

PERBEDAAN TINGKAT KEKERASAN PERMUKAAN BAHAN RESTORASI RESIN KOMPOSIT NANOFILLER SETELAH PERENDAMAN DALAM LARUTAN TEH HITAM DAN TEH HIJAU

Putri Pradisha Adha^a, Dewi Arsih Sulistiani^b, Portuna Putra Kambaya^c

^a Program Studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman

^b Laboratorium Dental Material, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman

^c Laboratorium Kedokteran Gigi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman

Email: putripradisha26@gmail.com^a

Abstrak

Resin komposit adalah bahan restorasi yang banyak digunakan di kedokteran gigi masa kini. Pada perkembangan terakhir, munculah resin komposit jenis nanofiller. Kekerasan mikro permukaan merupakan sifat utama komposit dalam keberhasilan restorasi gigi. Makanan dan minuman yang bersifat asam dapat menyebabkan resin komposit mengalami degradasi matriks sehingga mengalami penurunan kekerasan permukaan. Teh hitam dan teh hijau merupakan bahan minuman alami yang sangat populer yang mengandung asam. Penelitian ini untuk mengetahui perbedaan tingkat kekerasan permukaan bahan restorasi resin komposit *nanofiller* setelah perendaman dalam larutan teh hitam dan teh hijau. Penelitian *true experimental* dengan menggunakan *post-test only control group design*. Jumlah sampel sebanyak 27 buah yang dibagi dalam 1 kelompok kontrol dan 2 kelompok perlakuan. Kelompok perlakuan direndam dengan larutan teh hitam dan teh hijau. Kelompok kontrol tidak dilakukan perendaman. Setelah itu dilakukan pengukuran menggunakan *Rockwell Hardness Tester*. Hasil uji diperoleh nilai kekerasan resin komposit pada kelompok kontrol adalah $52,778 \pm 3,5860$ HR15N, pada perendaman larutan teh hitam $52,678 \pm 5,4986$ HR15N, dan pada perendaman larutan teh hijau $48,278 \pm 2,3983$ HR15N. Data berdistribusi normal dengan menggunakan uji Shapiro Wilk ($p > 0,05$). Hasil uji One Way ANOVA diperoleh nilai ($p = 0,041$), serta uji Post Hoc Games-Howell menunjukkan adanya perubahan kekerasan resin komposit yang signifikan hanya pada kelompok kontrol dan kelompok perendaman teh hijau. Terdapat perbedaan tingkat kekerasan resin komposit nanofiller yang tidak signifikan antara perendaman dalam larutan teh hitam dan larutan teh hijau.

Kata Kunci : resin komposit *nanofiller*, kekerasan permukaan, teh hitam, teh hijau

Abstract

Composite resin is a popular restoration material in modern dentistry. A new type of nanofiller composite resin has emerged in recent developments. The main feature of composite resin in the success of dental restorations is micro surface hardness. Acidic foods and beverages can degrade the matrix of composite resin, resulting in a decrease in surface hardness. Acidic natural beverages such as black and green tea are popular. This study aimed to compare the surface hardness levels of nanofiller composite restoration materials after soaking in black and green tea solutions. A true experimental study with only a posttest control group. The sample size was 27 pieces, divided into one control group and two treatment groups. The treatment groups were immersed in black tea and green tea solutions, while the control group was not. Following that, measurements were taken with a Rockwell Hardness Tester. The test results revealed that the hardness value of composite resin in the control group was 52.778 ± 3.5860 HR15N, 52.678 ± 5.4986 HR15N in the black tea soaking group, and 48.278 ± 2.3983 HR15N in the green tea soaking group. The Shapiro Wilk test revealed that the data was normally distributed ($p > 0.05$). The One Way ANOVA test yielded a value of ($p = 0.041$), and the Post Hoc Games-Howell test revealed that only the control and green tea soaking groups experienced a significant change in composite resin hardness. There were no significant differences in the surface hardness level of nanofiller composite resin after soaking in black and green tea solutions in this study.

Keywords: nanofiller composite resin, surface hardness, black tea, green tea

PENDAHULUAN

Teknologi dan bahan kedokteran gigi terus berkembang pesat. Karena kompleksitas rongga mulut, termasuk bakteri, kekuatan tinggi, pH yang berubah, dan lingkungan cairan yang hangat, penerapan ilmu bahan menjadi unik di bidang kedokteran gigi. Pengetahuan tentang ilmu material sangat penting saat merancang solusi optimal untuk merestorasi struktur gigi.¹³ Pada kedokteran gigi masa kini, resin komposit merupakan bahan restorasi yang paling banyak digunakan.⁷ Dalam perkembangan terakhir, telah muncul resin komposit dengan ukuran partikel *filler* yang lebih kecil dan sistem *bonding* yang lebih baik, yaitu resin komposit *nanofiller*.⁸

Salah satu sifat mekanik resin komposit adalah kekerasan permukaan, yang mana telah dilaporkan menjadi sifat utama komposit dalam keberhasilan restorasi gigi.² Kekerasan yang tidak maksimal dapat menyebabkan resin komposit gagal menahan tekanan kunyah, dapat retak (*crack*) atau lepas dari gigi.¹² Faktor yang mempengaruhi kekerasan permukaan resin komposit meliputi sifat fisik dan kimia. Faktor lainnya adalah makanan atau minuman yang dikonsumsi. Jika makanan atau minuman yang dikonsumsi bersifat asam, resin komposit

dapat mengalami degradasi matriks, yang mengakibatkan penurunan kekerasan permukaan.⁷

Degradasi matriks adalah pemisahan gugus metakrilat pada Bis-GMA, karena polimer resin komposit mengandung ikatan yang tidak stabil sehingga mudah terdegradasi jika terkena pH rendah (asam). Putusnya ikatan polimer akibat degradasi mengakibatkan terbentuknya monomer sisa berupa metil metakrilat. Monomer sisa ini akan terlepas dari resin komposit saat terkena saliva atau asam. Penurunan kekerasan permukaan resin komposit menyebabkan kegagalan bahan dan estetika resin komposit.⁷

Teh merupakan salah satu bahan minuman alami yang paling digemari masyarakat.⁹ Teh berasal dari daun tanaman *Camellia sinensis* dan dibagi menjadi teh yang tidak difermentasi (teh putih dan teh hijau), teh semi fermentasi (teh oolong) dan teh fermentasi (teh hitam) sesuai dengan cara pengolahannya. Total konsumsi teh Indonesia menempati urutan kesebelas di dunia. Di antara teh yang diproduksi dan dikonsumsi di dunia, teh hitam menyumbang 78%, teh hijau menyumbang 20%, teh oolong menyumbang kurang dari 2%, dan sisanya adalah varietas teh lain yang kurang populer. Kandungan senyawa pada teh

hitam dan teh hijau tidak jauh berbeda, namun kandungan polifenol seperti katekin pada teh hijau masih tergolong tinggi.¹

Mengingat belum ada penelitian mengenai perbedaan tingkat kekerasan resin komposit *nanofiller* setelah perendaman dalam larutan teh hitam dan teh hijau, maka peneliti tertarik untuk meneliti hal tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *true experimental* dengan menggunakan *post-test only control group desain*. Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2022 dan dilaksanakan pada Laboratorium *Dental Material* Fakultas Kedokteran Universitas Mulawarman dan Laboratorium Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan. Populasi penelitian adalah resin komposit *nanofiller* yang berbentuk lingkaran dengan diameter 7 mm dan ketebalan 4 mm.

Sampel penelitian adalah resin komposit *nanofiller* dengan diameter 7 mm dan ketebalan 4 mm yang memiliki permukaan halus dan rata, dengan keseluruhan sampel berjumlah 27 yang dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu 9 buah spesimen tidak dilakukan perendaman sebagai kontrol, 9 buah spesimen direndam dalam larutan teh hitam, dan 9 buah

spesimen direndam dalam larutan teh hijau yang masing masingnya disimpan dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 18 jam.

Pengujian kekerasan sampel, pengujian dilakukan dengan alat uji kekerasan *Rockwell Hardness Test* dengan memberikan tekanan sebesar 15 kgf selama 5 detik. Pengujian kekerasan pada tiap-tiap sampel dilakukan pada bidang atas sampel. Pada bidang tersebut dilakukan 1 titik pengukuran yang terletak pada bagian sentral sampel.

Data yang diperoleh dari penelitian ini dikumpulkan berdasarkan pengamatan pengukuran kekasaran permukaan resin komposit *nanofiller* setelah perlakuan perendaman dalam larutan teh hitam dan hijau. Data yang terkumpul dievaluasi menggunakan SPSS, normalitas data diuji dengan melakukan uji *Shapiro-Wilk*, dan dilanjutkan dengan uji *One Way ANOVA* untuk melihat apakah terdapat perbedaan kekerasan permukaan resin komposit *nanofiller* dibandingkan dengan resin komposit *nanofiller* pada kelompok kontrol, kelompok perendaman larutan teh hitam dan hijau. Uji ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat signifikansi $p \leq 0.05$. Uji *Post Hoc Games-Howell* kemudian dilakukan untuk menentukan perbedaan yang signifikan antar kelompok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian ini, didapatkan nilai rerata kekerasan permukaan resin komposit *nanofiller* kelompok kontrol adalah $52,778 \pm 3,5860$ HR15N, kelompok perendaman dalam larutan teh hitam adalah $52,678 \pm 5,4986$ HR15N, dan kelompok perendaman dalam larutan teh hijau adalah $48,278 \pm 2,3983$ HR15N. Rerata hasil penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.

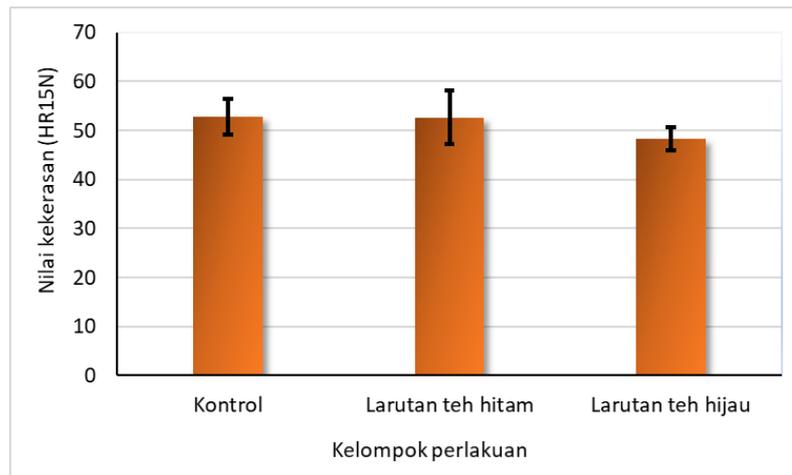
Uji normalitas data yang digunakan adalah *Shapiro-Wilk*. Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* didapatkan $p > 0,05$, sehingga data yang diperoleh berdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis data yang digunakan adalah uji data parametrik yaitu uji *One Way ANOVA* untuk melihat perbedaan kekerasan permukaan kelompok kontrol, kelompok perendaman larutan teh hitam, dan teh hijau.

Pada tabel 1. dapat dilihat pada kolom Sig. Didapatkan nilai 0,041 ($p < 0,05$), maka H_0 ditolak, dimana terdapat perbedaan kekerasan permukaan resin komposit *nanofiller* setelah perendaman dalam larutan teh hitam dan larutan teh hijau. Uji homogenitas varian menunjukkan bahwa data tidak homogen ($p = 0,032 < 0,05$), sehingga dilanjutkan uji *post hoc* non

parametrik yaitu uji *Post Hoc Games-Howell*.

Dari hasil uji *Post Hoc Games-Howell* didapatkan rerata perbedaan kekerasan permukaan resin komposit *nanofiller* antara kelompok kontrol dan perendaman dalam larutan teh hitam adalah sebesar 0,1 dengan nilai signifikansi 0,999. Rerata perbedaan kekerasan permukaan resin komposit *nanofiller* kelompok kontrol dan kelompok perendaman dalam larutan teh hijau adalah sebesar 4,5 dengan nilai signifikansi 0,019. Rerata perbedaan kekerasan permukaan resin komposit *nanofiller* antara kelompok perendaman dalam larutan teh hitam dan kelompok perendaman dalam larutan teh hijau adalah sebesar 4,4 dengan nilai signifikansi 0,115. Hasil uji statistik *Post Hoc Games-Howell* ini dapat dilihat pada tabel 2.

Dari hasil uji *Post Hoc Games-Howell* didapatkan hasil, yaitu: terdapat perbedaan kekerasan yang tidak signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok perendaman dalam larutan teh hitam ($p = 0,999 > 0,05$), terdapat perbedaan kekerasan yang tidak signifikan antara kelompok perendaman dalam larutan teh hitam dan larutan teh hijau ($p = 0,115 >$



Gambar 1. Grafik rerata kekerasan resin komposit *nanofiller* tanpa perendaman (kontrol), perendaman larutan teh hitam, dan perendaman larutan teh hijau.

Tabel 1. Hasil uji statistik *One Way ANOVA*

	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Between Groups</i>	118.860	2	59.430	3.650	.041
<i>Within Groups</i>	390.767	24	16.282		
Total	509.627	26			

Tabel 2. Hasil uji statistik *Post Hoc Games-Howell*

Perbandingan antar kelompok		<i>Sig.</i>
Kontrol	Larutan teh hitam	.999
	Larutan teh hijau	.019
Larutan teh hitam	Larutan teh hijau	.115

0,05), dan terdapat perbedaan kekerasan yang signifikan antara kelompok kontrol dan larutan teh hijau ($p = 0,019 < 0,05$). Hal ini disebabkan karena kandungan asam yang tinggi dalam larutan teh hijau, yang berdifusi ke dalam matriks resin dan mempengaruhi ion lain, menyebabkan mereka terlepas dari matriks, menyebabkan degradasi matriks resin, terutama monomer Bis-GMA.⁸

Resin komposit berbeda dalam jenis pengisi anorganik. Resin komposit *nanofiller* dianggap memiliki kandungan *filler* yang tinggi, mudah diaplikasikan dan bertahan lama, oleh karena itu resin komposit *nanofiller* banyak digunakan dalam kedokteran gigi. Resin komposit yang mengandung bahan pengisi seng dan kaca barium lebih banyak menyerap air daripada resin komposit yang mengandung bahan

pengisi kuarsa. *Filler* kaca zirkonia juga lebih mudah menyerap air. Dalam penelitian ini, resin komposit mengandung bahan pengisi zirkonia/silika.³ Dalam resin komposit *nanofiller*, penyusutan polimerisasi dan difusi uap gelembung gas menyebabkan retakan mikro dalam matriks resin selama proses inisiasi dan propagasi. Proses ini dapat memberikan suplai agen kimia dan jalur untuk berdifusi ke dalam bahan restoratif, menghasilkan degradasi yang cepat.⁵

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh (Mulie, 2020) yang membandingkan kekerasan permukaan resin komposit *nanofiller* setelah perendaman dalam minuman yang nilai pHnya berbeda. Hasil penelitiannya menunjukkan minuman bervitamin (pH = 3,4) memiliki nilai kekerasan yang lebih kecil dibandingkan pada minuman kopi (pH = 5,7). Penelitian menunjukkan bahwa minuman dengan kandungan asam yang lebih tinggi memiliki efek yang lebih besar dalam mengurangi kekerasan permukaan resin komposit *nanofiller*. Hal ini dikarenakan minuman dengan kandungan asam yang tinggi akan mempercepat degradasi resin komposit dan meningkatkan pelepasan monomer.¹⁰

Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanik yang penting dan sering digunakan

untuk membandingkan bahan restoratif dan menilai ketahanan permukaan material terhadap indentasi atau penetrasi. Kekerasan harus selalu diperhatikan, terutama di area yang luas dengan kekuatan mengunyah. Kekerasan sangat berkorelasi dengan tingkat konversi komposit resin. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekerasan suatu bahan restoratif dapat mempengaruhi daya tahannya. Perbedaan kekerasan dipengaruhi oleh derajat transformasi dan komposisi komposit, meliputi ukuran, jenis dan volume bahan pengisi. Peningkatan konversi menghasilkan sifat mekanik yang lebih tinggi seperti kekerasan.⁶

Proses penurunan kekerasan permukaan komposit akibat tingkat keasaman dilaporkan oleh Valinoti dan Narsimha. Penelitian (Valinoti et al., 2008), mengungkapkan bahwa resin komposit dari merek yang berbeda akan mengalami penurunan kekerasan karena kandungan pH yang asam. Asam memiliki banyak ion H⁺ yang berdifusi ke dalam matriks dan kemudian bergabung dengan ion negatif di dalam matriks. Ion H⁺ dapat mempengaruhi ion lain terdorong keluar dan terbebas dari matriks. Hilangnya ion dalam matriks menyebabkan pemutusan ikatan kimia dan destabilisasi matriks, dimana matriks juga larut dan terurai.¹⁵

Penelitian (Kafalia et al., 2017) menunjukkan terjadi penurunan kekerasan resin komposit setelah dilakukan perendaman pada jus jeruk yang bersifat asam. Bahan resin komposit yang direndam dalam cairan asam memiliki kelarutan yang tinggi, yang dapat menyebabkan erosi pada permukaan resin komposit. Hal ini mempengaruhi keausan resin komposit yang mengakibatkan penurunan kekerasan permukaan resin komposit. Ketika polimer menyerap air, terjadi penurunan kekerasan, mengakibatkan dekomposisi hidrolitik dan hilangnya ikatan antara matriks resin dan filler. Penyerapan air terjadi karena adanya proses difusi air ke dalam resin komposit. Sejumlah besar ion H⁺ dalam asam akan berdifusi ke dalam resin komposit dan bergabung dengan ion negatif dalam matriks, sehingga merusak resin komposit dan membentuk monomer sisa metil metakrilat. Ini menghasilkan ikatan kimia yang tidak stabil yang memungkinkan matriks larut dan hancur.⁷

Penurunan kekerasan resin komposit dapat terjadi dengan dua mekanisme. Mekanisme pertama adalah degradasi matriks karena sifat penyerapan air komposit. Degradasi matriks adalah pembelahan gugus metakrilat dalam Bis-GMA, karena polimer resin komposit mengandung ikatan yang tidak stabil

sehingga mudah terdegradasi pada kondisi pH (asam) rendah. Air yang asam dapat diserap oleh komposit sehingga memutuskan ikatan antara matriks dan filler. Penyerapan air oleh resin komposit terjadi karena matriks resin bersifat hidrofilik sehingga memungkinkan matriks menyerap air. Setelah itu akan terjadi hidrolisis, pemutusan ikatan antara silan dan filler, pemutusan ikatan antara filler dan matriks, dan juga akan menyebabkan degradasi antar filler. Pemecahan matriks dan ikatan filler mengarah pada pembentukan monomer sisa metil metakrilat. Monomer sisa akan terlepas dari komposit saat terkena saliva atau cairan yang mengandung asam. Ion H⁺ dari katekin dan senyawa fenolik lainnya berdifusi ke dalam matriks dan bergabung dengan ion negatif dalam matriks. Ion H⁺ menyebabkan ion bebas terdorong keluar dan lepas dari ikatan matriks. Disosiasi ion dari matriks menyebabkan ikatan kimia yang tidak stabil, dan akhirnya matriks juga hancur dan larut. Hal ini mengakibatkan penurunan kekerasan permukaan resin komposit.^{4,5,14}

Mekanisme kedua adalah degradasi ikatan siloksan. Degradasi terjadi karena putusannya ikatan siloksan Si-O-Si yang terbentuk antara filler dan coupling agent. Hal ini dapat menyebabkan filler lepas dan mengurangi kekerasan permukaan

komposit.⁴ Senyawa fenolik yang terdapat dalam larutan teh memiliki gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada cincin aromatik. Gugus hidroksil fenolik akan mengalami pelepasan dan bergabung dengan ikatan siloksan, yang menyebabkan pemutusan ikatan siloksan Si-O-Si menjadi SiOH, sehingga terjadi degradasi dan penurunan kekerasan resin komposit.⁵

Teh hijau dan teh hitam semuanya mengandung senyawa katekin (tanin). Teh hijau merupakan teh yang diperoleh tanpa fermentasi, sehingga masih memiliki kandungan tanin yang tinggi dibandingkan dengan teh hitam, dimana katekin mengalami reaksi fermentasi atau oksidasi enzimatis yang mengakibatkan konversi katekin menjadi senyawa oksidasinya yaitu theaflavin dan thearubigin. Menurut Lucida (2006), katekin bersifat asam dengan pH 2,8-4,9. Tanin pada teh dapat mengganggu ikatan polimer resin, yang mempengaruhi kekerasan resin komposit.¹¹

Pada penelitian ini, perbedaan kekerasan resin komposit dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain penyerapan air, proses hidrolisis, penurunan pH, dan efek agresif dari asam yang terkandung dalam teh hitam dan teh hijau. Lamanya waktu perendaman juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perbedaan kekerasan

antara kelompok larutan teh hitam dan teh hijau. Faktor lain yang menyebabkan perbedaan kekerasan permukaan antara resin komposit yang direndam dalam larutan teh hitam dan teh hijau adalah kandungan asam yang lebih tinggi pada teh hijau. Kandungan asam pada teh hijau 3 kali lebih tinggi dari pada teh hitam. Oleh karena itu, pH yang lebih rendah dari larutan teh hijau membahayakan integritas permukaan resin komposit, menghasilkan kekerasan resin komposit yang lebih rendah. Kandungan asam yang lebih tinggi pada teh hijau meningkatkan jumlah monomer yang dilepaskan, dimana dengan adanya ion H⁺ dalam jumlah besar menyebabkan proses pelepasan ion berlangsung lebih cepat, ikatan kimia langsung menjadi tidak stabil, dan akhirnya terjadi degradasi matriks yang mengarah penurunan kekerasan resin komposit. Hal ini mengakibatkan kekerasan permukaan resin komposit yang direndam dalam larutan teh hijau lebih rendah dibandingkan dengan larutan teh hitam.^{4,5}

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini menyatakan bahwa

1. Terdapat perbedaan tingkat kekerasan resin komposit *nanofiller* yang tidak signifikan antara perendaman dalam

larutan teh hitam dan larutan teh hijau. Rerata perbedaan kekerasan permukaan resin komposit *nanofiller* antara kelompok perendaman dalam larutan teh hitam dan kelompok perendaman dalam larutan teh hijau adalah sebesar 4,4 dengan nilai signifikansi 0,115.

2. Tingkat kekerasan permukaan bahan restorasi resin komposit *nanofiller* setelah perendaman dalam larutan teh hitam yaitu $52,678 \pm 5,4986$ HR15N.
3. Tingkat kekerasan permukaan bahan restorasi resin komposit *nanofiller* setelah perendaman dalam larutan teh hijau yaitu $48,278 \pm 2,3983$ HR15N.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih banyak kepada Program Studi Kedokteran Gigi Universitas Mulawarman dan pihak Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anggraini, T. (2018). Proses dan manfaat teh. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
2. Erdemir, U., Yildiz, E., Eren, M. M., & Ozel, S. (2013). Surface hardness evaluation of different composite resin materials: influence of sports and energy drinks immersion after a short-term period. *Journal of Applied Oral Science*, 21(2), 124–131.
3. Erlinawati, Untara, T. E., & Ratih, D. N. (2013). Perbedaan kekerasan mikro resin komposit nano dan silorane pada penggunaan obat kumur dengan dan tanpa kandungan alkohol (kajian in vitro). *Jurnal Kedokteran Gigi*, 4(2), 67–74.
4. Handayani, D. P., Puspitasari, D., & Dewi, N. (2016). Efek perendaman rebusan Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) terhadap kekerasan permukaan resin komposit. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 2(2), 60.
5. Ikhsan, N., Kasuma, N., & Kustantiningtyastuti, D. (2016). Perbedaan Kekerasan Permukaan Bahan Restorasi Resin Komposit Nanofiller yang Direndam dalam Minuman Ringan Berkarbonasi dan Minuman Beralkohol. *Andalas Dental Journal*, 1(6), 46–57.
6. Irmaleny, Hidayat, O. T., & Khalidja, D. (2022). The hardness differences between packable composite and bulk fill composite. *Journal of International Dental and Medical Research*, 15(4), 1459–1464.
7. Kafalia, R. F., Firdausy, M. D., & Nurhapsari, A. (2017). Pengaruh jus jeruk dan minuman berkarbonasi terhadap kekerasan permukaan resin komposit. *ODONTO : Dental Journal*, 4(1), 38.
8. Kharisma, P. N., Nugroho, R., & Budirahardjo, R. (2020). Pengaruh aplikasi gliserin pada kekerasan resin komposit nanofiller dengan perendaman cuka apel (effect of glycerin application on hardness of nanofiller composite with immersion of apple cider vinegar). *Journal Pustaka Kesehatan*, 8(2), 87–92.
9. Lelita, D. I., Rohadi, & Putri, A. S. (2018). Sifat antioksidatif ekstrak teh (camellia

- sinensis linn.) jenis teh hijau, teh hitam, teh oolong dan teh putih dengan pengeringan beku (freeze drying). *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 13(1), 15–30.
10. Mulie, T. V. W. (2020). *Kekerasan Permukaan Resin Komposit dalam Minuman yang Nilai pHnya Berbeda*. Universitas Sumatera Utara.
 11. Mulyo, P. (2021). *Perbedaan warna resin akrilik heat cured setelah perendaman seduhan teh hijau dan teh hitam selama 1 hari, 2 hari dan 3 hari*. Universitas Sumatera Utara.
 12. Razibi, N. D., Nahzi, M. . I., & Puspitasari, D. (2017). Perbandingan jarak penyinaran dan ketebalan bahan terhadap kekerasan permukaan resin komposit tipe bulk fill. *Dentino (Jur. Ked. Gigi)*, 2(2), 211–214.
 13. Sakaguchi, R. L., Ferracane, J. L., & Powers, J. M. (2018). Craig's restorative dental materials. In *Elsevier, Inc.* (Fourteenth). Elsevier Inc.
 14. Sitanggang, P., Tambunan, E., & Wuisan, J. (2015). Uji kekerasan komposit terhadap rendaman buah jeruk nipis (*Citrus Aurantifolia*). *E-GIGI*, 3(1).
 15. Valinoti, A. C., Neves, B. G., Da Silva, E. M., & Maia, L. C. (2008). Surface degradation of composite resins by acidic medicines and pH-cycling. *Journal of Applied Oral Science*, 16(4), 257–265.