

Stabilitas warna resin komposit nanohibrida setelah perendaman dalam larutan teh dengan berbagai tingkat oksidasi

Septina Anggun Putri

Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

Rinda Yulianti

Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

Maya Hudyati

Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

Abstrak

Komposit nanohibrida adalah resin komposit yang menggabungkan bahan pengisi berukuran mini dan nano sehingga memiliki sifat mekanik dan kemampuan poles yang baik, namun rentan terhadap perubahan warna. Perubahan warna pada resin komposit dapat dipengaruhi oleh minuman berwarna seperti teh, yang memiliki berbagai tingkat oksidasi yang akan mempengaruhi komposisi dari bahan pewarna teh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas warna resin komposit nanohibrida setelah perendaman dalam larutan teh dengan berbagai tingkat oksidasi. Tiga puluh spesimen berbentuk cakram dengan diameter 10 mm dan ketebalan 2 mm dibuat dari komposit nanohibrida Filtek Z250XT. Spesimen disimpan dalam air suling pada suhu 37°C selama 24 jam untuk selanjutnya dibagi secara acak menjadi lima kelompok, yakni kelompok A (air suling), B (teh putih), C (teh hijau), D (teh oolong), dan E (teh hitam). Masing-masing kelompok direndam selama 22 hari pada suhu 37°C. Pemeriksaan warna dengan sistem CIELAB dilakukan menggunakan kolorimeter sebelum dan setelah perendaman. Data dianalisis dengan uji ANOVA satu jalur dan dilanjutkan dengan uji Post-Hoc LSD. Perubahan warna terjadi pada semua kelompok dengan ΔE^* yaitu 3,209 untuk air suling; 7,841 untuk teh putih; 4,111 untuk teh hijau, 6,917 untuk teh oolong; dan 8,340 untuk teh hitam. Perubahan warna pada teh putih, teh oolong, dan teh hitam secara signifikan lebih tinggi daripada air suling dan teh hijau, begitu pula teh hitam dibandingkan teh oolong. Simpulan dari penelitian ini adalah terdapat perbedaan stabilitas warna resin komposit nanohibrida yang signifikan setelah perendaman

Korespondensi:

Septina Anggun Putri

Program Studi Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Universitas
Sriwijaya
E-mail: emyawe@yahoo.com

dalam larutan teh dengan berbagai tingkat oksidasi, dan teh hijau menyebabkan perubahan warna yang paling sedikit dibandingkan teh lainnya.

Kata kunci: Komposit nanohibrida, larutan teh, stabilitas warna, tingkat oksidasi

Color stability of nano-hybrid composite after immersion in tea solutions with various levels of oxidation

Abstract

Nano-hybrid composite is a resin-based composite that combines mini and Nano-sized fillers. It has excellent mechanical properties and polish ability, but susceptible to color change. The color change of resin composite can be influenced by colored drinks such as tea which have various oxidation levels which will affect composition of tea coloring agent. The aim of this study was to determine color stability of Nano-hybrid composite after immersion in tea solutions with various levels of oxidation. Thirty disc-shaped specimens with diameter 10 mm and thickness 2 mm were made from Filtek Z250XT Nano-hybrid composite. Specimens were stored in water at 37°C for 24 hours and then divided randomly into five groups which were immersed in distilled water, white tea, green tea, oolong tea, and black tea. Each group was immersed at 37°C for 22 days. Color was assessed in the CIELAB color system using a colorimeter before and after immersion. Data were analyzed with one way ANOVA and LSD Post-hoc test. Color changes was occurred in all groups with ΔE^* as 3.209 for distilled water, 7.841 for white tea, 4.111 for green tea, 6.917 for oolong tea, and 8.340 for black tea. Color change in white tea, oolong tea, and black tea was significantly higher than in distilled water and green tea, also in black tea than in oolong tea. There are significant differences in color stability of Nano-hybrid composites after immersion in tea solution with various oxidation level, and green tea promotes the lowest color change.

Keywords: Color stability, level of oxidation, Nano-hybrid composite, tea solution.

Pendahuluan

Resin komposit merupakan salah satu bahan restorasi yang sering digunakan dalam kedokteran gigi. Penggunaan bahan ini meningkat secara signifikan akibat tuntutan

pasien yang menginginkan bahan restorasi berwarna gigi asli sehingga mengembalikan rasa percaya diri setelah gigi ditumpat.^{1,2} Beberapa jenis komposit kemudian dikembangkan, salah satunya adalah komposit nanohibrida.

Resin komposit nanohibrida adalah bahan restorasi yang mengkombinasikan bahan pengisi berukuran mini dan nano sehingga memiliki keunggulan dibandingkan jenis komposit lain.³ Komposit nanohibrida tidak hanya memiliki sifat optik dan kemampuan poles superior, tetapi juga kekuatan mekanis dan ketahanan aus yang lebih baik.³ Berdasarkan penelitian Al Kheraif *et al*, komposit jenis ini memiliki kekurangan, yaitu lebih rentan mengalami perubahan warna dibandingkan komposit mikrohibrida.⁴ Hal ini tentunya merugikan karena bahan ini sering diaplikasikan pada gigi anterior yang membutuhkan estetika baik.⁵

Perubahan warna yang terjadi pada material restorasi disebabkan oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik berhubungan dengan proporsi matriks dan bahan pengisi, tingkat hidrofilisitas matriks yang digunakan, serta kualitas ikatan *coupling agent* dan bahan pengisi.^{4,6} Faktor ekstrinsik berhubungan dengan penetrasi zat pewarna pada saat konsumsi makanan atau minuman berwarna seperti teh.⁷

Teh adalah salah satu minuman paling populer di dunia.⁸ Minuman yang berasal dari pucuk daun tanaman *Camellia sinensis* ini sering dikonsumsi karena bermanfaat bagi kesehatan tubuh termasuk kesehatan rongga mulut. Teh dapat dikategorikan berdasarkan tingkat oksidasinya menjadi teh hijau, putih (tanpa oksidasi), oolong (oksidasi sebagian), dan hitam (oksidasi penuh). Besarnya tingkat oksidasi akan mempengaruhi karakteristik teh dari segi rasa, komposisi, maupun warna. Daun teh mengandung zat katekin yang akan mengalami reaksi oksidasi bila terpapar udara. Reaksi ini kemudian menyebabkan katekin yang semula tidak berwarna, berubah menjadi teafavin (warna merah kekuningan) dan tearubigin (warna kecoklatan).⁹ Konsumsi teh dapat menyebabkan perubahan warna pada restorasi melalui proses adsorpsi dan absorpsi zat warna yang didukung air sebagai zat perantara.⁶

Mahdisiar *et al*. membuktikan bahwa komposit nanohibrida mengalami perubahan warna setelah direndam selama 3 hari dalam

larutan teh tetapi perubahan warna tersebut masih dalam batas normal ($\Delta E < 3,3$).⁷ Nuaimi dan Ragab melaporkan adanya perubahan warna melebihi ambang batas normal, yakni $\Delta E > 4,5$ pada lempeng komposit nanohibrida setelah perendaman 30 hari di dalam teh hitam.¹⁰ Al Kheraif *et al* melaporkan perubahan warna yang terjadi pada komposit nanohibrida akibat perendaman di dalam larutan teh hitam selama 90 hari, mencapai 9,4 atau hampir 3 kali lebih besar dari batas normal secara klinis.⁴

Penelitian mengenai efek teh hitam terhadap stabilitas warna resin komposit sudah cukup banyak, tetapi penelitian mengenai efek teh jenis lain yang juga dikonsumsi masyarakat seperti teh hijau, oolong, dan putih masih sedikit. Jenis resin komposit yang sudah diteliti dengan perendaman teh oolong hanya resin komposit hibrida, sedangkan untuk jenis teh putih dan hijau, komposit yang sudah diteliti lebih bervariasi yakni resin komposit mikrofil, nanofil, hibrida, dan nanohibrida.¹¹⁻¹³ Selain itu, belum ada penelitian yang membandingkan efek keempat jenis teh tersebut terhadap perubahan warna resin komposit di dalam satu penelitian. Hal inilah yang mendorong penulis untuk menguji apakah terdapat perbedaan stabilitas warna pada resin komposit nanohibrida yang direndam dengan berbagai jenis teh tersebut.

Metode penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental semu. Subjek penelitian ini adalah material restorasi komposit nanohibrida yang dibuat menjadi spesimen berbentuk cakram (*disc*) dengan diameter 10 mm dan ketebalan 2 mm.⁵ Spesimen selanjutnya dibagi secara acak ke dalam lima kelompok penelitian dan masing-masing kelompok terdiri dari enam spesimen.

Material komposit nanohibrida (*Filtek Z250 XT Paradigm, 3M, USA*) dimasukkan ke dalam cetakan *stainless steel* berbentuk silinder (diameter 10 mm, ketebalan 2 mm) yang dialasi *glass slab* dan matriks seluloid.

Cetakan diisi hingga penuh lalu bagian atas cetakan dilapisi matriks seluloid dan ditekan menggunakan *glass slab* untuk menghasilkan permukaan spesimen yang rata dan halus. *Glass slab* selanjutnya diangkat. Komposit disinari selama 20 detik untuk polimerisasi menggunakan *LED light curing unit (RTA miniS, Guilin Woodpecker Med.Inst. China)*. Spesimen dilepaskan dari cetakan.¹⁴

Spesimen selanjutnya disimpan di dalam air suling pada suhu 37°C selama 24 jam.⁷ Penilaian warna awal masing-masing spesimen dilakukan dengan menggunakan kolorimeter (*CR-10, Konica Minolta, Jepang*). Spesimen kemudian dibagi secara acak ke dalam lima grup yang direndam dalam lima larutan yang berbeda, yakni teh hitam, teh oolong, teh hijau, teh putih dan air suling.

Larutan teh dibuat dengan menyeduh 2 gr serbuk teh (*Xiamen, China*) di dalam 200 ml air mendidih selama 5 menit. Larutan tersebut kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruangan dan digunakan sebagai bahan perendam. Air suling digunakan sebagai kelompok kontrol.

Perendaman cakram resin komposit dilakukan dengan meletakkan komposit pada dasar gelas menggunakan pinset sehingga bagian atas cakram komposit berkontak langsung dengan larutan. Gelas berisi cakram komposit dan larutan perendam disimpan di dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 22 hari. Larutan perendam diganti setiap 24 jam hingga waktu perendaman selesai.

Setelah 22 hari, cakram resin komposit direndam menggunakan air suling selama 10 detik untuk menghilangkan sisa bahan perendam lalu diangkat menggunakan pinset.⁷ Cakram resin komposit kemudian dikeringkan menggunakan kertas *tissue* dan dilakukan pengukuran warna akhir. Perubahan warna dihitung dengan rumus sebagai berikut:⁴

$$\Delta E = [(L^*_1 - L^*_0)^2 + (a^*_1 - a^*_0)^2 + (b^*_1 - b^*_0)^2]^{1/2}$$

Keterangan:

- L^*_1 = Nilai L^* akhir, L^*_0 = Nilai L^* awal
- a^*_1 = Nilai a^* akhir, a^*_0 = Nilai a^* awal
- b^*_1 = Nilai b^* akhir, b^*_0 = Nilai b^* awal

Analisis data awal yang dilakukan adalah uji normalitas dan homogenitas. Analisis data kemudian dilanjutkan dengan uji ANOVA satu jalur ($p < 0,05$), dilanjutkan dengan uji *Post Hoc LSD* ($p < 0,05$) untuk mengetahui perbedaan antar kelompok penelitian.

Hasil penelitian

Hasil uji normalitas dan homogenitas menunjukkan data terdistribusi normal dan bersifat homogen ($p > 0,05$) sehingga dapat dilanjutkan dengan uji parametrik yaitu uji ANOVA satu jalur. Rata-rata perubahan warna komposit dan hasil uji ANOVA dapat dilihat pada Tabel 1.

Data pada Tabel 1 menunjukkan rata-rata perubahan warna tertinggi terdapat pada kelompok yang direndam dalam larutan teh hitam ($8,340 \pm 0,627$) dan rata-rata perubahan warna terendah terdapat pada kelompok yang direndam dalam air suling ($3,209 \pm 1,083$). Hasil uji ANOVA satu jalur pada data tersebut menunjukkan terdapat perbedaan perubahan warna resin komposit nanohibrida yang signifikan setelah perendaman dalam larutan teh dengan berbagai tingkat oksidasi. Uji *Post-Hoc LSD* selanjutnya dilakukan untuk mengetahui signifikansi perbedaan antar kelompok (Tabel 2).

Hasil uji *Post-hoc LSD* pada Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan perubahan warna yang signifikan ($p < 0,05$) antara kelompok air suling (kontrol) dengan kelompok perlakuan, yaitu teh putih, oolong, dan hitam. Perbedaan yang signifikan juga terlihat antara kelompok teh hijau dengan kelompok teh putih, oolong, dan hitam; serta antara kelompok teh oolong dengan kelompok teh hitam.

Pembahasan

Hasil penelitian ini (Tabel 1) menunjukkan bahwa perubahan warna resin komposit nanohibrida Filtek Z250 XT terjadi pada semua kelompok penelitian. Perubahan warna pada semua kelompok perlakuan

Tabel 1. Rata-rata perubahan warna (ΔE) resin komposit nanohibrida

Kelompok Penelitian	N	Mean \pm SD	Sig.
Kelompok A	6	3,209 \pm 1,083	0,000*
Kelompok B	6	7,841 \pm 2,003	
Kelompok C	6	4,111 \pm 0,856	
Kelompok D	6	6,917 \pm 0,806	
Kelompok E	6	8,340 \pm 0,627	

Tabel 2. Perbedaan nilai rata-rata perubahan warna resin komposit nanohibrida antar kelompok

Kelompok	air suling (A)	teh putih (B)	teh hijau (C)	teh oolong (D)	teh hitam (E)
air suling (A)	-	-4,631*	-0,902	-3,708*	-5,131*
teh putih (B)	4,631*	-	3,729*	0,923	-0,500
teh hijau (C)	0,902	-3,729*	-	-2,806*	-4,229*
teh oolong (D)	3,708*	-0,923	2,806*	-	-1,423*
teh hitam (E)	5,131*	0,500	4,229*	1,423*	-

Keterangan: Tanda * menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada uji *Post-Hoc* LSD ($p < 0.05$)

menunjukkan nilai yang melebihi ambang batas ($\Delta E > 3,3$), sedangkan perubahan warna pada kelompok kontrol mendekati ambang batas ($\Delta E = 3,2$). Nilai perubahan warna yang tinggi pada semua kelompok tersebut mungkin terjadi akibat komposisi material resin komposit nanohibrida yang digunakan.

Perubahan warna resin komposit sebagian besar dipengaruhi oleh kemampuan penyerapan air dan ikatan matriks-*filler* pada material tersebut, sehingga tipe matriks resin dan *filler* yang digunakan sangat menentukan besarnya perubahan warna suatu jenis komposit.^{4,15} Resin komposit yang digunakan dalam penelitian ini, yakni Filtek Z250 XT mengandung monomer pengencer TEGDMA dan PEGDMA yang memiliki sifat hidrofilik.^{16,17} Komposit ini juga memiliki *nanocluster filler* yang cenderung dapat menyerap air.¹⁸ Kedua faktor ini yang menyebabkan penyerapan air meningkat sehingga terjadi proses degradasi hidrolitik pada matriks resin dan *coupling agent*.^{15,17} Proses tersebut mengakibatkan ikatan antara matriks resin dan *filler* rusak sehingga celah antar muka matriks-*filler* terbentuk.¹⁷ Larutan warna yang semula hanya teradsorpsi pada permukaan komposit, akan berpenetrasi dan mengisi celah antara matriks-*filler* tersebut melalui proses absorpsi dengan air sebagai

perantara.^{15,19} Proses inilah yang pada akhirnya menyebabkan perubahan warna pada material restorasi komposit meningkat.

Partikel *filler* nano pada komposit nanohibrida juga mempengaruhi perubahan warna dengan meningkatkan kuantitas celah antar muka matriks-*filler*. *Filler* nano yang berukuran sangat kecil akan menghasilkan permukaan poles yang lebih halus pada restorasi komposit, namun di sisi lain karena area permukaannya yang luas, *filler* ini memiliki pertemuan antar matriks dan *filler* yang lebih banyak.^{20,21} Semakin banyak pertemuan antara matriks dan *filler*, maka semakin banyak celah antar muka matriks-*filler* yang dapat terbentuk. Area permukaan yang luas ini juga membuat proses pelapisan *filler* dengan *coupling agent* tidak dapat dilakukan secara sempurna.²⁰ Hal tersebut mengakibatkan ikatan matriks-*filler* menjadi lemah dan mudah rusak sehingga celah antar muka matriks-*filler* lebih mudah terbentuk.²⁰

Perubahan warna komposit nanohibrida pada kelompok perlakuan dalam penelitian ini menunjukkan nilai rata-rata yang bervariasi. Kelompok yang direndam dalam teh hitam merupakan kelompok dengan rata-rata perubahan warna paling besar diikuti dengan kelompok teh putih, teh oolong, dan teh hijau. Hasil uji *Post-Hoc* (Tabel 2) menunjukkan bahwa terdapat pola

signifikansi yang berbeda pada keempat kelompok tersebut, baik saat dibandingkan dengan kelompok kontrol, maupun saat dibandingkan antar kelompok teh itu sendiri. Hal ini membuktikan bahwa jenis teh sebagai faktor ekstrinsik dapat mempengaruhi besarnya perubahan warna yang terjadi pada material restorasi komposit.

Tahap yang sangat penting dalam menentukan karakteristik suatu jenis teh adalah tahap oksidasi enzimatis.²² Proses oksidasi ini mengacu kepada proses polimerisasi dan kondensasi oksidatif pada katekin yang dikatalisasi oleh polifenol oksidase.²³ Katekin adalah polifenol tidak berwarna pada teh yang tergolong dalam kelompok senyawa tanin.^{9,24} Oksidasi cincin B pada zat ini menyebabkan kuinon terbentuk.^{22,25} Quinon selanjutnya berikatan secara berpasangan dan membentuk tanin terkondensasi, yaitu teaflavin dan tearubigin.^{22,24} Teaflavin memberikan warna oranye-merah sedangkan tearubigin memberikan warna merah-coklat pada teh.^{22,25}

Hasil uji Post-Hoc pada Tabel 2 menunjukkan perubahan warna pada kelompok yang direndam teh putih, oolong, dan hitam lebih tinggi secara signifikan dibanding kelompok kontrol (air suling), sedangkan perubahan warna pada kelompok yang direndam teh hijau tidak berbeda signifikan dibandingkan kelompok kontrol. Hasil tersebut diduga terjadi akibat dari kandungan zat warna teaflavin dan tearubigin yang terdapat pada teh teroksidasi seperti teh putih, oolong, dan hitam, tidak dimiliki oleh teh non oksidasi seperti teh hijau.²⁵ Hal ini didukung penelitian yang dilakukan oleh Manojlovic *et al* yang menggunakan metode analisis spektrum warna untuk menentukan jenis pewarna mana dalam suatu minuman yang dapat menyebabkan perubahan warna pada resin komposit. Hasil penelitian tersebut menunjukkan terdapat kandungan pewarna dengan spektrum 380-450 nm pada teh yang dapat mempengaruhi stabilitas warna resin komposit.²⁶ Spektrum warna tersebut diketahui berasal dari senyawa tanin pada teh, yakni teaflavin dan tearubigin.^{27,28}

Teh hitam merupakan jenis teh dengan oksidasi penuh. Proses oksidasi pada teh ini dimulai dengan menghancurkan daun teh yang telah layu menggunakan mesin giling CTC. Mesin tersebut membuat proses penghancuran daun teh menjadi partikel yang lebih kecil dapat dilakukan secara cepat dan luas, sehingga cairan sel dikeluarkan maksimal dan area permukaan yang lebih besar dihasilkan untuk proses oksidasi enzimatis.²⁵ Daun teh selanjutnya melalui proses oksidasi penuh pada ruang dengan suhu dan kelembaban yang diatur, sehingga membuat teh hitam memiliki kandungan teaflavin dan tearubigin tertinggi dibanding semua jenis teh.^{25,29} Hal inilah yang menyebabkan teh hitam memiliki pengaruh paling besar terhadap perubahan warna komposit nanohibrida dalam penelitian ini.

Perubahan warna pada kelompok komposit yang direndam teh putih lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol dan teh hijau karena teh putih mengandung sejumlah teaflavin dan tearubigin, akibat adanya oksidasi yang tidak disengaja pada teh tersebut.^{9,30} Hal ini didukung penelitian Carloni *et al* yang menyatakan bahwa teh putih memiliki kandungan teaflavin yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan teh hijau.⁹ Teh yang seharusnya tidak teroksidasi ini, mengalami proses oksidasi akibat tidak dilakukan inaktivasi enzim pada daun teh tersebut sebelum proses pelayuan, padahal proses pelayuan menyebabkan penurunan kelembaban daun yang memicu kerusakan dinding sel sehingga terjadi oksidasi parsial pada daun teh.²⁵ Kandungan zat warna yang dihasilkan dari oksidasi tidak sengaja tersebut juga membuat teh putih yang semula diperkirakan menyebabkan perubahan warna yang rendah pada komposit, ternyata menyebabkan perubahan warna yang sebanding dengan teh oolong dan hitam pada penelitian ini. Hal ini terlihat pada data uji Post-Hoc yang menunjukkan perubahan warna komposit pada kelompok teh putih tidak berbeda secara signifikan dibandingkan kelompok teh oolong dan hitam. Teh oolong yang mengalami oksidasi sebagian

Septian Anggun:Stabilitas warna resin komposit nanohibrida setelah perendaman

juga mengandung sejumlah teaflavin dan tearubigin yang menyebabkan komposit nanohibrida pada kelompok yang direndam teh oolong mengalami perubahan warna yang signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol dan teh hijau, tetapi kadar kedua senyawa tersebut sebenarnya cukup rendah akibat proses oksidasi yang terbatas. Teh oolong dibuat dengan cara mememarkan daun teh secara ringan dengan mesin *rolling* sehingga jumlah sel yang rusak hanya sekitar 30%.^{23,31}

Proses tersebut dilanjutkan dengan proses oksidasi dalam waktu singkat yang kemudian dihentikan dengan pemanasan kering pada suhu 250°-300°C.³² Proses *rolling* ringan dan oksidasi dalam waktu singkat tersebut menyebabkan terbatasnya interaksi antara katekin dan polifenol oksidase sehingga teaflavin dan tearubigin yang dihasilkan tidak sebanding dengan teh hitam. Produksi teaflavin pada teh oolong ditekan hingga kadarnya hanya 1/10 dari kandungan teaflavin pada teh hitam.²³

Keadaan ini lalu diperburuk dengan adanya zat teasinensin yang cenderung lebih banyak terbentuk saat konsentrasi katekin teroksidasi rendah dan suhu lingkungan tinggi.^{27,31} Teasinensin adalah zat tidak berwarna yang juga terbentuk dari pasangan katekin teroksidasi sehingga pembentukannya bersifat kompetitif dengan teaflavin.^{22,25} Hal inilah yang menyebabkan perubahan warna komposit nanohibrida pada kelompok teh oolong dalam penelitian ini signifikan lebih rendah dibandingkan kelompok teh hitam.

Perubahan warna komposit nanohibrida pada kelompok teh hijau tidak berbeda signifikan dibandingkan kelompok kontrol karena rendahnya komposisi zat warna pada teh hijau dibandingkan jenis teh lain. Produksi teh hijau diawali dengan aplikasi cepat suhu tinggi pada daun teh yang baru dipetik melalui pemanasan uap atau kering.²⁵ Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk deaktivasi enzim polifenol oksidase sehingga tidak memberikan kesempatan katekin untuk teroksidasi, namun pemanasan dengan suhu $\geq 100^\circ\text{C}$ ini ternyata juga mengganggu

aktivitas enzim klorofilase.^{23,25} Enzim tersebut memiliki peran dalam degradasi klorofil yang tidak larut air, menjadi klorofilid yang dapat larut dalam air sebagai pigmen warna hijau, sehingga teh hijau hanya sedikit mengandung pewarna hijau klorofilid dan tidak mengandung teaflavin ataupun tearubigin.^{33,34} Rendahnya zat warna pada teh hijau bukan hanya menyebabkan perubahan warna pada kelompok yang direndam teh hijau pada penelitian ini tidak signifikan dibandingkan kelompok kontrol, tetapi juga signifikan lebih rendah dibandingkan kelompok yang direndam teh putih, oolong, dan hitam. Hasil penelitian ini didukung dengan penelitian Nezhadnasrollah et al. yang menguji pengaruh beberapa jenis teh terhadap tiga jenis komposit berbeda. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perubahan warna komposit nanohibrida Grandio pada kelompok yang direndam teh hijau signifikan lebih rendah dibandingkan kelompok yang direndam teh hitam.³⁵

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan stabilitas warna resin komposit nanohibrida setelah perendaman dalam teh dengan berbagai tingkat oksidasi. Jenis teh yang menyebabkan perubahan warna paling sedikit dibandingkan teh lainnya adalah teh hijau.

Daftar pustaka

1. Ibrahim MAM, Bakar WZB, Husein A. A comparison of staining resistant of two composite resins, J Orofac Sci. 2009; 4(1): 13-6
2. Milnar FJ. The evolution of direct composites. Compend Contin Educat Dent Suppl. 2011; 32(1):2-3
3. Anusavice KJ, Shen C, Rawls R. Phillips' science of dental materials 12th ed. New York: Elsevier Inc; 2013. p. 34-7,278-93
4. Al Kheraif AAA, Qasim SS, Ravikumar R and Ihtesham R. Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and

- microhybrid composites. *Dent Mater J* 2013; 32(2): 326–31
5. Heshmat H, Hajian M, Hoorizad GM, Emami AM. Effect of tea on color change of silorane and methacrylate based composite resin. *JIDAI Fall* 2013; 25(3): 198-201.
 6. Garoushi et al. Influence of staining solutions and whitening procedures on discoloration of hybrid composite resin. *Acta Odontol Scand.* 2012; 1-4
 7. Mahdisiar F, Nasoohi N, Safi M, Sahraee Y, Zavareian S. Evaluating the effect of tea solution on color stability of three dental composite (in vitro). *J Res Dent Sci Spring* 2014; 11(1): 14-9
 8. Zhen Young-su. *Tea: bioactivity and therapeutic potential.* London: Taylor and Francis; 2002. p. 1, 8-10
 9. Carloni P et al. Antioxidant activity of white, green and black tea obtained from the same tea cultivar. *Food Res In.* 2013; 900–8
 10. Nuaimi HG and Ragab HM, Effect of aggressive beverage on the color stability of different nanohybrid resin based composite. *European J Gen Den.* 2014; 3(3): 190-3
 11. Omata et al. Staining of hybrid composites with coffee, oolong tea, or red wine. *Dent Materials J* 2006; 25(1) : 125-31
 12. Tanthanuch S, Kukiattrakoon B, Kedrak P. Effect of green and white tea on stainability of resin composites. *CU Dent J* 2011; 34: 169-80
 13. Park JK, Kim TH, Ko CC, Godoy GF, Kim HI, Kwon YH. Effect of staining solutions on discoloration of resin nano composite. *Am J Dent.* 2010; 23(1): 39-42.
 14. Paradigm [package insert]. St. Paul, MN: 3M ESPE. 2011.
 15. Al-Nahedh HN and Awliya WY. The effectiveness of four methods for stain removal from direct resin-based composite restorative materials. *Saudi Den J.* 2013; 25: 61–7
 16. Filtek Z250 XT. Technical data sheet. St. Paul, MN: 3M ESPE. 2011
 17. Heshmat H, Gangkar MH, Arjomand ME, Kharazifard MJ. Color stability of three composite resins following accelerated artificial aging: an in-vitro study. *JIDA Spring* 2014; 26 (1): 9-14
 18. Ertas E, Guler AU, Nyucela, Koprulu H, Gvler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Den Mater J* 2006; 25(2): 371-6
 19. Khokar HN, Qureshi R. Ali SM. Evaluation of discoloration of some composite restorative materials. *PODJ* 2009; 29(1): 123-30
 20. Nasoohi N, Khorgami K, Tasoji Z, Arian N. Evaluating the discoloration effect of tea on kalore and gradia composites. *J Res Dent Sci* 2014; 11(3): 169-75
 21. Amdjadi P, Ghasemi A, Najafi F, Nojehdehian H. Pivotal role of filler / matrix interface in dental composites: Review. *Biomed Res India* 2017; 28(3): 1054-65
 22. Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. *Food chemistry* 4th revised and extended edition. Berlin: Springer; 2009. p 241-8
 23. Chaturvedula VSP and Prakash I. The aroma, taste, color and bioactive constituents of tea. *J Med Plant Res* 2011; 5(11): 2110-24
 24. Mander L, Liu B, Townsend CA, Yutaka E. *Comprehensive natural products ii: chemistry and biology.* Oxford: Elsevier; 2010. p. 657
 25. Preedy VR. *Processing and impact on antioxidants in beverages.* Oxford: Elsevier; 2014. p. 110-7
 26. Manojlovic D, Lenhardt L, Milićević B, Antonov M, Miletic V, Dramićanin MD. Evaluation of staining-dependent colour changes in resin composites using principal component analysis. *Sci. Rep.* 2015; 5: 1-8
 27. Wilson KC and Clifford MN. *Tea: cultivation to consumption.* Wiley: Springer science; 1992. p. 251
 28. Uchida K, Ogawa K, Yanase E. Structure determination of novel oxidation products from epicatechin: thearubigin-like molecules. *MDPI* 2016; 21: 1-9
 29. Spiller GA. *Caffeine.* New York: CRC Press; 1998. p. 53, 56
 30. Zhang L, Li N, Ma ZZ, Tu PF. Comparison of the chemical constituents of aged pu-

- erh tea, ripened pu-erh tea, and other teas using hplc-dad-esi-ms. *J Agric Food Chem.* 2011; 59:8754-60
31. Weerawatanakorn M et al. Chemistry and health beneficial effects of oolong tea and theasinensins. *Food Science and Human Wellness* 2015; 4:133-46
32. Theppakorn T. Stability and chemical changes of phenolic compound during oolong tea processing. *Int Food Res J* 2016; 23(2): 564-74
33. Kohata K. Haraguchi T. Tsuji M. Ujihara T. Horie H. Changes in contents of chlorophyll pigments and chlorophyllase activity during manufacturing of tencha. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 2001;48(10):744-50
34. Erge HS, Karaden F, Koca N, Soyer Y. Effect of heat treatment on chlorophyll degradation and color loss in green peas. *GIDA* 2008; 33(5): 225-33
35. Nezhadnasrolla F, Shahrokhzadeh E, Gholinia H. Evaluation of the effect of different herbal tea on discoloration of different kinds of composite. *JDMT* 2016;5(3):145-52