

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Restorasi pada kavitas yang besar merupakan hal yang kompleks karena adanya interaksi antara faktor mekanis, biologis, dan material yang berperan penting terhadap kegagalan restorasi (Demarco *et al*, 2017). Selain itu, mencapai restorasi estetik sambil mempertahankan struktur biologis tetap menjadi tantangan, karena dokter gigi berusaha untuk menyeimbangkan fungsi dan estetika dengan bahan dan teknik yang tersedia. Pemilihan bahan dan teknik yang tepat sangat penting, untuk meningkatkan ketahanan dan efektivitas restorasi pada kavitas yang besar (Azeem *et al*, 2018).

Restorasi dengan resin komposit direk dapat menjadi pilihan karena efektivitas biaya dan efisiensi waktu, karena teknik ini umumnya lebih terjangkau dan lebih cepat diterapkan dibandingkan dengan metode indirek. Namun, kekurangannya adalah adanya potensi *marginal leakage* dan keausan dari waktu ke waktu, yang dapat mengganggu performa jangka panjang, terutama pada gigi posterior. Selain itu, restorasi direk mungkin tidak memberikan sifat mekanik dan ketahanan fraktur yang sama dengan metode restorasi indirek (Alshargawi *et al.*, 2024; Heyder *et al.*, 2024).

Sementara itu, restorasi indirek yang biasanya terbuat dari keramik, memberikan ketahanan terhadap fraktur yang lebih tinggi. Hal ini membuat mereka sangat tepat untuk gigi yang telah mengalami kehilangan struktural yang signifikan. (Desai & Das, 2011). Selain itu, keramik dikenal dengan hasil estetika yang sangat baik, termasuk stabilitas warna yang lebih baik dan tampilan yang lebih alami, yang sangat penting bagi pasien dengan tuntutan estetika yang tinggi (Qaraghuli *et al*, 2022). Meskipun keramik menawarkan hasil estetika dan daya tahan yang lebih unggul dibandingkan dengan restorasi direk, keramik memiliki biaya yang lebih tinggi dan waktu perawatan yang lebih lama, yang dapat menjadi kerugian bagi pasien yang memprioritaskan efektivitas biaya dan efisiensi waktu (Alshargawi *et al.*, 2024), sehingga bahan alternatif seperti komposit indirek dapat dipertimbangkan (Nadini *et al*, 2010).

Teknik indirek resin komposit dapat menjadi solusi alternatif pada gigi dengan kerusakan parah. Resin indirek atau resin laboratorium menghadirkan kepadatan tinggi partikel keramik anorganik dibandingkan dengan komposit direk. Modifikasi filler dengan teknologi keramik, perubahan matriks resin dengan monomer multifungsi memungkinkan lebih banyak ikatan yang dapat meningkatkan sifat mekanik dan fisik resin komposit indirek (Ariani *et al*, 2015; Nadini *et al.*, 2010). Meskipun peningkatan yang signifikan dalam material resin komposit indirek telah



ada potensi masalah tingkat konversi (DC) yang tidak memadai dan yang buruk karena polimerisasi yang tidak efisien (Carillo *et al*, 2021). Itu polimerisasi resin komposit indirek dilakukan dalam perangkat laboratorium sehingga semua permukaan restorasi dapat dipolimerisasi

di dalam ruang unit dan memungkinkan DC yang lebih tinggi (Souza *et al*, 2010). Selain itu, resin komposit indirek memungkinkan peningkatan rantai polimerisasi dengan *curing* tambahan dengan panas dan tekanan di lingkungan bebas oksigen. Tergantung pada jenis perangkat polimerisasi, kombinasi cahaya, panas, vakum dan tekanan dapat menghasilkan peningkatan 10 hingga 20% pada sifat mekanis bahan-bahan ini jika dibandingkan dengan nilai yang diperoleh dengan menggunakan teknik polimerisasi langsung (Carillo *et al*, 2021; Dias *et al*, 2020).

Sifat fisik dan mekanis resin komposit yang baik sangat mempengaruhi ketahanan restorasi dalam rongga mulut. Evaluasi terhadap kekerasan mikro dan kekuatan tekan adalah faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanis resin komposit, karena mencerminkan ketahanan material terhadap deformasi permukaan dan keausan (Aung *et al*, 2021). Kekerasan mikro dan kekuatan tekan sangat dipengaruhi oleh polimerisasi yang ditentukan oleh *Degree of conversion* (DC). Derajat konversi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat fisik dari resin komposit dan sangat bergantung pada faktor-faktor seperti karakteristik kimia matriks organik, jenis *filler*, dispersi, fotoinisiator yang digunakan, intensitas cahaya, waktu dan mode *light cure*, serta ukuran tip *light cure* (Kowalska *et al*, 2021; Marovic *et al*, 2013).

Perangkat *light cure laboratory* yang digunakan untuk resin komposit indirek memiliki jumlah lampu yang bervariasi dan intensitas cahaya yang berbeda (± 3000 - 7000 mW/cm²) serta didesain dengan ruang polimerisasi yang dapat meningkatkan sifat kimia dan fisik resin komposit indirek (Souza *et al*, 2010; Imei *et al*, 2019). Namun perangkat polimerisasi laboratorium ini membutuhkan biaya yang tinggi untuk dokter ataupun untuk pasien sehingga salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan perangkat polimerisasi *light cure unit* (Ariani *et al*, 2015). *Light cure unit* secara signifikan dapat mengoptimalkan waktu *curing* dengan sumber cahaya yang lebih terfokus dengan intensitas tinggi (± 1000 - 2000 mW/cm²) sehingga dapat mengurangi penyusutan polimerisasi dan juga meningkatkan derajat konversi dari resin komposit. Dengan mengoptimalkan waktu *curing*, hal ini dapat memaksimalkan intensitas cahaya dari *light cure* sehingga meningkatkan sifat fisik dari resin komposit indirek (Saritha *et al.*, 2022). Dengan demikian, *light cure unit* dapat menjadi alternatif untuk polimerisasi dari resin komposit indirek. Namun, belum ada laporan mengenai perbandingan kedua metode ini. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan membandingkan mode *light cure* yang berbeda terhadap kekerasan mikro dari resin komposit indirek.

1.2. Rumusan Masalah

Apakah ada pengaruh dari mode *light cure* yang berbeda terhadap kekerasan mikro dan kekuatan tekan resin komposit indirek?



1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Mengevaluasi kekerasan mikro dan kekuatan tekan dari komposit indirek saat dilakukan polimerisasi dengan gunakan *light cure* yang berbeda

Tujuan Khusus

1. Mengukur kekerasan mikro dan kekuatan tekan dari resin komposit indirek saat dilakukan polimerisasi dengan *light cure unit*
2. Mengukur kekerasan mikro dan kekuatan tekan dari resin komposit indirek saat dilakukan polimerisasi dengan *light cure laboratory*
3. Membandingkan kekerasan mikro dan kekuatan tekan dari resin komposit indirek saat dilakukan polimerisasi dengan *light cure unit* dan *light cure laboratory*

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pengetahuan mengenai kekerasan mikro dan kekuatan tekan dari komposit indirek saat dilakukan polimerisasi dengan gunakan *light cure* yang berbeda

1.5. Hipotesis

H0 : Tidak ada perbedaan kekerasan mikro dan kekuatan tekan dari resin komposit indirek saat di polimerisasi dengan *light cure unit* dan dipolimerisasi menggunakan *light cure laboratory*

H1 : Kekerasan mikro dan kekuatan tekan dari komposit indirek lebih tinggi saat di polimerisasi dengan *light cure unit* dibandingkan dengan *light cure laboratory*



BAB II METODE PENELITIAN

2.1. Rancangan Penelitian

2.1.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratoris

2.1.2. Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah *post test control design*

2.2. Tempat dan Waktu Penelitian

2.2.1 Tempat Penelitian

Pembuatan sampel balok resin komposit dilakukan di Laboratorium Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin dan pengukuran kekerasan mikro dan kekuatan tekan dilakukan di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Hasanuddin.

2.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-Juni 2025

2.3. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

2.3.1 Variabel Penelitian

Variabel bebas (*independent*) : Mode *light cure*
Variabel terikat (*dependent*) : Kekerasan mikro dan kekuatan tekan
Variabel kendali : Waktu penyinaran
Variabel antara : Polimerisasi

2.3.2 Definisi Operasional

- a. Mode *Light cure* adalah metode yang digunakan untuk melakukan polimerisasi terhadap resin komposit indirek. Dalam hal ini alat yang digunakan adalah *Light cure unit* dengan cahaya LED dengan intensitas cahaya ± 1250 mW/cm, panjang gelombang 450-480 nm, dan *light cure laboratory* berupa mesin *curing* sebuah ruang dengan cahaya yang berasal dari berbagai arah dengan intensitas ± 1000 mW/cm, panjang gelombang 385-445 nm



n mikro adalah ketahanan material terhadap deformasi plastis, yang ngan *Vickers Hardness Tester* pada tiga titik di permukaan blok resin

- komposit indirek, baik pada blok yang dipolimerisasi dengan *light curing laboratory* dan yang dipolimerisasi dengan *light curing unit*
- c. Kekuatan tekan adalah ketahanan suatu material terhadap gaya tekan sebelum material tersebut mengalami kerusakan, deformasi permanen, atau pecah. Kekuatan ini diukur dalam satuan megapascal (MPa) dengan *Universal Testing Machine* dengan memberikan gaya tekan secara seragam pada seluruh permukaan blok, baik pada blok yang dipolimerisasi dengan *light curing laboratory* dan yang dipolimerisasi dengan *light curing unit*
 - d. Polimerisasi adalah proses yang menginisiasi pengerasan resin komposit menggunakan *light curing unit/ Light curing laboratory*

2.4. Bahan dan Alat

2.4.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini :

1. Resin komposit Indirek TWINNY (Yamakin, Japan)

Tabel 2. 1 Spesifikasi resin komposit indirek yang digunakan dalam penelitian

Nama bahan	Pabrik	Nomor Bahan	Komposisi	Instruksi Pabrik
Twiny Indirect Composite Body Shade DA3	Yamakin, Japan	1031128	- UDMA, TEGDMA 56 vol% ingorganic filler - Methacrylate monomer, filler inorganik (silica, alumina, dan zirconia. Diameter partikel <15µm, pigmen, dll	Indikasi : Crown, bridge, inlay, onlay 1. Light cure tiap lapisan dengan light cure laboratory selama 180 detik 2. Heat cure dengan suhu 110°C selama 15 menit



2.4.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini :

1. Cetakan kubus silikon ukuran 6x6x4 mm
2. *Light Cure Unit Smart Lite Pro*, intensitas cahaya ± 1250 mW/cm, panjang gelombang 450-490 nm (Dentsply Sirona, USA)
3. Light cure laboratory MICD a-cure, intensitas cahaya ± 1000 mW/cm panjang gelombang 385-455 nm, 36 lampu LED (Shofu, Jepang)
4. *Vickers Hardness Tester Machine* (Shimadzu Corporation, Kyoto, Jepang)
5. *Universal Testing Machine* (Shimadzu Corporation, Kyoto, Jepang)
6. Sterilisasi *Dry Heater Sp-22* (Brazil)
7. Matriks seluloid
8. Glass slide

Tabel 2. 2 Spesifikasi light cure yang digunakan dalam penelitian

Perangkat Polimerisasi	Pabrik	Sumber cahaya, Panjang gelombang, durasi
Smart lite Pro light cure	Dentsply, USA	4x Blue LED 450-490 nm ± 1250 mW/cm ²
MICD a-cure	Shofu, Jepang	36x Blue LED 385-455 nm ± 1000 mW/cm ²

2.5. Metode Penelitian

2.5.1. Sampel Penelitian

Pada penelitian ini digunakan resin komposit indirek *Twinny* dan dua *light cure* dengan pembagian sebagai berikut:

- Kontrol (K) : Blok resin komposit indirek yang di polimerisasi dengan Light cure laboratory MICD a-cure sesuai instruksi pabrik
- Perlakuan 1 (P₂₀) : Blok resin komposit indirek yang di polimerisasi dengan Light cure unit Smart lite pro selama 20 detik
- Perlakuan 2 (P₄₀) : Blok resin komposit indirek yang di polimerisasi dengan Light cure unit Smart lite pro selama 40 detik



2.5.2. Perhitungan Besar Sampel

Besar sampel penelitian dihitung menggunakan rumus Federer (Adolph, 2024)

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

Keterangan : t = jumlah kelompok penelitian

n = jumlah sampel

$t = 3$ kelompok penelitian

$$(3-1)(n-1) \geq 15$$

$$2(n-1) \geq 15$$

$$2n-2 \geq 15$$

$$2n \geq 17$$

$$n \geq 8,5$$

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah sampel untuk setiap kelompok penelitian adalah 10 sampel.

2.6. Pelaksanaan Penelitian

2.6.1 Persiapan Sampel

- Kelompok Kontrol (K) : Resin komposit *indirek twinny* diaplikasikan ke dalam cetakan silikon berukuran panjang 6 mm x lebar 6 mm x tinggi 4 mm secara incremental . Sampel dilakukan penyinaran dalam *light cure laboratory* dengan jarak spesimen ± 50 mm dari sumber cahaya selama 60 detik tiap lapisan. Selanjutnya sampel dikeluarkan dari cetakan dan di *light cure* kembali selama 180 detik. Sampel kemudian disimpan dalam wadah tertutup. Setelah itu dipanaskan dalam sterilisator panas kering dengan suhu 115°C selama 15 menit sesuai instruksi pabrik.
- Kelompok Perlakuan 1 (P_{20}) : Resin komposit *indirek Twiny* diaplikasikan ke dalam cetakan silikon berukuran panjang 6 mm x lebar 6 mm x tinggi 4 mm secara inkremental. Permukaan atas resin komposit ditutupi dengan strip matriks seluloid (tebal 0,05 mm) dan glass slide (tebal 1 mm), kemudian dilakukan penyinaran dengan *light curing* unit selama 20 detik, dengan ujung *light curing* diposisikan langsung ke strip seluloid pada jarak 0 mm. Selanjutnya sampel dikeluarkan dari cetakan dan disimpan dalam wadah tertutup. Sampel kemudian dipanaskan dalam autoclave dengan suhu 115°C selama 15 menit sesuai instruksi pabrik.
- Kelompok Perlakuan 2 (P_{40}) : Resin komposit *indirek Twiny* diaplikasikan ke dalam cetakan silikon berukuran panjang 6 mm x lebar 6 mm x tinggi 4 mm secara inkremental. Permukaan atas resin komposit ditutupi dengan strip matriks seluloid (tebal 0,05 mm) dan glass slide (tebal 1 mm), kemudian dilakukan penyinaran dengan *light curing* unit selama 40 detik, dengan ujung *light curing* diposisikan ke strip seluloid pada jarak 0 mm. Selanjutnya sampel dikeluarkan dari



cetakan dan disimpan dalam wadah tertutup. Sampel kemudian dipanaskan dalam autoclave dengan suhu 115°C selama 15 menit sesuai instruksi pabrik.

2.6.2. Prosedur Uji Kekerasan Mikro

Pengukuran kekerasan mikro dilakukan dengan menggunakan *Vickers Hardness Tester* (VHT) pada 3 titik indentasi. Beban yang digunakan sebesar 100 g dengan *dwell-time* 20 detik. Prosedur kerja Vickers Hardness Tester:

1. Letakkan sampel pada meja pengujian dan atur ketinggian meja, sesuaikan dengan tingkat fokus antara mikroskop dan sampel yang dapat dilihat melalui monitor *display*.
2. Tekan tombol *start* sehingga indenter secara otomatis akan berpindah ke sampel.
3. Tentukan titik tengah pertemuan garis vertikal dan horizontal.
4. Uji dilakukan di tiga titik indentasi yang berbeda secara acak
5. Nilai kekerasan mikro didapatkan dari hasil rata-rata nilai kekerasan mikro pada tiga titik tedensi setiap sampel dengan satuan HV

2.6.3. Prosedur Uji Kekuatan Tekan

Pengukuran kekuatan tekan dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) pada permukaan balok. Beban yang digunakan sebesar 500 KgF dengan kecepatan 0.5 mm/menit. prosedur kerja *Universal Testing Machine* (UTM):

1. Letakkan sampel pada meja pengujian
2. Aplikasikan beban sebesar 500 KgF dengan kecepatan 0.5 mm/menit sampai spesimen fraktur
3. Pada monitor akan tertera daya kekuatan tekan yang dihasilkan (KgF)
4. Konversikan nilai beban yang didapatkan dari pengujian ke dalam satuan MPa dengan rumus:

$$C = \frac{F \times 9.08}{A}$$

C : kekuatan tekan (MPa)

F : Gaya (KgF)

A : luas penampang (mm²)

2.7. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan jenis data primer yang diolah menggunakan SPSS 26 untuk Windows 11. Pada penelitian ini dilakukan uji normalitas menggunakan uji Saphiro Wilk. Kekerasan mikro dan kekuatan tekan dianalisis dengan uji ANOVA dan uji LSD (Post-Hoc). Hasil analisis uji data ditampilkan dalam bentuk tabel dan



2.8. Parameter Pengamatan

Nilai *Vickers Hardness Number* (VHN) ditentukan dari nilai rata-rata 3 titik indentasi pada setiap sampel dengan satuan VH. Nilai *Universal Testing Machine* (UTM) ditentukan dari nilai kekuatan tekan dengan satuan MPa.

