

**PENGARUH TEH HITAM DAN TEH HIJAU TERHADAP
DISKOLORASI RESIN KOMPOSIT NANOFIL
(IN VITRO)**

(Effect of black tea and green tea on discoloration of nanofilled resin composite
[*in vitro*])



SKRIPSI

*Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*

ANASTASIA STEFANI ANGGADEWI DWIPUTRI

J011201076

DEPARTEMEN KONSERVASI GIGI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

**PENGARUH TEH HITAM DAN TEH HIJAU TERHADAP
DISKOLORASI RESIN KOMPOSIT NANOFIL
(IN VITRO)**

(Effect of black tea and green tea on discoloration of nanofilled resin composite
[*in vitro*])

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi*

ANASTASIA STEFANI ANGGADEWI DWIPUTRI

J011201076

DEPARTEMEN ILMU KONSERVASI GIGI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Pengaruh Teh Hitam dan Teh Hijau Terhadap Diskolorasi
Resin Komposit Nanofil (*In Vitro*).

Oleh : Anastasia Stefani Anggadewi Dwiputri / J011201076

Telah Diperiksa dan Disahkan

Pada Tanggal 4 Desember 2023

Oleh:

Pembimbing


Prof. Dr. drg. Ardo Sabir, M.Kes.

NIP. 197007121998021002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran

Universitas Hasanuddin


drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed., Ph.D

NIP. 197007121998021002

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan mahasiswa yang tercantum di bawah ini:

Nama : Anastasia Stefani Anggadewi Dwiputri

NIM : J011201076

Judul : Pengaruh Teh Hitam dan Teh Hijau Terhadap Diskolorasi Resin Komposit
Nanofil (*In Vitro*)

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul yang diajukan adalah judul baru dan tidak terdapat di Perpustakaan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.

Makassar,.. Desember 2023

Koordinator Perpustakaan FKG Unhas



Amiruddin, S.Sos

NIP. 19661121 199201 1 003

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Anastasia Stefani Anggadewi Dwiputri

NIM : J011201076

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Teh Hitam dan Teh Hijau Terhadap Diskolorasi Resin Komposit Nanofil (*In Vitro*)” benar merupakan karya saya dan tidak melakukan tindakan plagiarisme dalam proses penyusunannya. Judul skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi. Jika di dalam skripsi ini terdapat informasi yang berasal dari sumber lain, saya nyatakan telah disebutkan sumbernya di dalam daftar pustaka.

Makassar, 4 Desember 2023



Anastasia Stefani Anggadewi Dwiputri

J011201076

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan YME, karena atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Pengaruh Teh Hitam dan Teh Hijau terhadap Diskolorasi Resin Komposit Nanofil (*in vitro*)** ini dengan penuh semangat dan doa. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin Makassar.

Disadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. **Prof. Dr. drg. Ardo Sabir, M.Kes**, selaku Dosen Pembimbing skripsi Departemen Ilmu Konservasi Gigi yang telah meluangkan banyak waktunya dalam memberikan bimbingan, perhatian, arahan, dan nasehat dalam pembuatan skripsi ini.
2. **drg. Muliaty Yunus., M.Kes. Sp.OF, Subsp IOF(K)**, selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasihat dalam urusan akademik.
3. **drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed., PhD**, sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin atas dukungan morilnya selama penulis mengikuti pendidikan.

4. **Seluruh Dosen FKG Unhas** yang telah memberikan ilmu selama penulis mengikuti perkuliahan di Fakultas Kedokteran Gigi.
5. Kedua orang tua tercinta **Prof. Dr. Ir. Taufan Purwokusumaning Daru, MP** dan **Dr. Ir. Henny Pagoray, M.S.**, serta kakak **F.A Yudhistira Yogapratama** yang senantiasa memberikan doa, motivasi, semangat, dukungan, serta bantuan secara materil.
6. Kepala Laboratorium Preparasi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin, bapak **Bambang Yari Muryadi, S.T.** beserta staf yang sangat banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.
7. **dr. Mujaddid M.Kes[MMR]**, selaku Kepala Laboratorium Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar beserta staf yang banyak membantu penulis menyelesaikan penelitian.
8. Teman-teman dekat penulis **Febby Valerie, Stefanie Amelia, Shakila Raisha, Zhalsabila Narsan, Alvianti, Shohwah Zakiyah, Ade Lola, Jessica Datu, Arrofi, Taytawan, dan Clementine** atas dukungan, saran, motivasi, doa serta kebersamaan selama ini.
9. **Kepala Tata Usaha FKG Unhas** dan **Seluruh Tenaga Kependidikan khususnya bagian Akademik FKG Unhas** yang banyak membantu dalam menyelesaikan administrasi yang diperlukan selama penyusunan skripsi ini.

10. Teman-teman **Artikulasi 2020** yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan dukungan selama ini.
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan YME memberikan berkat, rahmat, dan membalas kebaikan dari semua pihak yang telah mendukung dan membantu penulis. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu Kedokteran Gigi kedepannya.

Makassar, Desember 2023

Penulis

**PENGARUH TEH HITAM DAN TEH HIJAU
TERHADAP DISKOLORASI RESIN KOMPOSIT NANOFIL
(IN VITRO)**

Anastasia Stefani Anggadewi Dwiputri¹, Ardo Sabir²

¹Mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin

**²Dosen Departemen Ilmu Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin**

ABSTRAK

Latar Belakang: Teh merupakan minuman tradisional yang populer di dunia. Teh hitam dan teh hijau adalah jenis teh yang paling banyak dikonsumsi di masyarakat. Salah satu jenis bahan restorasi gigi yang saat ini populer adalah resin komposit jenis nanofil. Namun demikian, seringkali terjadi ketidakstabilan warna resin komposit nanofil dalam bentuk perubahan warna (diskolorasi). Kandungan zat warna dalam teh, seperti tanin, klorofil, dan karotenoid mampu mengakibatkan diskolorasi dari resin komposit. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menilai pengaruh teh hitam dan teh hijau terhadap kejadian diskolorasi resin komposit nanofil secara *in vitro*. **Metode:** Jenis penelitian adalah penelitian laboratorium. Sebanyak 30 sampel (diameter 10 mm dan tinggi 2 mm) resin komposit nanofil digunakan pada penelitian ini. Sampel dibagi secara *random* kedalam tiga kelompok (tiap kelompok 10 sampel), yaitu kelompok I sampel direndam dalam saliva artifisial, kelompok II direndam dalam teh hitam, dan kelompok III sampel direndam dalam teh hijau selama 7 hari. Penilaian diskolorasi dilakukan menggunakan ruang warna CIELab pada *software Adobe Photoshop*. Data dianalisis menggunakan uji ANOVA satu arah diikuti uji LSD. **Hasil:** Hasil uji ANOVA dan LSD keduanya menunjukkan perbedaan nilai diskolorasi yang berbeda secara signifikan ($p < 0,05$) antara semua kelompok. **Kesimpulan:** 1. Resin komposit nanofil mengalami diskolorasi (warnanya bertambah gelap) setelah direndam pada larutan uji selama 7 hari, dan 2. Diskolorasi yang paling besar terjadi pada teh hitam, diikuti teh hijau, dan saliva artifisial.

Kata Kunci: Teh Hitam, Teh Hijau, Resin Komposit Nanofil, Diskolorasi, Saliva Artifisial.

**EFFECT OF BLACK TEA AND GREEN TEA ON DISCOLORATION OF
NANOFILLED RESIN COMPOSITE
(IN VITRO)**

Anastasia Stefani Anggadewi Dwiputri¹, Ardo Sabir²

¹Student of Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

**²Lecturer of Department of Conservative Dentistry
Faculty of Dentistry, Hasanuddin University**

ABSTRACT

Background: Tea is popular traditional drinks in the world. Black tea and green tea was the type of tea most widely consumed in society. Nowadays, nanofilled resin composite is one of the popular dental restoration materials. However, nanofilled resin composite often underwent color instability in form color change (discoloration). The color substances in tea, such as tannins, chlorophyll, and carotenoids could cause composite resin discoloration. **Objective:** The present study aims to assess the effect of black tea and green tea on the occur of discoloration nanofilled resin composite *in vitro*. **Method:** The type of this study is laboratory research. A total of 30 samples (10 mm in diameter and 2 mm in height) of nanofilled resin composite were used in this study. The samples were divided randomly into three groups (10 samples in each group) are Group I samples immersed in artificial saliva, group II samples immersed in black tea, and group III samples immersed in green tea for 7 days. Discoloration assessment was carried out using CIELab color space in Adobe Photoshop software. Data were analyzed using one-way ANOVA test followed LSD test. **Result:** Both ANOVA and LSD tests results showed there was significant differences ($p < 0.05$) in discoloration value among all groups. **Conclusions:** 1. The nanofilled resin composite has discoloration (darker in its color) after being immersed in test solution for 7 days, and 2. The most discoloration occurred in black tea, followed by green tea and artificial saliva respectively.

Key Words: Black Tea, Green Tea, Nanofilled Resin Composite, Discoloration, artificial saliva.

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | viii |
| ABSTRACT | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan Penulisan..... | 4 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Resin Komposit Nanofil..... | 5 |
| 2.1.1. Komposisi Resin Komposit Nanofil | 6 |
| 2.1.2. Faktor Mempengaruhi Diskolorasi Resin Komposit..... | 8 |
| 2.2. Teh..... | 10 |
| 2.2.1. Teh Hitam..... | 11 |
| 2.2.2. Teh Hijau..... | 12 |
| 2.2.3. Komponen Senyawa Dalam Teh Hitam dan Teh Hijau | 13 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3. Ruang Warna CIELab | 15 |
| 2.4. Hipotesis..... | 17 |
| BAB III. KERANGKA PENELITIAN | 18 |
| 3.1. Kerangka Teori..... | 18 |
| 3.2. Kerangka Konsep..... | 19 |
| BAB IV. METODE PENELITIAN | 20 |
| 4.1. Jenis Penelitian..... | 20 |
| 4.2. Rancangan Penelitian | 20 |
| 4.3. Tempat dan Waktu Penelitian | 20 |
| 4.4. Variabel Penelitian..... | 21 |
| 4.4.1. Variabel Independen | 21 |
| 4.4.2. Variabel Dependen..... | 21 |
| 4.4.3. Variabel Kontrol..... | 21 |
| 4.4.4. Variabel Moderator | 21 |
| 4.4.5. Variabel Antara | 21 |
| 4.5. Definisi Operasional Variabel..... | 21 |
| 4.6. Kriteria Sampel | 23 |
| 4.7. Jumlah Sampel | 23 |
| 4.8. Alat dan Bahan Penelitian..... | 24 |
| 4.8.1. Alat..... | 24 |
| 4.8.2. Bahan..... | 25 |
| 4.9. Prosedur Penelitian..... | 25 |

| | |
|---|-----------|
| 4.9.1. Pembuatan Mold | 25 |
| 4.9.2. Pembuatan Sampel, Finishing, dan Polishing | 25 |
| 4.9.3. Distribusi Sampel | 27 |
| 4.9.4. Pengambilan Data Awal Warna Sampel | 27 |
| 4.9.5. Pembuatan Saliva Artifisial..... | 28 |
| 4.9.6. Pembuatan Larutan Teh Hitam dan Teh Hijau | 29 |
| 4.9.7. Perendaman Sampel Dalam Larutan Uji..... | 29 |
| 4.9.8. Uji Diskolorasi dan Pencatatan Hasil..... | 30 |
| 4.10. Data | 30 |
| 4.10.1. Jenis Data | 30 |
| 4.10.2. Pengolahan Data..... | 30 |
| 4.10.3. Analisis Data | 31 |
| 4.10.4. Penyajian Data | 31 |
| 4.11. Alur Penelitian | 32 |
| BAB V. HASIL PENELITIAN | 33 |
| BAB VI. PEMBAHASAN..... | 36 |
| BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN | 41 |
| 7.1. Kesimpulan | 41 |
| 7.2. Saran..... | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA | 42 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Ruang warna CIELab..... | 16 |
| Gambar 2. Kerangka Teori..... | 18 |
| Gambar 3. Kerangkan Konsep..... | 19 |
| Gambar 4. Foto <i> mold</i> | 25 |
| Gambar 5. Pembuatan sampel..... | 27 |
| Gambar 6. Analisis hasil foto pada <i>software Adobe Photoshop</i> | 28 |
| Gambar 7. Perendaman sampel dalam wadah individual dari setiap larutan uji..... | 29 |
| Gambar 8. Alur penelitian..... | 32 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. Kandungan komponen senyawa dalam teh hitam dan teh hijau..... | 14 |
| Tabel 2. Nilai diskolorasi resin komposit nanofil sebelum dan sesudah perendaman dalam setiap larutan uji selama 7 hari..... | 33 |
| Tabel 3. Hasil uji ANOVA satu arah nilai diskolorasi resin komposit nanofil sebelum dan setelah perendaman selama 7 hari pada setiap larutan uji.. | 34 |
| Tabel 4. Hasil uji LSD nilai diskolorasi resin komposit nanofil setelah perendaman selama 7 hari pada setiap larutan uji..... | 35 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Teh merupakan salah satu minuman tradisional paling populer di dunia. Semua jenis teh dihasilkan dari tanaman yang sama, yaitu daun teh (*Camellia sinensis*). Teh memiliki banyak manfaat yang dapat menjaga kesehatan manusia. Tidak hanya di dunia, teh telah menjadi salah satu minuman yang cukup sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia.^{1,2}

Indonesian Trade Promotion Center (ITPC) pada tahun 2021 konsumsi teh dunia mencapai 6,63 juta ton. Kebiasaan minum teh biasanya dilakukan pada pagi hari sebelum melakukan aktivitas dan/atau sore hari saat berkumpul bersama keluarga, sehingga minum teh menjadi suatu gaya hidup dalam lingkungan masyarakat. Produksi teh di Indonesia menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2021 mencapai 129.529 ton. Teh hitam adalah jenis teh yang paling banyak diproduksi dibandingkan dengan jenis teh lainnya, yaitu sekitar 78% diikuti teh hijau 20% kemudian 2% sisanya adalah teh oolong dan teh putih.²⁻⁴

Gigi dengan estetika yang baik merupakan suatu hal yang esensial dalam bidang Kedokteran Gigi karena menciptakan keindahan dan daya tarik seseorang. Salah satu jenis bahan restorasi gigi yang populer digunakan di masyarakat adalah

resin komposit nanofil yang banyak diaplikasikan pada gigi anterior. Oleh karena jenis resin komposit ini memiliki warna yang mirip dengan gigi asli.⁵⁻⁸

Filler-matriks pada resin komposit nanofil terdiri atas kombinasi antara nanopartikel individual dan nanocluster. Kombinasi nanopartikel dan nanocluster akan mengurangi jumlah ruang kosong antar partikel *filler*, sehingga meningkatkan sifat fisik dan memberikan hasil poles yang lebih baik bila dibandingkan dengan resin komposit yang lain. Dengan partikel *filler* berukuran nano juga dapat diperoleh permukaan yang halus, ketahanan poles yang lama, dan translusensi yang baik dibandingkan dengan jenis resin komposit lain. Matriks resin komposit nanofil berbentuk *glasslike* dengan struktur yang tidak berbentuk, *brittle*, dan rentan terhadap fraktur dan degradasi pada permukaannya.⁹

Stabilitas warna merupakan hal yang esensial dalam mempertahankan estetika dari hasil restorasi resin komposit nanofil. Salah satu hal yang mempengaruhi stabilitas warna resin komposit nanofil adalah diskolorasi. Diskolorasi pada resin komposit nanofil dapat disebabkan oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik melibatkan diskolorasi dari bahan resin komposit sendiri dan faktor ekstrinsik melibatkan pewarnaan dari zat pembawa warna sebagai hasil dari kontaminasi sumber eksogen. Zat warna dalam teh hitam dan teh hijau seperti klorofil, karotenoid, dan tanin mampu menyebabkan diskolorasi resin komposit

nanofil melalui proses adsorpsi dan absorpsi zat warna yang didukung air sebagai zat perantara.^{5,9-10}

Sudah banyak penelitian dilakukan sebelumnya dengan larutan teh hitam-teh hijau. Terdapat penelitian membuktikan bahwa kedua jenis teh tersebut meningkatkan kekasaran resin komposit.¹¹ Penelitian lain juga menunjukkan bahwa perendaman dalam teh dapat meningkatkan nilai kekasaran dari resin komposit.¹² Namun demikian penelitian teh hitam dan membandingkannya dengan jenis teh lain, seperti teh hijau khususnya efek dari kedua jenis teh tersebut terhadap diskolorasi resin komposit nanofil sepengetahuan penulis belum pernah dilakukan. Hal ini yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian secara *in vitro* terkait pengaruh teh hitam dan teh hijau terhadap bahan restorasi resin komposit nanofil.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh teh hitam dan teh hijau terhadap diskolorasi bahan restorasi resin komposit nanofil?
2. Apakah ada perbedaan pengaruh teh hitam dan teh hijau terhadap diskolorasi bahan restorasi resin komposit nanofil?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan umum

Menilai pengaruh teh hitam dan teh hijau terhadap diskolorasi resin komposit nanofil.

1.3.2. Tujuan khusus

1. Menilai pengaruh teh hitam terhadap diskolorasi bahan restorasi resin komposit nanofil.
2. Menilai pengaruh teh hijau terhadap diskolorasi bahan restorasi resin komposit nanofil.
3. Menilai perbedaan teh hitam dan teh hijau terhadap diskolorasi bahan restorasi resin komposit nanofil.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Menambah informasi ilmiah mengenai pengaruh teh hitam dan teh hijau terhadap diskolorasi dan kekasaran permukaan bahan restorasi resin komposit nanofil.
2. Hasil penelitian dapat digunakan oleh dokter gigi untuk mengedukasi pasien yang telah mendapatkan perawatan dengan bahan restorasi resin komposit nanofil.
3. Sebagai dasar penelitian lebih lanjut mengenai restorasi resin komposit nanofil.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Resin Komposit Nanofil

Resin komposit adalah salah satu bahan restorasi yang populer di bidang Kedokteran Gigi pada dekade terakhir. Hal ini disebabkan karena bahan ini memiliki warna menyerupai dengan warna gigi asli yang merupakan tuntutan dari masyarakat yang membutuhkan estetika. Bahan restorasi ini digunakan untuk memulihkan (*restore*) dan mengganti (*replace*) jaringan gigi yang hilang karena adanya karies atau trauma. Bahan resin komposit memiliki sifat yang dapat berikatan dengan struktur gigi secara mikromekanis melalui penggunaan etsa asam dan bahan adhesif, yaitu berikatan dengan email melalui pembentukan resin tag dan berikatan dengan dentin melalui pembentukan hybrid layer.^{10,13-14}

Bahan restorasi resin komposit nanofil adalah salah satu bahan restorasi komposit dengan bahan pengisi utamanya adanya bahan partikel nano (nanofil) yang diaktivasi oleh *visible-light cure* dan digunakan untuk restorasi gigi anterior ataupun posterior. Resin komposit nanofil dikembangkan dengan konsep nanoteknologi dan memiliki konsentrasi nanopartikel yang tinggi dengan ukuran skala nanometrik, sehingga tidak hanya memiliki pemolesan yang sangat baik karena ukuran

partikelnya, tetapi juga sifat mekanik yang baik karena konsentrasi *fillernya* yang tinggi.¹⁵⁻¹⁷

2.1.1. Komposisi Resin Komposit Nanofil

Resin komposit memiliki struktur dengan 3 komponen utama yaitu matriks, *filler*, dan *coupling agents*.

Matriks adalah bahan resin plastis yang membentuk *continuous phase* setelah proses *curing* dan mengikat *filler*. Matriks monomer yang paling umum digunakan dalam resin komposit saat ini adalah 2,2-bis[4(2-hydroxy-3-methacryloxypropyloxy)-phenyl propane (Bis-GMA) dan urethane dimethacrylate (UDMA) yang kedua monomer ini memiliki ikatan rangkap karbon reaktif di setiap ujung rantai monomer yang akan meningkat ketika polimerisasi.^{13,18}

Filler adalah partikel anorganik, kaca, dan/atau resin organik yang terdispersi dalam matriks resin untuk meningkatkan kekakuan, kekuatan, ketahanan terhadap keausan, mengurangi ekspansi termal, dan mengurangi penyusutan polimerisasi dalam proses *curing* dan proses ekspansi termal. Komposisi *filler* dalam resin komposit umumnya antara 30%-70% dari volume atau 50%-85% dari berat komposit.¹⁸

Filler-matriks pada resin komposit nanofil terdiri atas kombinasi antara nanopartikel individual dan nanocluster. Nanopartikel adalah partikel yang terpisah dan tidak berkelompok yang berukuran 20 nm, sedangkan nanocluster adalah partikel

yang terdiri dari partikel-partikel dengan ukuran nano yang dengan mudah berikatan membentuk kelompok partikel dan kemudian bertindak sebagai unit tunggal yang memungkinkan *filler loading* dan memberikan kekuatan yang tinggi pada resin komposit nanofil. Kombinasi nanopartikel dan nanocluster akan mengurangi jumlah ruang kosong antar partikel *filler*, sehingga meningkatkan sifat fisik dan memberikan hasil poles yang lebih baik bila dibandingkan dengan resin komposit yang lain. Matriks resin komposit nanofil berbentuk *glasslike* dengan struktur yang tidak berbentuk, *brittle*, rentan terhadap fraktur, dan mudah mengalami degradasi pada permukaannya.^{9,10}

Resin komposit nanofil memiliki kelebihan dikarenakan ukuran partikel *filler* yang sangat kecil yaitu sekitar 0,005-0,01 μm , resin komposit nanofil memberikan kekuatan dan ketahanan hasil poles yang sangat baik. Partikel nano yang kecil menjadikan resin komposit nanofil dapat mengurangi *polymerization shrinkage* dan mengurangi adanya mikrofisur pada tepi email yang berperan pada marginal leakage dan perubahan warna. Partikel nano juga memberikan tampilan bahan yang sangat translusen.^{15,19}

Coupling agent adalah agen pengikat (*bonding agent*) yang diaplikasikan pada permukaan *filler* untuk memastikan bahwa secara kimia telah terikat pada matriks resin. *Coupling agent* yang paling umum digunakan adalah senyawa organik

silikon yang disebut *silane coupling agent*, 3-metakriloxipropiltrimetoksisilan (MPTS).^{13,18}

Komponen lainnya yang terdapat dalam resin komposit adalah sistem *activator-inisiator* yang diperlukan untuk mengubah sifat bahan resin komposit yang lunak dan moldable menjadi bahan restorasi yang keras dan tahan lama. Pigmen juga sebagai komponen lainnya yang akan membantu dalam mencocokkan warna yang sesuai atau mirip dengan struktur gigi, seperti warna penyerap ultraviolet (UV) dan bahan aditif lain yang dapat meningkatkan stabilitas warna. Komponen lain juga dapat ditambahkan untuk meningkatkan kinerja, penampilan, dan daya tahan dari resin komposit.^{13,18}

2.1.2. Faktor Mempengaruhi Diskolorasi Resin Komposit

Estetika yang baik akan sangat dipengaruhi oleh aspek warna. Diskolorasi didefinisikan sebagai proses perubahan menjadi warna yang berbeda. Diskolorasi resin komposit dapat disebabkan oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik.¹⁶

Faktor intrinsik diskolorasi melibatkan bahan resin komposit itu sendiri yang dapat terdegradasi komponennya dari waktu ke waktu. Amina tersier dianggap menjadi penyebab utama diskolorasi yang disebabkan oleh faktor instrinsik. Setelah fotoaktivasi, amina akan bereaksi dengan *camphorquinone* menghasilkan radikal bebas yang akan memulai polimerisasi, namun saat proses *curing* hanya sebagian dari amina yang bereaksi dengan *camphorquinone*. Hal ini terjadi dikarenakan amina

tersier biasa ditambahkan berlebihan untuk mendukung reaksi. Amina tidak bereaksi yang tersisa di polimerisasi komposit resin komposit akan masih tetap dapat bereaksi dengan oksigen atau senyawa lain yang tidak bereaksi, dari reaksi ini sistem terkonjugasi akan semakin besar dan kemudian bertanggung jawab diskolorasi seiring waktu.¹⁶

Faktor ekstrinsik melibatkan pewarnaan oleh akumulasi dan absorpsi dari bahan pewarna sumber eksogen, seperti kopi, teh, *wine*, tembakau, dan jenis makanan dan minuman lainnya. Absorpsi bahan pewarna ini dikarenakan sifat resin komposit yang mampu menyerap air dan cairan lain yang mengandung pewarna. Absorpsi cairan ini yang menjadi transportasi untuk penetrasi noda (*stain*) kedalam matriks resin. Absorpsi cairan resin komposit tergantung pada komposisi dan konsentrasi dari matriks resin. Matriks resin adalah polimer yang mampu mengabsorpsi air, sedangkan partikel *filler* adalah kaca yang tidak mampu menyerap air, maka semakin tinggi konsentrasi matriks resin akan semakin tinggi juga kemungkinan terjadi pewarnaan.¹⁶

Terlepas dari komposisi resin komposit, jenis minuman dan makanan yang berbeda akan mempromosikan tingkat pewarnaan yang berbeda. Semakin tinggi konsentrasi pewarna akan semakin tinggi potensi terjadi pewarnaan. Minuman dalam diet secara umum dengan potensi tingkat pewarna yang tinggi ada pada *red wine*, kopi dan teh. Kopi dan teh memiliki potensi pewarnaan berdasarkan tipe dan

kepekatan. Pada makanan, pewarna ada ataupun ditambahkan yang dikenal dengan pewarna makanan.¹⁶

Faktor ekstrinsik lain yang berpengaruh terhadap diskolorasi adalah tingkat kekasaran pada permukaan resin komposit yang menyebabkan peningkatan plak dan retensi pewarna. Oleh karena itu, diskolorasi tidak hanya disebabkan absorpsi dari pewarna tetapi juga akibat adanya akumulasi plak. Semakin tinggi eksposur dari pewarna akan semakin tinggi terjadinya diskolorasi.¹⁴

2.2. Teh

Teh dihasilkan dari tanaman yang sama, yaitu tanaman teh (*Camellia sinensis*). Teh merupakan jenis tanaman dari keluarga Theaceae yang diyakini mempunyai manfaat kesehatan.²⁰

Menurut USDA *Plants Database* tahun 2017, tanaman teh (*Camellia sinensis* L.) dapat diklasifikasikan sebagai berikut,²¹

Kingdom : Plantae

Subkingdom : Tracheobionta

Superdivision : Spermatophyta

Division : Magnoliophyta

Class : Magnoliopsida

Subclass : Dilleniidae

Ordo : Theales

Famili : Theaceae

Genus : *Camellia* L.

Species : *Camellia sinensis* (L.) Kuntze

Berdasarkan proses pengolahan, jenis teh dapat dibedakan menjadi teh tanpa oksidasi (teh putih dan teh hijau), teh oksidasi sebagian (teh oolong), dan teh oksidasi penuh (teh hitam). Teh putih dalam pengolahannya melalui proses pelayuan dan pengeringan, teh hijau dalam pengolahannya melalui proses pelayuan, penggulangan, dan pengeringan, teh oolong dalam pengolahannya melalui proses pelayuan, penggulangan, semi oksimatis, dan pengeringan, dan teh hitam dalam pengolahannya melalui proses pelayuan, penggilingan, oksimatis, dan pengeringan.²²

2.2.1. Teh Hitam

Teh hitam adalah salah satu jenis teh yang dalam proses pembuatannya melalui proses oksidasi enzimatis oleh enzim polifenol oksidase yang kemudian dapat mengoksidasi katekin dalam daun segar, sehingga memberikan ciri khas dari teh hitam, yaitu berwarna dan berasa tajam.²²

Proses pengolahan Teh hitam terdiri atas empat tahap, yaitu pelayuan, penggulangan, oksidasi, dan pengeringan. Proses pelayuan dilakukan selama 12-18 jam. Dalam proses pelayuan daun teh kehilangan sebagian kelembapan, berkurang dari ~70 – 80 % menjadi 60 – 70 %, dan daun teh menjadi lembek, sehingga pada

proses penggulangan tidak terjadi kerusakan. Kemudian dilanjutkan dengan proses oksidasi pada temperatur 24 – 27 °C selama 60 menit. Proses ini dilakukan oleh enzim oksidasi polifenol yang berada dalam daun teh. Selama proses tersebut, daun teh berubah warna menjadi coklat kehitaman. Proses ini mengoksidasi senyawa katekin yang dimiliki daun teh menjadi teafavin dan tearubigin yang memiliki sifat antioksidan yang lebih rendah. Tahap terakhir adalah pengeringan pada temperatur 120 °C selama 120 menit hingga tingkat kelembapannya menjadi 3 – 4 %. Setelah tahapan ini selesai maka dapat dilakukan sortasi sehingga terbentuk teh yang dijual di pasaran.²²

2.2.2. Teh Hijau

Teh hijau adalah salah satu jenis teh yang tidak mengalami proses oksidasi. Teh hijau dibuat dengan cara menonaktifkan enzim oksidase/fenolase yang terdapat pada pucuk daun teh segar, yaitu dengan pemanasan atau penguapan. Proses pemanasan yang dilakukan dapat mencegah terjadinya oksidasi katekin pada daun teh. Katekin adalah senyawa tidak berwarna pada teh yang tergolong dalam kelompok senyawa tanin.¹⁰

Proses pengolahan teh hijau diawali dengan tahap pelayuan selama 8-10 jam yang berfungsi untuk melunakkan daun sehingga dapat digulung dengan mudah, kemudian dilanjutkan dengan proses pemanasan pada temperatur 100°C. Proses pemanasan (*steaming*) dapat dilakukan dengan uap ataupun panas kering, bertujuan

untuk menonaktifkan enzim polifenol oksidase yang tahan panas sehingga diharapkan tidak terjadi proses oksidasi. Hal ini membuat teh hijau mencegah terjadinya reaksi fermentasi sehingga warna hijau dalam teh hijau dapat dipertahankan. Tahap selanjutnya adalah tahap penggulungan untuk melepaskan minyak pada teh, kemudian tahap pengeringan untuk mencegah adanya pertumbuhan mikroorganisme. Setelah melewati tahap-tahap tersebut teh hijau kemudian dapat dilakukan sortasi dan dijual di pasaran.²²

2.2.3. Komponen Senyawa Dalam Teh Hitam dan Teh Hijau

Pigmen pada daun teh dipengaruhi oleh zat warna klorofil dan karotenoid (1,5%) dan tanin (25%). Klorofil memberikan warna hijau, karotenoid memberikan pigmen kuning-oranye, dan tanin ketika mengalami proses oksidasi akan menghasilkan senyawa teaflavin yang menghasilkan zat warna kuning dan tearubigin yang akan menghasilkan zat warna merah. Tanin dalam teh memiliki kemampuan mengikat protein, senyawa dasar, ion logam, aktivitas antioksidan dan zat warna.²³

Tanin memiliki senyawa katekin yang merupakan jenis tanin yang terkondensasi. Teh hitam memiliki senyawa katekin yang lebih sedikit dibandingkan teh hijau dan pada teh hijau tidak memiliki senyawa teaflavin dan tearubigin. Hal ini dikarenakan senyawa katekin dalam teh hitam terdegradasi menjadi senyawa katekin yang lain, yaitu tearubigin dan teaflavin.^{23,24}

Kandungan zat warna teaflavin dan tearubigin yang terdapat pada teh hitam menurut penelitian yang dilakukan oleh Manojlovic tahun 2015 dengan menggunakan analisis spektrum warna menunjukkan terdapat kandungan pewarna dengan spektrum 380-450 nm pada teh yang dapat mempengaruhi stabilitas warna resin komposit. Teaflavin memberikan warna oranye-merah sedangkan tearubigin memberikan warna merah-coklat.^{25,26} Kandungan komponen senyawa dalam teh hitam dan teh hijau lainnya dapat dilihat pada tabel 1.^{21,27-28}

Tabel. 1. Kandungan komponen senyawa dalam teh hitam dan teh hijau.

| No. | Senyawa | Kandungan (%) | |
|-----|----------------|---------------|-----------|
| | | Teh Hitam | Teh Hijau |
| 1. | Katekin | 3-10 | 30-42 |
| 2. | Teaflavin | 3-6 | 0 |
| 3. | Karbohidrat | 15 | 10-15 |
| 4. | Tearubigin | 12-18 | 0 |
| 5. | Protein | 1 | 2-4 |
| 6. | Flavonol | 6-8 | 5-10 |
| 7. | Mineral | 10 | 6-8 |
| 8. | Asam fenolik | 10-12 | 4-5 |
| 9. | Volatil | 1 | 0.02-1 |
| 10. | Asam amino | 13-15 | 4-6 |
| 11. | Methylxanthine | 8-11 | 7-10 |

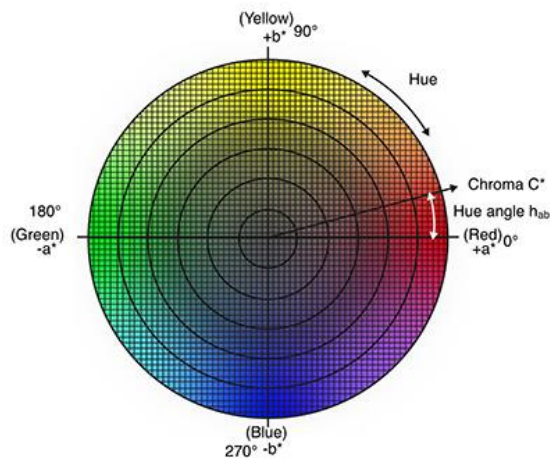
Sumber: Butt MS, Imran A, Sharif MK, Ahmad RS, Xiao H, Imran M, et al. Black tea polyphenols: a mechanistic treatise. Crit Rev Food Sci Nutr. 2014; 54(8):1002-1011.

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa pada teh hijau memiliki kandungan katekin yang lebih banyak dibandingkan teh hitam. Hal ini dikarenakan pada teh hitam katekin telah teroksidasi menjadi teaflavin dan tearubigin. Kandungan

katekin pada teh hitam yang lebih sedikit dibandingkan teh hijau akan berpengaruh pada pH dari teh, yang mana pada teh hitam akan memiliki pH yang lebih asam dibandingkan teh hijau. Kandungan katekin yang lebih sedikit mampu mempengaruhi aktivitas bakteri dan khamir dalam menguraikan sukrosa menjadi monosakarida yang akan diubah menjadi karbondioksida dan etanol. Etanol ini kemudian dioksidasi sehingga membentuk asam.^{25,26}

2.3. Ruang Warna CIELab

Ruang warna CIE L*a*b* atau dikenal dengan nama CIELab adalah ruang warna yang paling lengkap yang ditetapkan oleh Komisi Internasional tentang iluminasi warna (Commission Internationale de leclairage, dikenal sebagai CIE). Ruang warna ini mampu menggambarkan semua warna yang dapat dilihat dengan mata manusia dan seringkali digunakan sebagai referensi ruang warna. CIELab merupakan model warna yang dirancang untuk menyerupai persepsi penglihatan manusia. Diagram warna CIELab ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.²⁹



Gambar. 1. Ruang warna CIELab

Sumber: optel vision. Definition of CIELabcolor space.³⁰

Pada ruang warna CIELab terdapat tiga komponen warna, yaitu L (*luminance*) pencahayaan, a dan b sebagai dimensi warna yang berlawanan. Diagram warna CIELab pada Gambar 1 di atas dapat diketahui lokasi warna pada sistem ditentukan dengan koordinat L^* , a^* , dan b^* . Notasi L^* : 0 (hitam); 100 (putih) menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu, dan hitam. Notasi a^* : warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai $+a^*$ (positif) dari 0 sampai +80 untuk warna merah dan nilai $-a^*$ (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau. Notasi b^* : warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai $+b^*$ (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai $-b$ (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru.²⁹

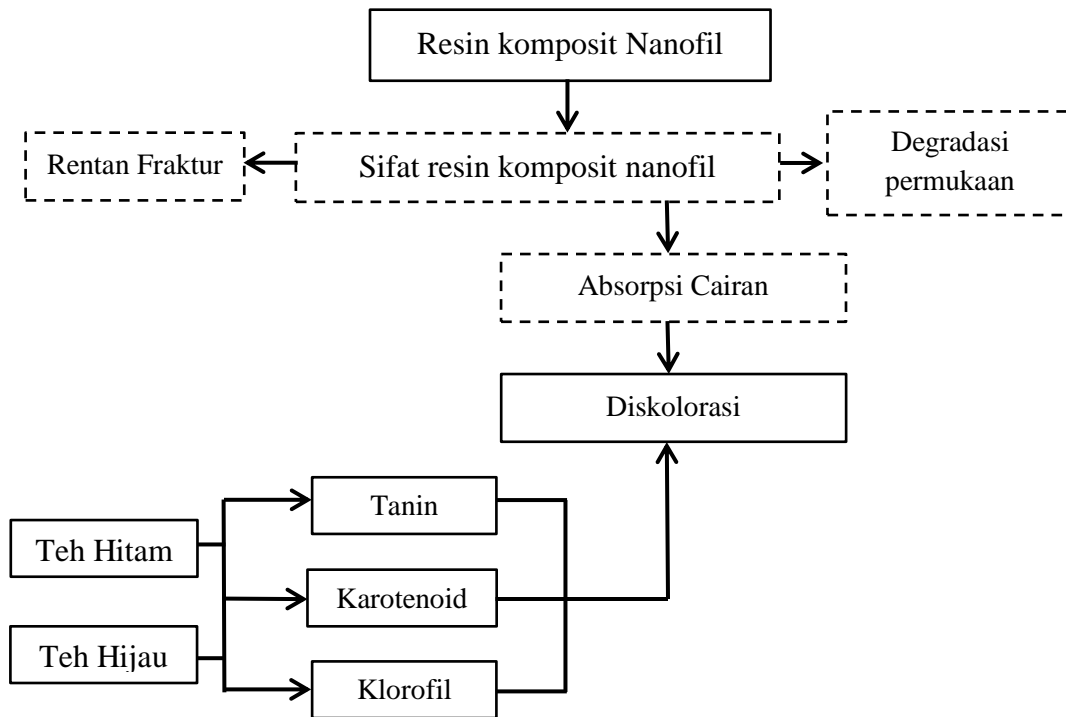
2.4. Hipotesis

1. Teh hitam meningkatkan diskolorasi resin komposit nanofil.
2. Teh hijau meningkatkan diskolorasi resin komposit nanofil.
3. Teh hitam memberikan nilai diskolorasi yang lebih tinggi dibandingkan teh hijau.

BAB III

KERANGKA PENELITIAN

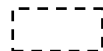
3.1. Kerangka Teori



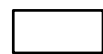
Gambar. 2. Kerangka teori.

Keterangan gambar:

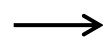
Variabel tidak diteliti



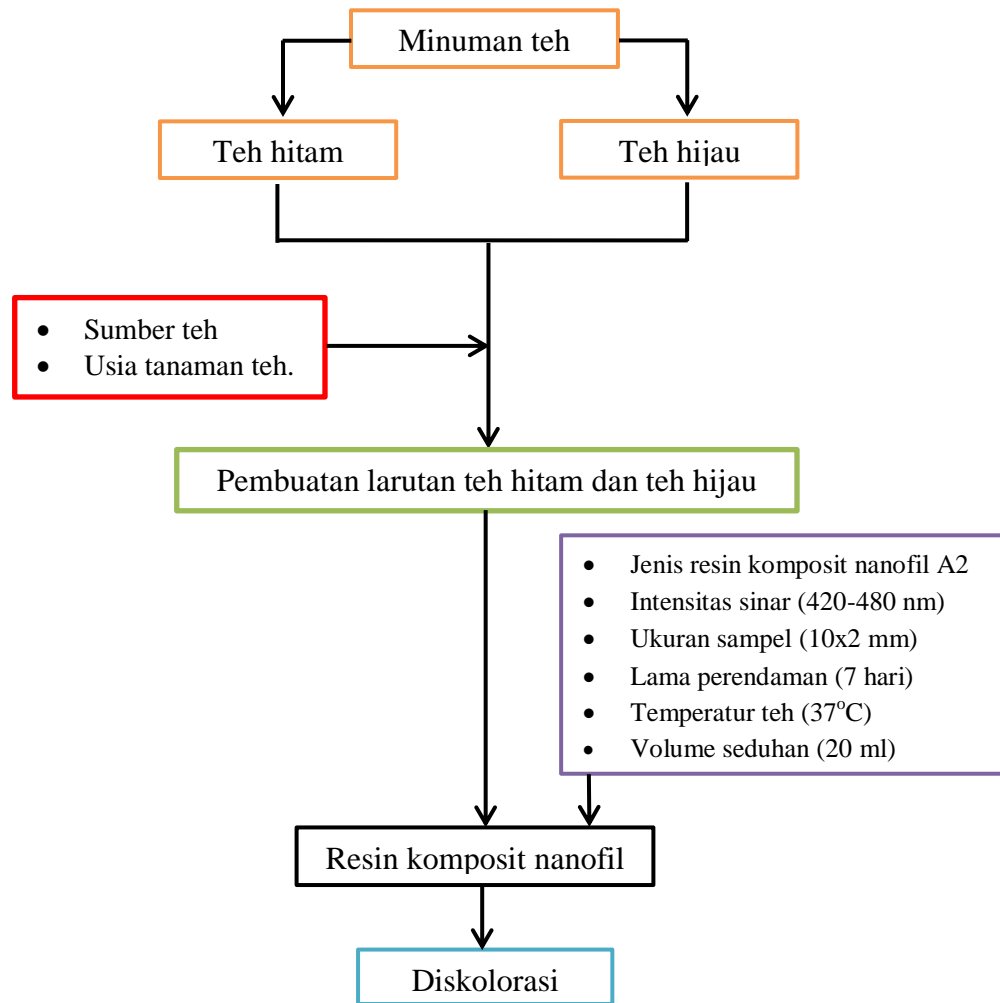
Variabel diteliti



Hubungan antar variabel



3.2. Kerangka Konsep



Gambar.3. Kerangka konsep.

Keterangan Gambar:

Variabel independen Variabel moderador Variabel dependen
Variabel antara Variabel kontrol Hubungan antar variabel →