Kitosan Limbah Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Terhadap Kekuatan Kompresif *Glass Ionomer Cement* dan *Resin Modified Glass Ionomer*" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Dr. drg. Sherly Horax, MS. sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Seno Pradopo, drg.SU. Ph.D, Sp.KGA., Subsp. KKA(K) sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 30 Juli 2024



Zia Nurul Zahbia
NIM J065211001

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan tesis ini dapat rampung atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Dr. drg. Sherly Horax, MS. sebagai pembimbing utama dan Prof. Seno Pradopo, drg, SU, Sp.KGA, Subsp. KKA(K) sebagai pembimbing pendamping. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka.

Kepada Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, saya mengucapkan terima kasih atas Bantuan Biaya Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Angkatan ke-28 yang diberikan (No.HK.01.07/V/840/2022) selama menempuh program pendidikan dokter gigi spesialis. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada pimpinan Universitas Hasanuddin dan Ketua Program Studi Kedokteran Gigi Anak Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh program pendidikan dokter gigi spesialis kedokteran gigi anak serta para dosen.

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta saya mengucapkan limpah terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada suami, anak – anak tercinta dan seluruh teman Pedo 2 dan residen Pedo lainnya atas motivasi dan dukungan yang tak ternilai.

Penulis,

Zia Nurul Zahbia

ABSTRAK

ZIA NURUL ZAHBIA. **Efek Pemberian Kitosan dari Limbah Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) pada Kekuatan Kompresif *Glass Ionomer Cement* dan *Resin Modified Glass Ionomer*** (dibimbing oleh Sherly Horax dan Seno Pradopo).

Latar Belakang. Kepiting bakau (*Scylla serrata*) merupakan salah satu primadona hasil laut di Sulawesi Selatan. Limbah cangkang kepiting bakau dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kitosan. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa kitosan memiliki manfaat untuk meningkatkan sifat mekanik bahan material kedokteran. *Glass Ionomer Cement* (GIC) dan *Resin Modified Glass Ionomer* (RMGI) merupakan material restoratif yang paling sering digunakan dalam bidang kedokteran gigi anak. Efek pemberian kitosan pada kedua material tersebut belum banyak diteliti **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kitosan dari limbah cangkang kepiting bakau pada kekuatan kompresif GIC dan RMGI. **Metode.** Kitosan dibuat dari limbah cangkang kepiting bakau (*Scylla serrata*). Total 56 buah sampel silindris dengan diameter 10 mm dan tinggi 10 mm dari 14 kelompok sampel terdiri dari GIC dan RMGI konvensional, GIC dan RMGI termodifikasi kitosan cair dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 25%, serta GIC dan RMGI yang termodifikasi kitosan bubuk dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 25%. Kekuatan kompresif diuji dengan Universal Testing Machine. Uji One Way Anova digunakan untuk melihat perbedaan pada setiap kelompok. **Hasil.** Modifikasi GIC dan RMGI dengan kitosan cair pada konsentrasi 10%, 15% dan 25 % tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada kekuatan kompresif GIC dan RMGI. Modifikasi GIC dan RMGI dengan kitosan bubuk pada konsentrasi 15% memberikan dampak yang signifikan pada kekuatan kompresif kedua material tersebut. Kekuatan kompresif GIC dan RMGI paling rendah pada kelompok modifikasi kitosan 25% baik dalam bentuk bubuk dan cair. **Kesimpulan.** Kitosan dari limbah cangkang kepiting bakau (*Scylla serrata*) dapat menjadi bahan modifikasi GIC dan RMGI yang mampu meningkatkan kekuatan kompresif kedua material tersebut.

Kata kunci : Cangkang Kepiting Bakau, *Glass Ionomer Cement*, Kekuatan Kompresif , Kitosan, *Resin Modified Glass Ionomer*.

ABSTRACT

ZIA NURUL ZAHBIA. **Effect of Chitosan from Mud Crab (*Scylla serrata*) Shell Waste on Compressive Strength of Glass Ionomer and Resin Modified Glass Ionomer** (supervised by Sherly Horax and Seno Pradopo).

Background. Mud crab (*Scylla serrata*) is one of the favorite marine products in South Sulawesi. Mud crab shell waste can be used as raw material for chitosan. Several studies have proven that chitosan has benefits for improving the mechanical properties of medical materials. Glass Ionomer Cement (GIC) and Resin Modified Glass Ionomer (RMGI) are the restorative materials most often used in pediatric dentistry. The effect of chitosan on these two materials has not been widely studied. **Objectives.** This research aims to analyze the effect of chitosan from mud crab shell waste on the compressive strength of GIC and RMGI. **Method.** Chitosan is made from mud crab (*Scylla serrata*) shell waste. A total of 56 cylindrical samples with a diameter of 10 mm and a height of 10 mm from 14 sample groups consisting of conventional GIC and RMGI, GIC and RMGI modified with liquid chitosan with concentrations of 10%, 15% and 25%, as well as GIC and RMGI modified with powdered chitosan, with concentrations of 10%, 15%, and 25%. Compressive strength is tested with Universal Testing Machine. The One Way Anova test was used to see the differences in each group. **Results.** Modification of GIC and RMGI with liquid chitosan at concentrations of 10%, 15% and 25% did not have a significant effect on the compressive strength of GIC and RMGI. Modification of GIC and RMGI with powdered chitosan at a concentration of 15% had a significant impact on the compressive strength of the two materials. The compressive strength of GIC and RMGI was lowest in the 25% chitosan modification group in both powder and liquid form. **Conclusion.** Chitosan from mud crab shell waste (*Scylla serrata*) can be a modified material for GIC and RMGI which can increase the compressive strength of both materials.

Keywords: Mud Crab Shell, Glass Ionomer Cement, Compressive Strength, Chitosan, Resin Modified Glass Ionomer.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR SINGKATAN, ISTILAH, DAN LAMBANG	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Landasan teori.....	3
1.2.1 Kepiting bakau (<i>Sycilla serrata</i>).....	4
1.2.2 Kitosan	5
1.2.3 Compressive strength : Sifat mekanis material kedokteran Gigi.....	7
1.2.4 <i>Glass Ionomer Cement</i> (GIC).....	9
1.2.5 GIC termodifikasi resin (RMGI)	14
1.2.6 GIC sebagai bahan restorasi gigi anak	16
1.3 Rumusan Masalah	16
1.4 Tujuan Penelitian.....	17
1.4.1 Tujuan umum	17
1.4.2 Tujuan khusus.....	17
1.5 Manfaat Penelitian.....	17
1.6 Kerangka Teori.....	18
1.7 Kerangka Konsep.....	19

1.8 Hipoptesis.....	19
BAB II METODE PENELITIAN	20
2.1 Tempat dan Waktu	21
2.1.1 Tempat Penelitian	20
2.1.2 Waktu Penelitian	20
2.2 Bahan dan Alat.....	20
2.2.1 Bahan.....	20
2.2.2 Alat.....	21
2.3 Metode Penelitian.....	22
2.3.1 Rancangan Peneltian	22
2.3.2 Sampel Penelitian	22
2.3.2.1 Jenis Sampel.....	22
2.3.2.2 Jumlah Sampel	23
2.3.3 Variabel Peneltian dan Definisi Operasional	24
2.3.3.1 Variabel Penelitian	24
2.3.3.2 Definisi Operasional	24
2.4 Pelaksanaan Penelitian	25
2.4.1 Pembuatan kitosan dari limbah cangkang kepiting bakau (<i>Sycilla serrata</i>)	25
2.4.2 Modifikasi <i>Glass Ionomer Cement</i> dan RMGI	26
2.4.3 Persiapan sampel.....	27
2.4.4 Uji <i>Compressive strength</i>	28
2.5 Parameter Pengamatan	28
2.6 Alur Penelitian	29
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	30
3.1 Hasil	30
3.2 Pembahasan	38
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	45
4.1 Kesimpulan.....	45
4.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Nomor urut

1. Karakteristik kitosan dari cangkang kepiting bakau Sulawesi Selatan	7
2. Komposisi GIC konvensional.....	11
3. Sifat mekanik GIC dibandingkan dengan komposit micro-hybrid dan komposit microfilled	14
4. Rerata kekuatan kompresif GIC dan RMGI pada penelitian pendahuluan.....	30
5. Uji normalitas dengan Saphiro-Wilk pada penelitian pendahuluan.....	31
6. Uji homogenitas varians pada penelitian pendahuluan	31
7. Hasil Uji One Way Anova pada penelitian pendahuluan	31
8. Hasil Uji Post Hoc pada penelitian pendahuluan	32
9. Kekuatan kompresif dan reratanya pada pada setiap sampel pada penelitian dengan kitosan cair	33
10. Uji normalitas dengan Saphiro-Wik pada penelitian dengan kitosan cair	34
11. Uji homogenitas varians pada penelitian kitosan cair	34
12. Hasil uji One Way Anova pada penelitian kitosan cair.....	34
13. Hasil uji post-hic pada penelitian kitosan cair	35
14. Kekuatan kompresif dan reratanya pada setiap sampel pada penelitian dengan kitosan bubuk	36
15. Uji normalitas dengan Saphiro-Wilk pada penelitian dengan kitosan bubuk.....	37
16. Uji homogenitas varians pada penelitian dengan kitosan bubuk	37
17. Hasil uji One Way Anova pada penelitian dengan kitosan bubuk.....	37
18. Hasil uji post-hic pada penelitian dengan kitosan bubuk	38

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut

1. Kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>).....	5
2. Struktur kimia kitin dan kitosan	6
3. Diagram ilustrasi bagaimana gaya compressive dan gaya tensile bekerja pada suatu bahan.....	8
4. Universal Testing Machine	9
5. Diagram struktur GIC.....	12
6. Tahap setting GIC	13
7. Berbagai macam RMGI yang ada di pasaran dengan berbagai fungsi.....	15

DAFTAR LAMPIRAN

1. <i>CURRICULUM VITAE</i>	54
2. SURAT IJIN PENELITIAN	55
3. SURAT REKOMENDASI PERSETUJUAN ETIK PENELITIAN	56
4. DOKUMENTASI PROSEDUR PENELITIAN	57
5. HASIL DAN ANALISIS DATA SPSS	60

DAFTAR SINGKATAN, ISTILAH DAN LAMBANG

Singkatan/ Istilah	Arti dan penjelasan
GIC	Glass Ionomer Cement
RMGI	Resin Modified Glass Ionomer
<i>Compressive strength</i> / Kekuatan kompresif	Beban kompresif saat fraktur
<i>Compressive stress</i> / Tekanan kompresif	Tekanan yang diberikan pada benda yang cenderung menekan atau memendekkannya
Kitosan	Makromolekul polisakarida yang diperoleh dari proses deasetilasi kitin
Mpa	Megapascal

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi penghasil kepiting bakau (*Squilla serrata*) di Indonesia (Hendrawan, 2014) Kepiting bakau sangat digemari oleh konsumen lokal maupun luar negeri. Data dari Direktorat Jendral Perikanan pada tahun 2010 menyatakan bahwa ekspor kepiting bakau meningkat rata-rata 14% dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (Fardiyah, Tantu and Mulyani, 2021). Secara umum produksi kepiting bakau di Sulawesi Selatan mencapai 14000 ton pada tahun 2020(Anton *et al.*, 2022). Peningkatan produksi ini juga diiringi dengan peningkatan konsumsi lokal kepiting bakau.

Konsumsi kepiting bakau yang meningkat, meninggalkan sedikit persoalan mengenai limbah cangkang kepiting bakau yang dihasilkan. Limbah dari pabrik pengolah kepiting bakau umumnya dibuat sebagai campuran makanan ternak, pupuk, dan pakan. Tetapi jumlah pemanfaatannya tidak sebanding dengan jumlah produksi limbah yang ada (Artiningsih, 2017). Tokura dan Nishi pada tahun 1995 menyebutkan bahwa secara umum cangkang kepiting mengandung protein (29,19%), abu (40,60%), lemak (1,35%) dan kitin (26,65%) (Aris *et al.*, 2014). Kitin inilah yang akan diproses menjadi kitosan.

Kitin diproses melalui proses deasetilasi N parsial basa untuk menghasilkan polimer karbohidrat alami yang dimodifikasi yang disebut kitosan. Kitosan merupakan produk kitin yang merupakan polisakarida terbanyak kedua setelah selulosa, eksoskeleton arthropoda (khususnya kepiting dan lobster) dan dinding sel jamur dan ragi. (Hasanela, Tanasale and Tehubijuluw, 2020)(Aris *et al.*, 2014). Kitosan memiliki karakteristik non toksik, biodegradable, bioadhesive, dan biokompatibel membuat kitosan digunakan dalam berbagai bidang, seperti bahan pembuatan obat-obatan, rekayasa jaringan, dan produk kesehatan (Imai *et al.*, 2003). Sifat kitosan yang non toksik, kompatibel, polimer biologis dan dapat digunakan sebagai bahan makanan. (Azuma *et al.*, 2015) Kitosan juga telah digunakan dalam bidang kedokteran gigi secara luas, meliputi augmentasi *edentulous ridge* (Martau, Mihai and Vodnar, 2019),

sebagai bahan pengganti protein saliva (Zhu *et al.*, 2021), dan untuk membantu penyembuhan luka (Azuma *et al.*, 2015)

Karies gigi merupakan salah satu penyakit rongga mulut yang paling tinggi prevalensinya. Menurut WHO, secara global sekitar 2 milyar orang menderita karies pada gigi permanen dan 514 juta anak menderita karies pada gigi sulung.(WHO, 2023) Karies pada permukaan proksimal memberikan kontribusi yang paling besar pada tingginya angka prevalensi penyakit ini, khususnya pada gigi sulung.(Dias *et al.*, 2018) Secara historis, perawatan karies gigi berdasarkan sifat penyakit yang progresif sehingga dapat berakibat hancurnya struktur gigi kecuali jika dilakukan intervensi berupa perawatan restoratif atau pembedahan.(American Academy of Pediatric Dentistry, 2022a)

Tujuan utama perawatan restoratif adalah untuk memperbaiki atau membatasi kerusakan gigi akibat karies, melindungi dan mempertahankan struktur gigi, serta menjaga vitalitas pulpa sedapat mungkin. Restorasi pada gigi sulung lebih rentan mengalami kegagalan dibandingkan dengan restorasi pada gigi permanen. Selain itu, sebelum melakukan restorasi pada gigi sulung, salah satu hal yang harus dipertimbangkan adalah lamanya waktu gigi tersebut akan mengalami eksfoliasi.(American Academy of Pediatric Dentistry, 2022b)

Glass Ionomer Cement (GIC) merupakan salah satu bahan restorasi yang paling sering digunakan dan paling diindikasikan dalam bidang kedokteran gigi anak. (Fonseca *et al.*, 2022) Bahan restorasi ini membentuk ikatan kimia dengan struktur gigi, bersifat biokompatibel, mampu menyerap dan melepaskan ion fluoride(Croll and Nicholson, 2002)(Berg and Croll, 2015) Ekspansi termal yang sama dengan struktur gigi serta aplikasi yang lebih mudah dibandingkan dengan bahan restorasi resin menjadi alasan mengapa GIC lebih banyak digunakan dalam bidang kedokteran gigi anak (Leal and Takeshita, 2018) Akan tetapi, GIC memiliki kekurangan, yaitu tidak diindikasikan untuk restorasi gigi dengan kavitas yang luas, khususnya untuk gigi yang akan dipertahankan selama 3 tahun atau lebih (Cameron and Widmer, 2013) Rata-rata ketahanan restorasi GIC adalah sekitar 33 bulan, dengan angka kegagalan 33% selama 5 tahun.(Cameron and Widmer, 2013)

Penelitian yang dilakukan oleh Petri dkk (2007) menemukan bahwa kekuatan lentur GIC komersial meningkat secara signifikan setelah ditambahkan 0,0044 wt% kitosan. Begitu pula dengan

kemampuan pelepasan ion fluoride GIC juga meningkat dengan adanya kitosan (D. F. S. Petri *et al.*, 2007). Pada tahun 2014, Abraham dkk (2014) menemukan bahwa pemberian 10% kitosan tidak menyebabkan kebocoran mikro pada GIC (Thomas *et al.*, 2014). Mishra dkk (2017) menemukan bahwa GIC yang dimodifikasi dengan 10% v/v kitosan efektif menghambat bakteri *Streptococcus mutans* dan *Lactobacillus casei*. (Mishra, Pandey and Manickam, 2017) Penelitian yang dilakukan oleh Saltareli dkk (2021), menemukan bahwa semen aluminosilikat yang diberi tambahan kitosan memiliki kekuatan ikatan yang paling tinggi serta memiliki porositas yang lebih rendah dibandingkan dengan penambahan zirconium oksida dan hidroksiapatit (Saltareli *et al.*, 2021) Semua penelitian tersebut menggunakan produk kitosan sediaan yang dijual bebas (Sigma – Aldrich™, Sao Paulo, Brazil).

Banyak peneliti di Indonesia telah mencoba membuat sediaan kitosan dari berbagai jenis bahan seperti cangkang rajungan (Artiningsih, 2017)(Maidin, 2017), kulit udang galah (Azizati, 2019), cangkang bekicot (Kusumaningsih, Masykur and Arief, 2004) cangkang kepiting bakau (Mashuni *et al.*, 2021), dan sebagainya.

Kepiting bakau (*Squilla serrata*) merupakan salah satu hasil laut yang menjadi primadona di Sulawesi Selatan. Limbah cangkang kepiting bakau sebagai bahan baku kitosan, jumlahnya sangat berlimpah, dapat digunakan dalam bidang kedokteran gigi sehingga diharapkan dapat lebih meningkatkan potensi hasil laut ini. Saat ini masih sangat sedikit penelitian yang dilakukan untuk menunjukkan efek kitosan yang berasal dari cangkang kepiting bakau pada bahan restorasi GIC.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh pemberian kitosan yang berasal dari limbah cangkang kepiting bakau (*Squilla serrata*) pada *Glass Ionomer Cement*.

1.2 Landasan Teori

Potensi sumber daya maritim di Indonesia sangat besar. Organisme yang hidup di laut menghasilkan material bioaktif yang kini sangat gencar untuk diteliti. Salah satu material tersebut adalah kitosan. Kitosan berasal dari kitin yang ditemukan pada hewan bercangkang. Aplikasi kitosan pada dunia Kesehatan saat ini sangat menarik untuk diteliti.

1.2.1 Kepiting Bakau (*Sycilla serrata*)

Sycilla serrata atau dikenal juga sebagai kepiting bakau raksasa (*giant mangrove crab, giant mud crab*) adalah sejenis kepiting bakau yang menyebar luas mulai dari Pantai-pantai Asia Timur, Tenggara, Selatan, hingga ke Laut Merah. Spesies ini tidak didapati di perairan Dangkalan Sunda. (Carpenter and Niem, 2001)

Kepiting bakau berukuran besar hingga sangat besar. Lebar karapas maksimum antara 25-28 cm dengan bobot mencapai 2-3 kg. Lengan capit besar dan kokoh, dengan dua duri runcing di sisi luar carpus (ruas kedua, dihitung dari pangkal). Sisi muka karapas (diantara dua matanya) biasanya dengan gerigi yang tajam. (Carpenter and Niem, 2001)

Warna karapas biasanya hijau, hijau-zaitun, hingga hamper hitam, sementara sisi luar lengan capit berwarna hijau, kadang juga memiliki bercak atau pola totol. Pasangan kaki terakhir (kaki renang) pada kepiting jantan atau betina juga memiliki bercak. (Carpenter and Niem, 2001)

Klasifikasi ilmiah kepiting bakau ini adalah sebagai berikut (Forskal, 1775) :

Kerajaan	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Arthropoda</i>
Sub Filum	: <i>Crustacea</i>
Kelas	: <i>Malacostraca</i>
Ordo	: <i>Decapoda</i>
Infraordo	: <i>Brachyura</i>
Famili	: <i>Portunidae</i>
Genus	: <i>Sycilla</i>
Spesies	: <i>S.serrata</i>
Nama binomial	: <i>Sycilla serrata</i>



Gambar 1 : Kepiting bakau (*Squilla serrata*).

Sumber : <http://www.scienceimage.csiro.au/pages/about/>

Kepiting bakau (*Squilla serrata*) merupakan salah satu diantara komoditi perikanan laut yang mempunyai nilai ekonomi tinggi di pasaran dunia. Kepiting jenis ini sangat digemari konsumen lokal maupun luar negeri karena rasanya yang lezat dan memiliki kandungan protein yang tinggi. (Masitah, Rukmana and Budimawan, 2019) Permintaan konsumen terhadap kepiting bakau terus menerus mengalami peningkatan sehingga produksinya juga mengalami peningkatan. (Kantun, Susaniati and Alwi, 2022)

Peningkatan konsumsi dan produksi kepiting bakau meninggalkan masalah banyaknya limbah cangkang. Hal ini disebabkan karena bila diolah menjadi makanan, 40-50% berat totalnya akan terbuang sebagai limbah. Indonesia diperkirakan menghasilkan 56.200 ton limbah yang mengandung kitin setiap tahun. (Putri, Kartosentono and Nasution, 2019) Menurut Supratman (2013) limbah cangkang yang dimanfaatkan belum optimal dan sebagian besar dibuang begitu saja ke lingkungan sehingga dapat menimbulkan permasalahan lingkungan antara lain pencemaran bau, dapat menularkan berbagai penyakit dan mengganggu kenyamanan masyarakat. (Amalia, Ekayani and Nurjanah, 2021) Menurut Azizi dan Faruqi (2020) limbah cangkang memiliki potensi pemanfaatan yang cukup besar, antara lain sebagai bahan pencampur/ suplemen pakan, pupuk, kitin, kitosan, produk pangan dan lainnya. (Amalia, Ekayani and Nurjanah, 2021)

1.2.2 Kitosan

Kitosan adalah makromolekul polisakarida yang diperoleh dari proses deasetilasi kitin. Kitosan merupakan produk terpenting dari

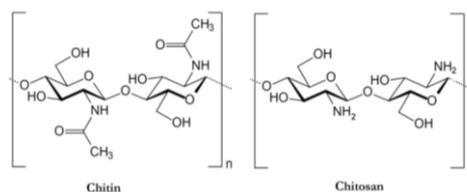
kitin, yang berasal dari arthropoda dan juga ditemukan pada dinding sel jamur. Kitin juga banyak ditemukan pada cangkang *crustacea* laut (khususnya kepiting dan udang). Kitin merupakan biopolimer terbanyak setelah selulosa. Kitin tidak dapat dicerna oleh manusia. (Prakash *et al.*, 2021)(Erpaçal *et al.*, 2019). Hingga saat ini, sumber kitin untuk diproduksi secara komersial berasal dari cangkang kepiting dan udang. (Younes and Rinaudo, 2015)

Kitin pertama kali diisolasi oleh Professor Henri Braconnot, seorang ilmuwan berkebangsaan Perancis pada tahun 1811. Kemudian Professor C Rougetin menemukan bahwa kitin yang dididihkan pada larutan natrium hidoksida menyebabkan proses deasetilasi yang mengubah bentuk kitin menjadi bentuk yang larut pada zat asam. Bentuk ini disebut kitosan oleh Hoppe Seiler. (Prakash *et al.*, 2021) Kitin dapat diubah menjadi kitosan dengan proses enzimatik atau kimiawi. Metode kimiawi secara luas digunakan untuk tujuan komersial karena menggunakan biaya yang sedikit dan dapat diproduksi secara massal (No and Meyers, 1995)

Kitosan dapat larut pada larutan asam seperti asam asetat atau asam format. Isolasi secara tradisional meliputi tiga tahapan yaitu demineralisasi, deproteinase, dan dekolonisasi. Kitosan bersifat non toksik, biodegradable pada bobot molekul yang tinggi dan sangat mirip dengan selulosa. (Artiningsih, 2017)

Kitosan tercatat sebagai bahan yang aman digunakan pada produk makanan, kosmetik, dan obat-obatan. Waibel dkk pada tahun 2011 melakukan pengujian kitosan pada pasien dengan riwayat alergi kerang-kerangan dan menemukan bahwa kitosan tidak menyebabkan alergi pada seluruh subjek penelitian. (Waibel *et al.*, 2011)

Kitosan tersusun dari kopolimer glucosamine dan N-acetylglucosamine dengan struktur linear. (Gayen *et al.*, 2022) Struktur kimia kitin dan kitosan adalah sebagai berikut :



Gambar 2: Struktur kimia kitin dan kitosan.

Sumber : Younes, I. and Rinaudo, M. (2015) 'Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications', *Marine Drugs*, 13(3), pp. 1133–1174. doi: 10.3390/md13031133.

Karakteristik kitosan dari cangkang kepiting bakau Sulawesi Selatan adalah sebagai berikut (Mursida, Tasir and Sahriawati, 2018) :

Tabel 1. Karakteristik kitosan dari cangkang kepiting bakau Sulawesi Selatan

Karakteristik	Jumlah kadar
1. Komposisi kimia :	
- Kadar abu	74,22%
- Kadar protein	117,28%
- Kadar kalsium	39,76 mg Ca/ 100 gr
- Kadar nitrogen total	5,22%
2. Rendemen	25,19%
3. Derajat deasetilasi	83,42%

Sumber : Mursida, Tasir, Sahriawati (2018). Efektifitas Larutan Alkali Pada Proses Deasetilasi Dari Berbagai Bahan Baku Kitosan. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Vol. 21. No. 2

Kitosan memiliki aktivitas antimikrobal, dapat mengurangi pembentukan plak dan perkembangan karies, sebagai *chelating agent*, sebagai material yang dapat meregenarsi enamel dan remineralisasi dentin, dan sebagai bahan modifikasi dalam dental material(Shetty *et al.*, 2020)

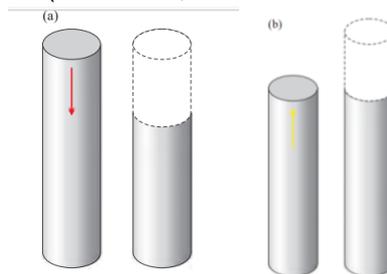
Penambahan kitosan kedalam formulasi GIC bertujuan untuk meningkatkan efek antibakteri atau untuk meningkatkan sifat mekaniknya.(Fakhri *et al.*, 2020) Interaksi antara kelompok amine kationik kitosan dengan kelompok karboksilat anionik dari asam poliakrilik dalam struktur GIC menyebabkan pembentukan jaring polimer interpenetrasi.(D. Petri *et al.*, 2007) Kim *et.al* melaporkan adanya peningkatan signifikan pada sifat biologis dan mekanik GIC setelah ditambahkan kitosan 0,5 wt% tanpa adanya efek merugikan.(Kim *et al.*, 2017)

1.2.3 *Compressive Strength* : Sifat Mekanis Material Kedokteran Gigi

Sifat mekanis berdasarkan hukum fisika diartikan sebagai ilmu fisika yang berkaitan dengan kekuatan yang bekerja pada bahan dan menghasilkan gerakan, deformasi, atau tekanan yang terjadi pada bahan tersebut. Sifat mekanis bahan yang penting dalam ilmu kedokteran gigi termasuk fragilitas, *compressive strength*, duktilitas, modulus elastisitas, *fatigue limit*, modulus fleksural, *flexural strength*, ketahanan terhadap fraktur, kekerasam, *impact strength*, *malleability*, persentase elongasi, rasio Poisson's,

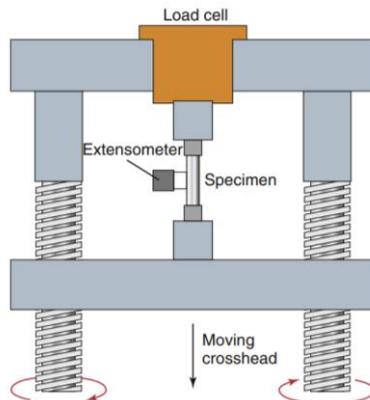
proportional limit, shear modulus, shear strength, tensile strength, torsional strength, yield strength, dan modulus Young.(Anusavice, Shen and Rawls, 2013) Penelitian ini akan membahas mengenai *compressive strength* pada material GIC.

Ketika gaya atau tekanan diberikan pada benda padat elastis, atom atau molekulnya akan merespon dengan cara tertentu pada area bawah pembebanan. Tetapi gaya yang diberikan memiliki reaksi yang sama dan berlawanan pada area di beberapa titik lain dalam strukturnya. *Stress* adalah gaya per unit area yang bekerja pada jutaan atom. Pada ilmu kedokteran gigi, beberapa tipe *stress* yang biasa diaplikasikan pada bahan material kedokteran gigi, yaitu *tensile stress, shear stress, dan compressive stress*. *Strength* pada material didefinisikan sebagai tingkat rata-rata *stress* yang menunjukkan deformasi plastis awal (*yield strength*) atau saat fraktur terjadi (*ultimate strength*) pada benda uji dengan bentuk dan ukuran yang sama.(Anusavice, Shen and Rawls, 2013)



Gambar 3 : Diagram ilustrasi bagaimana gaya *compressive* (a) dan gaya *tensile* (b) bekerja pada sebuah benda. Sumber : McCabe, J. and Walls, A. W. (2008) *Applied Dental Materials*. Ninth. Oxford: Blackwell Publishing Ltd

Compressive stress atau beban kompresif adalah beban yang diberikan pada benda yang cenderung menekan atau memendekkannya. Resistensi internal terhadap beban tersebut disebut *compressive stress*. *Compressive stress* terjadi dari arah oklusal. *Compressive strength* adalah beban kompresif saat fraktur. (Anusavice, Shen and Rawls, 2013) *Compressive strength* merupakan indikator kritis keberhasilan bahan restorasi karena *compressive strength* yang tinggi penting untuk menahan kekuatan mastikasi dan parafungsional.(Cho *et al.*, 1999) Uji kompresi biasanya dilakukan pada material yang diharapkan mampu untuk menahan beban oklusal..(Maumdar and Chowdury, 2021), (Sakaguchi, Ferrance and Powers, 2019)



Gambar 4: *Universal Testing Machine*, merupakan alat yang dapat mengukur tension, compressive dan shear strength.

Sumber : Sakaguchi, R., Ferrance, J. and Powers, J. (2019) *Craig's Restorative Dental Materials*. 14th edn. St. Louis: Elsevier.

Compressive strength diukur dengan cara membagi besar gaya yang diberikan dengan luas penampang benda. Gaya yang diberikan harus tegak lurus terhadap penampang benda. (Anusavice, Shen and Rawls, 2013) Uji kompresi dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing* (Gambar 3), yang memberikan tekanan pada model berbentuk silindris. Tekanan diarahkan tepat berada pada bagian tengah model silindris hingga menyebabkan model silindris patah, (Sakaguchi, Ferrance and Powers, 2019)

Besarnya *compressive strength* diukur berdasarkan rumus :

$$\sigma \text{ compressive strength} = \frac{F}{A} = \frac{\text{Newton}}{\text{mm}^2}$$

Keterangan:

- σ = Nilai *compressive strength*
- F = Besar *compressive* pada UTM
- A = Luas permukaan sampel
- Mpa = Nilai *compressive strength* dalam satuan Megapascal

1.2.4 *Glass Ionomer Cement (GIC)*

Glass Ionomer Cement adalah bahan restoratif berwarna gigi yang bersifat antikariogenik. Awalnya GIC hanya digunakan untuk merestorasi area yang mengalami erosi. Saat ini GIC telah digunakan untuk aplikasi yang lebih luas. Semen ini diberi nama

GIC karena memiliki komposisi bubuk kaca, reaksi pengerasan dan ikatan adesif dengan struktur gigi disebabkan oleh adanya ikatan ionik. Bahan ini hanya membutuhkan preparasi kavitas minimal. GIC juga seringkali disebut sebagai material biomimetik karena memiliki sifat mekanis yang mirip dengan dentin. (Manappallil, 2016)

Glass Ionomer Cement adalah nama generik untuk material dengan bahan dasar bubuk kaca dan asam poliakrilik. Bahan semen dikembangkan pada tahun 1970-an untuk meningkatkan efek klinis jika dibandingkan dengan semen silikat dan untuk mengurangi risiko kerusakan pulpa. (Anusavice, Shen and Rawls, 2013) Nama lain GIC : semen polialkenoat, semen ionomer kaca, ASPA (*alumino silicate polyacrylic acid*) (Manappallil, 2016) (Datta, 2018)

Penggunaan asam poliakrilik membuat GIC mampu berikatan dengan struktur gigi. GIC diklaim lebih unggul dibandingkan jenis semen lain karena sifat perlekatan dan translusensinya. Berbagai formula tersedia untuk berbagai kebutuhan klinis. GIC telah banyak digunakan sebagai retsorasi gigi anterior, sebagai semen perekat, dan sebagai bahan restorasi intermediate. (Anusavice, Shen and Rawls, 2013)

Komposisi serbuk kaca pada GIC selalu terdiri dari silika, calcia, alumina, dan fluoride. Rasio alumina hingga silika adalah kunci reaksi bubuk dengan asam poliakrilik. Barium, stronsium, atau oksida logam dengan nomor atom tinggi lainnya ditambahkan kedalam serbuk kaca untuk meningkatkan sifat radiopasitasnya. Silika kaca akan lebur pada suhu antara 1100°C dan 1500°C. (Anusavice, Shen and Rawls, 2013)

Awalnya larutan asam poliakrilik (sekitar 40% hingga 50%) digunakan pada GIC, tetapi larutan ini sangat kental dan memiliki masa pakai yang pendek karena cenderung mengalami gelasi. Saat ini GIC menggunakan likuid kopolimer dari asam *itaconic*, *maleic*, atau trikarboksilat. (Anusavice, Shen and Rawls, 2013)

Asam tartarik ditambahkan pada likuid GIC meningkatkan efektivitas penggunaannya, dengan mengurangi kekentalan likuid, memperpanjang masa simpan dengan memperlambat gelasi, meningkatkan waktu kerja dan mempersingkat waktu setting. (Anusavice, Shen and Rawls, 2013) Komposisi GIC konvensional dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 2. Komposisi GIC konvensional

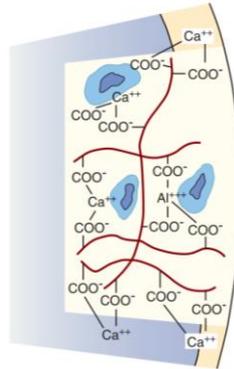
Komponen	Persentase	Fungsi
Powder :		
Alumina (Al ₂ O ₃)	28,6%	} Komponen Utama
Silica oxide (SiO ₂)	42%	
Calcium fluoride (CaF ₂)	15,7%	
Aluminium fluoride (AlF ₃)	1,6%	} Komponen tambahan
Sodium fluoride (NaF)	9,3%	
Aluminium phosphate (AlPO ₄)	3,8 %	
Likuid :		
Polyacrylic acid	50%	Bahan reaktif
Tartaric acid		Memudahkan pemakaian
Air		Sebagai perantara reaksi

Sumber : Datta, P. (2018) *Dental Material: Clinical Applications*. 1st edn. New Delhi: CBS Publishers & Distributors Pvt. Ltd.

Rekomendasi rasio bubuk dan likuid yang ditetapkan oleh pabrik untuk mencampur GIC harus diikuti. Alas kertas atau *glass plate* dengan suhu dingin dapat digunakan untuk mencampur GIC. Waktu pencampuran bubuk dan likuid normalnya adalah 5-15 detik, kemudian sisa bubuk ditambahkan dengan cepat hingga membentuk campuran yang homogen dan nampak mengkilap. Waktu pencampuran tidak lebih 45 detik. Campuran yang nampak mengkilap menandakan adanya gugus *polyacid* yang tidak bereaksi yang merupakan hal penting untuk berikatan dengan gigi. Warna yang kusam menandakan asam bereaksi terlalu banyak dengan partikel kaca (Anusavice, Shen and Rawls, 2013) Kecepatan reaksi pengerasan dan kekuatan formulasi GIC tergantung pada perbandingan bubuk dan likuid, molaritas *polyacid* dan konsentrasinya (Croll and Nicholson, 2002)(Berg and Croll, 2015)

Ketika bubuk dan likuid dicampur, asam mulai melarutkan serbuk kaca, melepaskan ion kalsium, aluminium, sodium, dan fluoride. Air berfungsi sebagai media reaksi. Rantai asam poliakrilik kemudian bereaksi silang dengan ion kalsium 24 jam kemudian, hingga ion kalsium digantikan oleh ion aluminium. Ion sodium dan fluorin tidak ikut dalam reaksi silang ini. Ion sodium menggantikan ion hidrogen dari gugus karboksil, sedangkan ion fluorin tersebar saat fase *setting*. Fase reaksi silang menjadi terhidrasi dari waktu ke waktu hingga *setting* sempurna. Partikel kaca yang tidak larut kemudian terlapis dengan gel yang kaya akan silika pada permukaan partikel kaca. Semen yang telah setting terdiri dari

partikel kaca yang tidak larut yang diselubungi dengan gel silika tertanam dalam matriks amorf kalsium terhidrasi dan garam aluminium yang berisi fluoride. Reaksi antara likuid dan bubuk pada GIC akan membentuk garam polikarboksilat yang terdiri dari matriks semen. (Datta, 2018)



Gambar 5 : Diagram struktur GIC. Partikel biru solid menggambarkan partikel kaca yang tidak bereaksi dikelilingi oleh gel (struktur berwarna biru terang) yang terbentuk ketika ion Al^{3+} dan Ion Ca^{2+} bereaksi dengan asam poliakrilat. Ion Ca^{2+} dan Al^{3+} membentuk garam dengan gugus COO^- dari asam poliakrilat. Gugus karboksil bereaksi dengan kalsium pada enamel dan dentin. (Sumber : nusavice, K., Shen, C. and Rawls, H. (2013) *Phillips Science of Dental Material*. 12th edn. St. Louis: Elsevier Saunders)

Reaksi *setting* pada GIC terjadi dalam tiga tahap, yaitu (Datta, 2018) :

1. Tahap disolusi (*Dissolution stage*)

Pada tahap ini ditandai dengan adanya disolusi polyacid. Asam karboksilat terdisosiasi sehingga membentuk ion anion karboksilat yang bermuatan negatif ($RCOO^-$) dan ion hidrogen yang bermuatan positif (H^+). Ion H^+ kemudian bereaksi dengan bahan kaca, yang menyebabkan disintegrasi struktur kaca sehingga terjadi pelepasan ion logam pembentuk semen yaitu Al^{3+} dan Ca^{2+} .

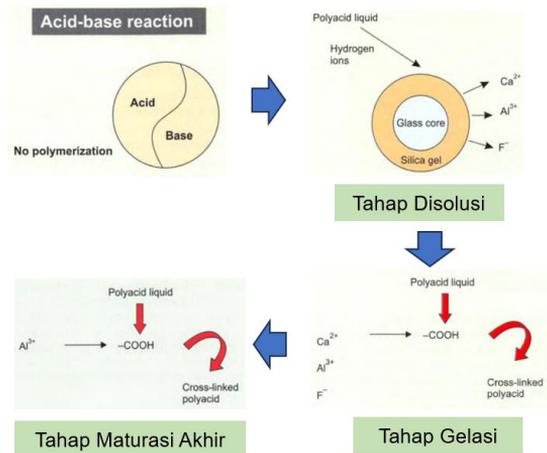
2. Tahap gelasi (*Gelation stage*)

Tahap gelasi ditandai dengan adanya reaksi ion Ca^{2+} dengan rantai polyacid sehingga membentuk kalsium poliakrilat. Ion kalsium merupakan ion aktif utama pada tahap ini. Ion ini terdapat dalam larutan, sehingga sangat rentan dengan cairan. Alasan inilah yang menyebabkan GIC harus terlindungi dari kelembaban saat fase ini. Namun, kondisi yang kering juga merugikan, karena reaksi pada fase ini juga membutuhkan

media cair. Proses hidrasi yang berlebihan atau kekurangan, akan mengganggu proses setting karena dapat membatasi suplai ion yang dibutuhkan dalam proses tersebut.

3. Tahap maturasi akhir (*Final maturation stage*)

Pada tahap maturasi akhir, deposit ion Al^{3+} dalam matriks semakin meningkat, membentuk tiga dimensi yang saling terkait sehingga menghasilkan gel kalsium-aluminium karboksilat.



Gambar 6 : Tahap setting GIC.

Sumber : Datta, P. (2018) *Dental Material: Clinical Application*. 1st edn. New Delhi: CBS Publishers & Distributors Pvt. Ltd.

Kekuatan kompresif GIC mirip dengan *zinc phosphat cement* dengan kekuatan *tensile* yang sedikit lebih tinggi. GIC lebih kaku dan lebih rentan mengalami deformasi elastis. GIC sebagai bahan restorasi lebih rentan untuk dipakai daripada komposit ketika dilakukan simulasi uji abrasi sikat gigi dan keausan oklusal. GIC sebagai bahan restorasi masih lebih lemah daripada komposit berbasis resin (Anusavice, Shen and Rawls, 2013)

Sifat mekanik Glass Ionomer Cement dibandingkan dengan material restorasi lainnya, ditampilkan pada tabel 2 (Powers, Wataha and Chen, 2017) :

Tabel 3. Sifat mekanik GIC dibandingkan dengan komposit *microhybrid* dan komposit *microfilled*

Sifat Mekanik	Komposit Microhybrid	Komposit Microfilled	Glass Ionomer Cement
<i>Compressive strength</i>	high	Med-high	Low-med
<i>Flexural strength</i>	high	Med-high	Low-med
<i>Flexural modulus</i>	high	Med-high	Med-high
<i>Wear resistance</i>	high	Med-high	Low
<i>Fluoride release</i>	Low	Low	High
<i>Fluoride rechargeability</i>	Low	Low	High
Estetik	Sangat baik	Sangat baik	buruk

Sumber : Powers, J., Wataha, J. and Chen, Y.-W. (2017) *Dental Materials Foundations and Applications*. 11 ed. St. Louis: Elsevier

GIC sebagai bahan restorasi memiliki *tensile strength* yang sangat rendah, sehingga bahan ini tidak dianjurkan sebagai bahan restorasi untuk kavitas kelas II dan kelas IV, fraktur insisal pada gigi insisivus, dan restorasi pada area cusp yang luas.(Bhat, Nandish and K, 2019) . Tekanan kompresif GIC sebagai bahan restorasi sekitar 140-150 MPa.(Bhat, Nandish and K, 2019)

GIC konvensional memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap kelembaban dan kekuatan awal yang rendah. Untuk mengatasinya, maka beberapa jenis resin ditambahkan (Meyer-Lueckel, Paris and Ekstrand, 2013). Polimerisasi dengan *light curing* mempercepat pengerasan bahan, sehingga lebih efisien dari segi waktu.

1.2.5 GIC termodifikasi resin (RMGI)

GIC termodifikasi resin diperkenalkan pada akhir tahun 1980. GIC termodifikasi resin didefinisikan sebagai suatu bahan GIC yang mengalami reaksi polimerisasi dan reaksi asam basa.(Davidson and Mjor, 2006) Produk ini memiliki kelebihan berupa waktu kerja yang lebih panjang tetapi memiliki waktu pengerasan yang lebih cepat. Komponen utama RMGI mirip dengan GIC konvensional, dengan komponen metakrilat yang sedikit ditambahkan sehingga reaksi *curing* dengan inisiasi cahaya dapat terjadi. Komponen utama RMGI adalah sebagai berikut (Sakaguchi, Ferrance and Powers, 2019) :

- Polimer asam polikarboksilik,
- Partikel kaca reaktif (FAS)
- Air
- Monomer metakrilat hidrofilik

- Inisiator radikal bebas

RMGI mengandung beberapa komponen metakrilat yang sering digunakan pada resin komposit. Terdapat 2 cara komponen metakrilat dimasukkan. Tipe pertama adalah dengan memodifikasi rantai polimer asam polikarboksilik agar dapat mengikat komponen metakrilat. Monomer metakrilat yang dapat bercampur dengan air seperti *hydroxy ethyl* metakrilat atau *glycerol dimethacrylate* ditambahkan ke dalam asam karboksilik yang termodifikasi metakrilat. Tipe kedua adalah dengan menambahkan asam polikarboksilik yang tidak dimodifikasi. Likuid diformulasikan dengan campuran monomer metakrilat hidrofilik. Secara umum, komponen air pada material ini lebih rendah daripada komponen monomer tipe pertama.

Material ini diklasifikasikan menjadi : (Manappallil, 2016)

- a) *Resin-modified glass ionomer cement* (RMGI), seperti Fuji II LC, Vitremer, Photac Fil, dan sebagainya
- b) Kompomer atau *polyacid-modified composite* (PMC), seperti Dyract Variglass VLC.



Gambar 7 : Berbagai macam RMGI yang ada di pasaran dengan berbagai fungsi. A) RMGI sebagai bahan pelapik/liner, B) RMGI sebagai bahan restorasi, C) RMGI sebagai semen perekat.

RMGI dicampur dan diaplikasikan setelah gigi diulas dengan kondisioner asam poliakrilat 25%. Bubuk dan likuid dicampur sesuai instruksi pabrik. Kemudian RMGI di *curing* dengan sinar biru (sama dengan yang digunakan untuk *curing* komposit). (Manappallil, 2016)

Tekanan kompresif GIC termodifikasi resin adalah 105 MPa. (Bhat, Nandish and K, 2019) GIC konvensional memiliki risiko fraktur yang lebih tinggi terhadap fraktur daripada RMGI (Meyer-Lueckel, Paris and Ekstrand, 2013) RMGI juga memiliki kemampuan melepaskan fluoride yang lebih tinggi dibandingkan dengan GIC konvensional. (Bahsi *et al.*, 2019) Secara umum,

produk RMGI memiliki kekuatan sifat mekanik yang lebih baik daripada GIC konvensional. Akan tetapi, GIC konvensional memiliki sifat mekanik yang lebih stabil daripada RMGI. (Moberg *et al.*, 2019)

1.2.6 GIC sebagai bahan restorasi gigi anak

Penanganan pasien anak memiliki tantangan yang besar dalam kedokteran gigi klinis. Karakteristik tingkah laku, usia, kemampuan anak dalam menerima perawatan gigi dan mulut merupakan hal yang harus dipertimbangkan dengan baik. GIC merupakan material kedokteran gigi yang sangat tepat untuk pasien anak, baik sebagai bahan pit dan fissure sealant, sebagai bahan sementasi mahkota dan braket, bahkan sebagai bahan restorasi. (Manton and Bach, 2016)

GIC memiliki kelebihan dalam hal peningkatan remineralisasi dan mencegah demineralisasi pada permukaan aproksimal. Penelitian telah membuktikan bahwa *sealant* dengan menggunakan GIC juga memiliki efek perlindungan langsung pada gigi yang berdekatan. Gigi molar pertama permanen terbukti memiliki risiko rendah mengalami lesi karies jika berdekatan dengan permukaan distal gigi molar kedua sulung yang telah dilakukan sealant menggunakan GIC dibandingkan dengan material berbasis resin. (Cagetti *et al.*, 2014) (Manton and Bach, 2016)

GIC juga sangat populer dalam teknik perawatan restoratif atraumatik (ART). Teknik ini sangat bermanfaat pada populasi yang sulit untuk mendapatkan perawatan kedokteran gigi konvensional dan pada pasien anak yang tidak kooperatif dimana akses untuk mendapatkan anestesi general sangat terbatas. Keberhasilan perawatan ART dengan menggunakan GIC sebagai bahan restorasi dilaporkan sekitar 80,2% pada permukaan non oklusal dan sekitar 60,4% pada restorasi permukaan oklusal gigi posterior. (Frencken *et al.*, 2007)

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah kitosan yang berasal dari limbah cangkang kepiting bakau (*Sycilla serrata*) mempengaruhi kekuatan kompresif GIC dan GIC termodifikasi resin ?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Untuk melihat pengaruh kitosan dari limbah cangkang kepiting (*Sycilla serrata*) pada *Glass Ionomer Cement* dan *Glass Ionomer Cement* termodifikasi resin

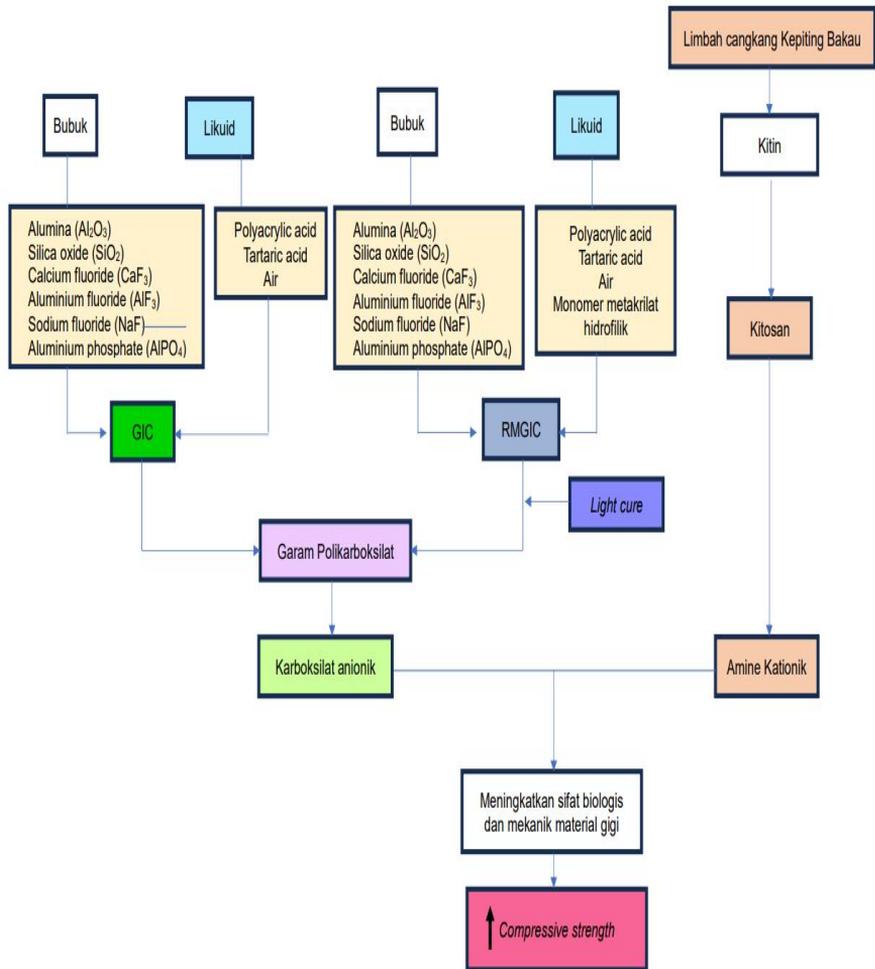
1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk melihat pengaruh pemberian kitosan pada kekuatan kompresif GIC konvensional
2. Untuk melihat pengaruh pemberian kitosan pada kekuatan kompresif GIC termodifikasi resin
3. Untuk menilai pengaruh dosis kitosan 10%, 15% dan 25 % terhadap kekuatan kompresif GIC dan GIC termodifikasi resin

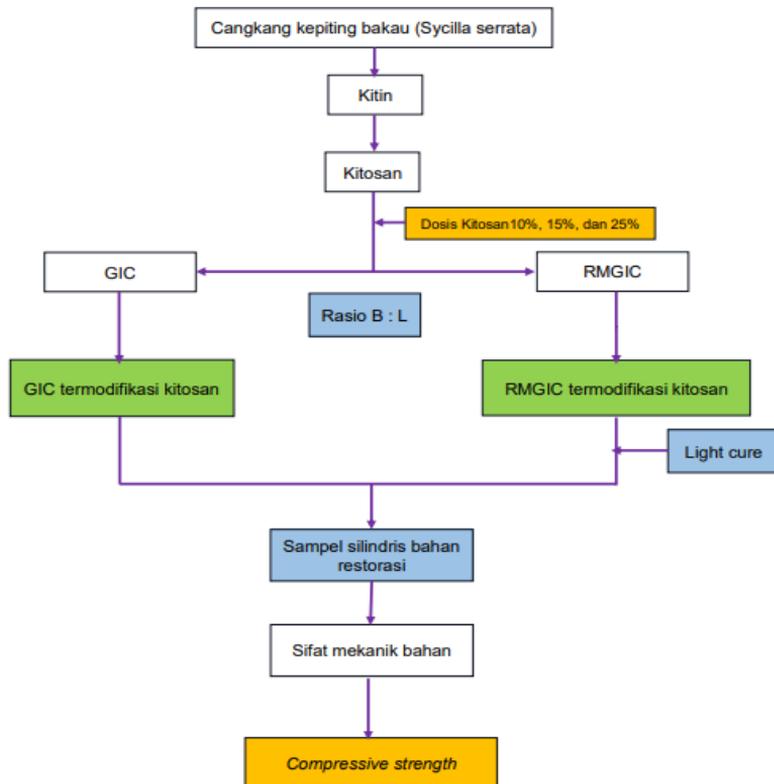
1.5 Manfaat Penelitian

- 1 Menambah pengetahuan ilmiah tentang potensi kitosan yang berasal dari limbah cangkang kepiting bakau (*Sycilla serrata*) pada bahan restorasi GIC dan GIC termodifikasi resin
- 2 Memberikan informasi terhadap penggunaan limbah cangkang kepiting bakau (*Sycilla serrata*), sebagai salah satu bahan alami yang dapat digunakan sebagai bahan modifikasi GIC dan GIC termodifikasi resin
- 3 Menjadi pertimbangan dalam modifikasi bahan GIC dan GIC termodifikasi resin sebagai bahan restorasi di bidang kedokteran gigi anak.

1.6 Kerangka Teori



1.7 Kerangka Konsep



1.8 Hipotesis

Pemberian kitosan mempengaruhi kekuatan kompresif GIC dan RMGI

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

2.1.1 Tempat Penelitian

- Pembuatan sediaan kitosan dilakukan di Politeknik Pertanian Negeri Pangkep
- Persiapan bahan GIC dan RMGI di Laboratorium Konservasi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin Makassar
- Pemeriksaan kekuatan kompresif dilakukan di Laboratorium Teknik Politeknik Negeri Makassar.
- Pemeriksaan ukuran partikel kitosan dilakukan di Laboratorium Mikrostruktur Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia.

2.1.2 Waktu Penelitian

Maret – Juni 2024

2.2 Bahan dan Alat

2.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan adalah :

1. Mikroba termofilik,
2. Serbuk kitin (kepiting bakau),
3. Glukosamin (Sigma-Aldrich),
4. Glikol kitin,
5. HCl pekat,
6. NaOH pekat,
7. Bakto agar,
8. Yeast ekstrak,
9. NaCl,
10. $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$,
11. K_2HPO_4 ,
12. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,
13. CaCl_2 ,
14. Indole,
15. Amonium sulfamat,
16. Amonium sulfat dan
17. Glass Ionomer Cement Tipe 9 dan RMGI
18. *Vaseline*

19. Mylar strip
20. Larutan salin (NaCl 0,9%)

2.2.2 Alat

Alat yang digunakan untuk membuat kitosan dari cangkang kepiting bakau antara lain :

1. Inkubator,
2. Spektrofotometer,
3. Model 340,
4. Shaker batch,
5. Kulkas,
6. Autoclaf,
7. Vibrator,
8. Timbangan analitik,
9. Timbangan kasar,
10. Oven ,
11. Sentrifugasi dingin,
12. Magnetik stirer, dan
13. Peralatan gelas yang biasa digunakan dalam laboratorium.

Alat yang digunakan untuk persiapan sampel bahan restorasi :

1. Cetakan PVC berukuran dengan diameter 10mm dan tinggi 10 mm
2. Instrumen plastic filling (Schezer, Jerman)
3. Agathe spatel
4. Unit *light-cure* (Woodpecker™ iLED Dental Light Curing Lamp Wireless)
5. Dappen glass
6. Plastik instrument (Schezer, Jerman)
7. Glass plate
8. Timbangan Analitik Elektronik (SF-400C)
9. Spoit 1cc (Onemed™)

Alat yang digunakan untuk menguji kekuatan kompresif GIC :

1. *Universal Testing Machine* (Galdabini Type 100., Italy)
Sampel diberi beban sebesar 200kgf dengan kecepatan 0,75 mm / menit dari arah vertikal hingga fraktur

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan desain *post test-only control group design*. Terdiri dari 14 kelompok perlakuan yaitu :

1. GIC konvensional
2. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 10 % v/v kitosan
3. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 15 % v/v kitosan
4. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 25 % v/v kitosan
5. RMGI konvensional
6. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 10 % v/v kitosan
7. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 15 % v/v kitosan
8. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 25 % v/v kitosan
9. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 10% w/t kitosan
10. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 15% w/t kitosan
11. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 25% w/t kitosan
12. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 10% w/t kitosan
13. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 15% w/t kitosan
14. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 25% w/t kitosan

2.3.2 Sampel Penelitian

2.3.2.1 Jenis Sampel

Sampel menggunakan Glass Ionomer Cement Tipe 9 (GC Gold Label) sebagai GIC konvensional dan Glass Ionomer Cement GC Fuji II LC sebagai RMGI. Sampel berbentuk silindris dengan diameter 6 mm dan tinggi 3 mm. Sebelum

dilakukan penelitian, peneliti akan melakukan penelitian pendahuluan untuk menentukan besaran konsentrasi kitosan yang akan digunakan. Penelitian pendahuluan ini akan menggunakan kitosan dengan konsentrasi 5%, 25%, dan 50%.

2.3.2.2 Jumlah Sampel

Perhitungan besar sampel dalam penelitian ini menggunakan rumus Frederer :

t= jumlah kelompok perlakuan

n= replikasi (besar sampel per kelompok)

Cara perhitungan besar sampel :

$$t=4 \text{ kelompok perlakuan} \text{ ----} \rightarrow (t-1)(n-1) \geq 15$$

$$(14-1)(n-1) \geq 15$$

$$(13n-13) \geq 15$$

$$13n \geq 28$$

$$n \geq 2,15$$

berdasarkan hasil perhitungan jumlah sampel, maka diputuskan untuk setiap kelompok perlakuan adalah 4 sampel. Jadi jumlah sampel adalah $14 \times 4 = 56$ sampel.

Kelompok perlakuan dibagi atas :

1. GIC konvensional
2. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 10 % v/v kitosan
3. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 15 % v/v kitosan
4. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 25 % v/v kitosan
5. RMGI konvensional
6. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 10 % v/v kitosan
7. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 15 % v/v kitosan
8. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 25 % v/v kitosan
9. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 10% w/t kitosan

10. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 15% w/t kitosan
11. GIC konvensional yang telah dimodifikasi dengan 25% w/t kitosan
12. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 10% w/t kitosan
13. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 15% w/t kitosan
14. RMGI konvensional yang telah dimodifikasi dengan 25% w/t kitosan

2.3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

2.3.3.1 Variabel Penelitian

1. Variabel dependen

Kekuatan kompresif

2. Variabel independent

Dosis kitosan

3. Variabel kendali

Rasio bubuk dan likuid, jarak dan waktu penyinaran, ukuran sampel silindris

2.3.3.2 Definisi Operasional

1. Kekuatan kompresif adalah ketahanan suatu material terhadap beban maksimum dengan memberikan beban dimulai dari 0 Kilonewton (KN) secara kontinyu dengan kecepatan 0,5 mm/min sampai terbentuk retakan (patahan) kemudian dikonversi ke dalam rumus untuk mendapatkan nilai dalam satuan megapascal (Mpa) (Harsi, Sari and Sinarep, 2015)

$$\sigma \text{ compressive strength} = \frac{F}{A} = \frac{\text{Newton}}{(\pi r^2) \text{ mm}^2} \rightarrow \text{Luas penampang sampel}$$

Keterangan:

σ = Nilai *compressive strength*

F = Besar *compressive* pada UTM

A = Luas permukaan sampel

π = Nilai *phi*, 22/7 atau 3,14

r = Panjang jari-jari spesimen

Mpa = Nilai *compressive strength* dalam satuan Megapascal

2. GIC termodifikasi kitosan adalah suatu bahan GIC yang telah diberikan 10 % v/v, 15% v/v, dan 25% v/v larutan kitosan dan 10% w/t, 15% w/t, 25% w/t kitosan bubuk.
3. RMGI termodifikasi kitosan adalah suatu bahan RMGI yang telah diberikan 10 % v/v, 15% v/v, 25% v/v larutan kitosan dan 10% w/t, 15% w/t, dan 25% w/t kitosan bubuk.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Pembuatan kitosan dari limbah cangkang kepiting bakau (*Sycilla serrata*)

1. Persiapan sampel limbah cangkang kepiting bakau
Limbah kepiting yang berupa cangkang dibersihkan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2 x 24 jam. Setelah kering, kemudian digrinder sampai menjadi serbuk dan selanjutnya diayak dengan ukuran 80 mesh dan hasilnya berupa serbuk cangkang kepiting yang digunakan sebagai bahan baku dalam penelitian ini.
2. Isolasi kitin
Proses isolasi atau produksi kitin terdiri dari 3 tahap yaitu tahap demineralisasi, dan tahap dekolorisasi dan tahap deproteinasi :
 - a. Tahap Demineralisasi Ditimbang 100 gram serbuk cangkang kepiting, kemudian dilarutkan ke dalam larutan asam (HCl 1 M) dengan perbandingan 1:10 (sampel : pelarut), kemudian ditempatkan pada hot plate stirrer dan diaduk pada suhu 80°. Selanjutnya disaring dengan penyaring buchner dan residu yang dihasilkan dicuci dengan menggunakan akuades hingga pH netral, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 24 jam untuk dilanjutkan ke tahap berikutnya.
 - b. Tahap dekolorisasi
Hasil dari tahap (1) ditimbang, lalu dilarutkan kedalam NaOCl 0,5% dengan perbandingan 1:10 (sampel : pelarut), kemudian ditempatkan pada hot plate stirrer dan diaduk selama 1 jam pada suhu 80°C. Selanjutnya disaring dengan penyaring büchner dan residu yang dihasilkan dicuci dengan menggunakan akuades

hingga pH netral, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 24 jam untuk dilanjutkan ke tahap berikutnya.

c. Tahap deproteinasi

Hasil dari tahap (2) ditimbang, lalu dilarutkan dengan NaOH 5% dengan perbandingan 1:10 (sampel : pelarut), kemudian ditempatkan pada hot plate stirer dan diaduk selama 1 jam pada suhu 80°C. Selanjutnya disaring dengan penyaring büchner, dan residunya dicuci dengan akuades hingga pH netral, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C. Hasil sampel dari tahap 3 ini berupa serbuk yang dianggap sebagai senyawa kitin yang akan dilanjutkan pada uji karakteristik dan selanjutnya akan digunakan dalam produksi kitosan secara kimiawi

2.4.2 Modifikasi *Glass Ionomer Cement* dan RMGI

1,8 ml asam asetat dibuat dengan 100 ml air untuk mendapatkan 0,3 N asam asetat. 20 mg kitosan kemudian dilarutkan ke dalam 0,3 N asam asetat dibuat sebanyak 100 ml untuk mendapatkan 0,2 mg/ml larutan kitosan.

A. Pada fase likuid

Untuk mendapatkan 10% v/v diperoleh dengan cara 0,1 ml kitosan dari 0,2 mg/ml larutan kitosan ditambahkan ke dalam 0,9 ml likuid GIC dan RMGI untuk mendapatkan 10% v/v. (Debnath *et al.*, 2017)

Untuk mendapatkan 15% v/v diperoleh dengan cara 0,15 ml dari 0,2 mg/ml larutan kitosan ditambahkan ke dalam 0,85 ml likuid GIC dan RMGI untuk mendapatkan 15% v/v. (Sharafeddin, Jowkar and Bahrani, 2021)

Untuk mendapatkan 25% v/v diperoleh dengan cara 0,25 ml dari 0,2 mg/ml larutan kitosan ditambahkan ke dalam 0,75 ml likuid GIC dan RMGI untuk mendapatkan 25% v/v (Elbahrawy and Rahim, 2017)

Kombinasi likuid dimasukkan ke dalam *dappen glass*, kemudian diaduk secara manual menggunakan agathe spatel selama kurang lebih 2 menit dalam suhu ruang. Kombinasi tersebut kemudian dimasukkan ke dalam botol likuid GIC dan RMGI kosong.

B. Pada fase bubuk

Pada fase bubuk, 1 sendok takar GIC dan RMGI memiliki berat 0,2 gr. Oleh karena itu :

Untuk mendapatkan 10% w/t diperoleh dengan cara 0,02 gr bubuk kitosan ditambahkan ke dalam 0,18 gr bubuk GIC dan RMGI

Untuk mendapatkan 15% w/t diperoleh dengan cara 0,03 gr bubuk kitosan ditambahkan ke dalam 0,17 gr bubuk GIC dan RMGI

Untuk mendapatkan 25% w/t diperoleh dengan cara 0,05 gr bubuk kitosan ditambahkan ke dalam 0,15 gr bubuk GIC dan RMGI

Kombinasi likuid dimasukkan ke dalam *dappen glass*, kemudian diaduk secara manual menggunakan agathe spatel selama kurang lebih 2 menit dalam suhu ruang.

2.4.3 Persiapan sampel

Spesimen sampel dibuat dengan cara : bubuk dan likuid GIC dicampur diatas *mixing slab* dengan rasio 1:1 sesuai instruksi pabrik. Sebelum diaduk, bubuk dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama diaduk dengan likuid sampai homogen menggunakan agathe spatel kemudian ditambahkan sisa bubuk dan diaduk dengan Gerakan melipat sampai konsistensi seperti dempul. Waktu pengadukan sekitar 30-40 detik. Untuk RMGI, kombinasi bubuk dan likuid dicampur diatas *mixing slab* dengan rasio 2 : 1 sesuai instruksi pabrik. Cara pengadukan sama dengan GIC.

Pasta GIC dan RMGI kemudian dimasukkan ke dalam cetakan berukuran panjang 1 cm dan diameter 1 cm menggunakan *plastis instrument* sampai cetakan penuh. Sebelum menempatkan bahan restorasi, cetakan telah diulas vaselin, cetakan kemudian diletakkan di atas permukaan *glass plate*. Pada bagian atas cetakan kemudian diletakkan *mylar strip* dan ditutup dengan *glass plate*. GIC dibiarkan mengeras selama kurang lebih 3-4 menit. Setelah mengeras, specimen dikeluarkan dari cetakan. Kelebihan semen dipotong dengan *scalpel*. Permukaan spesimen kemudian diulas dengan *cocoa butter* untuk mencegah kekeringan berlebih. Untuk RMGI, setelah kondensasi, maka dilakukan curing dengan menggunakan *light curing unit* selama 10 detik dari arah atas dan bawah. Semua sampel kemudian akan dilakukan uji *compressive strength* setelah 24 jam.

2.4.4 Uji *Compressive strength*

1. Sampel diletakkan pada mesin uji *Universal Testing Machine* dibawah beban tekan yang berkontak dengan sampel sampai pusat beban mesin berada dalam arah vertical dengan permukaan sampel silindris
2. Beban diberikan pada bagian titik tengah sampel silindris. Gaya tekan kontinyu pada kecepatan 0,5 mm/menit dengan *ball ended steel compressive head* diameter 6mm
3. Mesin uji diaktifkan lalu diberikan beban 0 N secara kontinyu dengan kecepatan 0,5mm/min sampai mencapai tekanan yang menyebabkan terbentuknya retakan/patahan pada sampel
4. Hasil pengujian tiap kelompok sampel didapatkan data dalam bentuk satuan KN kemudian dikonevrsi ke dalam satuan Newton dan dihitung dengan rumus uji *compressive strength*

2.5 Parameter Pengamatan

Pengamatan Kekuatan kompresif (*compressive strength*) dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine*. Nilai gaya yang tertera pada layar mesin menunjukkan besarnya gaya yang menyebabkan sampel material patah. Nilai gaya tersebut kemudian dibagi dengan luas permukaan sampel sesuai dengan rumus. Nilai yang diperoleh dalam satuan Megapascal(Mpa). Nilai tersebut merupakan data kekuatan kompresif tiap sampel.

Data kemudian dianalisis dengan sistem pengolah data *SPSS 23.0 for Windows* menggunakan Uji Statistik *Analysis of Variance* (ANOVA) dilanjutkan dengan *Post-hoc test*. Hasil uji dikatakan signifikan jika nilai signifikansi kurang dari 0,05 ($p < 0,05$). Data disajikan dalam bentuk table dan grafik

