



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENGARUH LAMA PENYINARAN TERHADAP STABILITAS
WARNA RESIN KOMPOSIT NANOFILLER PADA PERENDAMAN
LARUTAN TEH**

SKRIPSI



**HINDRYA FIRSTA ANANDA
1110343005**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

Bismillahirrahmaanirrahiim

Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapatkan pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapatkan siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya.

“Ya Tuhan kami, janganlah Engkau hukum kami jika kami lupa atau kami tersalah. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau bebankan kepada kami beban yang berat sebagaimana Engkau bebankan kepada orang – orang sebelum kami. Ya Tuhan kami, janganlah engkau pikulkan kepada kami apa yang tak sanggup kami memikulnya. Beri maaflah kami, ampunilah kami, dan rahmatilah kami, maka tolonglah kami terhadap kaum kafir” (QS Al-Baqarah: 286)

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH LAMA PENYINARAN TERHADAP STABILITAS WARNA RESIN KOMPOSIT *NANOFILLER* PADA PERENDAMAN LARUTAN TEH

Oleh :

HINDRYA FIRSTA ANANDA

No.BP 1110343005

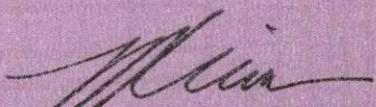
Skripsi ini telah disetujui dan diperiksa oleh Pembimbing Skripsi

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas

Padang, 29 Januari 2015

Menyetujui,

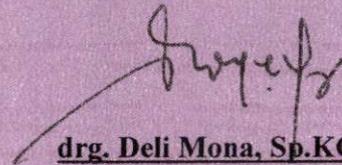
Pembimbing I



dr. Rima Semiarty, MARS

NIP. 196211181990032001

Pembimbing II



drg. Deli Mona, Sp.KG

NIP. 197105052002122003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Andalas



DR.dr.Afriwardi, Sp.KO, MA

NIP. 196704211997021001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

PENGARUH LAMA PENYINARAN TERHADAP STABILITAS WARNA RESIN KOMPOSIT *NANOFILLER* PADA PERENDAMAN LARUTAN TEH

Yang dipersiapkan dan dipertahankan oleh

HINDRYA FIRSTA ANANDA

No.BP 1110343005

Telah diuji dan dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Penelitian Skripsi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas pada tanggal 29 Januari 2015 dan
dinyatakan memenuhi syarat untuk diterima

Menyetujui,

Penguji I

drg. Murniwati, MPPM

NIP. 19631223199012001

Penguji II

drg. Mustafa Noer, MS

NIP. 195809061985031001

Penguji III

drg. Nelvi Yohana

NIP. 198609302009122004

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Andalas

DR.dr.Afriwardi, Sp.KO, MA

NIP. 196704211997021001

SKRIPSI

Judul Penelitian : PENGARUH LAMA PENYINARAN TERHADAP STABILITAS WARNA RESIN KOMPOSIT NANOFILLER PADA PERENDAMAN LARUTAN TEH

Peminatan : Konservasi Gigi

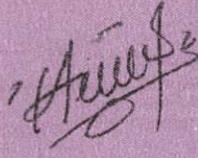
Data Mahasiswa

Nama Lengkap	: Hindrya Firsta Ananda
Nomor Buku Pokok	: 1110343005
Tanggal Lahir	: Payakumbuh, 09 November 1992
Tahun Masuk FKG Unand	: 2011
Nama Pembimbing Akademik	: drg. Deli Mona, Sp.KG
Jenis Penelitian	: Eksperimental

Padang, 29 Januari 2015

Diketahui oleh,

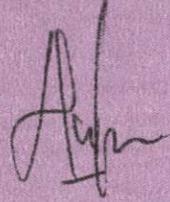
Koordinator Skripsi



DR. drg. Nila Kasuma, M.Biomed

NIP. 197207202000122002

Mahasiswa Peneliti



Hindrya Firsta Ananda

BP. 1110343005

RIWAYAT HIDUP

I. Identitas

Nama : Hindrya Firsta Ananda

Bp : 1110343005

Tempat/tanggal lahir : Payakumbuh, 09 November 1992

Jenis Kelamin : Perempuan

Agama : Islam

Alamat : Jln. Perintis Kemerdekaan, Jati Rawang

Email : hindryafirsta@gmail.com

II. Riwayat Pendidikan

1. TK MTI Taeh Baruah, Kec. Payakumbuh (1998 - 1999)
2. SDN 01 Taeh Baruah, Kec. Payakumbuh (1999 – 2005)
3. SMPN 3 Kec. Payakumbuh (2005 – 2008)
4. SMAN 1 Payakumbuh (2008 – 2011)
5. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas (2011 – sekarang)

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hindrya Firsta Ananda

No.BP : 1110343005

Fakultas : Kedokteran Gigi

Angkatan : 2011

Jenjang : Sarjana

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Lama Penyinaran Terhadap Stabilitas Warna Resin Komposit Nanofiller Pada Perendaman Larutan Teh”**.

Apabila terbukti bahwa saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Padang, 29 Januari 2015



Hindrya Firsta Ananda

BP. 1110343005

**Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Andalas
Skripsi, 29 januari 2015**

HINDRYA FIRSTA ANANDA, 1110343005

**PENGARUH LAMA PENYINARAN TERHADAP STABILITAS WARNA
RESIN KOMPOSIT *NANOFILLER* PADA PERENDAMAN
LARUTAN TEH**

viii + 52 Halaman + 11 Gambar + 3 Tabel + 7 Lampiran

ABSTRAK

Latar Belakang : Resin komposit *nanofiller* merupakan bahan tambal yang banyak digunakan saat ini karena partikelnya yang halus sehingga memberikan nilai estetis yang baik. Keberhasilan dan kegagalan restorasi tergantung pada kemampuannya untuk mempertahankan warna. Polimerisasi mempengaruhi kestabilan warna dimana proses penyinaran merupakan aspek yang sangat penting karena menginisiasi polimerisasi.

Tujuan : Tujuan penelitian untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nilai perubahan warna pada resin komposit *nanofiller* yang disinar dengan lama waktu penyinaran berbeda terhadap stabilitas warna resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam teh.

Metode : Penelitian menggunakan 60 sampel berbentuk cakram dengan diameter 6 mm dan ketebalan 2 mm yang dibagi menjadi 6 kelompok perlakuan. Kelompok penyinaran selama 20 detik, kelompok penyinaran selama 30 detik, serta kelompok penyinaran selama 40 detik direndam dalam saliva buatan selama 24 jam pada 37°C dan direndam dalam larutan teh dan saliva selama 72 jam. Perubahan warna diukur menggunakan *spectrophotometer*.

Hasil : Hasil *two way anova* menunjukkan terdapat hubungan yang tidak bermakna pada stabilitas warna resin komposit *nanofiller* pada waktu penyinaran berbeda yang direndam dalam larutan teh ($p>0,05$) dan terdapat perbedaan yang bermakna pada perbandingan kelompok penyinaran 20 detik yang direndam dalam teh dan saliva dengan kelompok penyinaran 30 detik dan 40 detik karena nilai $p<0,05$.

Kata kunci : stabilitas warna, komposit *nanofiller*, lama penyinaran

*Faculty of Dentistry
Andalas University Padang
Script, 29 January 2015*

HINDRYA FIRSTA ANANDA, 1110343005

EFFECT OF DIFFERENT CURING TIME ON COLOR STABILITY OF NANOFILLER RESIN COMPOSITE IMMERSED IN TEA SOLUTION
viii + 52 Pages + 11 Picture + 3 Tabel + 7 Attachment

ABSTRACT

Background : Nanofiller has been used these years because it has smooth particles which will give good effect in esthetic. Failure or success of restoration depends on shade stability. The stability depends on adequate polymerization. Curing process is an important aspect to initiate polymerization.

Purpose : The aim of this study was to evaluate the differences of the shade between nanofiller composite resin irradiation with different curing time and also the effect of different curing time on shade of nanofiller resin composite immersed in tea solution.

Metode : This research used 60 disks with 6 mm in diameter and 2 mm in thickness composite for 6 kind of acts. Group are cured for 20, 30, and 40 seconds that soaked in artificial saliva for 24 hours at 37°C and also in tea solution for 72 hours. The gradation of the shade were measured with spectrophotometry.

Result : The statistical analysis that used two way Anova showed that there was no significantly difference in shade of nanofiller composite resin irradiated with different curing times that soaked in tea solution ($p>0,05$) and there were significantly differences among irradiation in 20 seconds soaked in tea and saliva with irradiation group of 30 and 40 seconds ($p<0,05$).

Key words : color stability, composite nanofiller, different curing time

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat, rahmat, dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Lama Penyinaran Terhadap Stabilitas Warna Resin Komposit Nanofiller Pada Perendaman Larutan Teh”**. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi (S.KG) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas.

Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan dukungan, arahan, bantuan, dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. dr. Afriwardi, Sp.KO, MA selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas.
2. Dr. Drg. Nila Kasuma, M.Biomed selaku Wakil Dekan I Fakultas Kedokteran Gigi Universitas andalas.
3. Dr. Yustini Alioes, M.Si selaku Wakil Dekan II Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas.
4. drg. Aida Fitriana, M.Biomed selaku Wakil Dekan III Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas.
5. dr. Rima Semiarty, MARS selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

6. Drg. Deli Mona, Sp.KG selaku pembimbing II dengan penuh kesabaran membimbing, mengarahkan, dan memberi dukungan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
7. Drg. Murniwati, MPPM, drg. Mustafa Noer, MS, drg. Nelvi Yohana sebagai penguji yang memberikan saran untuk perbaikan skripsi ini.
8. Drg. Febrian, MKM selaku pembimbing akademik (PA) yang telah banyak memberikan nasehat dan saran yang sangat membangun selama penulis menuntut ilmu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas.
9. Ibu dan Bapak dosen Fakultas kedokteran Gigi Universitas Andalas yang telah memberikan bekal ilmu dalam menyusun skripsi ini.
10. Kedua orang tua penulis ayahanda Hidwan Reta dan ibunda Nelvia yasta, serta adik – adik tercinta Hindrya Meidina Fresty dan Muhammad Farizul Hadi yang selalu memberikan Doa, dorongan semangat yang luar biasa, dan sebagai motivasi penulis dalam menyusun skripsi ini.
11. Teman – teman Pendidikan Dokter gigi angkatan 2011 yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Padang, 19 November 2014

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

HALAMAN PENGESAHAN KOORDINATOR

RIWAYAT HIDUP

SURAT PERNYATAAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... iv

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR TABEL..... vii

DAFTAR LAMPIRAN..... viii

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	6
1.5. Ruang Lingkup.....	6

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Resin Komposit.....	7
2.1.1. Komponen Resin Komposit	7
2.1.2. Klasifikasi Resin Komposit	13
2.1.3. Sifat – Sifat Resin Komposit.....	15
2.2. Resin Komposit <i>Nanofiller</i>	19
2.3. Polimerisasi.....	21
2.3.1. Resin Komposit Aktivasi Kimia	22
2.3.2. Resin Komposit Aktivasi Sinar.....	22
2.3.2. Resin Komposit Aktivasi Kimia - Sinar	26
2.4. Teh.....	26
2.5. <i>Spectrophotometer</i>	27
2.6. Kerangka Teori	30

BAB 3. KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1. Kerangka Konsep.....	31
3.2. Variabel Penelitian.....	31
3.3. Definisi Operasional	32
3.4. Hipotesis.....	33

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1. Desain Penelitian.....	34
4.2. Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian.....	34
4.3. Populasi dan Sampel Penelitian	34
4.4. Alat dan Bahan Penelitian	36
4.5. Prosedur Kerja.....	36
4.5.1. Pembuatan Sampel	36
4.5.2. Penyinaran Sampel	37
4.5.3. Perendaman Sampel	37
4.5.4. Pengukuran Warna Sampel.....	38
4.6. Pengumpulan Data	38
4.7. Teknik Analisa Data.....	39
4.8. Alur Penelitian	40

BAB 5. HASIL PENELITIAN	41
--------------------------------------	----

BAB 6. PEMBAHASAN	47
--------------------------------	----

BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan.....	51
7.2. Saran	51

KEPUSTAKAAN**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur dari monomer konvensional yaitu Bis-GMA, UDMA, TEGMA	8
Gambar 2.2. Struktur <i>ring-opening</i> monomer yaitu: <i>oxirane</i> , <i>silorane</i>	9
Gambar 2.3. Struktur Partikel Pengisi dan Matriks Resin dalam Ukuran yang Berbeda	11
Gambar 2.4. Struktur Kimia Bahan <i>Coupling/Silane</i>	11
Gambar 2.5. Gambaran Struktur Resin Komposit dengan Ukuran Partikel yang Berbeda.....	14
Gambar 2.6. Perkembangan Resin Komposit Berdasarkan Monomer, <i>Filler</i> , Matriks, Bonding, dan Teknologi <i>Curing</i>	15
Gambar 2.7. <i>Spectrophotometer</i>	28
Gambar 2.8. Struktur Dasar dari <i>Spectrophotometers</i>	29
Gambar 2.9. Skema Kerangka Teori	30
Gambar 3.1. Kerangka Konsep Penelitian.....	31
Gambar 4.1. Skema Alur Penelitian	40

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Hasil Uji Normalitas Data dengan Kolmogrov-Smirnov	41
Tabel 5.2. Hasil Uji Two Way Anova Stabilitas Warna Resin Komposit <i>Nanofiller</i>	42
Tabel 5.3. Hasil Perbandingan Seluruh Kelompok Perlakuan dengan Uji <i>Post Hoc Bonferroni</i>	43

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Perhitungan lama perendaman sampel
- Lampiran 2 : Dokumentasi penelitian
- Lampiran 3 : Master tabel
- Lampiran 4 : Analisa data SPSS
- Lampiran 5 : Surat permohonan izin penelitian dari FKG
- Lampiran 6 : Surat fasilitas penelitian
- Lampiran 7 : Surat keterangan selesai penelitian

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Restorasi *direct* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1878 berupa polimer yang dikenal dengan nama silikat. Silikat mempunyai kemampuan antikariogenik yang baik. Penggunaan bahan silikat menurun pada tahun 1960-an karena kehilangan transluensi, larut didalam cairan rongga mulut, dan menurunnya ikatan kimia.¹ Resin akrilik kemudian menggantikan silikat sebagai bahan restorasi karena penampilannya yang menyerupai gigi, tidak larut di dalam cairan mulut, mudah dimanipulasi dan harganya yang murah. Kekurangan dari resin akrilik adalah tingkat keausan tinggi, cenderung mengalami pengkerutan sehingga bisa terdapat jarak atau ruang antara dinding kavitas dengan bahan restorasi.²

Pada tahun 1962 R. Bowen mengembangkan tipe baru dari bahan tambalan yaitu resin komposit yang dapat mengatasi berbagai masalah pada bahan tambalan sebelumnya. Resin komposit mampu mempertahankan tekstur, transluensi, dan warna alami dari gigi untuk memperlihatkan nilai estetis yang baik.² Komponen utama yang dimiliki oleh resin komposit adalah bahan matriks organik, bahan pengisi inorganik dan *coupling agent*. Bahan matriks organik yang paling umum digunakan adalah Bis-GMA yang diproduksi oleh *glycidyl methacrylate* dengan *bisphenol-A*. Bahan pengisi yang digunakan adalah partikel *silica inorganic* yang berfungsi memperkuat matriks organik sehingga tahan

terhadap aus. Ikatan antara matriks dengan partikel pengisi didapatkan dengan penambahan bahan *coupling agent*.^{3,4}

Menurut Summit, James B *et all* tahun 2006, keberhasilan dari bahan restorasi bergantung kepada kekuatan yang adekuat, tahan lama, mempunyai adaptasi marginal yang baik, mempunyai tingkat kelarutan yang rendah, bersifat *biocompatible*, dan menghasilkan nilai estetis yang memuaskan bagi pasien. Resin komposit merupakan bahan tambal yang mampu memenuhi semua kriteria tersebut, sehingga berhasil menjadi bahan tambalan yang paling banyak digunakan dalam dunia kedokteran gigi.⁵

Berdasarkan ukuran partikelnya, resin komposit dapat dibagi menjadi enam kelompok yaitu *makrofillers* (10 – 100 μm), *small/fine fillers* (0,1 – 10 μm), *midfillers* (1 – 10 μm), *minifillers* (0,1 – 1 μm), *microfillers* (0,01 – 0,1 μm), *nanofillers* (0,005 – 0,1 μm).² *Nanofiller* adalah bahan restorasi universal yang diaktifasi oleh *visible-light* dan dirancang untuk keperluan restorasi gigi anterior maupun posterior. Komposit jenis ini adalah yang paling banyak digunakan karena memiliki nilai estetik yang baik serta sifat fisik terutama hasil pemolesan maupun kekuatan yang baik.^{6,7}

Tingkat kestabilan warna resin komposit merupakan parameter yang penting dalam dunia kedokteran gigi. Stabilitas warna resin komposit didefinisikan sebagai kemampuan material dalam mempertahankan warna yang sesuai dengan warna awal selama pemakaian didalam rongga mulut. Kegagalan utama stabilitas warna resin komposit adalah terjadinya perubahan warna setelah berada dalam lingkungan rongga mulut dalam waktu yang lama. Perubahan warna

yang sangat signifikan merupakan alasan utama untuk mengganti restorasi komposit.^{8,9}

Perubahan warna resin komposit terjadi karena faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik yang memiliki pengaruh besar terhadap stabilitas warna resin komposit adalah matriks resin komposit, dan polimerisasi.^{8,10,11} Polimerisasi merupakan suatu proses dimana pasta resin komposit berubah menjadi material padat. Jika komposit tidak terpolimerisasi sempurna akan mengakibatkan terjadinya perubahan warna yang menggangu estetika pasien. Cara polimerisasi yang dipakai saat ini adalah dengan penyinaran menggunakan *visible light* yaitu *light emitting diode* (LED).^{10,12,13}

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh V Chandrasekhar *et all* (2011) polimerisasi resin komposit dengan *light cure* dapat mempengaruhi stabilitas warna resin komposit.¹⁴ Efektifitas polimerisasi menggunakan sinar LED dapat dipengaruhi oleh durasi atau lama waktu penyinaran dengan berbagai variasi, yaitu mulai dari 10 sampai 60 detik untuk semua sumber atau unit sinar.¹² Hal ini dibuktikan oleh Arash Poorsattar Bejeh dan Morvarid Poorsattar Bejeh pada tahun 2013 bahwa perbedaan durasi *curing* dapat mempengaruhi pola perubahan warna resin komposit.¹⁵ Komposit *nanofiller* merupakan jenis resin komposit paling estetis dan paling banyak digunakan dengan lama waktu penyinaran berkisar 20 – 40 detik.¹⁶

Faktor ekstrinsik perubahan warna resin komposit adalah kebiasaan merokok, *oral hygiene* yang buruk, serta konsumsi makanan dan minuman. Setiap makanan dan minuman mempunyai zat warna yang dapat diserap oleh resin

komposit. Minuman yang bisa menyebabkan pewarnaan pada resin komposit adalah anggur, kopi, dan teh.^{8,10,11}

Teh (*camellia sinensis*) adalah minuman yang paling banyak dikonsumsi diseluruh dunia setelah air. Teh tidak hanya digemari oleh dewasa tetapi juga digemari oleh anak – anak. Penelitian dilakukan oleh Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia (FEMA), Institut Pertanian Bogor pada tahun 2013 pada 33 provinsi dengan 40437 total subjek anak – anak, diperoleh persentase meminum teh sebanyak 4,7%. Posisi pertama ditempati oleh air putih dengan 21,9% sedangkan susu dan kopi masing – masing menempati urutan ketiga dan keempat. Menurut machmus, 2006, Indonesia merupakan negara penghasil teh terbesar keenam di dunia dengan tingkat konsumsi teh orang Indonesia mencapai 0.8 kg/kapita/tahun.¹⁷

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aimi Razak dkk pada tahun 2012, teh telah terbukti mempunyai peran penting terhadap perubahan warna resin komposit secara ekstrinsik.¹⁸ Teh merupakan jenis minuman yang dapat menyebabkan pewarnaan ekstrinsik pada bahan restorasi. Pewarnaan pada resin komposit dapat disebabkan oleh pigmen yang melekat pada material resin. Didalam Teh terkandung zat warna benama *tannin* yang diserap secara adsorbsi dan absorbsi oleh resin komposit sehingga memberikan perubahan warna.^{18,19} Oleh karena itu, penulis tertarik untuk meneliti pengaruh lama penyinaran terhadap stabilitas warna resin komposit *nanofiller* pada perendaman larutan teh.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, timbul permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan nilai perubahan warna pada resin komposit *nanofiller* yang disinar dengan lama waktu penyinaran berbeda?.
2. Apakah terdapat pengaruh lama penyinaran terhadap stabilitas warna resin komposit *nanofiller* pada perendaman larutan teh?.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui apakah perbedaan nilai perubahan warna pada resin komposit *nanofiller* yang disinar dengan lama waktu penyinaran berbeda.
2. Untuk mengetahui apakah ada pengaruh lama penyinaran terhadap stabilitas warna resin komposit *nanofiller* pada perendaman larutan teh.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Sebagai pertimbangan untuk memilih lama waktu penyinaran resin komposit yang tepat agar tidak terjadi perubahan warna.
2. Sebagai dasar dalam usaha meningkatkan pelayanan kesehatan gigi masyarakat terutama dalam bidang konservasi gigi sehingga nilai estetik restorasi gigi dapat mungkin dipertahankan.

3. Sebagai tambahan informasi bagi dokter gigi bahwa minuman yang berwarna dapat menyebabkan perubahan warna pada restorasi resin komposit.
4. Menambah wawasan masyarakat mengenai pengaruh minum teh terhadap perubahan warna tambalan.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium tentang Pengaruh Lama Penyinaran Terhadap Stabilitas Warna Resin Komposit *Nanofiller* pada Perendaman Larutan Teh. Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Kedokteran Gigi dan Laboratorium Farmasi Universitas Andalas. Sampel penelitian ini adalah hasil cetakan bahan resin komposit *nanofiller*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Resin Komposit

Bahan komposit didefinisikan sebagai gabungan 2 atau lebih bahan yang mempunyai struktur dan sifat berbeda. Campuran tersebut akan berkontribusi dalam menciptakan sifat – sifat komposit yang lebih unggul atau lebih baik dari bahan itu sendiri.^{4,20} Resin komposit digunakan untuk mengganti struktur yang rusak, memodifikasi warna dan kontur gigi sehingga dapat memperbaiki nilai estetis wajah.¹ Bahan restorasi resin komposit yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi mempunyai komponen utama yaitu matriks organik resin, bahan pengisi inorganik dan *coupling agent*.^{3,20}

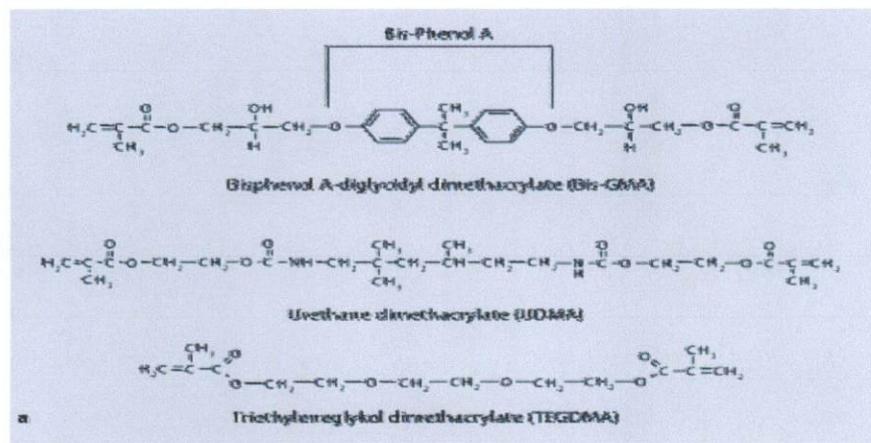
2.1.1. Komponen Resin Komposit

a. Matriks Resin / *Resin Matrix*

Matriks resin adalah komponen kimia aktif dari komposit yang awalnya merupakan cairan monomer, tetapi diubah menjadi polimer *rigid* dengan reaksi adisi radikal. Hal ini merupakan kemampuan untuk mengkonversi suatu massa plastik menjadi padat dan *rigid* yang memungkinkan bahan ini digunakan untuk restorasi gigi.²⁰

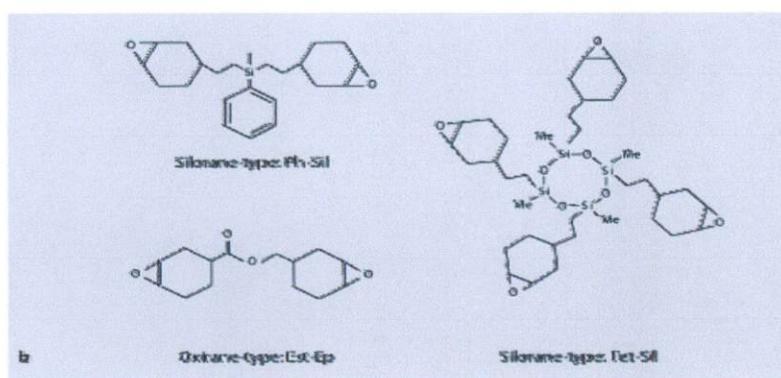
Matriks resin komposit yang paling banyak digunakan untuk restorasi gigi anterior ataupun posterior adalah Bis-GMA yang berasal dari reaksi antara *bisphenol-A* dan *glycidylmethacrylate*.^{3,20} Resin lain yang digunakan untuk matriks komposit adalah *urethane dimethacrylate* (UDMA).³ Monomer Bis-GMA

dan UDMA merupakan cairan yang sangat kental dan berat molekulnya tinggi sehingga jika dilakukan penambahan bahkan dengan sedikit jumlah *filler* akan menghasilkan komposit yang sangat kaku untuk penggunaan klinis. Untuk mengatasi masalah ini, ditambahkan monomer dengan viskositas rendah yang dikenal dengan *viscosity controller* seperti *methyl methacrylate* (MMA), ethylene glycol dimethacrylate (EDMA) dan yang paling sering digunakan adalah *triethylene* (TEGDMA).²⁰



Gambar 2.1. Struktur dari monomer konvensional yaitu Bis-GMA, UDMA, TEGMA

Selain monomer Bis-GMA, EDMA dan TEGDMA telah dikenal monomer yang berfungsi untuk mengurangi polimerisasi *shrinkage*. Monomer tersebut dikenal dengan nama *ring-opening* monomer, terdiri dari *oxiranes* dan *siloranes*.²¹



Gambar 2.2. Struktur *ring-opening* monomer yaitu: *oxirane, silorane*.²¹

b. Bahan Pengisi / *Filler*

Resin komposit terdiri dari partikel pengisi anorganik. Dengan adanya penambahan partikel pengisi kedalam resin komposit akan meningkatkan sifat fisik dan sifat kimia dari bahan matriks organik. Dalam setiap komponen resin komposit, jumlah bahan pengisi selalu mendapat presentase tertinggi dibandingkan komponen resin yang lainnya.²² Apabila partikel pengisi berikatan baik dengan dengan matriks resin maka bahan resin organik akan lebih kuat dan lebih tahan terhadap aus. Bila tidak, partikel pengisi tidak memberikan kekuatan sehingga dapat melemahkan bahan. Kelebihan dari penambahan partikel pengisi memberi kekuatan kepada resin komposit sehingga mengurangi ekspansi termal dan penyusutan yang terjadi saat polimerisasi serta mengontrol sifat resin komposit.^{2,3,4,23}

Quartz, aluminium silikat, lithium aluminium silikat, *ytterbium fluoride* dan barium (Ba), strontium (Sr), *zirconium* (Zr) dan seng, digunakan sebagai partikel pengisi halus. Barium (BA), Strontium (Sr), *zink*, atau atom Iterbium

bersifat radiopak dengan *radiopacity* seimbang untuk volume partikel pengisi.

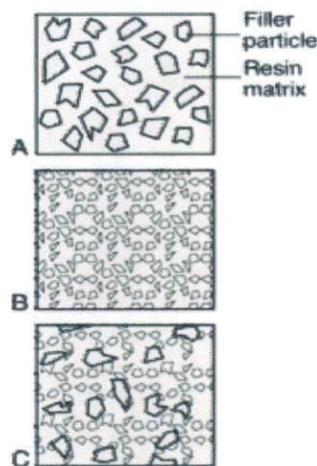
1,2,23

Resin komposit konvensional menggunakan *quartz* sebagai partikel pengisi yang bersifat sangat keras, akibatnya bahan ini bersifat abrasif untuk gigi antagonis atau restorasi, selain itu *quartz* sulit untuk diasah agar menjadi partikel yang sangat halus, sehingga sulit untuk dipoles. Silika muncul untuk menggantikan *quartz* dengan komposisi dan indeks bias yang sama dengan *quartz*, tetapi tidak berbentuk kristal dan tidak bersifat keras, sehingga sangat mengurangi sifat abrasif dari struktur permukaan komposit.^{2,23}

Nanopartikel memiliki ukuran 25 nm dan *nanoaggregates* 75 nm, terdiri dari zirkonium/silika atau partikel nanosilika yang juga telah diperkenalkan. Ukuran partikel pengisi yang lebih kecil akan memperlihatkan hasil akhir restorasi yang lebih bagus.²²

Fungsi partikel pengisi/ *filler*:

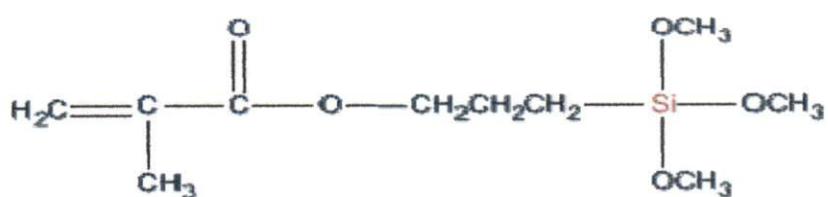
1. Penguatan matriks resin, meningkatkan kekerasan, kekuatan, dan menurunkan tingkat keausan.
2. Mengurangi terjadinya pengkerutan saat polimerisasi.
3. Menurunkan ekspansi dan kontraksi termal.
4. Meningkatkan kemampuan kerja dengan meningkatkan viskositas.
5. Mengurangi penyerapan air sehingga resin tidak melunak dan tidak terjadi pewarnaan.
6. Meningkatkan radiopasitas resin.



Gambar 2.3. Struktur Partikel Pengisi dan Matriks Resin dalam Ukuran yang Berbeda³:

- a. *Macrofiller*
 - b. *Microfiller*
 - c. *hybrid*
- c. Bahan *Coupling / Coupling Agent*

Ikatan permukaan antara matriks dan partikel pengisi difasilitasi oleh suatu bahan *coupling agent* yaitu *silane*. Dengan kata lain, sebuah bahan *coupling* digunakan untuk mengikat *filler* ke resin organik.²² Aplikasi bahan *coupling* yang tepat akan meningkatkan sifat mekanis dan sifat fisik serta memberikan kestabilan dalam penyerapan cairan dengan mencegah air menembus sepanjang antar permukaan bahan pengisi dan resin.⁴ Bahan *coupling* yang paling banyak digunakan saat ini adalah senyawa silikon organik yang dinamakan *silane*.



Gambar 2.4. 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilane²⁰

d. Penghambat / Inhibitor

Untuk meminimalisasi atau mencegah polimerisasi spontan dari monomer, bahan penghambat ditambahkan pada resin komposit. Penghambat mempunyai potensi reaksi yang kuat dengan radikal bebas. Bila radikal bebas telah terbentuk, contohnya pada pemaparan singkat terhadap sinar ketika bahan dikeluarkan dari kemasan. Bahan penghambat akan bereaksi dengan dengan radikal bebas dan menghambat perpanjangan rantai dengan mengakhiri kemampuan radikal bebas untuk mengawali proses polimerisasi. Bila semua bahan penghambat telah dipakai, perpanjangan rantai akan terjadi.^{4,23,24}

Bahan penghambat yang umum dipakai adalah *butylated hydroxytoluene* dengan konsentrasi 0,01 % berat. Dengan demikian penghambat/inhibitor memiliki dua fungsi yaitu memperpanjang umur penyimpanan untuk semua resin dan memastikan waktu kerja yang cukup.^{4,23,24}

e. Pigmen

Pigmen diperlukan untuk menciptakan warna komposit yang sesuai dengan warna gigi asli. Umumnya zat pewarna resin komposit berasal dari zat anorganik.²² Pigmen anorganik biasanya ditambahkan dalam jumlah kecil untuk memberikan tingkatan warna yang sesuai dengan mayoritas warna gigi. Banyak nuansa atau gradasi warna yang diberikan, mulai dari nuansa cahaya kuning sampai keabu - abuan. Bahan penyerap sinar UV dapat ditambahkan untuk meminimalkan perubahan warna yang disebabkan oleh oksidasi.^{1,3,12,24}

2.1.2. Klasifikasi Resin Komposit

2.1.2.1 . Klasifikasi Resin Komposit Berdasarkan Ukuran Partikel *Filler*

a. *Macrofiller*

Jenis komposit *macrofiller* yang juga dikenal sebagai komposit tradisional atau komposit konvensional telah berkembang sepanjang tahun 1970an dan dimodifikasi secara bertahap selama bertahun - tahun. Walaupun rata - rata ukuran *macrofiller* adalah 8 – 12 μm tetapi kemungkinan terdapat ukuran yang lebih besar yaitu 50 μm . Jumlah bahan pengisi umumnya 70 – 80% berat atau 60 – 70% volume.^{5,16,22} Komposit jenis ini mempunyai kekurangan yaitu lebih aus, hasil akhir permukaan yang kasar, lebih rentan terjadi pewarnaan dan hasil akhir permukaan yang sangat jelek, dengan permukaan memiliki penampilan yang kusam karena partikel *filler* menonjol keluar dari permukaan seperti terlihat bahwa resin telah dihapus di sekitarnya.^{20,22,24}

b. *Microfiller*

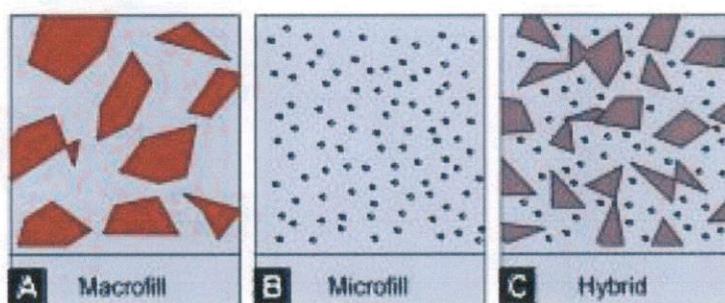
Komposit *microfiller* telah diperkenalkan pada awal tahun 1980an dalam upaya untuk mengatasi masalah kekasaran permukaan yang terkait dengan resin komposit konvensional, sehingga dikembangkan bahan yang memanfaatkan partikel silika koloid sebagai pengisi anorganik.^{3,4} Ukuran partikel pengisi adalah 0,02 – 0,04 μm , oleh karena itu resin komposit *microfiller* 200 – 300 kali lebih kecil dari pada komposit konvensional. Kadar partikel *filler* didalam komposit *microfiller* adalah 35 – 50 % berat.²²⁻²⁴

Resin komposit *microfiller* dapat menghasilkan hasil poles dengan tingkatan kilau yang tinggi dan permukaan yang sangat halus sehingga

menghasilkan nilai estetis yang sangat bagus. Karena kelebihannya, indikasi utama resin komposit *microfiller* adalah untuk area estetik dimana kilau dan kehalusan ini diperlukan seperti untuk kelas restorasi III dan kelas V atau *direct* resin komposit *veneers*. Dalam jangka panjang, komposit *microfiller* akan cepat aus dan pecah.^{4,23,24}

c. Komposit *Hybrid*

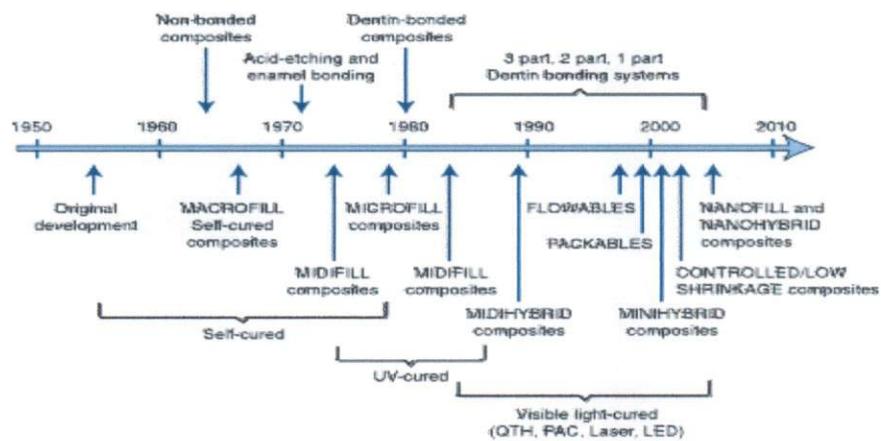
Komposit *hybrid* merupakan kombinasi antara komposit *macrofiller* dan *microfiller* dengan kandungan partikel pengisi 70 – 80% berat. Kebanyakan bahan pengisi *hybrid* modern terdiri atas silika koloid dan partikel kaca dengan ukuran partikel 0,6 - 1 μ m yang dihaluskan, dan mengandung logam berat.²³⁻²⁵ Bahan ini dikembangkan dalam upaya untuk mendapatkan kehalusan permukaan bahkan lebih baik daripada komposit *microfiller*. Komposit *hybrid* dipandang sebagai bahan restorasi yang memiliki kehalusan permukaan dan estetika sehingga kompetitif dengan komposit *microfilled* untuk aplikasi restorasi anterior.^{3,24}



Gambar 2.5. Gambaran Struktur Resin Komposit dengan Ukuran Partikel yang Berbeda.²²

d. *Nanofiller*

Nanotechnology diperkenalkan pada dunia kedokteran gigi pada tahun 2003 yang mengasilkan komposit *nanofiller* melalui proses pengendapan silika koloid dengan ukuran partikel *submicrometrical* (~0,04 μm) dan pertumbuhan silikon dioksida yang dikendalikan hingga ukuran 5 nm.^{23,24}



Gambar 2.6. Perkembangan Resin Komposit Berdasarkan Monomer, *Filler*, Matriks, Bonding, dan Teknologi *Curing*.²

2.1.3. Sifat - Sifat Resin Komposit

2.1.3.1. Sifat Fisik Resin Komposit

a. Biokompatibilitas

Resin komposit yang baru ditempatkan pada bagian dalam kavitas dapat melepaskan bahan kimia dan akan berjalan melalui tubulus dentin ke pulpa sehingga bisa menyebabkan reaksi inflamasi. Ketika tubulus dentin diproteksi dengan bahan pelapik kavitas maka inflamasi bisa dihindari. Dengan dipolesnya komposit akan ditoleransi dengan baik karena tidak akan melukai jaringan lunak

disekitar gigi. Biasanya beberapa individu menunjukkan alergi terhadap bahan restorasi maka, setiap individu harus mendapatkan jenis restorasi yang sesuai.³

b. Waktu Pengerasan dan Waktu Kerja

Waktu kerja dan waktu pengerasan tergantung kepada metode aktivasi resin komposit. Untuk resin komposit yang diaktifasi secara kimia, waktu kerja/*working time* dinilai dari waktu ketika terjadi reaksi panas eksotermik saat proses pengadukan bahan sehingga terjadi peningkatan suhu secara nyata. Standar waktu pengeraaan / *working time* setidaknya 90 detik dimana penghitungan waktu dimulai saat pengadukan. Sedangkan waktu pengerasan/*setting time* biasanya sekitar 3 – 5 menit.^{1,12}

Untuk resin komposit yang diaktifasi oleh sinar, pemaparan cahaya dari sumbernya ke komposit akan memulai polimerisasi. Biasanya 70% polimerisasi berlangsung selama 10 menit pertama, meskipun polimerisasi akan terus berlanjut untuk jangka waktu 24 jam.^{12,22}

c. *Polymerization Shrinkage*

Bahan komposit yang menyusut pada saat *curing* akan menyebabkan terdapatnya celah diantara bahan dengan dinding kavitas. Penyusutan dapat diminimalkan dengan menempatkan bahan restorasi secara *incremental* serta menggunakan *glass ionomer* sebagai *layer* atau basis. Polimerisasi *shrinkage* akan semakin meningkat seiring bertambah kecilnya partikel pengisi.²²

2.1.3.2. Sifat Termal

a. Kemampuan Menyerap Air

Komposit memiliki kecenderungan untuk menyerap air yang dapat menyebabkan penonjolan matriks resin sehingga bisa menyebabkan kegagalan pada hasil restorasi. Matriks resin menyerap air dari rongga mulut dari waktu ke waktu, semakin besar partikel pengisi resin maka semakin banyak air yang diserap. Air juga menyebabkan beberapa ekspansi (perluasan higroskopis) dari komposit selama minggu pertama setelah penempatan.^{1,3}

b. Daya Larut atau Tingkat Kelarutan

Jika intensitas dan durasi penyinaran tidak memadai dapat menghasilkan polimerisasi yang tidak cukup, khususnya pada kedalaman yang jauh dari permukaan gigi. Polimerisasi komposit yang tidak mencukupi akan mengakibatkan terjadi penyerapan air yang lebih besar dan tingkat kelarutan yang tinggi. Oleh karena itu, ketidakstabilan warna sangat mungkin terjadi secara klinis.^{1,20}

a. Stabilitas Warna

Stabilitas warna resin komposit didefinisikan sebagai kemampuan material dalam mempertahankan warna yang sesuai dengan warna awal selama pemakaian didalam rongga mulut. Warna komposit harus sesuai dengan warna gigi untuk mendapatkan nilai estetis yang baik dari restorasi. Perubahan warna dan kehilangan tingkatan warna yang sesuai dengan struktur gigi merupakan alasan untuk mengganti restorasi. Perubahan warna juga dapat terjadi dengan oksidasi dan hasil dari pertukaran air dalam polimer matriks dan berinteraksi dengan

bagian polimer yang tidak bereaksi dan tidak menggunakan inisiator atau akselerator.¹

Perubahan warna resin komposit disebabkan oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor ekstrinsik yang menjadi penyebab diantaranya adalah intensitas dan durasi polimerisasi, terpapar oleh faktor lingkungan seperti paparan sinar UV, panas, pewarna makanan. Sedangkan faktor intrinsik yang terlibat adalah komposisi dari matriks resin, muatan partikel pengisi, ukuran partikel dan tipe dari fotoinisiator.^{8,26}

Setiap komposisi resin komposit bisa terlibat dalam perubahan warna restorasi. Matriks resin memegang peran utama terhadap kestabilan warna resin. Viskositas tinggi dari matriks resin dapat dikurangi dengan mencampurkan bahan pengencer yang tepat, untuk lebih membantu menggabungkan muatan partikel pengisi. Variasi tingkat penyerapan air antara bahan yang menggunakan matriks Bis-GMA berbeda karena disebabkan oleh perbedaan proporsi pengencer TEGDMA.²⁷

Sifat resin komposit yaitu menyerap air telah menunjukkan bahwa bahan yang menunjukkan penyerapan air yang tinggi lebih mudah ternoda oleh pewarna yang larut dalam air, pada kasus seperti ini air mungkin bertindak sebagai sarana penetrasi dari bahan pewarna yang larut oleh air. Komposit yang memiliki sifat larut akan membiarkan air untuk menembus matriks atau antar permukaan matriks dengan partikel pengisi. Pewarnaan pada resin komposit akan terjadi pada saat terjadinya adsorbsi zat warna pada permukaan komposit kemudian diikuti dengan absorbsi oleh matriks resin.²⁷

2.1.3.3 Sifat Mekanis

a. *Knoop Hardness*

Nilai *knoop hardness* untuk komposit adalah $22 - 80 \text{ kg/mm}^2$ yaitu lebih rendah dari enamel 343 kg/mm^2 atau amalgam 110 kg/mm^2 . Nilai ini untuk melihat resistensi dari bahan material terhadap identasi dibawah tekanan fungsional.¹

b. Kekuatan *Bonding*

Kekuatan bonding resin komposit ke etsa asam enamel dan dentin adalah sama yaitu $14 - 30 \text{ MPa}$.^{1,20}

c. *Compressive Strength*

Resin komposit yang diaktivasi oleh sinar memiliki sedikit porositas jika dibandingkan dengan resin yang diaktivasi secara kimia. Porositas terjadi pada saat pengadukan bahan. Pada proses *curing* yang benar baik itu resin komposit konvensional yang diaktivasi sinar mempunyai nilai *compressive strength* sebesar 260 Mpa. Jika dibandingkan dengan metode aktivasi secara kimia, nilai *compressive strength* adalah 210 Mpa. Resin komposit *microfiller* mempunyai nilai *compressive strength* sebesar 260 Mpa, sedangkan *hybrid* sebesar 300 Mpa. Resin komposit modern yaitu nanokomposit mempunyai sifat yang hampir sama dengan *microfiller* dan *hybrid*.²⁸

2.2. Resin Komposit *Nanofiller*

Komposit *nanofilled* adalah generasi terbaru dari resin komposit yang telah diproduksi dengan teknologi *nanofiller* dan diformulasikan dengan partikel

pengisi *nanomer* dan *nanocluster*.²⁹ Bahan pengisi merupakan kombinasi dari non *agglomerated* dan non *aggregated* 20 nm partikel pengisi silika, non *agglomerated* dan non *aggregated* 4 – 11 nm partikel pengisi zirkonia. Komposit *nanofiller* memiliki kapasitas bahan pengisi sebesar 72,5 % berat (55,6% volume).¹⁶ Secara teoritis *nanofiller* bisa memakai bahan pengisi sebanyak 90 - 95% volume.^{7,29}

Rata – rata ukuran partikel pengisi resin komposit *nanofiller* adalah 0,005 – 0,04 μm .^{28,30,31} Komposit *nanofiller* mengandung mayoritas TEGDMA (3-ethyleneglycol dimethacrylate) yang kemudian diganti dengan UDMA dan Bis-EMA (*bisphenol A polyethylene glycol diether dimethacrylate*). Kedua bahan resin ini mempunyai berat molekul yang tinggi dan ikatan rangkap lebih sedikit.⁶

Nanofiller dikembangkan dengan tujuan untuk menggabungkan keuntungan atau kelebihan yang dimiliki oleh resin komposit *hybrid* dan *microfiller* dalam satu dental material. Sehingga didapat sifat mekanis yang sangat memuaskan, kualitas permukaan yang baik, hasil poles dan kilau yang bagus.³²

Bahan restorasi ini berhasil meningkatkan sifat mekanik yaitu kekuatan tekan yang baik, kekuatan tarik yang lurus, tahan terhadap fraktur, ketahanan aus, polimerisasi *shrinkage* yang rendah, tingkat transparansi yang baik, hasil poles dan nilai estetika yang lebih baik. Tipe partikel pengisi memiliki peran yang penting dalam proses terjadinya keausan restorasi, dari penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim M. Hamouda dan Hagag ABD Elkader tahun 2012 menunjukkan bahwa zirkonia / silika yang terdapat pada resin komposit *nanofiller* menunjukkan ketahanan aus yang baik jika dibandingkan dengan partikel pengisi kaca barium

yang terdapat pada komposit *hybrid*. Penggunaan partikel pengisi yang semakin halus akan mengurangi jarak diantara partikel dan akan mengurangi keausan restorasi.²⁹

Dengan adanya ikatan yang baik antara matiks resin dengan partikel pengisi yang diperantara oleh *silane coupling agent*, serta meningkatnya luas permukaan partikel pengisi dengan menggunakan partikel halus akan semakin meningkatkan ketahanan aus dari bahan restorasi.²⁹ Resin komposit *nanofiller* berkembang sebagai bahan restorasi estetis yang bisa diaplikasikan pada gigi anterior dan gigi posterior. Dengan hasil poles yang sangat bagus dan nilai retensi hasil poles yang tinggi menjadikan sifat mekanis resin *nanofiller* sangat baik.³³

2.3. Polimerisasi

Polimerisasi merupakan suatu reaksi kimia dimana monomer dan polimer resin bergabung dan membentuk sebuah rantai kimia panjang. Pada resin komposit, polimerisasi dapat diperoleh melalui reaksi yang diaktifasi kimia, reaksi yang diaktifasi oleh sinar dan bisa gabungan dari aktivasi kimia dan sinar. Di dalam proses polimerisasi, sebuah aktivator (kimia ataupun sinar) akan menyebabkan molekul *initiator* membentuk radikal bebas. Radikal bebas merupakan molekul yang mudah bereaksi karena memiliki elektron bebas. Radikal bebas yang terbentuk akan memutuskan ikatan ganda antar karbon pada monomer ($C = C$) menjadi ikatan tunggal dan membentuk radikal bebas lainnya. Radikal bebas lain yang terbentuk akan menyebabkan reaksi yang sama dengan

monomer lain untuk menambah rantai polimer yang disebut reaksi adisi polimerisasi.³

2.3.1. Resin Komposit Aktivasi Kimia

Pada awalnya polimerisasi resin komposit dilakukan dengan mengaduk cairan dan bubuk, namun kemudian berkembang menjadi bentuk pasta dengan campuran bentuk katalis dan bahan dasar. Katalis adalah komponen yang menjadi aktivator yaitu *amine* organik tersier dan *benzoyl peroxide* berperan sebagai inisiator yang dinamakan base.¹⁻³

Resin dengan aktivasi kimia sering disebut sebagai *self-cure composite resin*. Ketika 2 komponen bahan berbeda digabungkan atau dicampur maka polimerisasi sudah dimulai. Waktu kerja operator pada prosedur aktivasi kimia terbatas yaitu biasanya 2 menit di dalam mulut.^{3,23}

2.3.2 Resin Komposit Aktivasi Sinar

Untuk mengatasi masalah yang timbul dari aktivasi kimia, maka dikembangkan suatu cara yang tidak memakai proses pengadukan melainkan memanfaatkan *photocatalytic* sebagai inisiator dan sumber sinar sebagai aktivator.²⁰ Pada awalnya sinar yang digunakan sebagai aktivator polimerisasi adalah sinar UV yang menginisiasi radikal bebas. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, telah ditemukan sumber sinar yang dapat mengantikan sinar UV sehingga waktu kerjanya dapat dikontrol, mempunyai kedalaman penyinaran yang lebih baik serta dapat digunakan untuk gigi posterior dan gigi anterior.²

Dari beberapa penelitian diterangkan bahwa polimerisasi berpengaruh pada perubahan warna resin komposit.²⁶ Perubahan warna yang disebabkan oleh

polimerisasi termasuk kedalam faktor ekstrinsik.^{8,32} Karena tidak efektifnya proses polimerisasi menunjukkan terjadi pengurangan sifat mekanis dan perubahan warna yang sangat signifikan dari resin komposit. Tingkat keefektifan polimerisasi tidak hanya tergantung kepada zat kimia yang ada dalam material resin komposit tetapi juga sinar yang digunakan untuk polimerisasi termasuk intensitas dan lama waktu penyinaran.⁸

2.3.2.1. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Polimerisasi Resin Aktivasi

Sinar:

a. Jenis atau Sumber Sinar

Sumber penyinaran dapat berasal dari LED (*light emitting diode*), PAC (*Plasma Arc Light Curing Unit*) dan QTH (*quarts tungsten halogen*), tetapi sumber yang paling banyak digunakan adalah *quarts tungsten halogen* dan sinar biru atau yang sering disebut LED (*light emitting diode*)⁸.

1. *Quarts Tungsten Halogen* (QTH)

Sinar pada QTH berasal dari aliran arus listrik yang mengalir melalui filamen *tungsten* yang halus. *Output* utama dari QTH adalah adalah energi *infrared* yang mungkin diserap oleh resin komposit dan hasilnya adalah peningkatan vibrasi molekul dan menghasilkan panas. QTH membutuhkan *filter* penyerap panas untuk mengurangi energi yang dihasilkan oleh *infrared* dari alat penyinaran ke gigi. Energi *infrared* yang tidak *difilter* akan membahayakan pulpa.¹

Panjang puncak gelombang bervariasi yaitu antara 450 – 500 nm. Biasanya rata – rata intensitas penyinaran QTH adalah 450 – 800 mW/cm², tetapi

intensitas penyinaran yang lebih tinggi masih memungkinkan untuk didapat. Walaupun kerusakan jaringan lunak karena radiasi penyinaran sangat minimum terjadi, tetapi operator tetap harus berhati – hati dalam penggunaannya karena bisa berpengaruh pada retina mata.¹

2. *Plasma Arc Light Curing Unit (PAC)*

PAC merupakan sinar yang mempunyai intensitas yang tinggi yaitu berkisar 400 – 500 nm, dengan hasil puncak mendekati 480 nm. Lampu PAC menggunakan gas *xenon* yang diionisasi untuk membentuk plasma. Secara umum, sinar PAC menghasilkan derajat konversi, kedalaman penyinaran yang sama atau lebih rendah dari pada QTH.^{1,20,34}

3. *Light Emitting Diodes (LED)*

Light emitting diode adalah teknologi yang paling banyak digunakan saat ini. LED memancarkan sinar berwarna biru dengan lingkaran panjang gelombang yang sesuai untuk mengabsorbsi spektrum fotoinisiator. Output LED berupa sinar biru dengan spektrum antara 450 – 490 sehingga sangat efektif untuk dalam proses *curing* dengan fotoinisiator *comphorquinone* sehingga lebih efisien dibanding unit lain. Sinar LED mempunyai kelebihan dari QTH yaitu sinar yang dihasilkan tidak memerlukan *filter*, mempunyai jangka waktu yang panjang, dan tidak menghasilkan panas. Walaupun resin komposit jika disinari dengan LED mempunyai sifat kelenturan yang hampir sama dengan QTH tetapi kedalaman penyinaran dengan LED sangat tinggi.^{1,2}

b. Ketebalan Bahan

Ketebalan bahan nantinya akan berhubungan dengan kedalaman penyinaran oleh unit penyinar. Secara umum, ketebalan bahan resin komposit rata-rata berkisar antara 2 – 2,5mm. Berdasarkan ketebalan tersebut sinar dapat menembus masuk sampai kelapisan paling bawah sehingga kekerasan bahan menjadi stabil.²³ Jika memakai teknik penambalan berlapis maka maksimum ketebalan untuk masing masing individu adalah < 2mm.³⁵

c. Waktu Penyinaran

Lama waktu penyinaran dapat dipengaruhi oleh intensitas sinar, ketebalan bahan, dan kedalaman kavitas. Variasi lama penyinaran resin komposit adalah 20 – 60 detik. Dengan ketebalan bahan tidak lebih dari 2 mm sampai 2,5 mm maka maksimal lama waktu penyinaran lama waktu penyinaran tidak boleh lebih dari 40 – 60 detik.²⁶ Sehingga terdapat berbagai variasi dalam menghitung lama waktu penyinaran yaitu berkisar 10 – 60 detik.¹¹

d. Intensitas Penyinaran

Intensitas penyinaran saling berhubungan dengan lama waktu penyinaran. Jika intensitas sinar yang digunakan sangat tinggi maka operator dapat mengurangi waktu paparan sinar. Polimerisasi optimal didapatkan jika intensitas sinar minimum yang digunakan adalah 300 mw/cm² dengan panjang gelombang sinar 400-500 nm.^{1,23}

e. Jarak dan Arah Sumber Sinar

Jarak antara sumber sinar dengan bahan resin yang dianjurkan adalah berkisar 0 - 1 mm. Jarak sumber penyinaran berhubungan dengan intensitas sinar

yang digunakan. Semakin dekat jarak sumber sinar maka intensitas diturunkan. Apabila kavitas gigi dalam, sinar yang digunakan harus dengan kekuatan densitas yang tinggi (sekitar 600 mW/cm^2) agar penyinaran sampai ke bagian paling dalam dari kavitas. Arah sumber sinar yang dianjurkan adalah membentuk sudut 90^0 terhadap permukaan gigi, jika sudut menyimpang dari 90^0 maka intensitas penyinaran menurun.²³

2.3.3. *Dual Cure* Resin Komposit

Cara ini adalah gabungan dari metode aktifasi kimia dengan aktifasi sinar. *Dual cure* dimaksudkan untuk beberapa situasi yang tidak memungkinkan penetrasi cahaya cukup untuk menghasilkan konversi monomer yang adekuat.²

2.4. Teh

Tanaman teh awalnya bernama *thea sinensi*, nama ini diberikan oleh Linnaeus pada tahun 1753. Namun sekarang teh dimasukkan kedalam marga *camellia* sebagai *camellia sinensis* (James, 1992). Didalam secangkir teh terkandung *caffeine*, minyak volatile, *tannin* dan beberapa vitamin B komplek. Teh disukai oleh seluruh kalangan masyarakat. Tidak hanya digemari oleh orang dewasa tetapi juga anak – anak. Dijelaskan oleh Fachruddin Perdana dan hardiansyah pada tahun 2013 bahwa teh merupakan minuman sarapan nomor dua terbanyak dikonsumsi setelah air putih.^{17,36}

Teh merupakan salah satu faktor ekstrinsik yang menyebabkan terjadinya perubahan warna resin komposit melalui tahap adsorbsi ataupun absorbsi. Pewarnaan eksternal pada resin komposit disebabkan oleh berbagai pigmen yang

melekat pada resin komposit.^{15,27} Perubahan warna pada resin komposit karena teh juga dapat berupa kombinasi antara faktor ekstrinsik dan intrinsik. Faktor intrinsik yang berperan adalah saat terjadi penetrasi dari zat warna pada teh ke dalam *micro-cracks* atau celah interfasial antar permukaan *filler* dan matriks.⁸

Tannin adalah substansi paling banyak terkandung didalam teh yang memberikan warna coklat kekuningan pada teh.^{11,18} Tannin mengandung asam *tannic* yang menyebabkan perubahan warna pada resin komposit.^{11,27,31} Perubahan warna bisa terjadi karena tannin merupakan komponen yang larut didalam air. Penyerapan zat yang mudah larut didalam air ini bisa menyebabkan perubahan warna.³⁷

Jika matriks resin memiliki sifat yang mampu menyerap air maka ia akan mampu juga untuk menyerap berbagai macam cairan yang pada akhirnya akan menyebabkan pewarnaan pada resin komposit. Penyerapan air sebagian besar terjadi secara langsung dalam matriks resin. Kaca *filler* tidak bisa menyerap air, namun mereka dapat berkontribusi untuk adsorpsi air pada permukaan material.^{1-3, 22-23}

2.5 *Spectrophotometer*

Spectrophotometer sesuai dengan namanya adalah alat yang terdiri dari *spectrometer* dan fotometer. *Spectrophotometer* menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi.^{38,39}

Secara sederhana *spectrophotometer* didefinisikan sebagai metode untuk mengukur berapa banyak zat kimia menyerap cahaya dengan mengukur intensitas cahaya sebagai sinar cahaya melewati melalui larutan sampel. Prinsip dasarnya adalah bahwa setiap senyawa menyerap atau mentransmisikan cahaya pada rentang panjang gelombang tertentu. Pengukuran ini juga dapat digunakan untuk mengukur jumlah zat kimia yang dikenal.⁴⁰

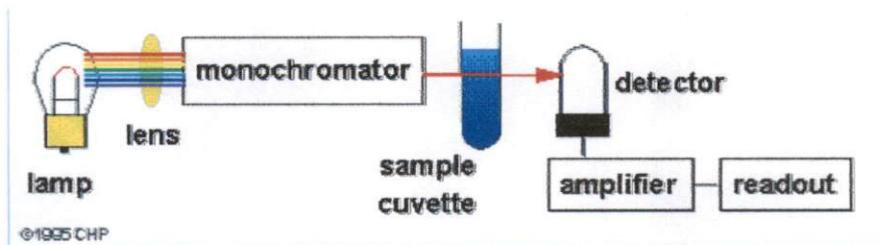
Spectrophotometer adalah salah satu metode yang paling berguna dari analisis kuantitatif dalam berbagai bidang seperti kimia, fisika, biokimia, bahan dan teknik kimia dan aplikasi klinis. Dengan menggunakan *spectrophotometer* juga dapat meminimalisasi terjadinya kesalahan dalam penilaian subjektif warna. Keuntungan dari *spectrophotometer* adalah alat ini mengukur jumlah cahaya yang dipantulkan oleh permukaan bahan dalam spektrum reflektansi penuh dan dapat mendeteksi panjang gelombang warna.^{14,27}



Gambar 2.7. *Spectrophotometer*.⁴¹

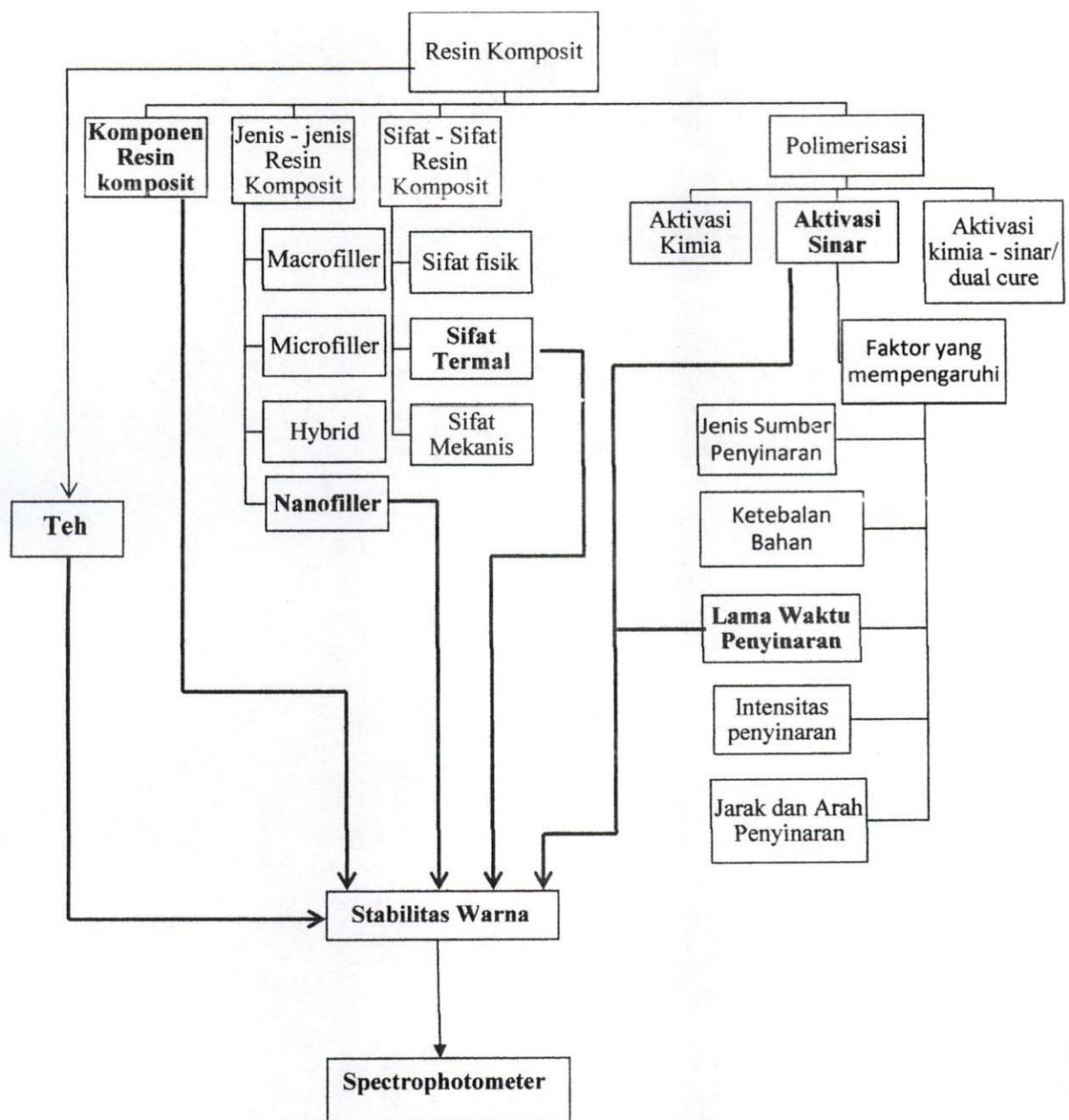
Spectrophotometer terdiri dari:³⁸

- a. Sumber cahaya
- b. *Monokromator*
- c. Kompartemen sampel
- d. Detektor dan pengukur intensitas cahaya



Gambar 2.8. Struktur Dasar dari *Spectrophotometers* ³⁸

2.7. Kerangka Teori

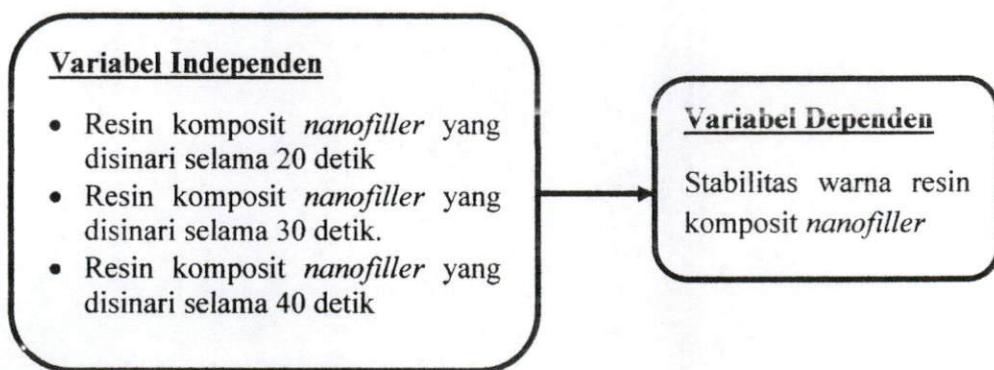


Gambar 2.9. Skema Kerangka Teori

BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1. Kerangka Konsep



Gambar 3.1. Kerangka Konsep Penelitian

3.2. Variabel Penelitian

3.2.1. Variabel Independen

Variabel independen pada penelitian ini adalah:

- Resin komposit *nanofiller* yang disinari selama 20 detik
- Resin komposit *nanofiller* yang disinari selama 30 detik
- Resin komposit *nanofiller* yang disinari selama 40 detik

3.2.2. Variabel Dependen

Variabel dependen pada penelitian ini adalah stabilitas warna resin komposit *nanofiller*.

3.3. Definisi Operasional

a. Resin Komposit *Nanofiller*

Komposit *nanofiller* mengandung mayoritas TEGDMA (*3-ethyleneglycol dimethacrylate*) yang kemudian diganti dengan UDMA dan Bis-EMA (*bisphenol A polyethylene glycol diether dimethacrylate*). Bahan ini telah berhasil meningkatkan sifat mekanik yaitu kekuatan tekan yang baik, kekuatan tarik yang lurus, tahan terhadap fraktur, ketahanan aus, polimerisasi *shrinkage* yang rendah, tingkat transparansi yang baik, hasil poles dan nilai estetika yang sangat baik. Rata – rata ukuran partikel pengisi resin komposit *nanofiller* adalah 0,005 – 0,04 μm .

b. Stabilitas Warna

Stabilitas warna resin komposit didefinisikan sebagai kemampuan material dalam mempertahankan warna yang sesuai dengan warna awal selama pemakaian didalam rongga mulut. Stabilitas warna resin komposit merupakan parameter yang penting untuk bahan tambalan. Tidak stabilnya warna resin komposit akan mengakibatkan terjadi perubahan warna sehingga dinilai sebagai kegagalan dalam mempertahankan nilai estetis bagi pasien.

1. Alat ukur

Perubahan warna pada resin komposit dapat diukur dengan alat *spectrophotometer*. Alat *spectrophotometer* terdiri dari *spectrometer* yang menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan *photometer* adalah alat yang mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau

yang diabsorbsi. Prinsip dasarnya adalah bahwa setiap senyawa menyerap atau mentransmisikan cahaya pada rentang panjang gelombang tertentu.

2. Hasil Pengukuran

Hasil ukur berupa nilai absorbansi (Abs), dalam bentuk data numerik.

3. Skala Pengukuran

Skala ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah skala rasio.

c. Resin Komposit Aktivasi Sinar

Aktivasi resin dengan sinar sangat penting untuk polimerisasi bahan resin. Adekuat atau tidaknya polimerisasi akan mempengaruhi stabilitas warna, kekasaran, dan kekerasan resin komposit. Jenis sinar yang digunakan adalah *Light Emitting Diodes* (LED). LED merupakan alat sinar resin komposit yang paling banyak digunakan oleh dokter gigi saat ini. Lama waktu penyinaran diperlukan untuk mendapatkan polimerisasi yang maksimal. Lama waktu penyinaran resin komposit nanofiller berkisar 20 detik – 40 detik.

3.4. Hipotesis

1. Terdapat perbedaan nilai perubahan warna pada resin komposit *nanofiller* yang disinar dengan lama waktu penyinaran berbeda
2. Terdapat hubungan lama waktu penyinaran terhadap stabilitas resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam larutan teh.

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium.

4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas dan Laboratorium Fisiko-Kimia Fakultas Farmasi Universitas Andalas pada bulan Desember 2014.

4.3. Populasi dan Sampel

4.3.1. Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah resin komposit *nanofiller*.

4.3.2. Sampel

Sampel penelitian adalah hasil cetakan bahan restorasi resin komposit *nanofiller* berbentuk cakram dengan diameter 6 mm dan ketebalan 2 mm, dimana masing – masing kelompok sampel disinari dengan sinar LED selama 20, 30, dan 40 detik dengan sumber sinar menempel kepermukaan resin komposit.

4.3.3. Besar Sampel

Besar sampel ditentukan dengan menggunakan rumus Frederer:

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

keterangan:

t = kelompok perlakuan

n = jumlah sampel perkelompok perlakuan

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

$$(6-1)(n-1) \geq 15$$

$$5n-5 \geq 15$$

$$5n \geq 20$$

$$n \geq 4$$

Jadi, dari hasil penghitungan didapat jumlah minimal sampel perkelompok perlakuan adalah 4, tetapi untuk memperoleh keefektifan dari penelitian ini penulis akan membuat 10 sampel perkelompok perlakuan sebagai berikut:

1. Kelompok A : resin komposit yang disinari selama 20 detik
 - a. Kelompok A1 : 10 buah sampel direndam dalam saliva buatan
 - b. Kelompok A2 : 10 buah sampel direndam dalam larutan teh dan saliva buatan
2. Kelompok B : resin komposit yang disinari selama 30 detik
 - a. Kelompok B1 : 10 buah sampel direndam dalam saliva buatan
 - b. Kelompok B2 : 10 buah sampel direndam dalam larutan teh dan saliva buatan

3. Kelompok C : resin komposit yang disinari selama 40 detik
 - a. Kelompok C1 : 10 buah sampel direndam dalam saliva buatan
 - b. Kelompok C2 : 10 buah sampel direndam dalam larutan teh dan saliva buatan

4.4. Alat dan Bahan Penelitian

1. *Mold* (diameter 6 mm dan ketebalan 2 mm)
2. Resin komposit *nanofiller* 3M ESPE Filtek Z350 XT
3. Instrumen plastis
4. *Seluloid strip*
5. *Light curing unit*
6. Inkubator
7. Sarung tangan dan masker
8. Cawan petri
9. Larutan teh
10. Saliva buatan
11. *Spectrophotometer*

4.5. Prosedur Kerja

4.5.1. Pembuatan Sampel

1. Persiapan Alat dan Bahan Pembuatan Sampel
 - a. Alat cetak komposit berupa *mold* yang berdiameter 6 mm dan tebal 2 mm terbuat dari *stainless steel*

- b. Resin komposit *nanofiller*
 - c. Instrument plastis
 - d. *Seluloid strip*
 - e. Sarung tangan dan masker
2. Selembar *seluloid strip* diletakkan pada bagian atas dan bawah *mold* untuk mendapatkan permukaan sampel yang datar dan halus, kemudian masukkan resin komposit ke dalam *mold*.
 3. Lakukan press untuk memperoleh bentuk, dan ukuran sampel yang diinginkan.
 4. Keluarkan sampel komposit dari *mold*.

4.5.2. Penyinaran Sampel

1. *Light curing* yang digunakan adalah *Light Emitting Diode* (LED).
2. Sampel berjumlah 60 buah dibagi menjadi tiga kelompok yaitu kelompok A, B, dan C. Masing – masing kelompok terdiri dari 20 buah sampel.
3. Kelompok A disinar selama 20 detik, kelompok B selama 30 detik, dan kelompok C selama 40 detik dengan jarak antara sumber sinar dan permukaan sampel adalah 0 mm.

4.5.3. Perendaman Sampel

1. Siapkan alat yang dibutuhkan, diantaranya:
 - a. wadah perendaman sampel
 - b. Larutan teh
 - c. Saliva buatan

- d. Inkubator
 - e. Alat uji warna *spectrophotometer*
2. Kelompok A1, B1, dan C1 direndam dalam wadah berisi saliva buatan selama 24 jam. Setelah 24 jam sampel dikeluarkan dan dikeringkan sebelum dilakukan pengukuran. Sampel yang direndam dalam saliva buatan bertindak sebagai kelompok kontrol.
 3. Kelompok A2, B2, dan C2 direndam selama 72 jam dalam wadah berisi teh yang dilarutkan dalam 250 ml air dan dicampurkan dengan saliva buatan.
 4. Setelah 72 jam keluarkan sampel dari wadah, kemudian dialiri dengan air sebelum dilakukan pengukuran.

4.5.4. Pengukuran Warna Sampel

1. Sampel yang telah dikeringkan kemudian digerus.
2. Sampel yang sudah halus dilarutkan ke dalam zat pelarut.
3. Ukur warna sampel menggunakan *spectrophotometer*.

4.6. Pengumpulan Data

4.6.1. Jenis Data

Jenis data berupa data numerik yang didapatkan dari hasil eksperimen di laboratorium.

4.6.2. Pengolahan Data

Pengolahan data menggunakan SPSS Versi 16.

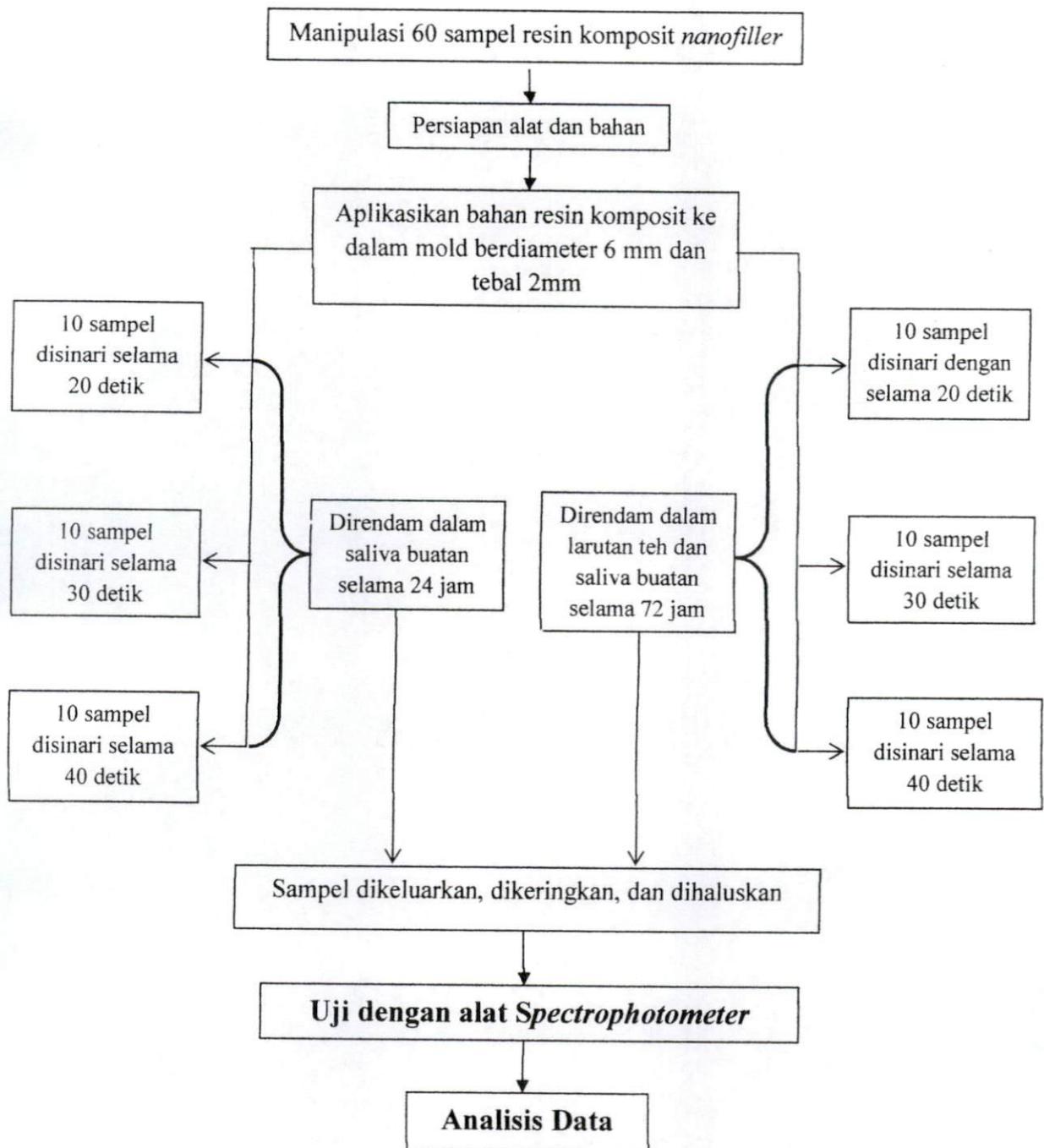
4.6.3. Penyajian Data

Penyajian data dalam bentuk tabel dan gambar.

4.7. Teknik Analisa Data

Teknik analisa data yang digunakan pada penelitian ini adalah *two way* ANOVA karena 2 faktor yang menimbulkan variasi.

4.8. Alur Penelitian



Gambar 4.1. Skema Alur Penelitian

BAB 5

HASIL PENELITIAN

Data penelitian didapat dari hasil pengukuran nilai absorbansi setiap sampel menggunakan *spectrophotometer UV-Vis*. Sampel penelitian berjumlah 60 buah yang dibagi dalam 6 kelompok yaitu kelompok resin komposit *nanofiller* yang disinar selama 20 detik direndam dalam saliva (A1) serta direndam dalam larutan teh dan saliva (A2), kelompok resin komposit *nanofiller* yang disinar selama 30 detik direndam dalam saliva (B1) serta direndam dalam larutan teh dan saliva (B2), kelompok resin komposit *nanofiller* yang disinar selama 40 detik direndam dalam saliva (C1) serta direndam dalam larutan teh dan saliva (C2).

Data yang diperoleh kemudian dilakukan uji statistik untuk melihat ada atau tidak perbedaan bermakna antar kelompok penelitian. Sebelum dilakukan uji analisis statistik antara kelompok penelitian, terlebih dulu dilakukan uji normalitas dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov

Tabel 5.1 Hasil Uji Normalitas data dengan Kolmogorov-Smirnov

Perlakuan	N	Rata - rata	Std. Deviasi	sig
Penyinaran 20 detik	20	0,953	0,102	0,161
Penyinaran 30 detik	20	0,872	0,070	0,104
Penyinaran 40 detik	20	0,835	0,078	0,200

*sig p>0,05

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov dapat dilihat bahwa kelompok penyinaran 20 detik ($p=0,161$), kelompok

penyinaran 30 detik ($p=0,104$), dan kelompok penyinaran 40 detik ($p=0,200$) berdistribusi normal karena nilai $p>0,05$. Selanjutnya dilakukan uji statistik *two way anova* dengan nilai $p<0,05$.

Tabel 5.2. Hasil uji *two way anova* stabilitas warna resin komposit

Waktu	Perendaman	N	Rata - rata	Standar Deviasi
Penyinaran 20 detik	Saliva	10	0.8945	0.0639
	Teh dan saliva	10	1.0129	0.1021
Penyinaran 30 detik	saliva	10	0.8471	0.0540
	Teh dan saliva	10	0.8985	0.0789
Penyinaran 40 detik	saliva	10	0.8189	0.0662
	Teh dan saliva	10	0.8523	0.0889

*sig $p<0,05$

Pada tabel 5.2 dapat dilihat bahwa setiap kelompok penyinaran 20, 30 dan 40 detik yang direndam dalam larutan saliva memiliki nilai absorbansi yang lebih rendah dari pada kelompok yang direndam dalam larutan teh dan saliva. Hal ini menyatakan bahwa resin komposit yang direndam didalam saliva memiliki warna yang lebih terang dari pada resin komposit yang direndam dalam larutan teh dan saliva. Selain itu rata – rata nilai absorbansi paling rendah terdapat pada resin komposit yang disinar selama 40 detik.

Berdasarkan uji statistik *two way anova*, dapat dilihat pengaruh seluruh kelompok perlakuan terhadap nilai absorbansi dari resin komposit dengan nilai $p = 0,00$ yang berarti signifikan. Selanjutnya dilihat pengaruh waktu perendaman terhadap stabilitas warna dengan nilai $p<0,05$, dari hasil uji statistik diperoleh nilai $p = 0,00$ yang berarti lama penyinaran berpengaruh secara signifikan

terhadap stabilitas warna resin komposit *nanofiller*. Pengaruh perendaman terhadap stabilitas warna resin komposit nanofiller dapat dilihat dengan hasil $p = 0,01$ ($p < 0,05$) artinya perendaman juga mempengaruhi secara signifikan stabilitas warna resin komposit *nanofiller*. Dari hasil uji *two way anova*, lama penyinaran dan perendamaan secara bersamaan tidak mempengaruhi stabilitas warna karena nilai $p > 0,05$ yaitu $p = 0,197$. Selanjutnya untuk mengetahui bagaimana perbedaan nilai stabilitas warna antar masing – masing kelompok perlakuan dilakukan uji *post hoc bonferroni* dengan nilai signifikan $p < 0,05$.

Tabel 5.3. Hasil perbandingan seluruh kelompok perlakuan dengan uji *post hoc bonferroni*

		Sig (p-value)
saliva 20 detik	teh dan saliva 20 detik	0,018
	saliva 30 detik	1,000
	teh dan saliva 30 detik	1,000
	saliva 40 detik	0,501
	teh dan saliva 40 detik	1,000
teh dan saliva 20 detik	saliva 30 detik	0,000
	teh dan saliva 30 detik	0,026
	saliva 40 detik	0,000
	teh dan saliva 40 detik	0,000
saliva 30 detik	teh dan saliva 30 detik	1,000
	saliva 40 detik	1,000
	teh dan saliva 40 detik	1,000
teh dan saliva 30 detik	saliva 40 detik	0,382
	teh dan saliva 40 detik	1,000
saliva 40 detik	teh dan saliva 40 detik	1,000
Sig $p < 0,05$		

Berdasarkan tabel 5.3 dapat dilihat perbandingan semua kelompok perlakuan yang diuji dengan *post hoc bonferroni* sehingga diketahui terdapat perbedaan yang bermakna atau tidak pada perbandingan kelompok perlakuan. Dari hasil uji *post hoc bonferroni* terdapat perbedaan nilai stabilitas warna yang signifikan atau bermakna dimana nilai $p < 0,05$ yaitu $p = 0,018$ antara resin komposit *nanofiller* disinar selama 20 detik yang direndam dalam saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 20 detik yang direndam dalam teh dan saliva. Perbedaan yang tidak bermakna terdapat pada nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 20 detik yang direndam dalam saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 30 detik yang direndam saliva karena nilai $p > 0,05$ yaitu $p = 1,000$.

Berdasarkan tabel 5.3 juga dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang tidak bermakna pada nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 20 detik yang direndam dalam saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 30 detik yang direndam teh dan saliva karena nilai $p > 0,05$ yaitu $p = 1,000$. Perbandingan nilai stabilitas warna antara resin komposit *nanofiller* disinar selama 20 detik yang direndam dalam saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 40 detik yang direndam saliva menunjukkan nilai $p > 0,05$ yaitu $p = 0,501$ yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan diantara kedua kelompok tersebut. Hal yang sama juga terjadi pada nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 20 detik yang direndam dalam saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 40 detik yang direndam teh dan saliva karena nilai $p > 0,05$ yaitu $p = 1,000$

Perbedaan bermakna terdapat pada nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 20 detik yang direndam dalam teh dan saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 30 detik yang direndam saliva karena nilai $p < 0,05$ yaitu $p = 0,000$. Pada perbandingan nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 20 detik yang direndam dalam teh dan saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 30 detik yang direndam teh dan saliva juga terdapat perbedaan bermakna karena nilai $p < 0,05$ yaitu $p = 0,026$

Nilai signifikan $p < 0,05$ yang berarti adanya perbedaan yang bermakna terdapat pada nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 20 detik yang direndam dalam teh dan saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 40 detik yang direndam saliva yaitu $p = 0,000$. Hal serupa juga terjadi pada perbandingan nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 20 detik yang direndam dalam teh dan saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 40 detik yang direndam teh dan saliva karena nilai $p < 0,05$ yaitu $p = 0,000$ artinya terdapat perbedaan yang bermakna dari perbandingan antar kelompok perlakuan tersebut.

Berdasarkan uji *post hoc bonferroni* bahwa terdapat perbedaan yang tidak bermakna pada nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 30 detik yang direndam dalam saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 30 detik yang direndam teh dan saliva karena nilai $p > 0,05$ yaitu $p = 1,000$. Perbedaan yang tidak bermakna juga terdapat pada nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 30 detik yang direndam dalam saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 40 detik yang direndam saliva karena

nilai $p>0,05$ yaitu $p = 1,000$. Hal yang sama juga terdapat pada perbandingan nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 30 detik yang direndam dalam saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 40 detik yang direndam teh dan saliva karena nilai $p>0,05$ yaitu $p = 1,000$

Nilai signifikan $p > 0,05$ yang berarti tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 30 detik yang direndam dalam teh dan saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 40 detik yang direndam saliva yaitu $p = 0,382$. Hasil yang tidak signifikan ($p>0,05$) terdapat pada nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 30 detik yang direndam dalam teh dan saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 40 detik yang direndam teh dan saliva karena yaitu $p = 1.000$. Nilai signifikansi yang sama ditunjukkan oleh nilai stabilitas warna resin komposit *nanofiller* disinar selama 40 detik yang direndam dalam saliva dengan resin komposit *nanofiller* disinar selama 40 detik yang direndam teh dan saliva karena nilai $p>0,05$ yaitu $p = 1.000$.

BAB 6

PEMBAHASAN

Perubahan warna resin komposit diukur dengan *spectrophotometer UV-Vis* yang secara otomatis memberikan nilai penyerapan warna dari setiap sampel. Hasil yang didapat berupa nilai absorbansi dari setiap sampel. Sampel yang memiliki nilai absorbansi paling kecil memiliki warna yang lebih terang sedangkan sampel yang memiliki nilai absorbansi lebih besar memiliki warna yang lebih gelap.

Pada kelompok resin komposit yang disinari selama 20 detik, nilai absorbansi resin yang direndam dalam saliva adalah 0,894 sedangkan nilai absorbansi resin yang direndam dalam larutan teh adalah 1,012. Kelompok resin komposit yang disinar selama 30 detik, nilai absorbansi resin yang direndam dalam saliva 0,847 sedangkan yang direndam dalam saliva dan teh adalah 0,898. Pada kelompok resin komposit yang disinar selama 40 detik, nilai absorbansi resin yang direndam dalam saliva adalah 0,819 dan nilai absorbansi resin yang direndam dalam teh dan saliva adalah 0,85.

Dari hasil data penelitian ditemukan bahwa semakin lama waktu penyinaran maka penyerapan warna yang dialami oleh resin komposit akan semakin menurun. Hal ini terjadi karena waktu penyinaran mempengaruhi polimerisasi resin komposit. Penyinaran merupakan aspek yang sangat penting dalam restorasi menggunakan komposit karena menginisiasi polimerisasi. Fabiano Francesca *et all* (2014) menyimpulkan bahwa keefektifan proses *curing* sangat

dipengaruhi oleh lama waktu penyinaran sehingga polimerisasi dapat terjadi secara sempurna.⁴² Tidak efektifnya proses polimerisasi menunjukkan terjadi pengurangan sifat resin dan terjadi perubahan warna yang sangat signifikan dari resin komposit.⁸ Hal ini telah dibuktikan didalam penelitian yang menunjukkan bahwa resin komposit yang disinar selama 40 detik lebih stabil dari resin komposit yang disinar selama 20 detik.

Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan Arash Poorsattar Bejeh dan Morvarid Poorsattar Bejeh (2010) tentang pengaruh perbedaan waktu penyinaran terhadap perubahan warna resin komposit menunjukkan bahwa waktu penyinaran berkontribusi dalam terjadi perubahan warna resin komposit. Pada penelitiannya Arash menggunakan sistem CIE dengan kamera untuk mengetahui perubahan warna resin komposit. Metode tersebut belum membuktikan secara maksimal sehingga Arash menganjurkan untuk menggunakan *spectrophotometer* karena lebih menunjukkan hasil perubahan warna yang lebih akurat¹⁵. Dengan demikian, penelitian ini telah menggunakan spectrophotometer sebagai alat untuk menilai perubahan warna dan didapatkan hasil berupa nilai penyerapan warna oleh setiap kelompok waktu penyinaran dimana penyinaran 20 detik memiliki nilai penyerapan warna yang besar yaitu 1,012.

Hasil penelitian Alexio Patricia *et all* (2010) tentang stabilitas warna resin komposit berdasarkan media perendaman berbeda menunjukkan teh memberi pengaruh terhadap warna resin komposit, tetapi kemampuan teh memberi warna pada resin komposit lebih rendah jika dibandingkan dengan kopi.¹³ Hasil

penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Mahdisia Farnaz *et all* (2014) tentang evaluasi efek teh terhadap stabilitas warna tiga resin nano-komposit berbeda yaitu GRANDIO (VOCO-Germany), 3M ESPE Z350 XT, dan HERCULITE XRV ULTRA (kerr-USA). Hasil penelitian Alexio Patricia menunjukkan terjadi perubahan warna yang signifikan pada resin komposit *nanofiller* (3M ESPE Z350 XT) dengan nilai $p = 0,03$, kemudian diikuti oleh GRANDIO dan CULITE XRV.¹⁹

Perubahan warna yang terjadi pada resin komposit *nanofiller* dengan waktu penyinaran berbeda berhubungan dengan sifat resin komposit yang mampu menyerap air. Waktu penyinaran yang mempengaruhi polimerisasi sehingga penyerapan air akan semakin besar. Selain itu perubahan warna juga dipengaruhi oleh waktu kontaminasi bahan tambalan resin komposit *nanofiller* dengan bahan yang dapat menyebabkan perubahan warna seperti teh yang dapat diserap secara adsorbsi ataupun absorbsi.^{1,8}

Penelitian ini masih terdapat kekurangan diantaranya belum ada alat untuk mengukur perubahan warna resin komposit menggunakan benda padat seperti penelitian Malekipor Reza (2012) menggunakan *reflective spectrophotometer* (Spectroflash 600-Data Color International/ USA) dengan sistem CIE L*a*b*, sehingga pada penelitian ini sampel harus dibuat dalam bentuk larutan karena spectrophotometer yang tersedia digunakan untuk bahan berbentuk larutan. Penelitian ini dapat memberikan informasi bahwa waktu penyinaran dapat mempengaruhi stabilitas warna resin komposit. Hal ini dapat dijadikan

pertimbangan dan acuan bagi tenaga kesehatan gigi dalam melakukan tindakan restorasi menggunakan resin komposit.

BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh lama penyinaran terhadap stabilitas warna resin komposit *nanofiller* pada perendaman larutan teh, maka diperoleh kesimpulan:

1. Terdapat perbedaan warna pada resin komposit *nanofiller* yang disinar selama 20 detik, 30 detik dan 40 detik yang direndam dalam saliva ataupun teh dan saliva. Perbedaan yang bermakna terdapat pada perbandingan kelompok penyinaran 20 detik yang direndam dalam teh dan saliva dengan seluruh kelompok penyinaran 30 detik dan 40 detik karena nilai $p < 0,05$.
2. Tidak terdapat pengaruh yang bermakna dari lama penyinaran resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam larutan teh.

7.2 Saran

1. Diharapkan dapat diaplikasikan oleh tenaga kesehatan gigi bahwa semakin lama disinari maka polimerisasi akan semakin sempurna sehingga kegagalan dalam restorasi dapat dikurangi.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut terhadap stabilitas warna resin komposit dengan alat uji warna benda padat.
3. Melakukan penelitian lebih lanjut terhadap stabilitas warna resin komposit dengan mengaplikasikan langsung ke gigi.

4. Melakukan penelitian lebih lanjut terhadap stabilitas warna resin komposit dengan sampel yang telah dilakukan pemolesan.
5. Melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh lama penyinaran terhadap sifat resin komposit lainnya.

KEPUSTAKAAN

1. Powers JM, Ronald LS. *Craig's Restorative Dental Materials*. 12th edition. St Louis: Elsevier; 2006.
2. Anusavice KJ, Ralph W, Shen C. *Phillips Science of Dental Materials*. 12th Edition. St louis: Elsavier saunders; 2013
3. Hatrick CD, Eakle WS, Bird WF. *Dental Materials Clinical Applications for Dental Assistants and Dental Hygienists Second Edition*. St Louis: Saunders Elsavier; 2011
4. Anusavice, Kenneth J. *Phillips Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. Edisi 10. Jakarta: EGC; 2003.
5. Malekipour MR, Sharafi A, Kazemi S, Shirani F. *Comparison of Color Stability Of A Composite Resin In Different Color Media*. Dental Research Journal 2012; 9 (4): 441 – 446.
6. 3M ESPE. *FilltekZ350 Universal Restorative Technical Product Profile*. St paul: 2005
7. Permatasari R, Munyati U. Penutupan Diastema dengan Menggunakan Komposit *Nanofiller*. Indonesian Journal Dentistry 2008; 15 (3): 239 – 246.
8. Razavi S, Esmeili B, Amiri H, Pakdaman M, Bijani A. *Color Stability Of Microhybrid Resin Composite Polymerized with LED and QTH Light Curing Units*. Journal of Dentomaxilofacial Radiology, Pathology and Surgery 2013; 2(4):7 – 14.

9. Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Ermidi U, Oktay EA, Ersahan S. *Influence of Different Drink on The Colour Stability of Dental Resin Composite. European Journal of Dentistry.* 2009; 50 - 56
10. Subramanya JK, Muttagi S. *In Vitro Color Change of Three Dental Veneering Resin In Tea, Coffee and Tamarid Extracts. Original Article* 2011; 8 (3): 138 – 145.
11. National Institutes Of Health Public Access. *Effect Staing Solutions on Discoloration of Resin Nanocomposites.* Am J Dent 2010; 23 (1): 39 – 42.
12. Power JM, Wataha JC. *Dental Material Properties and Manipulation.* St Louis: Mosby; 2008
13. Alexio P, Petromilli P, Martin LB, Guenka R. *Composite Resin Color Stability: Influence of Light Sources and Immersion Media.* J Appl Oral Sci 2011; 19 (3): 204 – 211.
14. Chandrasekhtar V, Reddy LP, Prakash TJ, Rao GA, Pradeep M. *Spectrophotometric and Colorimetric Evaluation of Staining of The Light Cured Composite After with Different Intensities of Light Curing Unit. Jounal of Conservative Dentistry* 2011; 4(11): 391 – 394.
15. Arash PB, Morvarid PB. *The Effect of Different Curing Time Regimens on Immediate Postpolymerization Color Changes of Resin Composite. The Journal of Contemporary Dental Practice* 2012; 13(4): 472-475.
16. 3M ESPE. *FilltekZ350 Universal Restorative Technical Product Profile.* Canada: 2012

17. Perdana, Fachrudin & Hardiansyah. Analisis jenis , jumlah, dan Mutu Gizi Sarapan Anak Indonesia. *Jurnal Gizi dan Pangan* 2013; 8(1): 39 – 46.
18. Razak A, Long A, Sivananda S. *Colour Change of Tooth Restorative Dental Materials Immersed in Food Simulating Solution. The Malaysian Dental Journal*; 2013.
19. Mahdisia F, Nasoohi N, Safi M, Sahraee Y, Zavareina S. Evaluation The Effect of Tea Solution on Color Stability of Three Dental Composite (In Vitro). *J Res Dent Sci* 2014;11(1): 14 – 19.
20. Van Noort, Richard. *Introduction To Dental Materials Third Edition*. United Kingdom: Elsvier; 2007.
21. Bindslev DA, Gottfried S. *Biocompatibility of Dental Materials*. Berlin: Springer; 2009.
22. Garg A, Nisha G. *Textbook of Operative Dentistry Second Edition*. New delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2013.
23. Anusavice KJ. *Philips Science of Dental Material 11th Edition*. USA: Saundres; 2006.
24. Bird DL, Debbi SR. *Modern Dental Assisting 10th Edition*. St Louis: Elsavier; 2012.
25. Baum, Liolyd. *Textbook Of Operative Dentistry*. Philadelphia: Saunders; 1995.
26. Abu DM, Fahmy OI, Taher M, Abdelaziz A. *In Situ Investigation On Color Change Of Resin Composite Restorative Cured By Two Different Curing Unit. Journal Of American Science*. 2012; 8(6):708 – 715.

27. Khokhar NH, Qureshi R, Ali SM. *Evaluation of discolouration of some composite restorative materials*. *Pakistan Oral and Dental Journal* 2009; 29(1):123 – 130.
28. McCabe JF, Agus WG, Walss. *Applied dental material*. 9th Edition. Australia: Blackwell Publishing; 2008
29. Hamouda IM, Hagag AE. *Evaluation the properties of nanofilled composite resin restorative Material*. *Jounal of Biomaterial and Nanobiotechnology* 2012; 3: 238 -242.
30. George, Reshma. *Nanocomposite – A Review*. *Journal of Dentistry Oral And Bioscience* 2011; 2 (3): 38 – 40.
31. Ashkok PK, Kumud Upadhyaya. *Tannin Are Astringent*. *Journal Of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2012; 1(3): 45 – 50.
32. Janus J, Fauxpoint G, Arntz Y, Pelletier H, Etiene O. *Surface Rounghness and Morphology of Three Nanocomposites After Two Different Polishing Treatment by A Multitechnique Approach*. *Dent mater* 2010; 26: 416 – 425.
33. Mota GE, Horlle L, Oshima HM, Hirakata LM. *Evaluation of Inorganic Particle Of Composite Resin with Nanofiller Content*. *Stomatologija, Baltic Dental And Maxillofacial Journal* 2012; 4 (4): 103 – 107.
34. Schneider LF, Consani S, Sobrinho LC, Correr AB, Sinhoreti MA. *Halogen and LED Light Curing of Composite:Temprature Increase and knoop Hardness*. *J Clinical Oral Investigation* 2006; 10:66-71.
35. Singn TK, Ataide I, Fernandes M, Lambor RT. *Light Curing Devices-A Clinical Review*. *Journal of Orofacial Research* 2011;1(1): 15 – 19.

36. Gardner EJ, Ruxton CHS, Leeds AR. *Black Tea – Helpful or Harmful?*. *European Journal Of clinical Nutrition*; 2007.
37. Subramani, Karthikean, Waqar Ahmed. *Emerging Nanotechnologies In Dentistry (Materials, Processes, And Application)*. United States: Elsavier; 2012.
38. Permatasari, Ana. *Spektrofotometri Serapan UV-Vis*. 17 Maret 2011; Diakses pada 3 nov 2014: <http://anna-permanasari.staf.upi.edu/files/2011/03/Spektro-UV-Vis.pdf>
39. Yatimah, yeyet Durotul, dkk. *Spektrofotometer Ultraviolet-Visible. Laporan Praktikum Analisa Instrumen*. Program Studi Farmasi UIN : Jakarta; 2013.
40. Gore, Michael. *Spectrophotometry & Spectrofluorimetry*. New York: Oxford University Press; 2000. Diakses pad 25 oktober 2014: http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical_Chemistry/Kinetics/Reaction_Rates/Experimental_Determination_of_Kinetics/Spectrophotometry
41. Cadex Inc. 755 Avenue Montrichard, St-Jean-sur-Richelieu Qc J2X 5K8 Canada. rev. July 2012 : www.candexinc.com/spectrophotometer.
42. Fabiano F, Borsellino C, Bonaccorsi LM, Calabrese L, Fabiano V, Mavilia G. *Influence of Irradiation Exposure Time on The Depth Cure of Restorative Resin Composite*. Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti. 2014; 92(1): 1 – 8. ISSN 1825-1242.

LAMPIRAN 1

Perhitungan Lama Perendaman Sampel

Rata – rata minum teh → 4 cangkir sehari

Rata – rata waktu minum 1 cangkir → 1 menit setiap kali minum

Jika ditahunkan maka dalam 1 tahun meminum teh adalah :

$$4 \text{ menit} \times 360 \text{ hari} = 24 \text{ jam}$$

$$60 \text{ menit}$$

Jika menkonsumsi teh selama 3 tahun:

$$24 \text{ jam} \times 3 = 72 \text{ jam.}^{19}$$

LAMPIRAN 2- Dokumentasi Penelitian PEMBUATAN SAMPEL



1. Persiapan mold



4. Aplikasi resin komposit ke dalam mold



2. Persiapan bahan resin komposit



5. Pemberian tekanan



3. Persiapan *light curing unit*



6. Bentuk setelah diberi tekanan

PROSES PENYINARAN DENGAN SINAR LED



7. Penyinaran sampel



8. Bentuk sampel yang dihasilkan

PERENDAMAN SAMPEL



9. Membuat larutan teh



10. Perendam sampel dalam larutan teh
72 jam

MEMBUAT SAMPEL MENJADI LARUTAN



11. Penghalusan sampel



12. Membuat sampel menjadi larut
dalam zat pelarut.



13. Sampel sudah dalam bentuk larutan

PENGUKURAN WARNA SAMPEL



14. Spectrophotometer UV-Vis



14. Mengukur warna sampel

LAMPIRAN 3

Tabel Master

Hasil Ukur Nilai Absorbansi (Abs) resin komposit *nanofiller*

No	Resin Komposit Nanofiller yang Disinar Selama 20 Detik (A)	
	Saliva (A1)	Teh dan Saliva (A2)
1	1.007	1.163
2	0.846	0.917
3	0.871	0.912
4	0.934	1.121
5	0.853	0.972
6	0.923	0.876
7	0.937	1.113
8	0.786	1.097
9	0.936	0.995
10	0.852	0.963
Rata - rata	0.894	1.012

No	Resin Komposit Nanofiller yang Disinar Selama 30 Detik (B)	
	Saliva (B1)	Teh dan Saliva (B2)
1	0.759	1.02
2	0.812	0.835
3	0.874	1.032
4	0.818	0.877
5	0.833	0.938
6	0.91	0.931
7	0.87	0.804
8	0.93	0.842
9	0.789	0.843
10	0.876	0.863
Rata - rata	0.847	0.898

No	Resin Komposit Nanofiller yang Disinar Selama 40 Detik (C)	
	Saliva (C1)	Teh dan Saliva (C2)
1	0.793	0.913
2	0.747	0.756
3	0.921	0.862
4	0.862	0.746
5	0.822	0.860
6	0.924	0.835
7	0.829	1.012
8	0.749	0.934
9	0.752	0.734
10	0.79	0.871
Rata - rata	0.819	0.852

LAMPIRAN 4

ANALISA DATA

Uji Normalitas penyinaran

Case Processing Summary

penyinaran	Cases						
	Valid		Missing		Total		
	N	Percent	N	Percent	N	Percent	
stabilitas warna	penyinaran 20 detik	20	100.0%	0	.0%	20	100.0%
	penyinaran 30 detik	20	100.0%	0	.0%	20	100.0%
	penyinaran 40 detik	20	100.0%	0	.0%	20	100.0%

Descriptives

penyinaran				Statistic	Std. Error
stabilitas warna	penyinaran 20 detik	Mean		.95370	.022985
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.90559	
			Upper Bound	1.00181	
		5% Trimmed Mean		.95139	
		Median		.93500	
		Variance		.011	
		Std. Deviation		.102794	
		Minimum		.786	
		Maximum		1.163	
		Range		.377	
		Interquartile Range		.132	
		Skewness		.637	.512
		Kurtosis		-.302	.992
stabilitas warna	penyinaran 30 detik	Mean		.87280	.015869
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.83959	
			Upper Bound	.90601	
		5% Trimmed Mean		.87028	
		Median		.86650	
		Variance		.005	
		Std. Deviation		.070969	
		Minimum		.759	
		Maximum		1.032	
		Range		.273	
		Interquartile Range		.103	
		Skewness		.816	.512
		Kurtosis		.511	.992
stabilitas warna	penyinaran 40 detik	Mean		.83560	.017494
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.79899	
			Upper Bound	.87221	
		5% Trimmed Mean		.83144	
		Median		.83200	
		Variance		.006	
		Std. Deviation		.078233	
		Minimum		.734	
		Maximum		1.012	
		Range		.278	
		Interquartile Range		.150	
		Skewness		.481	.512
		Kurtosis		-.453	.992

Tests of Normality

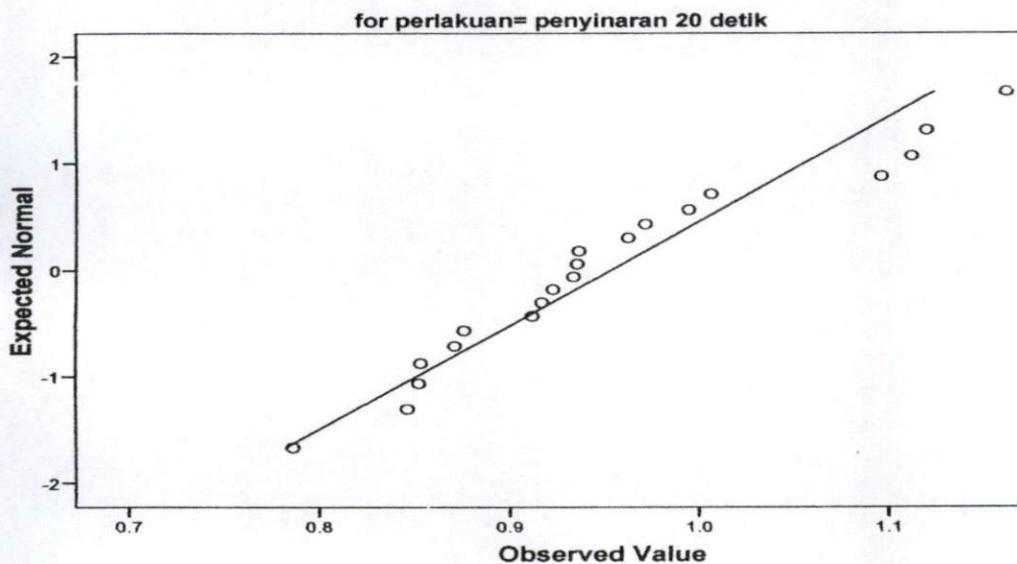
	penyinaran	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
stabilitas warna	penyinaran 20 detik	.165	20	.161	.935	20	.194
	penyinaran 30 detik	.176	20	.104	.940	20	.236
	penyinaran 40 detik	.146	20	.200*	.934	20	.186

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

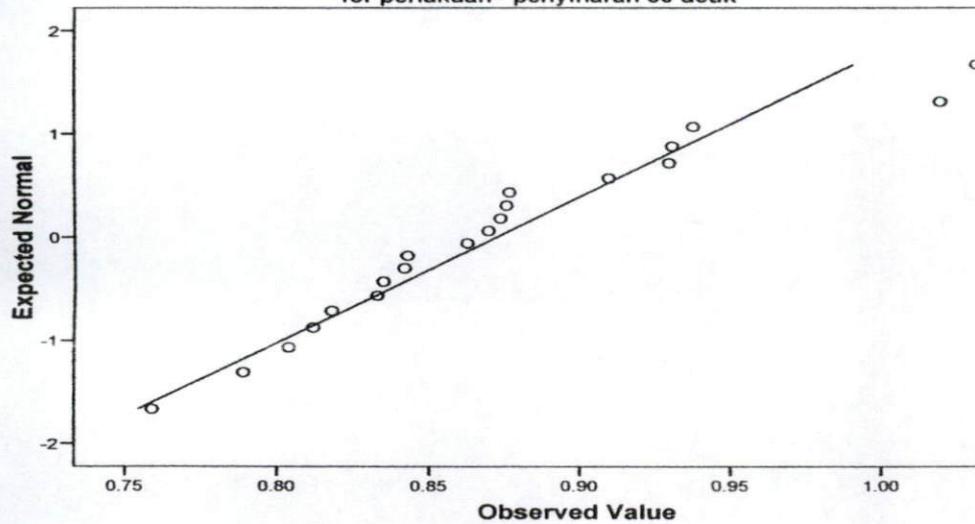
Normal Q-Q Plots

Normal Q-Q Plot of stabilitas warna



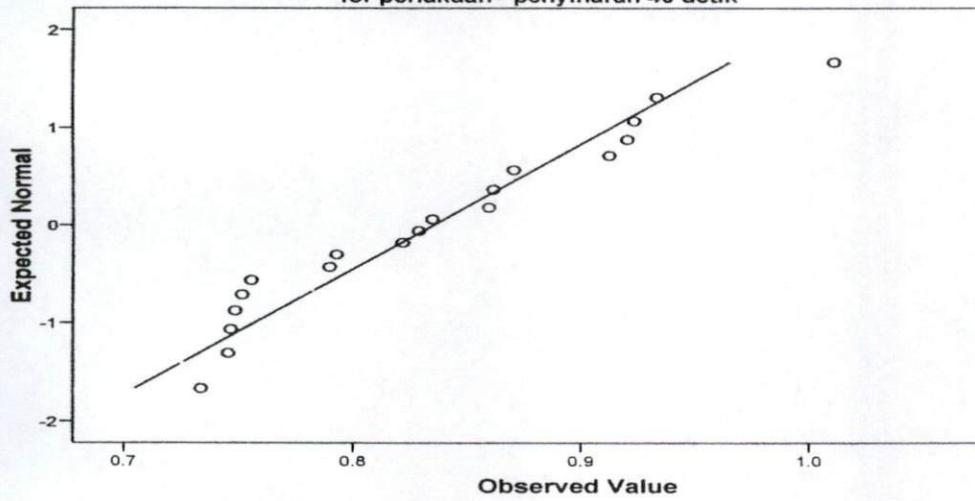
Normal Q-Q Plot of stabilitas warna

for perlakuan= penyinaran 30 detik



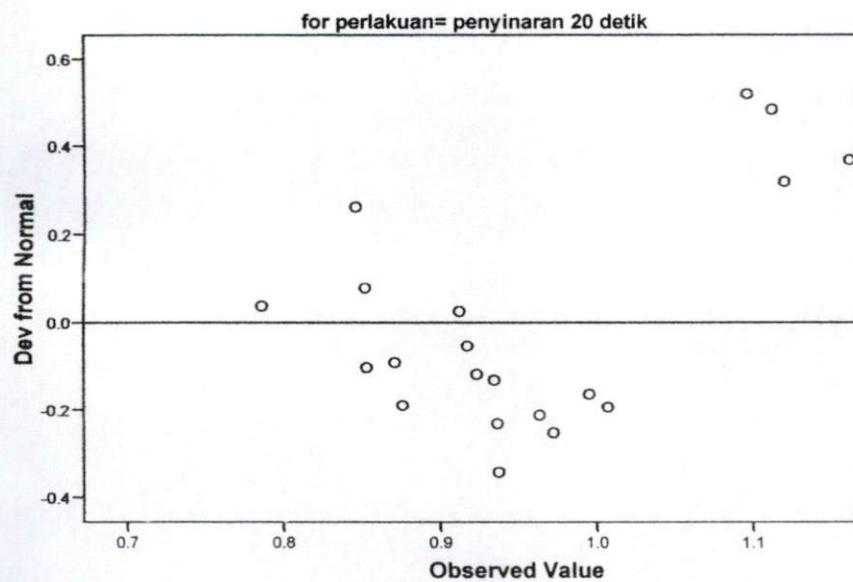
Normal Q-Q Plot of stabilitas warna

for perlakuan= penyinaran 40 detik

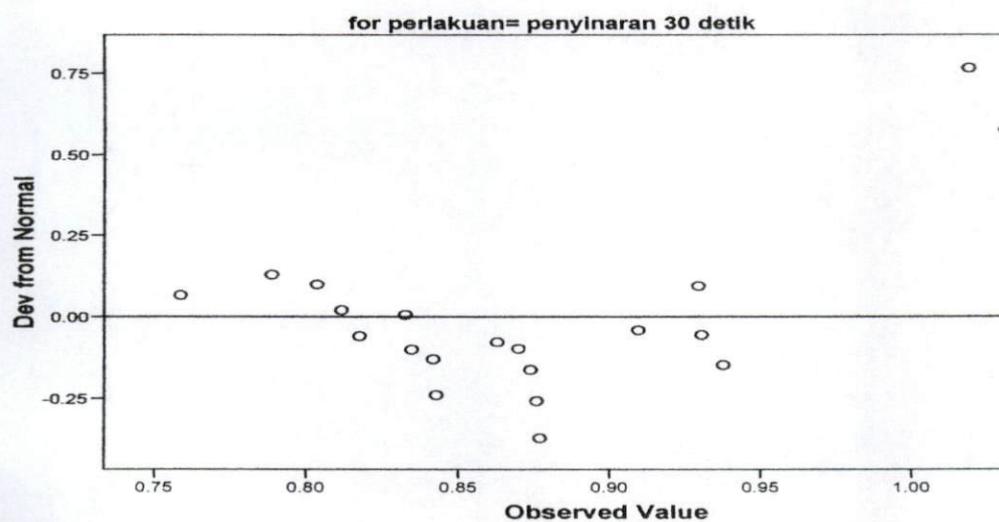


Detrended Normal Q-Q Plots

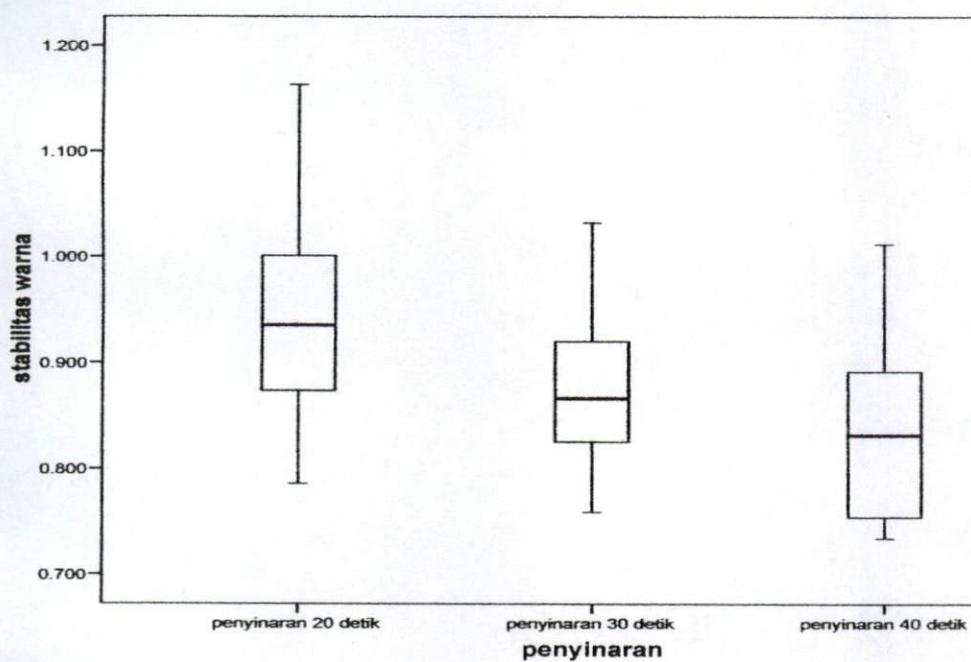
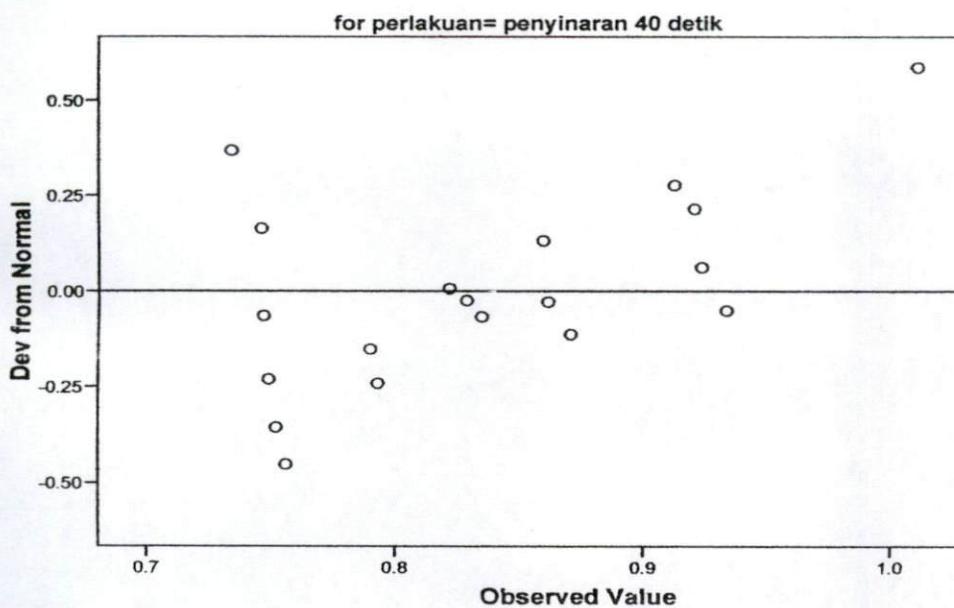
Detrended Normal Q-Q Plot of stabilitas warna



Detrended Normal Q-Q Plot of stabilitas warna



Detrended Normal Q-Q Plot of stabilitas warna



Two Way Anova NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			Stabilitas Warna
N			60
Normal Parameters	a,b	Mean	.88737
		Std. Deviation	.097302
Most Extreme Differences		Absolute	.126
		Positive	.126
		Negative	-.057
Kolmogorov-Smirnov Z			.974
Asymp. Sig. (2-tailed)			.299

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Waktu	1	Resin Komposit Nanofiller 20 dt	20
	2	Resin Komposit Nanofiller 30 dt	
	3	Resin Komposit Nanofiller 40 dt	
	1	Saliva	30
	2	Teh dan Saliva	
Perendaman	1		
	2		

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Stabilitas Warna

Waktu	Perendaman	Mean	Std. Deviation	N
Resin Komposit	Saliva	.89450	.063912	10
Nanofiller 20 dt	Teh dan Saliva	1.01290	.102150	10
	Total	.95370	.102794	20
Resin Komposit	Saliva	.84710	.054085	10
Nanofiller 30 dt	Teh dan Saliva	.89850	.078993	10
	Total	.87280	.070969	20
Resin Komposit	Saliva	.81890	.066229	10
Nanofiller 40 dt	Teh dan Saliva	.85230	.088966	10
	Total	.83560	.078233	20
Total	Saliva	.85350	.067404	30
	Teh dan Saliva	.92123	.111110	30
	Total	.88737	.097302	60

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Stabilitas Warna

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	.235 ^a	5	.047	7.827	.000	.420
Intercept	47.245	1	47.245	7877.362	.000	.993
Kel	.146	2	.073	12.158	.000	.310
Perendaman	.069	1	.069	11.474	.001	.175
Kel * Perendaman	.020	2	.010	1.673	.197	.058
Error	.324	54	.006			
Total	47.804	60				
Corrected Total	.559	59				

a. R Squared = .420 (Adjusted R Squared = .367)

Parameter Estimates

Dependent Variable: Stabilitas Warna

Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval		Partial Eta Squared
					Lower Bound	Upper Bound	
Intercept	.852	.024	34.802	.000	.803	.901	.957
[Kel=1]	.161	.035	4.637	.000	.091	.230	.285
[Kel=2]	.046	.035	1.334	.188	-.023	.116	.032
[Kel=3]	0 ^a						
[Perendaman=1]	-.033	.035	-.964	.339	-.103	.036	.017
[Perendaman=2]	0 ^a						
[Kel=1] * [Perendaman=1]	-.085	.049	-1.735	.088	-.183	.013	.053
[Kel=1] * [Perendaman=2]	0 ^a						
[Kel=2] * [Perendaman=1]	-.018	.049	-.367	.715	-.116	.080	.002
[Kel=2] * [Perendaman=2]	0 ^a						
[Kel=3] * [Perendaman=1]	0 ^a						
[Kel=3] * [Perendaman=2]	0 ^a						

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Custom Hypothesis Tests

Contrast Results (K Matrix)

		Dependent Variable
		Stabilitas Warna
Waktu Simple Contrast ^a		
Level 2 vs. Level 1	Contrast Estimate	-.081
	Hypothesized Value	0
	Difference (Estimate - Hypothesized)	-.081
	Std. Error	.024
	Sig.	.002
	95% Confidence Interval for Difference	Lower Bound -.130 Upper Bound -.032
Level 3 vs. Level 1	Contrast Estimate	-.118
	Hypothesized Value	0
	Difference (Estimate - Hypothesized)	-.118
	Std. Error	.024
	Sig.	.000
	95% Confidence Interval for Difference	Lower Bound -.167 Upper Bound -.069

a. Reference category = 1

Test Results

Dependent Variable: Stabilitas Warna

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Contrast	.146	2	.073	12.158	.000	.310
Error	.324	54	.006			

Estimated Marginal Means

Grand Mean

Dependent Variable: Stabilitas Warna

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
.887	.010	.867	.907

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: stabilitaswarna

Bonferroni

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
saliva 20 detik	teh dan saliva 20 dt	-.11840*	.034634	.018	-.22478	-.01202
	saliva 30 dt	.04740	.034634	1.000	-.05898	.15378
	teh dan saliva 30 dt	-.00400	.034634	1.000	-.11038	.10238
	saliva 40 dt	.07560	.034634	.501	-.03078	.18198
	teh dan saliva 40 dt	.04220	.034634	1.000	-.06418	.14858
teh dan saliva 20 dt	saliva 20 detik	.11840*	.034634	.018	.01202	.22478
	saliva 30 dt	.16580*	.034634	.000	.05942	.27218
	teh dan saliva 30 dt	.11440*	.034634	.026	.00802	.22078
	saliva 40 dt	.19400*	.034634	.000	.08762	.30038
	teh dan saliva 40 dt	.16060*	.034634	.000	.05422	.26698
saliva 30 dt	saliva 20 detik	-.04740	.034634	1.000	-.15378	.05898
	teh dan saliva 20 dt	-.16580*	.034634	.000	-.27218	-.05942
	teh dan saliva 30 dt	-.05140	.034634	1.000	-.15778	.05498
	saliva 40 dt	.02820	.034634	1.000	-.07818	.13458
	teh dan saliva 40 dt	-.00520	.034634	1.000	-.11158	.10118
teh dan saliva 30 dt	saliva 20 detik	.00400	.034634	1.000	-.10238	.11038
	teh dan saliva 20 dt	-.11440*	.034634	.026	-.22078	-.00802
	saliva 30 dt	.05140	.034634	1.000	-.05498	.15778
	saliva 40 dt	.07960	.034634	.382	-.02678	.18598
	teh dan saliva 40 dt	.04620	.034634	1.000	-.06018	.15258
saliva 40 dt	saliva 20 detik	-.07560	.034634	.501	-.18198	.03078
	teh dan saliva 20 dt	-.19400*	.034634	.000	-.30038	-.08762
	saliva 30 dt	-.02820	.034634	1.000	-.13458	.07818
	teh dan saliva 30 dt	-.07960	.034634	.382	-.18598	.02678
	teh dan saliva 40 dt	-.03340	.034634	1.000	-.13978	.07298
teh dan saliva 40 dt	saliva 20 detik	-.04220	.034634	1.000	-.14858	.06418
	teh dan saliva 20 dt	-.16060*	.034634	.000	-.26698	-.05422
	saliva 30 dt	.00520	.034634	1.000	-.10118	.11158
	teh dan saliva 30 dt	-.04620	.034634	1.000	-.15258	.06018
	saliva 40 dt	.03340	.034634	1.000	-.07298	.13978

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Stabilitas Warna

Tukey HSD a,b

Waktu	N	Subset	
		1	2
Resin Komposit Nanofiller 40 dt	20	.83560	
Resin Komposit Nanofiller 30 dt	20	.87280	
Resin Komposit Nanofiller 20 dt	20		.95370
Sig.		.290	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

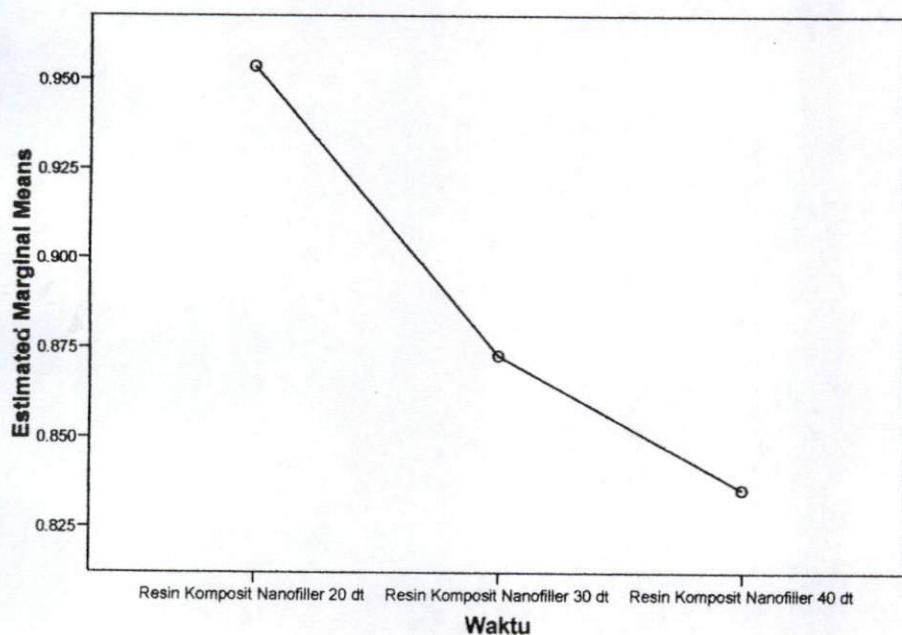
The error term is Mean Square(Error) = .006.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

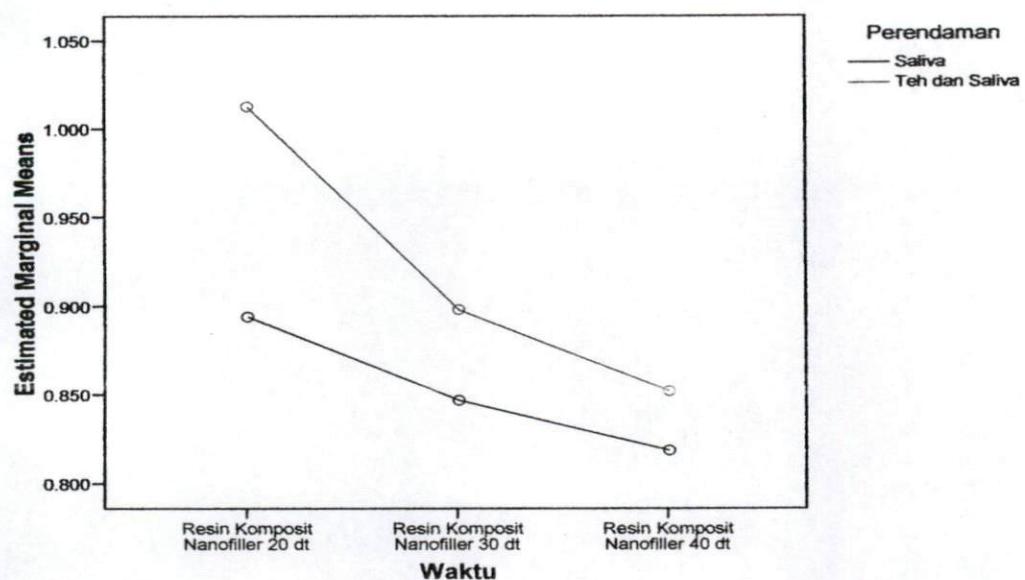
b. Alpha = .05.

Profile Plots

Estimated Marginal Means of Stabilitas Warna



Estimated Marginal Means of Stabilitas Warna





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, RISET DAN TEKNOLOGI
Universitas Andalas
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
Jalan Perintis Kemerdekaan No.77 Padang (0751) 38450

o : 1095/UN16.14/PP/2014
al : Permohonan Izin Penelitian

19 November 2014

epada Yth.
dr. Dekan Fakultas Farmasi
Padang

engan Hormat

ersama ini kami sampaikan bahwa sehubungan telah dipenuhi persyaratan untuk melakukan penulisan Skripsi Mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas yang namanya yaitu :

Nama	BP	Judul Proposal Skripsi
Hindrya Firsta Ananda	1110343005	Pengaruh Lama Penyinaran Terhadap Stabilitas Warna Resin Komposit <i>Nanofiller</i> Pada Perendaman

ehubungan dengan itu kami mohon Saudara agar dapat memberi izin dan membantu mahasiswa yang bersangkutan untuk melakukan penelitian dalam rangka penyusunan skripsi.

emikian untuk dapat dimaklumi, atas bantuan dan kerjasamanya diaturkan terima kasih



embusan Yth :

1. Yang bersangkutan
2. Arsip



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS ANDALAS
FAKULTAS FARMASI**

KAMPUS LIMAU MANIS, PADANG-25163, Telp. (0751) 71682, Fax. 777057
Website : <http://farmasi.unand.ac.id> Email : dekan@farmasi.unand.ac.id

nor: 3937 /UN.11.16/PP/2014

Padang, 01 Desember 2014

np. : ---

1 : Fasilitas Penelitian

oada Yth,

Analisa Fisiko Kimia

Fakultas Farmasi Univ. Andalas

D A N G

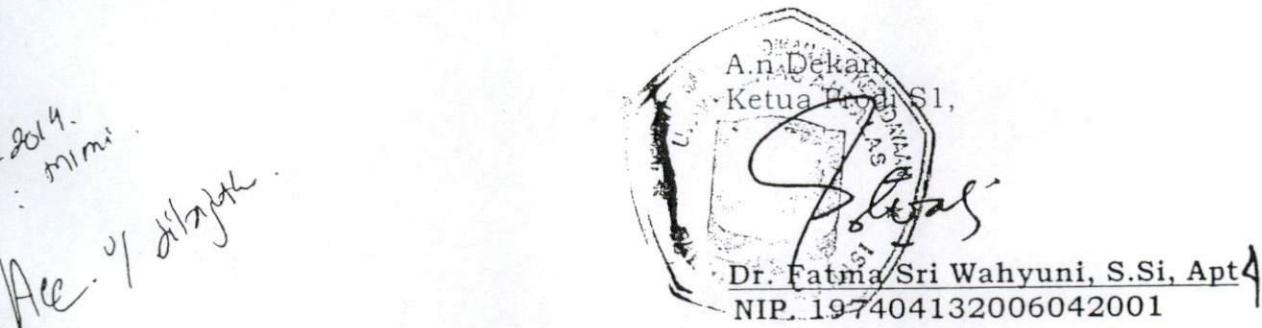
ngan hormat,

rsama ini disampaikan bahwa **1 (satu)** orang mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi
iv. Andalas Padang akan melaksanakan penelitian tugas akhir, atas nama :

N a m a : Hindrya Frista Ananda
No. BP./NIM : 1110343005

ngan ini dimohonkan kesediaan Saudara untuk dapat membantu dan memberikan
ilitas dalam penggunaan alat spektro di **Laboratorium Analisa Fisiko Kimia**
hasiswa yang bersangkutan telah menyelesaikan urusannya ke Fakultas Farmasi.

mikianlah disampaikan atas perhatian dan bantuannya diucapkan terima kasih.





SURAT KETERANGAN

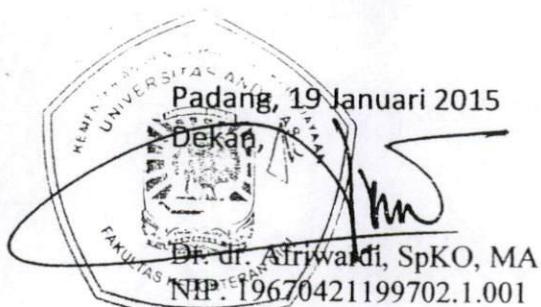
No. 141 UN16.14/PP/2015

ekan Fakultas Kedokteran Gigi Univ. Andalas dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa
ang namanya tercantum di bawah ini :

l a m a : Hindrya Firsta Ananda
P : 1110343005
akultas : Kedokteran Gigi Unand

elah menyelesaikan Kegiatan Penelitian di Ruang Skills Lab FKG Unand dari tanggal 12
ampai 13 Januari 2015. Penelitian berjudul : **Pengaruh Lama Penyinaran Terhadap
stabilitas Warna Resin Komposit Nanofiller Pada Perendaman.**

emikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya



embusan;

1. Yang Bersangkutan
2. Arsip