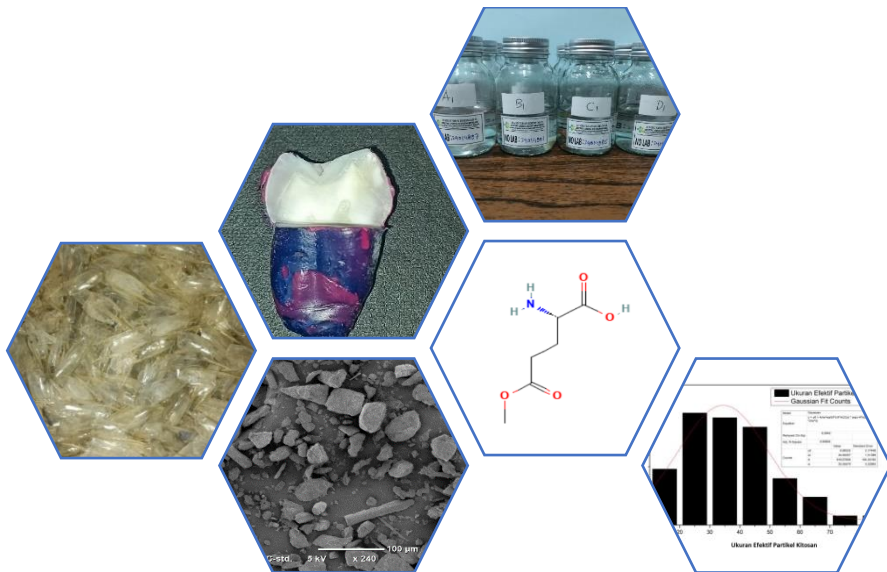


**PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN KULIT UDANG PUTIH
(LITOPENAEUS VANNAMEI) PADA GLASS IONOMER CEMENT
DAN RESIN MODIFIED GLASS IONOMER TERHADAP
MICROLEAKAGE DAN FLUOR RELEASE**

**THE EFFECT OF ADDING CHITOSAN WHITE SHRIMP (LITOPENAEUS
VANNAMEI) SHELL TO GLASS IONOMER CEMENT AND RESIN MODIFIED
GLASS IONOMER ON MICROLEAKAGE AND FLUOR RELEASE**



EN NADIA

J065211005



PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS

PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN GIGI ANAK

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

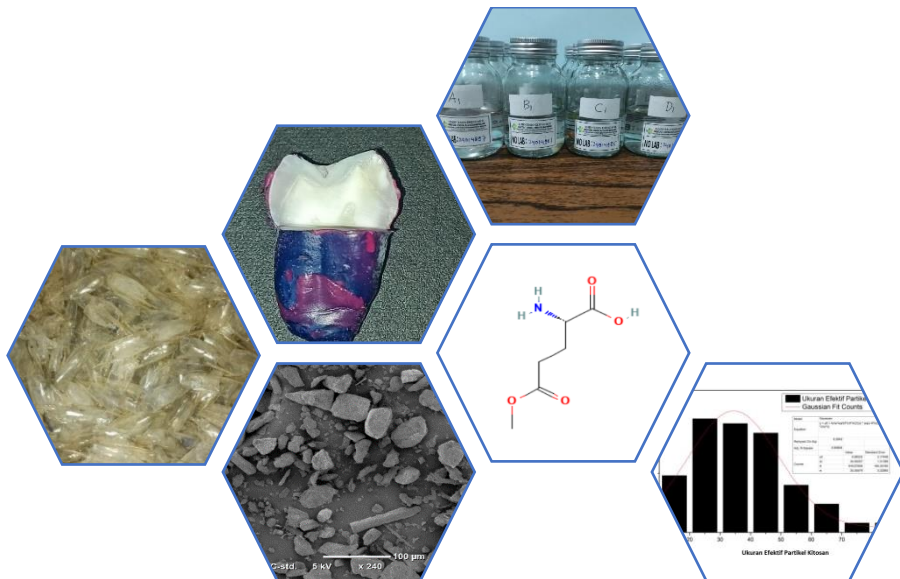
UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

**PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN KULIT UDANG PUTIH
(LITOPENAEUS VANNAMEI) PADA GLASS IONOMER CEMENT
DAN RESIN MODIFIED GLASS IONOMER TERHADAP
MICROLEAKAGE DAN FLUOR RELEASE**

**THE EFFECT OF ADDING CHITOSAN WHITE SHRIMP (LITOPENAEUS
VANNAMEI) SHELL TO GLASS IONOMER CEMENT AND RESIN MODIFIED
GLASS IONOMER ON MICROLEAKAGE AND FLUOR RELEASE**



EN NADIA

J065211005



PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS

PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN GIGI ANAK

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

**PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN KULIT UDANG PUTIH
(*LITOPENAEUS VANNAMEI*) PADA GLASS IONOMER CEMENT
DAN RESIN MODIFIED GLASS IONOMER TERHADAP
MICROLEAKAGE DAN FLUOR RELEASE**

**EN NADIA
J065211005**



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

**PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN KULIT UDANG PUTIH
(*LITOPENAEUS VANNAMEI*) PADA GLASS IONOMER CEMENT
DAN RESIN MODIFIED GLASS IONOMER TERHADAP
MICROLEAKAGE DAN FLUOR RELEASE**

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar spesialis

Program Studi Ilmu Kedokteran Gigi Anak

Disusun dan diajukan oleh

EN NADIA
J065211005

kepada

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

TESIS

**PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN KULIT UDANG PUTIH
(LITOPENAEUS VANNAMEI) PADA GLASS IONOMER CEMENT
DAN RESIN MODIFIED GLASS IONOMER TERHADAP
MICROLEAKAGE DAN FLUOR RELEASE**

**EN NADIA
J065211005**

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis Program Pendidikan
Dokter Gigi Spesialis Kedokteran Gigi Anak pada 10 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. Sherty Horax, MS
NIP. 19710523 200212 1 002

Pembimbing Pendamping,

drg. Wiwik Emanati Wiraya, Sp.KGA
NIP. 19810507 201001 2 002

Ketua Program Studi
Kedokteran Gigi Anak,
Fakultas Kedokteran Gigi,



drg. Syarifani Syarifir, Sp.KGA.,
NIP. 19860719 202107 4 001

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin,



drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed., Ph.D
NIP. 19810216 200801 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Pengaruh Penambahan KITOSAN Kulit Udang Putih (*Litopenaeus Vannamei*) pada *Glass Ionomer Cement* dan *Resin Modified Glass Ionomer* Terhadap *Microleakage* dan *Fluor Release*" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Dr. drg. Sherly Horax, MS sebagai Pembimbing Utama dan Drg. Wiwik Elnangti Wijaya, Sp.KGA 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



En Nadia
NIM J065211005

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan tesis ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Dr. drg. Sherly Horax, MS. sebagai pembimbing utama dan Drg, Wiwik Elnangti Wijaya, Sp.KGA 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 terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama ini. 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,

En Nadia

ABSTRAK

EN NADIA. **Pengaruh Penambahan Kitosan Kulit Udang Putih (*Litopenaeus Vannamei*) pada Glass Ionomer Cement dan Resin Modified Glass Ionomer terhadap Microleakage dan Fluor Release** (dibimbing oleh Sherly Horax dan Wiwik Elnangti Wijaya).

Latar Belakang. Karies gigi terutama menyerang permukaan oklusal premolar dan molar. *Sealing pit* dan *fissure* molar dan premolar merupakan terapi yang efektif untuk mencegah karies gigi. *GIC* merupakan material yang sering digunakan dalam kedokteran gigi anak. *RMGI* merupakan gabungan dari *GIC* dan resin komposit untuk memperbaiki sifat fisik *GIC*. Efektifitas kinerja *fissure sealant* dapat dilihat dari *microleakage* dan *fluor release* material *sealant*. Penelitian untuk mengurangi *microleakage* dan meningkatkan *fluor release* telah dilakukan, diantaranya dengan menambahkan kitosan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan menganalisa pengaruh kitosan kulit udang putih yang ditambahkan pada *sealant GIC* dan *RMGI* terhadap *microleakage* dan *fluor release*. **Metode.** Penelitian ini terdiri dari 4 kelompok: kelompok *sealant GIC*, *RMGI*, *GIC termodifikasi* kitosan dan *RMGI termodifikasi* kitosan. Masing-masing kelompok terdiri dari 8 sampel. Sampel untuk pemeriksaan *microleakage* berupa gigi premolar yang diaplikasikan *sealant*, kemudian di rendam dalam saliva buatan selama 2x24 jam dalam inkubator, selanjutnya direndam dalam *methylene blue*. Sampel kemudian dikeringkan dan dipotong arah bukolingual untuk selanjutnya dilakukan pemeriksaan dibawah mikroskop optik cahaya dan dilakukan skoring. Sampel pemeriksaan fluor berbentuk cakram 2 x 10 mm di rendam dalam *deionized water*. *Fluor release* di ukur menggunakan spektrofotometer dalam rentang 1, 5 dan 7 hari.

Hasil. Terjadi peningkatan *microleakage* pada *GIC* setelah ditambahkan kitosan dengan nilai yang tidak signifikan. Pada *sealant RMGI* yang ditambahkan kitosan terjadi penurunan *microleakage* dengan nilai yang tidak signifikan. Penambahan kitosan powder pada *GIC* maupun *RMGI* dapat meningkatkan *fluor release* dengan nilai signifikan. **Kesimpulan.** Kitosan kulit udang putih (*Litopenaeus Vannamei*) dapat dipertimbangkan sebagai bahan tambahan *sealant GIC* dan *RMGI* untuk mengurangi *microleakage* dan meningkatkan *fluor release*.

Kata kunci : Kulit Udang Putih, Kitosan, *Glass Ionomer Cement*, *Resin Modified Glass Ionomer*, *Microleakage*, *Fluor Release*.

ABSTRACT

EN NADIA. **The Effect of Adding Chitosan White Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) Shell to Glass Ionomer Cement and Resin Modified Glass Ionomer on Microleakage and Fluor Release** (supervised by Sherly Horax and Wiwik Elnangti Wijaya).

Background. Dental caries mainly affect the occlusal surfaces of premolars and molars. Sealing molar and premolar pit and fissure is an effective therapy to prevent dental caries. GIC is a material that is often used in pediatric dentistry. RMGI is a combination of GIC and composite resin to improve the physical properties of GIC. The effectiveness of fissure sealant performance can be seen from microleakage and fluor release of sealant material. Research to reduce microleakage and increase fluor release has been conducted, including by adding chitosan. **Objectives.** This study aims to analyze the effect of chitosan from white shrimp shell added to GIC and RMGI sealant on microleakage and fluor release. **Method.** This study consisted of 4 groups: GIC, RMGI, GIC modified chitosan and RMGI modified chitosan. Each group consisted of 8 samples. Samples for microleakage examination were premolar teeth that were applied with sealant, then soaked in artificial saliva for 2x24 hours in incubator, and then immersed in methylene blue. The samples were then dried and cut in buccolingual direction for further examination under a light optical microscope and scoring. Fluor release examination samples in the form of 2 x 10 mm discs were soaked in deionised water. Fluor release levels were measured using a spectrophotometer at 1, 5 and 7 days. **Results.** There was an increase in microleakage in GIC after adding chitosan with an insignificant value. In RMGI sealants added with chitosan, there was a decrease in microleakage with an insignificant value. The addition of chitosan powder to GIC and RMGI can increase fluor release. **Conclusion.** Chitosan from white shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) shell can be considered as an additive to GIC and RMGI sealant to reduce microleakage and increase fluor release.

Keywords: White Shrimp Shell, Glass Ionomer Cement, Resin Modified Glass Ionomer, Microleakage, Fluor Release.

DAFTAR ISI

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	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN, ISTILAH DAN LAMBANG	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	6
1.3. Tujuan dan Manfaat	6
1.3.1. Tujuan	6
1.3.2. Manfaat.....	7
1.4. Kerangka Pemikiran.....	7
1.4.1. Kerangka Teori.....	7
1.4.2. Kerangka Konsep.....	8
1.5. Hipotesa	9
BAB II.....	10
METODE PENELITIAN	10
2.1. Tempat dan Waktu	10
2.2. Bahan dan Alat.....	10
2.3. Metode Penelitian	11
2.4. Pelaksanaan Penelitian.....	12
2.5. Parameter Pengamatan	15
2.6. Alur Penelitian	16
BAB III	17
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	17
3.1. Hasil	17
3.1.1. Hasil Uji Karakteristik Kitosan	17
3.1.2. Hasil Uji <i>Microleakage</i>	19
3.1.3. Hasil Uji <i>Fluor Release</i>	21
3.2. Pembahasan	26
BAB IV	30
KESIMPULAN DAN SARAN	30
3.1. Kesimpulan.....	30

3.2. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Penelitian yang Memanfaatkan Kitosan Kulit Udang Putih (<i>Litopenaeus Vannamei</i>).....	5
Tabel 3.1. Hasil Uji <i>Microleakage</i>	20
Tabel 3.2. Hasil Uji <i>One Way Anova Microleakage</i>	21
Tabel 3.3. Hasil Uji <i>Fluor Release</i>	22
Tabel 3.4. Hasil Uji <i>One Way Anova Fluor Release</i>	23
Tabel 3.5. Hasil Uji <i>Post Hoc Bonferonni Fluor Release</i>	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram skema untuk skoring penetrasi zat pewarna	15
Gambar 3.1. Diagram distribusi partikel kitosan.....	17
Gambar 3.2. Struktur kimia <i>5-Methyl-L-Glutamat</i>	18
Gambar 3.3. Difraktogram <i>XRD</i> Kitosan.....	18
Gambar 3.4. Citra <i>SEM</i> Kitosan.....	19
Gambar 3.5. Diagram yang menunjukkan rerata <i>microleakage</i> pada masing-masing kelompok.....	20
Gambar 3.6. Diagram yang menunjukkan rerata <i>fluor release</i> pada masing-masing kelompok.....	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>CURRICULUM VITAE</i>	33
Lampiran 2. SURAT IZIN PENELITIAN	34
Lampiran 3. SURAT REKOMENDASI PERSETUJUAN PENELITIAN	35
Lampiran 4. DOKUMENTASI PROSEDUR PENELITIAN	36
Lampiran 5. HASIL UJI DATA SPSS	46

DAFTAR SINGKATAN, ISTILAH DAN LAMBANG

- GIC* : *Glass Ionomer Cement*
RMGI : *Resin Modified Glass Ionomer*
AAPD : *American Academy of Pediatric Dentistry*
SEM : *Scanning Electrone Microscope*
XRD : *X-Ray Diffraction*

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Karies gigi merupakan salah satu penyakit rongga mulut yang paling tinggi prevalensinya. Laporan status *global oral health WHO 2022* memperkirakan bahwa penyakit mulut mempengaruhi hampir 3,5 miliar orang di seluruh dunia. Secara global, diperkirakan 2 miliar orang menderita karies gigi permanen dan 514 juta anak menderita karies gigi sulung (*WHO, 2023*). Menurut Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018, prevalensi karies gigi di Indonesia pada anak usia dini masih sangat tinggi yaitu sekitar 93%. Karies terutama menyerang permukaan oklusal premolar dan molar selama proses eupsinya (*Carvalho, 2014*). Berdasarkan pedoman *American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD) 2014*, karies *pit* dan *fissure* terjadi sekitar 80-90% dari seluruh karies pada gigi permanen dan 44% dari gigi sulung (*Blackwell, 2015*).

Karies gigi merupakan *multiple caused disease*, yaitu penyakit yang disebabkan oleh banyak faktor antara lain *host*, *agent*, substrat, mikroorganisme dan waktu. Salah satu faktor *host* yang dapat menyebabkan karies yaitu anatomi *pit* dan *fissure* yang dalam yang dapat meningkatkan retensi makanan yang sulit untuk dibersihkan dan dijangkau dengan sikat gigi sehingga *pit* dan *fissure* menjadi tempat awal terjadinya karies (*Hashemi Kamangar et al., 2021*). Pencegahan karies bisa dilakukan dengan menjaga kebersihan rongga mulut menggunakan pasta gigi berfluoride, pengurangan asupan makanan yang bersifat kariogenik, fluoridasi baik secara lokal maupun sistemik dan juga aplikasi *fissure sealant* (*Cvikl, Moritz and Bekes, 2018*).

Tindakan pencegahan karies gigi lebih banyak berpengaruh pada permukaan halus, terutama permukaan proksimal. Prevalensi karies oklusal masih sangat tinggi, hal ini disebabkan karena morfologi *pit* dan *fissure* yang kompleks pada permukaan oklusal, bukal dan palatal gigi molar yang merupakan tempat yang paling rentan terjadinya karies (*Hatirli, Yasa and Yasa, 2018*). Penurunan karies oklusal tidak sejalan dengan penurunan karies permukaan halus. Hal ini bisa disebabkan karena intervensi preventif seperti fluoridasi air minum dan pasta gigi serta topikal aplikasi fluoride lebih efektif mengurangi karies permukaan halus daripada karies *pit* dan *fissuree* (*Cvikl, Moritz and Bekes, 2018*) (*Juntavee et al., 2023*).

Sealing pit dan *fissure* molar dan premolar merupakan terapi yang efektif untuk mencegah dan menghentikan karies gigi (*Cvikl, Moritz and Bekes, 2018*). *American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD)* menyatakan bahwa *fissure sealant* mengurangi karies oklusal sebesar 76% setelah 2-3 tahun aplikasi (*Wright et al., 2016*). *Fissure sealant* diindikasikan untuk molar permanen pada anak yang mempunyai resiko karies sedang atau tinggi. Anak yang mempunyai resiko karies rendah, *fissure sealant* diaplikasikan hanya pada *fissure* yang

dalam dan retentif. Pada gigi posterior sulung, *fissure sealant* diaplikasikan pada anak dengan resiko karies yang tinggi (Cameron and Widmer, 2013).

Dental sealant merupakan bahan yang diaplikasikan pada permukaan oklusal gigi untuk mengisi anatomi permukaan *pit* dan *fissure* dan membentuk barrier fisik pada permukaan gigi (Bayrak *et al.*, 2019). *Fissure sealant* yang melepaskan *fluoride* menjadi penting, tidak hanya sebagai komponen pasif (sebagai penghalang fisik antara gigi dan lingkungan oral) tetapi juga sebagai agen kariostatik aktif, dengan memberikan peningkatan inhibisi pasien karena *fluoride* yang menghambat demineralisasi dan memberikan proses remineralisasi (Dewi, Sudibyo and Harniati, 2018). Pelepasan fluor yang tinggi dari *GIC* didapatkan pada hari pertama setelah *setting*, kemudian menurun secara cepat pada hari ke 7, 14, dan 21. Penyebab tingginya pelepasan fluor pada hari pertama dikarenakan larutnya partikel glass ke dalam asam polyalkenoat saat proses pengerasan. Pelepasan perlahan pada hari berikutnya disebabkan oleh larutnya partikel glass dalam air yang terdapat pada matriks hydrogel (Madhyastha, Kotian and Pai, 2013).

Selama pembentukan gigi, fluoride melindungi email dari pengurangan sejumlah matriks yang dibentuk. Fluor juga berperan dalam pembentukan email yang lebih baik dengan kristal yang lebih resisten terhadap asam. Pemberian fluoride yang optimal, akan menghasilkan kristal lebih besar, kandungan karbonat lebih rendah sehingga kelarutan terhadap asam berkurang (Herdiyanti and Sasmita, 2010).

Pasca erupsi, fluor berperan menurunkan kelarutan email dalam asam. Fluor berperan dalam pembentukan kalsium fluorida pada permukaan kristal. Fluoride juga berperan menggantikan ion karbonat dalam struktur apatit. Kristal apatit dengan karbonat rendah lebih stabil dan kurang larut dibandingkan dengan karbonat yang tinggi. Adanya fluoride dalam saliva meningkatkan remineralisasi, sehingga merangsang perbaikan / penghentian lesi karies awal. Fluoride juga menghambat sistem enzim yang terlibat dalam pembentukan asam serta pengangkutan dan penyimpanan glukosa dan juga membatasi penyediaan bahan cadangan untuk pembuatan asam dalam sintesa polisakarida (Herdiyanti and Sasmita, 2010).

Terdapat beberapa bahan *sealant* yang dapat melepaskan fluor antara lain *glass ionomer cement (GIC)*, *resin modified glass ionomer (RMGI)*, *fluor releasing composite sealant* dan *system adhesive* (Bayrak *et al.*, 2019). *RMGI* dikembangkan untuk mempertahankan keunggulan dari *GIC* dan *meningkatkan compressive strength dan flexural strength GIC* (Saibani, Bamusa and Bajafar, 2019) (Narang *et al.*, 2022). *GIC* merupakan material kedokteran gigi yang sangat tepat untuk pasien anak, baik sebagai bahan *pit* dan *fissure sealant*, sebagai bahan sementasi mahkota dan bracket, dan sebagai bahan restorasi (Sidhu and Nicholson, 2016). Pada kasus yang tidak memungkinkan untuk melakukan isolasi gigi (seperti pada pasien yang tidak kooperatif) dan kasus kontrol kelembaban yang sulit dilakukan, (seperti pada kondisi gigi permanen

yang erupsi sebagian), maka *sealant* dari bahan *GIC* menjadi pilihan (Naaman, El-Housseiny and Alamoudi, 2017) (Khidir, 2021). *Sealant* berbahan dasar resin dan *glass ionomer* merupakan bahan yang paling sering digunakan sebagai bahan *sealant* (Cvikl, Moritz and Bekes, 2018). *Sealant GIC* mempunyai potensi sebagai *reservoir fluoride* yang membuat email lebih tahan terhadap demineralisasi (Juntavee *et al.*, 2023). *GIC* mempunyai 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).

Kinerja material *pit* dan *fissure sealant* telah diteliti secara intensif, namun belum ada satu produk yang dilaporkan sebagai *sealant* yang ideal (Juntavee *et al.*, 2023). *Sealant* memiliki ketahanan aus yang terbatas, mengakibatkan kerusakan permukaan dan kehilangan volume *sealant* (Faria *et al.*, 2021). Pemeriksaan rutin harus dilakukan untuk menghindari kerusakan gigi karena *leakage* dari *sealant* (Cvikl, Moritz and Bekes, 2018). *Microleakage* yang terjadi pada penempatan *fissure sealant* memungkinkan adanya akses bagi bakteri dan juga produk sampingan dari bakteri, yang berpotensi menyebabkan adanya karies. Faktor yang mempengaruhi tingkat *microleakage* meliputi material *shrinkage*, saliva dan komponen debris, dan *lubricant oil* (minyak pelumas) dari *handpiece* (Dewi, Sudibyo and Harniati, 2018).

Konsistensi *GIC* umumnya kental dan sulit mencapai kedalaman fisura, sehingga retensi mekanis pada email kurang (Helwig, Hong and Hsiao-wecksler, 2010). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *sealant* berbasis resin mempunyai tingkat retensi yang menjanjikan dibandingkan *sealant glass ionomer*. Hal ini disebabkan stabilitasnya yang lebih baik di bawah tekanan oklusal karena komponen utamanya, *Bis-GMA*. Penelitian lain melaporkan tidak ada perbedaan yang signifikan dalam kemampuan *sealing* resin dan *sealant* yang melepaskan fluor (Juntavee *et al.*, 2023). Penelitian di tahun 2018 menyatakan bahwa *flowable* komposit yang digunakan sebagai bahan *sealant* menunjukkan *microleakage* dan *deep penetration* yang paling baik, sementara *glass ionomer* menunjukkan *microleakage* dan *deep penetration* yang paling rendah (Hatirli, Yasa and Yasa, 2018).

RMGI dikembangkan untuk mempertahankan keunggulan dari *GIC* dan meningkatkan *compressive strength* dan *flexural strength GIC* (Saibani, Bamusa and Bajafar, 2019) (Narang *et al.*, 2022). *RMGI* atau *light cured GIC* merupakan gabungan dari *GIC* dan resin komposit sehingga mengandung asam basa dan komponen yang bisa dipolimerisasi. Bahan yang ditambahkan terutama *2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA)* untuk mengontrol pengerasan bahan dengan *light cured* (Hengtrakool, Wanichpakorn and Kedjarune-Leggat, 2023) (Saibani, Bamusa and Bajafar, 2019).

Penelitian untuk mengurangi *microleakage* dari bahan *GIC* telah dilakukan dengan menambahkan material tertentu, diantaranya kitosan (Sajjeev, Shivkumar and Kalgeri, 2021). Penelitian lain menyebutkan bahwa

kemampuan pelepasan ion fluoride *GIC* meningkat dengan adanya kitosan (Petri *et al.*, 2007). Dea F.A. pada tahun 2019 meneliti pengaruh penambahan kitosan 10% (Sigma Aldrich) pada *sealant glass ionomer cement* terhadap adaptasi bahan dan *fluor release*. Penambahan kitosan 10% menunjukkan peningkatan adaptasi bahan dan *fluor release* (Anggini *et al.*, 2019).

Produk-produk alam yang dapat digunakan sebagai biomaterial di bidang kedokteran gigi saat ini semakin berkembang pesat penggunaannya, salah satunya adalah kitosan. Kitosan merupakan biomaterial yang terus dikembangkan karena memiliki berbagai manfaat dalam dunia medis dan terbukti aman untuk manusia. Beberapa penelitian menunjukkan penggunaan kitosan mampu menstimulasi pembentukan dentin reparatif, meningkatkan performa mekanis dan pelepasan fluor (Sutrisman and Abidin, 2014). Kitosan merupakan senyawa golongan polisakarida yang dihasilkan dari limbah hasil laut, khususnya golongan *crustacea* seperti udang, kepiting, kerang dan ketam. Limbah kulit udang mengandung 3 komponen utama yaitu protein (25-40%), kalsium karbonat (45-50%), dan kitin (15-20%). Kitin inilah yang akan diproses menjadi kitosan (Abdiani and Sari, 2015).

Kitosan adalah produk deasetilasi kitin yang merupakan rantai panjang glukosamin (β -1,4-2 amino -2-deoksi-D-Glukosa), memiliki rumus kimia $[C_6H_{11}NO_4]_n$ dengan bobot molekul $2,5 \times 10^5$ dalton. Kitosan berbentuk serpihan putih kekuningan, tidak berbau dan tidak berasa. Kitosan dapat larut pada larutan asam seperti asam asetat atau asam format. Isolasi kitosan melalui tiga tahap yaitu demineralisasi, deproteinase, dan dekolorisasi (Artiningsih, 2017) (Gayen *et al.*, 2021). Kitosan memiliki aktivitas antimikrobal, dapat mengurangi pembentukan plak dan perkembangan karies, sebagai *chelating agent*, sebagai bahan 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). 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).

Udang merupakan salah satu komoditas perikanan andalan Indonesia yang sangat potensial untuk diekspor. Indonesia menjadi salah satu dari 5 penghasil udang terbesar di dunia. Sulawesi Selatan merupakan provinsi ke 7 penghasil udang terbanyak di Indonesia (Istiana, 2020). Berdasarkan data komoditi unggulan Sulawesi Selatan dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2016, udang *Vannamei* menempati urutan pertama sebagai komoditi unggulan udang di Sulawesi Selatan (Dinas Kelautan dan Perikanan Prov Sulasel, 2017). Udang diekspor dalam bentuk beku yaitu udang yang mengalami *cold storage* setelah melalui pemisahan kepala dan kulit. Proses ini menghasilkan limbah atau hasil samping berupa kepala (*carapace*) dan kulit (*peeled*) yang menimbulkan masalah pencemaran

lingkungan (Dompeipen, Kaimudin and Dewa, 2016). Terdapat beberapa penelitian yang memanfaatkan kulit udang putih (*Litopenaeus vannamei*) (Tabel 1).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis melakukan penelitian tentang pengaruh pemberian kitosan yang berasal dari limbah kulit udang putih (*Litopenaeus vannamei*) pada bahan sealant GIC dan sealant RMGI.

Tabel 1.1. Data Penelitian yang Memanfaatkan Kitosan Kulit Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*)

Nama Peneliti (Tahun)	Judul	Kesimpulan
Sarah Marsa Tamimi, Dini Agustina, Cicih Komariah (2017)	<i>Antibacterial Activity of Combination of White Shrimp (Litopenaeus vannamei) Shells Chitosan and Ciprofloxacin against Salmonella typhi</i>	Kombinasi kitosan cangkang udang putih (<i>L. vannamei</i>) dan siprofloksasin dapat menghambat pertumbuhan bakteri Salmonella typhi. Selain itu, kombinasi kitosan cangkang udang putih (<i>L. vannamei</i>) dan siprofloksasin terhadap bakteri <i>S. typhi</i> memiliki efek sinergis
Harun Achmad (2018)	<i>The Efficacy of Chitosan Toothpaste Based White Shrimp (Litopenaeus Vannamei) to Decrease Streptococcus Mutans Colonies in Children with Early Childhood Caries</i>	Pasta gigi kitosan 5% lebih efektif daripada pasta gigi kitosan 2,5% dan pasta gigi plasebo. Pasta gigi kitosan 5% memiliki efek yang lebih besar pada pertumbuhan <i>Streptococcus mutans</i> pada kasus ECC
Suherman B., Muhdar Latif, Sisilia Teresia Rosmala D. (20180)	Potensi Kitosan Kulit Udang Vannamei (<i>Litopenaeus Vannamei</i>) Sebagai antibakteri Terhadap <i>Staphylococcus Epidermidis</i> , <i>Pseudomonas Aeruginosa</i> , <i>Propionibacterium Agnes</i> , dan <i>Escherichia Coli</i> dengan Metode Difusi Cakram Kertas	Kitosan kulit udang vannemei (<i>Litopenaeus vannamei</i>) memiliki potensi sebagai antibakteri dalam menghambat pertumbuhan <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Propionibacterium agnes</i> , dan <i>Escherichia coli</i> .

Asmawati (2018)	<i>Potency of Shrimp Shell (Litopenaeus vannamei) as a Material of Tooth Remineralization</i>	Cangkang udang vannamei memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan dasar sebagai bahan remineralisasi gigi.
B. Sapitra (2018)	Uji Toksisitas Kitosan Cangkang Udang (<i>Litopenaeus Vannamei</i>) Sebagai <i>Scaffold Bone Graft</i> Terhadap Kultur Sel Fibroblast BHK-21	Hasil penelitian uji toksisitas kitosan cangkang udang (<i>Litopenaeus vannamei</i>) tidak menunjukkan efek toksik terhadap kultur sel fibroblast BHK-21

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

- Apakah kitosan yang berasal dari limbah kulit udang putih (*Litopenaeus vannamei*) dapat mengurangi *microleakage GIC*
- Apakah kitosan yang berasal dari limbah kulit udang putih (*Litopenaeus vannamei*) dapat mengurangi *microleakage RMGI*
- Apakah kitosan yang berasal dari limbah kulit udang putih (*Litopenaeus vannamei*) dapat meningkatkan *fluor release GIC*
- Apakah kitosan yang berasal dari limbah kulit udang putih (*Litopenaeus vannamei*) dapat meningkatkan *fluor release RMGI*

1.3. Tujuan dan Manfaat

1.3.1. Tujuan

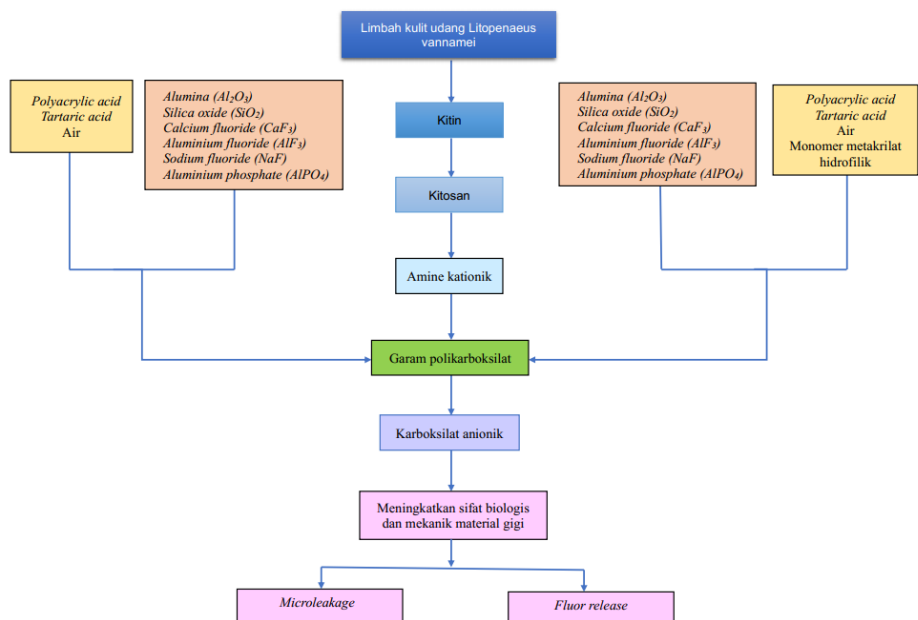
- Untuk menilai *microleakage* pada *sealant GIC* dan *GIC* termodifikasi kitosan
- Untuk menilai *microleakage* pada *sealant RMGI* dan *RMGI* termodifikasi kitosan
- Untuk menilai *fluor release* pada *sealant GIC* dan *GIC* termodifikasi kitosan
- Untuk menilai *fluor release* pada *sealant RMGI* dan *RMGI* termodifikasi kitosan
- Untuk menganalisa perbandingan *microleakage* pada *sealant GIC* dan *GIC* termodifikasi kitosan, *RMGI* dan *RMGI* termodifikasi kitosan
- Untuk menganalisa perbandingan *fluor release* pada *sealant GIC* dan *GIC* termodifikasi kitosan, *RMGI* dan *RMGI* termodifikasi kitosan

1.3.2. Manfaat

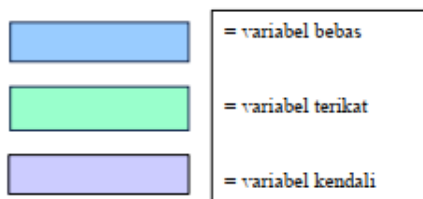
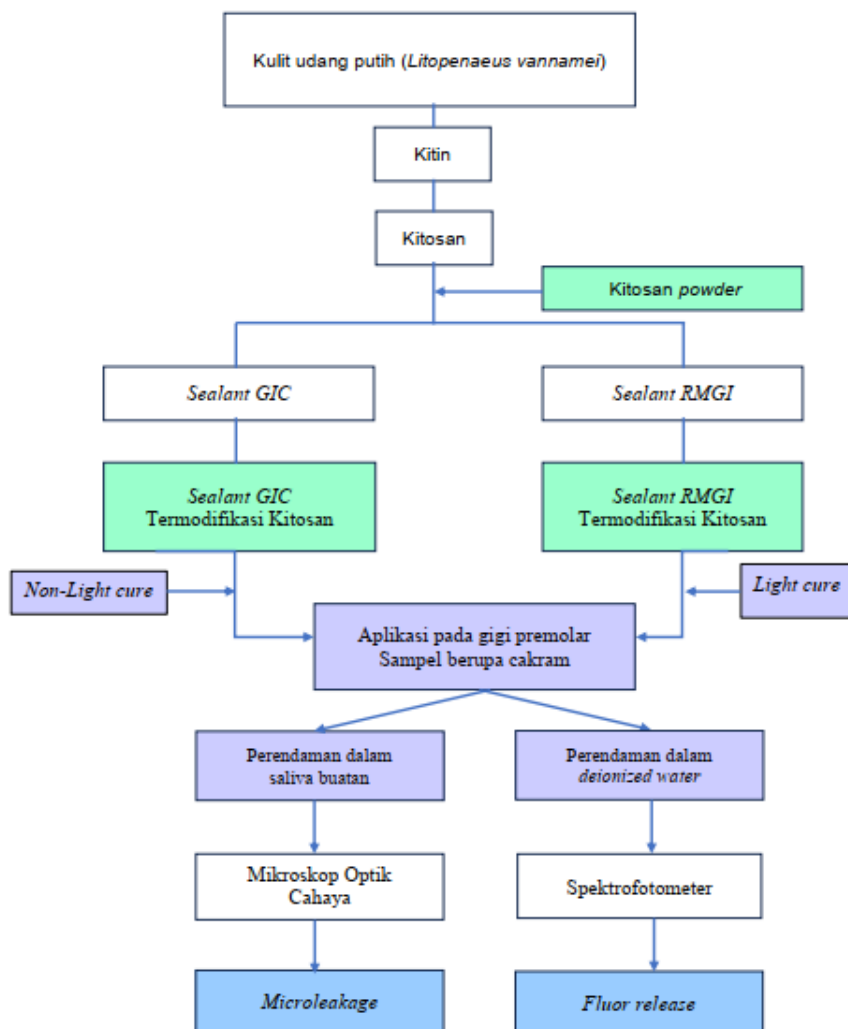
- Menambah pengetahuan ilmiah tentang potensi kitosan yang berasal dari limbah kulit udang putih (*Litopenaeus vannamei*)
- Memberikan informasi ilmiah tentang pengaruh penambahan kitosan dari limbah kulit udang putih (*Litopenaeus vannamei*) terhadap *microleakage* dan *fluor release* dari sealant GIC dan RMGI

1.4 Kerangka Pemikiran

1.4.1 Kerangka Teori



1.4.2 Kerangka Konsep



1.5 Hipotesa

1. Penambahan kitosan mempengaruhi penurunan *microleakage GIC*
2. Penambahan kitosan mempengaruhi penurunan *microleakage RMGI*
3. Penambahan kitosan mempengaruhi peningkatan *release fluor GIC*
4. Penambahan kitosan mempengaruhi peningkatan *release fluor RMGI*

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

2.1.1 Tempat

- Pembuatan sediaan kitosan dilakukan di Politeknik Pertanian Negeri Pangkep
- Analisa kitosan *powder* dilakukan Laboratorium Mikrostruktur, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia
- Persiapan sampel dilakukan di laboratotium Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin
- Pemeriksaan *microleakage* dilakukan di Laboratorium Mikrostruktur, Fakultas MIPA Fisika, Universitas Negeri Makassar
- Pemeriksaan *fluor release* dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar

2.1.2 Waktu

Penelitian ini dilakukan selama 17 minggu (Maret - Juni 2024).

2.2 Bahan dan Alat

2.2.1 Bahan

- Mikroba termofilik
- Serbuk kitin (udang putih)
- Glukosamine (Sigma-Aldrich)
- Glikol kitin
- HCl pekat
- NaOH pekat
- Bakto agar
- Yeast ekstrak
- NaCl
- $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$
- K_2HPO_4
- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- CaCl_2
- Indole
- Amonium sulfamat
- Amonium Sulfat
- Larutan salin (0,9%)
- *Distilled water*
- *Deionized water*
- Saliva buatan
- *Methylene blue*

- *GIC sealant* Fuji VII (GC, Japan)
- *GIC* Fuji II LC (GC, Japan)
- *Cocoa butter*

2.2.2 Alat

- Alat untuk membuat kitosan dari kulit udang putih (*Litopenaeus vannamei*)
 - a. Inkubator
 - b. *Shaker batch*
 - c. Autoklaf
 - d. Vibrator
 - e. Timbangan analitik
 - f. Timbangan kasar
 - g. Oven
 - h. Sentrifugasi dingin
 - i. *Magnetic stirrer*
 - j. Peralatan gelas yang biasa digunakan dalam laboratorium
- Alat untuk preparasi dan restorasi gigi
 - a. *Scaler ultrasonic*
 - b. *Low speed handpiece*
 - c. *Brush*
 - d. *Rubber cup*
 - e. Agate spatula
 - f. *Paper pad*
 - g. *Plastic filling instrument*
 - h. Sonde
 - i. *Burnisher*
 - j. Unit *light-cure*
- Alat yang digunakan untuk menguji *microleakage*
 - a. Mikroskop optik cahaya
- Alat yang digunakan untuk menguji *fluor release*
 - a. Spektrofotometri

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan desain penelitian *post test only control group design*.

Perhitungan sampel dilakukan dengan menggunakan rumus *Federer*:

$$\begin{aligned}
 (n - 1) (k - 1) &\geq 15 && (1) \\
 (n - 1) (4 - 1) &\geq 15 \\
 (n - 1) (3) &\geq 15 \\
 3n - 3 &\geq 15 \\
 3n &\geq 18 \\
 n &\geq 6
 \end{aligned}$$

$$n = 8$$

dimana, n adalah jumlah sampel dan k adalah jumlah kelompok yang akan digunakan dalam penelitian.

Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah sampel dalam 1 kelompok perlakuan sebanyak 8 dengan 4 kelompok perlakuan. Total jumlah sampel sebanyak 32, yang terdiri dari 4 kelompok perlakuan:

1. Kelompok *sealant GIC*
2. Kelompok *sealant RMGI*
3. Kelompok *sealant GIC* termodifikasi kitosan
4. Kelompok *sealant RMGI* termodifikasi kitosan

Kriteria inklusi sampel pemeriksaan *microleakage* meliputi gigi premolar tanpa kavitas, tanpa fraktur dan tanpa tumpatan. Sedangkan kriteria eksklusi sampel meliputi gigi premolar yang mengalami kelainan struktur gigi seperti hipomineralisasi.

Penelitian ini menggunakan analisis uji normalitas data *Shapiro Wilk Test* dan analisis uji homogenitas *Levene's Test*. Untuk menganalisis perbedaan rata – rata pada 4 kelompok dilakukan uji *One – Way ANOVA*. Hasil analisis signifikan 95% atau terdapat perbedaan jika nilai $p < 0,05$, Setelah melakukan uji *One Way Anova*, dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui penurunan skor *mean* dari data yang telah diambil menggunakan *Post Hoc Bonferonni test*. Pengolahan data menggunakan program SPSS ver.25.0.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Pembuatan Kitosan

- Persiapan sampel limbah kulit udang
Limbah udang yang berupa kulit udang 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 kulit udang yang digunakan sebagai bahan baku dalam penelitian ini.
- Isolasi kitin
Proses isolasi kitin terdiri dari 3 tahap yaitu tahap demineralisasi, tahap dekolorisasi dan tahap deproteinasi :
 - a. Tahap Demineralisasi
Ditimbang 100 gram serbuk kulit udang, 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 demineralisasi ditimbang, lalu dilarutkan kedalam NaOCl 0,5% 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 *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.

c. Tahap Deproteinasi

Hasil dari tahap dekolonisasi 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 *buchner*, dan residunya dicuci dengan akuades hingga pH netral, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C. Hasil sampel dari tahap 3 ini berupa serbuk sebagai senyawa kitin yang akan dilanjutkan pada uji karakteristik dan selanjutnya akan digunakan dalam produksi kitosan secara enzimatik.

2.4.2 Modifikasi GIC dan RMGI

Sebanyak 0,4 mg kitosan *powder* ditambahkan dalam 3,6 g *GIC powder*. Selanjutnya dilakukan pencampuran menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 600 *rpm* selama 5 menit pada suhu ruang. Dari pencampuran ini didapatkan *GIC* dengan modifikasi kitosan sebesar 10% w/w.

Hal yang sama dilakukan untuk modifikasi *RMGI*, sebanyak 0,4 mg kitosan *powder* ditambahkan dalam 3,6 g *RMGI powder*. Selanjutnya dilakukan pencampuran menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 600 *rpm* selama 5 menit pada suhu ruang. Dari pencampuran ini didapatkan *RMGI* dengan modifikasi kitosan sebesar 10% w/w.

2.4.3 Persiapan Sampel

- Pemeriksaan *microleakage*

Sebanyak 16 gigi premolar yang memenuhi kriteria inklusi dibersihkan dari jaringan lunak dan kalkulus, dibilas dibawah air mengalir. Sampel kemudian disimpan dalam larutan saline sebelum diberi perlakuan.

- Pemeriksaan *fluor release*

Bahan sealant dicetak di dalam cetakan sehingga didapatkan bentuk cakram dengan diameter 10 mm dan ketebalan 2 mm.

2.4.4 Prosedur Restorasi

Prosedur restorasi dilakukan oleh satu operator. Untuk pemeriksaan *microleakage*, gigi dibilas dengan saline, kemudian dikeringkan dengan semprotan udara selama 10 detik. Selanjutnya diaplikasikan *dentin conditioner*

pada gigi selama 20 detik, dibilas dengan air, selanjutnya dikeringkan. *Powder* dan *liquid GIC* dicampur diatas *mixing slab* dengan rasio 1:1 sesuai instruksi pabrik. Sebelum diaduk, *powder* dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama diaduk dengan *liquid* sampai homogen menggunakan agate spatula kemudian ditambahkan *powder* yang masih tersisa dan diaduk dengan gerakan melipat sampai konsistensi seperti dempul. *GIC* kemudian diaplikasikan ke oklusal gigi menggunakan *plastis instrument* dan dikondensasi dengan menggunakan *burnisher*. Permukaan restorasi kemudian diulas dengan *cocoa butter*. Pada sampel yang diaplikasikan *RMGI*, setelah dilakukan kondensasi, maka dilakukan *curing* menggunakan *light curing unit* selama 20 detik. Prosedur yang sama dilakukan untuk sealant *GIC* dan *RMGI* termodifikasi kitosan.

Untuk pemeriksaan *fluor release*, sampel berupa cakram dengan diameter dalam 10 mm dan ketebalan 2 mm. *Powder* dan *liquid GIC* dicampur diatas *mixing slab* dengan rasio 1:1 sesuai instruksi pabrik. Sebelum diaduk, *powder* dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama diaduk dengan *liquid* sampai homogen menggunakan agate spatula kemudian ditambahkan *powder* yang masih tersisa dan diaduk dengan gerakan melipat sampai konsistensi seperti dempul. *GIC* kemudian dimasukkan ke cetakan yang sebelumnya telah diolesi vaseline menggunakan *plastis instrument* dan dikondensasi dengan menggunakan *burnisher*. Setelah setting, sampel dilepas dari cetakan. Pada sampel yang diaplikasikan *RMGI*, setelah dilakukan kondensasi, maka dilakukan *curing* menggunakan *light curing unit* selama 20 detik. Prosedur yang sama dilakukan untuk sealant *GIC* dan *RMGI* termodifikasi kitosan.

2.4.5 Pengukuran *Microleakage* dan *Fluor Release*

– Pengukuran *microleakage*

Sampel yang sudah diaplikasikan *sealant* (16 sampel, terdiri dari 4 sampel yang sudah diaplikasikan *sealant GIC*, 4 sampel yang sudah diaplikasikan *sealant RMGI*, 4 sampel yang sudah diaplikasikan *sealant GIC* termodifikasi kitosan dan 4 sampel yang sudah diaplikasikan *sealant RMGI* termodifikasi kitosan) direndam dalam saliva buatan selama 2x24 jam dalam inkubator dengan suhu 37°C. Selanjutnya gigi dibilas dengan *deionized water* dan dikeringkan. Bagian apikal dari sampel gigi yang sudah kering, di tutup dengan *sticky wax*. Seluruh permukaan gigi diaplikasikan cat kuku sebanyak 2 lapis dengan menyisakan jarak sekitar 1 mm disekitar *sealant*.

Sampel kemudian direndam dalam pewarna *methylene blue* selama 24 jam pada suhu ruang. Sampel kemudian dibilas dan dikeringkan. Selanjutnya sampel dipotong secara bukolingual menggunakan *diamond disc low speed*. Sampel diperiksa menggunakan mikroskop optik cahaya dengan pembesaran 70x dan dilakukan pengambilan foto.

– Pengukuran *fluor release*

Sampel yang berbentuk cakram (16 sampel, terdiri dari 4 sampel *sealant GIC*, 4 sampel *sealant RMGI*, 4 sampel *sealant GIC* termodifikasi kitosan dan 4

sampel *sealant RMGI* termodifikasi kitosan) direndam dalam *deionized water* dan disimpan dalam inkubator dengan suhu 37°C. *Deionized water* rendaman sampel diukur kadar fluornya setelah 24 jam. Selanjutnya sampel direndam dengan *deionized water* baru dan pada hari ke-5 dan ke-7 dilakukan pemeriksaan kadar fluor. Penggantian *deionized water* dilakukan setiap interval waktu. Pelepasan fluor diukur dengan menggunakan spektrofotometer. Konsentrasi fluor yang dilepas pada periode waktu dievaluasi.

2.4.6 Pengamatan Hasil

– Pengamatan hasil *microleakage*

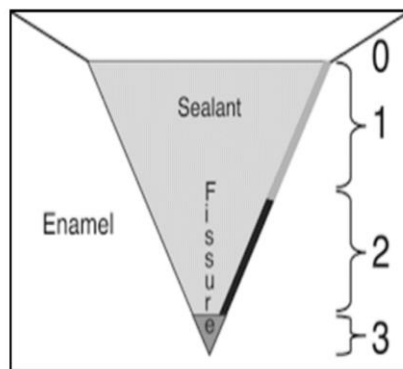
Pengukuran *microleakage* dengan melakukan skoring foto dari sampel yang mengalami pembesaran 70x di bawah mikroskop cahaya (Gambar 1).

Skor 0 : tidak ada penetrasi pewarna

Skor 1 : terdapat penetrasi pewarna tidak lebih dari setengah material *sealant*

Skor 2 : terdapat penetrasi pewarna lebih dari setengah material *sealant*

Skor 3 : terdapat penetrasi pewarna melebihi / dibawah material *sealant*



Gambar 2.1. Diagram skema untuk skoring penetrasi zat pewarna

Sumber : Hilwa S. Khidir, Hemm M. Suleman, *Evaluation of microleakage of three different types of pit and fissure sealant using invasive and non-invasive techniques (An in-vitro study)*, 2021

– Pengamatan hasil *fluor release*

Jumlah fluor yang dilepas dihitung menggunakan spektrofotometer dalam satuan *part per milion (ppm)* pada tiap interval waktu, yaitu pada hari 1, 5, 7.

2.5 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan dalam penelitian ini adalah pencampuran kitosan powder dengan *powder GIC* dan *RMGI* menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 600 *rpm* selama 5 menit, konsentrasi kitosan pada modifikasi *GIC* dan *RMGI*, lama penyinaran sampel, suhu inkubator, konsentrasi *methylene blue* dan lama perendaman sampel *microleakage* dalam *methylene blue*,

pengambilan foto sampel gigi dari mikroskop optik cahaya dengan pembesaran 70x.

2.6 Alur Penelitian

