

PERBEDAAN STABILITAS WARNA *E-GLASS FIBER NON DENTAL REINFORCED COMPOSITE* AKIBAT LAMA PERENDAMAN DALAM SALIVA BUATAN

Kurnia Putri*, Widya Puspita Sari*, Darmawangsa**

*Departemen Prostodonsia, FKG Gigi Universitas Baiturahmah, Padang

**Departemen Konservasi Gigi, FKG Universitas Baiturahmah, Padang

Korespondensi: Widya Puspita Sari, widyapuspitasari@fkg.unbrah.ac.id

ABSTRAK

Latar belakang: resin komposit merupakan bahan restorasi yang paling populer saat ini karena memiliki kelebihan estetik yang baik yaitu sewarna gigi, namun resin komposit memiliki keterbatasan sifat fisik yaitu penyerapan air. Penyerapan air dan waktu perendaman berpengaruh terhadap stabilitas warna. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi penyerapan air dan meningkatkan stabilitas warna yaitu digunakan resin komposit yang diperkuat oleh *Fiber Reinforced Composite* (FRC). *Fiber* yang paling sering digunakan dalam kedokteran gigi adalah *E-glass fiber*, akan tetapi di Indonesia *E-glass fiber dental* memiliki keterbatasan jumlah yang terbatas dan harga relatif mahal. *E-glass fiber non dental* dipilih sebagai alternatif karena komposisinya hampir sama dengan *E-glass fiber dental* dan biasa digunakan di dunia teknik. **Tujuan:** penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan stabilitas warna *E-glass fiber non dental reinforced composite* akibat lama perendaman dalam saliva buatan. **Metode:** jenis penelitian kuantitatif menggunakan eksperimen laboratorium menggunakan *one group pretest and posttest design*. Sampel berbentuk lingkaran dengan diameter 13 mm dan tinggi 2 mm yang terdiri dari 2 kelompok; kelompok perendaman 7 hari dan 14 hari masing-masing terdiri dari 4 sampel. Uji stabilitas warna dilakukan dengan Spektrofotometer Uv-Vis dimana nilai absorbansi dan panjang gelombang yang didapat akan dihitung luas daerah sehingga dapat ditentukan nilai $L^*a^*b^*$ pada tiap sampel. **Hasil:** hasil rerata pengukuran stabilitas warna *E-glass fiber non dental reinforced composite* selama 7 dan 14 hari perendaman dalam saliva buatan menunjukkan nilai rerata 14 hari perendaman berada sedikit lebih tinggi dibandingkan 7 hari perendaman namun tidak bermakna. Uji *independent sample t-test* diperoleh nilai $p=0,442 > 0,05$ artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara perbedaan stabilitas warna *E-glass fiber non dental reinforced composite* akibat lama perendaman antara 7 hari dengan 14 hari. **Kesimpulan:** tidak terdapat perbedaan stabilitas warna *E-glass fiber non dental reinforced composite* akibat lama perendaman dalam saliva buatan. Penambahan *E-glass fiber non dental* pada resin komposit menunjukkan stabilitas warna yang baik pada resin komposit.

Kata kunci: Stabilitas warna, *fiber reinforced composite*, *E-glass fiber non dental*, lama perendaman

ABSTRACT

Background: but composite resin has limited physical properties, namely water absorption. Water absorption and immersion time affect color stability. An alternative that can be done to reduce water absorption and increase color stability is by adding fiber to the composite resin *Fiber Reinforced Composite* (FRC). The fiber most often used in dentistry is *E-glass fiber*, but in Indonesia, *E-glass fiber Dental* has a limited number of limitations and the price is relatively expensive. *E-glass fiber non-dental* was chosen as an alternative because its composition is almost the same as dental *E-glass fiber* and is commonly used in the engineering. **Purposes:** This study aims to determine differences in the color stability of *E-glass fiber non dental reinforced composite* due to long immersion in artificial saliva. **Methods:** This type of research is quantitative using laboratory experiments with *one group pretest and posttest design*. The sample is circular with a diameter of 13 mm and a height of 2 mm consisting of 2 groups; the 7-day and 14-day immersion groups each consisting of 4 samples. The color stability test with UV-Vis Spectrophotometer where the absorbance and wavelength values obtained would be calculated for the area so that the $L^*a^*b^*$ value could be determined in each sample. **Results:** The results of the average color stability measurement of *E-glass fiber non dental reinforced composite* during 7 and 14 days of immersion in artificial saliva showed that the mean value of 14 days of immersion was slightly higher than 7 days of immersion but not significant. The independent sample t-test obtained a value of $p = 0.442 > 0.05$, meaning that there was no significant difference between the differences in color stability of *E-glass fiber non dental reinforced composite* due to soaking time between 7 days and 14 days. **Conclusion:** There was

no difference in the color stability of E-glass fiber non dental reinforced composite due to immersion time in artificial saliva. The addition of non-dental E-glass fiber to the composite resin showed good color stability in the composite resin.

Keywords: *Color stability, fiber reinforced composite, E-glass fiber non-dental, immersion time*

PENDAHULUAN

Masalah utama kesehatan gigi dan mulut adalah karies gigi, berdasarkan sebuah survei yang dilakukan oleh Riskesdas pada tahun 2018 menyatakan bahwa proporsi terbesar masalah kesehatan di Indonesia adalah kerusakan gigi (karies gigi) atau gigi berlubang.¹ Perawatan yang dapat dilakukan jika terjadi karies adalah dengan melakukan penambalan atau restorasi, yang bertujuan untuk merawat dan memperbaiki fungsi dari gigi. Restorasi yang paling populer saat ini adalah resin komposit karena memiliki sifat fisik yang estetik yaitu sewarna gigi.² Resin komposit memiliki keterbatasan sifat fisik yaitu penyusutan polimerisasi, kelarutan dan penyerapan air.³

Penyerapan air memiliki efek negatif pada bahan restoratif dengan berkontribusi terhadap perubahan warna, dan mengurangi ketahanan aus. Paparan air yang berlebihan menyebabkan pelepasan monomer yang tidak bereaksi, degradasi hidrolitik dan celah mikro terbentuk sehingga mengakibatkan kekasaran permukaan resin komposit yang dapat menimbulkan perubahan warna.⁴ Penyerapan air pada resin komposit dipengaruhi oleh matriks resin yang cenderung bersifat hidrofilik. Kemampuan penyerapan air tersebut dapat mempengaruhi penurunan stabilitas warna sehingga mengakibatkan perubahan warna.⁵

Perubahan warna resin komposit dapat disebabkan oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik melibatkan reaksi perubahan warna fisikokimia dalam matriks komposit, energi panas dan kelembapan. Faktor ekstrinsik disebabkan oleh akumulasi plak dan noda, intensitas dan durasi polimerisasi, paparan sinar UV dan penyerapan air.⁶ Resin komposit memiliki kecenderungan untuk berubah warna setelah beberapa tahun pemakaian di dalam rongga mulut, saliva merupakan cairan didalam rongga mulut dengan kandungan air tinggi, sehingga bahan restorasi akan terus terpapar oleh air yang dapat mengakibatkan penyerapan air.^{7,8}

Penyerapan air dan kelarutan secara bersamaan terjadi dimana waktu keseimbangan tercapai,²⁰ keseimbangan merupakan keadaan dimana kekuatan-kekuatan yang saling mempengaruhi berada dalam keadaan seimbang sehingga tidak ada kecenderungan untuk berubah atau mengalami kejenuhan dalam penyerapan air,²⁰ sebagian besar resin komposit membutuhkan 7 hari untuk mencapai keseimbangan.²¹

Penelitian (Sarkis, 2012) menunjukkan bahwa perubahan warna resin komposit terjadi pada hari ke 7 perendaman.²³ Penelitian lainnya menunjukkan bahwa resin komposit membutuhkan 14 hari untuk mencapai keseimbangan.²⁰

Penelitian (Uchimura *et al.*, 2014) menyatakan bahwa perubahan warna resin komposit terjadi pada hari ke 14 perendaman yang direndam dalam saliva buatan.²⁴ Waktu perendaman merupakan faktor penting yang mempengaruhi stabilitas warna resin komposit.¹⁴ Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi penyerapan air adalah dengan penggunaan *fiber reinforced composite* (FRC).⁹ FRC merupakan bahan yang sering digunakan untuk restorasi gigi dan pasak endodontik.¹² FRC adalah suatu material khas yang terdiri dari matriks polimer yang diperkuat oleh *fiber* atau biasa disebut dengan serat.²⁵ *Fiber* juga dikenal sebagai serat yang berfungsi sebagai penguat, memberikan stabilitas termal, stabilitas terhadap perubahan kimia dan dapat meningkatkan sifat mekanis.¹⁰ Jenis *fiber* yang paling umum digunakan adalah *glass fiber*.³ Keunggulan *glass fiber* memiliki transparansi, kekuatan dan kelenturan yang lebih baik.¹¹

Jenis *glass fiber* dengan tipe *E-glass fiber* sering digunakan dalam kedokteran gigi karena ketahanannya terhadap reaksi kimia, memiliki sifat estetik yang baik, biokompatibel, dan relatif tidak sensitif terhadap kelembapan dan mempunyai ketahanan terhadap kimia dan panas. *E-glass fiber dental* di Indonesia cukup terbatas dengan harga yang relatif mahal memiliki keterbatasan yaitu harganya mahal, namun *glass fiber non dental* banyak tersedia dengan harga yang terjangkau.¹⁰

Glass fiber non dental dengan tipe *E-glass fiber* ditemukan di dunia teknik, dimana komposisi *E-glass fiber non dental* hampir sama dengan *E-glass fiber dental*, dimana memiliki kandungan alkali oksida Na₂O dan K₂O dengan konsentrasi minimal sehingga ketahanan hidrolitik baik. Kandungan alkali oksida *glass fiber* mempengaruhi stabilitas kimia *fiber* dalam mengurangi penyerapan air.¹³ Penyerapan air dan waktu perendaman merupakan faktor penting yang berpengaruh terhadap perubahan warna resin komposit.¹⁴ Penyerapan air terjadi dimana waktu keseimbangan tercapai, resin komposit membutuhkan 7 hari untuk mencapai keseimbangan, namun menurut pendapat lain resin komposit membutuhkan 14 hari untuk mencapai

keseimbangan.^{20,21} Keberhasilan restorasi komposit salah satu nya adalah karena stabilitas warnanya dari waktu ke waktu.⁸

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Padang. Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratorium rancangan *One group pretest posttest design*. Sampel yang digunakan adalah lempeng *E-glass fiber non dental reinforced composite* dengan diameter 13 mm dan tinggi 2 mm. Pengambilan sampel pada penelitian ini dengan metode *purposive sampling* yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan atau kriteria-kriteria tertentu. Kriteria Inklusi: 1. Berat sampel 0,63 g 2. Ukuran sampel dengan diameter 13 mm dan tinggi 2 mm. Kriteria Eksklusi: 1. Berat sampel yang berbeda. 2. Sampel retak.

Penelitian ini dilakukan pengambilan masing-masing 4 sampel untuk setiap kelompok.

Cara kerja:

E-glass fiber diukur dengan penggaris sepanjang 6mm dan dipotong dengan menggunakan gunting, *fiber* ditimbang untuk menentukan berat *fiber* yang dimasukkan ke dalam sampel menggunakan neraca digital ketelitian 0,01 mg berat *fiber* yakni 6 mg tiap *fiber* yang ditimbang, kemudian *fiber* disimpan di dalam *dessicator* selama 24 jam.

Pengelompokkan sampel dibuat 8 sampel kemudian dibagi 2 kelompok perlakuan. Pembagian kelompok berdasarkan lama perendaman adalah sebagai berikut: Kelompok 1 terdiri dari 4 sampel terdiri dari resin komposit + *E-glass fiber non dental* selama 7 hari, kelompok 2 terdiri dari 4 sampel terdiri dari resin komposit + *E-glass fiber non dental* selama 14 hari.

Pembuatan sampel *E-glass fiber non dental reinforced composite* dengan *mould* berbentuk lingkaran berdiameter 13mm dan tinggi 2 mm. Letakkan di atas *Glass plate*, diberi tanda setinggi 1 mm sebagai batas penanda injeksi *flowable composite*, injeksi *flowable composite* sampai batas penanda.

E-glass fiber disilanisasi (*silane* diambil dengan mikropipet sebanyak 1,7 µl), didiamkan selama 1 menit dan keringkan selama 2 menit dengan suhu ruangan. *E-glass fiber non dental* diletakkan diatas permukaan *flowable composite*.

Injeksikan *flowable composite* hingga *mould* terisi penuh, permukaan FRC ditutup dengan menggunakan *celluloid strip*. Lakukan penyinaran menggunakan LED *light curing* tegak lurus terhadap sampel dengan jarak sedekat mungkin pada sampel selama 20 detik. Setelah penyinaran selesai sampel dikeluarkan dan dipolis dengan bur polis.

Perendaman *E-glass fiber non dental reinforced composite* dalam saliva buatan. Sampel di rendam dalam 15 ml saliva buatan menggunakan *conical tube*. Tutup tube dilubangi dengan menggunakan jarum jahit, benang dimasukkan dari arah permukaan tube, benang diukur 80 mm, sisa benang ditempelkan pada tutup *conical tube* dengan menggunakan isolasi. Sampel diikat dengan benang pada salah satu ujungnya, digunakan untuk penggantungan saat dilakukan perendaman. Setiap sampel diuji stabilitas warna nya sebagai pengukuran awal. Sampel direndam dalam suhu 37°C, agar suhu tetap stabil diletakkan didalam inkubator.

Sampel kelompok 1 direndam selama 7 hari, sampel kelompok 2 direndam selama 14 hari, setelah waktu perendaman selesai, sampel dikeluarkan dengan menggunakan pinset. Sampel dikeringkan menggunakan tissue dengan suhu kamar. Sampel diuji stabilitas warna sebagai pengukuran akhir dan sampel ditimbang.

Setiap sampel diuji stabilitas warnanya sebagai pengukuran awal, lalu direndam dalam saliva buatan dengan suhu 37°C didalam inkubator. Setelah waktu perendaman selesai, sampel dikeluarkan dengan menggunakan pinset, lalu lakukan uji stabilitas warna sebagai pengukuran akhir. Penghitungan perubahan warna menggunakan alat spektrofotometer.

Uji stabilitas warna menggunakan spektrofotometer untuk menentukan perubahan warna pada material, untuk evaluasi parameter warna menggunakan sistem *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE $L^*a^*b^*$).

Parameter sistem ini meliputi: L^* menunjukkan *luminance*/karakteristik putih gelap suatu warna atau non kromatik, a^*b^* menunjukkan karakteristik kromik suatu warna, a^* menunjukkan warna merah-ungu atau biru-hijau, b^* menunjukkan kuning/ungu/biru. Sistem ini tergantung pada perubahan klinis dan perubahan warna atau persepsi manusia terhadap warna, yang memungkinkan untuk menentukan jumlah perubahan warna.

Sebelum dilakukan uji stabilitas warna, dilakukan pengukuran awal untuk menentukan nilai $L^*a^*b^*$ setiap standar sampel, perangkat dikalibrasi berdasarkan instruksi pabrik untuk meningkatkan akurasi proses pemindaian warna sampel oleh sistem, model dibuat sepenuhnya cocok dengan spektrofotometer dimana bentuk cetakan lingkaran dengan diameter 13 mm dan tinggi 2 mm. Setelah dilakukan pengukuran awal, semua sampel direndam dalam saliva buatan dengan pH netral selama 7 hari dan 14 hari dalam suhu ruangan 37°C. Sampel yang sudah direndam ditentukan lagi nilai CIE $L^*a^*b^*$ dan akan dihitung nilai ΔE sebagai perbedaan warna dua objek dengan membandingkan perbedaan antara nilai koordinat masing-masing sampel, rumus yang digunakan untuk menghitung perubahan warna sebagai berikut:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Keterangan :

ΔE^* = Total perbedaan warna

ΔL^* = (L^* sampel dikurangi L^* standar)

Δa^* = (a^* sampel dikurangi a^* standar)

Δb^* = (b^* sampel dikurangi b^* standar)

Nilai ΔE dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

ΔE = 0: Excellent

ΔE = 0.5–1.5: Sangat Baik

ΔE = 1.5–2 : Baik

ΔE = 2–3.5: Dapat dibedakan secara klinis

ΔE > 3.5 : Tidak dapat diterima

Analisis data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Analisis univariat untuk mengetahui nilai rata-rata dan standar deviasi masing-masing kelompok E-glass fiber non dental fiber reinforced composite selama 7 hari dan 14 hari perendaman.
2. Uji Shapiro-Wilk untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal untuk sampel kurang dari 50 sampel dimana jika $p > 0,05$ maka data terdistribusi normal.
3. Uji Levene's Test untuk menentukan dua atau lebih kelompok data yang mempunyai varians yang sama atau tidak sampel dimana jika $p > 0,05$ maka data homogen.
4. Uji Independent Sampel T-test untuk mengetahui perbedaan rata-rata stabilitas warna fiber reinforced composite dengan E-glass fiber dental dan E-glass fiber non dental dimana jika $p < 0,05$ maka terdapat perbedaan yang signifikan, sedangkan jika $p > 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

HASIL PENELITIAN

Hasil rerata stabilitas warna E-glass fiber non dental reinforced composite selama 7 dan 14 hari perendaman dalam saliva buatan.

Tabel 1. Hasil rerata stabilitas warna

Sampel	Lama Perendaman	Rerata ΔE	Tingkatan
E-glass fiber non dental reinforced composite	7 Hari	11.9399	Baik
	14 Hari	1.9436	Baik

Tabel 1 menunjukkan nilai rerata 14 hari perendaman berada sedikit lebih tinggi dibandingkan 7 hari perendaman namun tidak bermakna. Berdasarkan hasil pada 1 diatas, selanjutnya data dianalisa secara statistik menggunakan program statistik SPSS for Window menggunakan independent sample t-test untuk melihat apakah terdapat perbedaan stabilitas warna antara 7 hari dan 14 hari perendaman E-glass fiber non dental reinforced composite.

Syarat untuk melakukan independent sample t-test adalah distribusi data harus normal. Untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal atau tidak dilakukan uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk.

Hasil Tabel 2 Uji Shapiro-Wilk diperoleh nilai p pada kedua kelompok sampel $> 0,05$ artinya data yang diperoleh terdistribusi normal, Selanjutnya dilakukan Uji homogenitas menggunakan Levene's test untuk menentukan dua atau lebih kelompok data yang mempunyai varians yang sama atau tidak.

Hasil uji Levene test pada tabel 3 diperoleh nilai p $> 0,05$ artinya data yang diperoleh homogen, dengan demikian syarat untuk melakukan independent sample t-test terpenuhi sehingga independent sample t-test dapat dilakukan.

Tabel 4 menunjukkan hasil independent sample t-test diperoleh nilai $p = 0,442 > 0,05$ artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara perbedaan stabilitas warna E-glass fiber non dental reinforced composite akibat lama perendaman antara 7 hari dengan 14 hari.

Tabel 2. Hasil Uji normalitas

Variabel	Kelompok	Besar sampel	P-value
Stabilitas Warna	7 hari perendaman	4	0.645
	14 hari perendaman	4	0.208

Tabel 3. Hasil Uji homogenitas

Variabel	P-value	Ket.
Stabilitas Warna	0.510	Homogen

Tabel 4. Hasil Uji independent sample t-test

Kelompok	Besar Sampel	Mean	SD	Sig	Ket.
7 hari perendaman	4	1.9399	0.005	0,442	Tidak signifikan
14 hari perendaman	4	1.9436	0.006		

PEMBAHASAN

Penyerapan air dan waktu perendaman merupakan faktor penting yang berpengaruh terhadap stabilitas warna resin komposit.¹⁴ Paparan air yang berlebihan menyebabkan pelepasan monomer yang tidak bereaksi, degradasi hidrolitik dan celah mikro terbentuk sehingga mengakibatkan kekasaran permukaan resin komposit yang selanjutnya dapat menimbulkan perubahan warna.⁴

Penyerapan air pada resin komposit dipengaruhi oleh matriks resin yang cenderung bersifat hidrofilik. Kemampuan penyerapan air tersebut dapat mempengaruhi penurunan stabilitas warna sehingga mengakibatkan perubahan warna.⁵

Perubahan warna resin komposit dapat disebabkan oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik melibatkan reaksi perubahan warna fisikokimia dalam matriks komposit, energi panas dan kelembapan. Faktor ekstrinsik disebabkan oleh akumulasi plak dan noda, intensitas dan durasi polimerisasi, paparan sinar UV dan penyerapan air.⁶

Resin komposit memiliki kecenderungan untuk berubah warna setelah beberapa tahun pemakaian di dalam rongga mulut kristanti, di rongga mulut terdapat cairan yang disebut saliva dengan kandungan air yang tinggi, sehingga bahan restorasi akan terus terpapar oleh air yang mengakibatkan penyerapan air.^{7, 8}

Penambahan *E-glass fiber* pada resin komposit memiliki tingkat stabilitas warna yang baik.¹⁵ Hasil ini disebabkan karena *E-glass fiber non dental* memiliki komposisi alkali oksida Na₂O dan K₂O yang rendah dengan konsentrasi kurang dari 1%, komposisi Na₂O₂ dan K₂O yang rendah pada *E-glass fiber* dapat mempengaruhi stabilitas kimia *fiber* dalam mengurangi penyerapan air.¹³

Senyawa CaO pada *glass fiber* juga berpengaruh terhadap ketahanan kimia, dan menurunkan kelarutan *glass fiber* dalam air.¹⁶ Kelarutan air berpengaruh terhadap kekuatan, daya tahan abrasi dan stabilitas warna.¹⁷ Penambahan *fiber* kedalam resin komposit menunjukkan stabilitas warna yang lebih baik, dapat meningkatkan sifat mekanis dan dapat mengurangi penyerapan air.⁹ Peran *fiber* dalam mengurangi penyerapan air tidak terlepas dari ikatan antara *glass fiber* dengan matriks polimer yang dihasilkan dari *silane coupling agent*. *Silane coupling agent* berfungsi meningkatkan adhesi antara *glass fiber* dengan matriks polimer. Reaksi kondensasi silanol dan *glass fiber* membentuk rantai siloksan.¹⁰ Reaksi kimia ini menghasilkan peningkatan ikatan antara komponen, sehingga dapat mengurangi penyerapan air dan mengurangi kelarutan komponen.¹⁰ *Fiber* memiliki sifat mekanis yang sangat baik untuk restorasi, memiliki kekuatan terhadap tekanan yang lebih unggul, kemudahan perbaikan, non korosif, *translucency* yang mirip dengan struktur gigi dan memiliki sifat ikatan yang baik.¹¹

Resin komposit merupakan bahan restorasi yang paling populer saat ini karena penggunaannya yang universal, dan kemampuan untuk ditempatkan secara langsung tanpa prosedur laboratorium.¹⁸ Penambahan *glass fiber* dapat memberikan pengaruh berupa penurunan nilai penyerapan air dan peningkatan stabilitas warna.¹⁸ Penggunaan *glass fiber reinforced composite* menunjukkan penambahan *glass fiber* menunjukkan stabilitas warna yang lebih baik.¹⁹

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan stabilitas warna *E-glass fiber non dental reinforced composite* akibat lama perendaman dalam saliva buatan. Penambahan *E-glass fiber non dental* menunjukkan tingkat stabilitas warna yang baik. Penggunaan *E-glass fiber non dental* diharapkan dapat menjadi alternatif pengganti *E-glass fiber dental*, dengan kualitas yang baik dan harga yang terjangkau.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis telah mengungkapkan kepentingan publikasi yang disetujui sepenuhnya tanpa potensi konflik yang dapat timbul di kemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). Laporan Nasional Risesdas 2018 . *Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*.
2. Istibsyaroh, Lestari, S., & Nugroho, R. (2018). Perubahan Warna Resin Komposit Nanofiller Setelah Perendaman Dalam Minuman Susu Fermentasi (Penelitian in Vitro). *The Indonesian Journal of Health Science*, 10(1), 39–46.
3. Riva, Y. R., & Rahman, S. F. (2019). Dental composite resin: A review. *AIP Conference Proceedings*, 2193 (December).
4. Mansouri, S. A., & Zidan, A. Z. (2018). Effect of water sorption and solubility on color stability of bulk-fill resin composite. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 19(9), 1129–1134.
5. Schricker, S. R. (2017). Composite resin polymerization and relevant parameters. In *Orthodontic Applications of Biomaterials*. Elsevier Ltd.
6. Menon, A., Ganapathy, D. M., & Mallikarjuna, A. V. (2019). Factors that influence the colour stability of composite resins. *Drug Invention Today*, 11(3), 744–749.
7. Kristanti, Y. (2016). Perubahan warna resin komposit nanohibrida akibat perendaman dalam larutan kopi dengan kadar gula yang berbeda. *Journal PDGI*, 65(1), 26–30.
8. Jaiswal, A. S., Nikhade, P. P., Chandak, M., Khatod, S., Rathi, C., & Jaiswal, J. (2020). Colour Stability of Composite- A Review. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 9(26), 1928–1934
9. Prashanth, S., Km, S., Nithin, K., & Sachhidananda, S. (2017). *Journal of Material Sciences & Engineering*

- Fiber Reinforced Compusahkan referensi sebagian besar 80% dari internationalosites - A Review. 6(3).*
10. Faizah, A., Widijono, W., & Nuryono, N. (2017). Pengaruh komposisi beberapa glass fiber non dental terhadap kelarutan komponen fiber reinforced composites. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 2(1), 13.
 11. Ilday, N. O., Sagsoz, O., Karatas, O., Bayindir, Y. Z., & Çelik, N. (2015). Temperature changes caused by light curing of fiber-reinforced composite resins. *Journal of Conservative Dentistry*, 18(3), 223–226.
 12. Fonseca, R. B., Paula, M. S. De, Favarão, I. N., Vessoni, A., Kasuya, B., Almeida, L. N. De, Adolfo, G., Mendes, M., & Carlo, H. L. (2015). Reinforcement of Dental Methacrylate with Glass Fiber after Heated Silane Application. *Biomed Research International*.
 13. Sari, W. P., Yandi, S., Purnama, S. A., Putri, K., & Afnela, A. (2022). Uji kandungan Eglass fiber non dental dengan menggunakan teknik X-RAY fluorescence spectrometer (XRF). *Menara Ilmu*, XVI(01), 122–128.
 14. Malekipour, M., Sharafi, A., Kazemi, S., Khazaei, S., & Shirani, F. (2012). PMC3491332. Comparison of Color Stability of a Composite Resin in Different Color Media. *Dental Research Journal* 9(4), 441–446.
 15. Tabatabaei, M. H., Farahat, F., Ahmadi, E., & Hassani, Z. (2016). Effect of Accelerated Aging on Color Change of Direct and Indirect Fiber-Reinforced Composite Restorations. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*, 13(3), 168–175.
 16. Hasanuzzaman, M., Rafferty, A., Sajjia, M., & Olabi, A.-G. (2016). Properties of Glass Materials. *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*, 1–12.
 17. Dionysopoulos, D., & Gerasimidou, O. (2021). Wear of contemporary dental composite resin restorations: a literature review. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 46(2).
 18. Ariyani, Tamin, H., & Indra, M. (2013). Pengaruh Penambahan Fiber Glass Reinforced Terhadap Penyerapan Air Dan Stabilitas Warna Bahan Basis Gigi Tiruan Nilon Termoplastik. *Dentika Dental Journal*, 17(3), 257–261.
 19. Mosharraf, R., Givehchian, P., & Ansaripour, F. (2019). Comparison of color stability and fracture resistance of two temporary fiber-reinforced fixed partial denture materials. *Dental Research Journal*, 16(3), 185–192.
 20. Par, M., Spanovic, N., Bjelovucic, R., Marovic, D., Schmalz, G., Gamulin, O., & Tarle, Z. (2019). Long-term water sorption and solubility of experimental bioactive composites based on amorphous calcium phosphate and bioactive glass. *Dental Materials Journal*, 38(4), 555–564.
 21. Sakaguchi, R. (2019). *Restorative Dental Materials* (Fourteenth). Elsevier Inc.
 22. Obulapuram, P. K., Arfin, T., Mohammad, F., Khiste, S. K., & Chavali, M. (2021). *Studies towards the Removal of Reactive Orange 16 Dye. I*, 1–16.
 23. Sarkis, E. (2012). Color change of some aesthetic dental materials: Effect of immersion solutions and finishing of their surfaces. *Saudi Dental Journal*, 24(2), 85–89.
 24. Uchimura, J. Y. T., Sato, F., Bianchi, G., Baesso, M. L., Santana, R. G., & Pascotto, R. C. (2014). Color stability over time of three resin-based restorative materials stored dry and in artificial saliva. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 26(4), 279–287.
 25. *Fiber reinforced composite* adalah suatu material khas yang terdiri dari matriks polimer yang diperkuat oleh *fiber* atau biasa disebut dengan serat (Zhang & Matinlinna, 2012).