

Pengaruh Perendaman Minuman Bersoda terhadap Kekuatan Tekan Resin Komposit *Bulk-Fill Flowable*

Cindy Nathania^{1*}, Rosita Stefani², Eddy³, Steward Hadi⁴

¹Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta

^{2,4*}Departemen Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta

³Departemen Bahan Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta

*Korespondensi: Rosita Stefani, rosita@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Latar Belakang: Resin komposit *bulk-fill flowable* semakin banyak digunakan sebagai material restorasi langsung pada kavitas kelas II. Di antara berbagai minuman, minuman bersoda merupakan salah satu yang paling sering dikonsumsi dan memiliki pH rendah yang dapat menyebabkan degradasi material restorasi serta memengaruhi sifat mekaniknya. Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi pengaruh perendaman dalam minuman bersoda terhadap kekuatan tekan resin komposit *bulk-fill flowable*. **Metode:** Sebanyak 54 sampel resin komposit *bulk-fill flowable* dari tiga merek (*Beautiful Bulk Flowable*, *SDR flow+*, *Tetric N-Flow Bulk Fill*) berbentuk silinder (diameter 2 mm; tinggi 4 mm) dibagi menjadi 3 kelompok kontrol dan 3 kelompok perlakuan. Kelompok kontrol direndam dalam saliva buatan, sedangkan kelompok perlakuan direndam dalam minuman bersoda selama 6 jam dan dalam saliva buatan selama 18 jam pada suhu 37°C selama 6 hari. Setelah perendaman, sampel diuji kekuatan tekannya menggunakan *Universal Testing Machine*. **Hasil:** Data berdistribusi normal dan homogen ($p > 0,05$), dan tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok berdasarkan uji Two-Way ANOVA ($p > 0,05$). **Kesimpulan:** Perendaman dalam minuman bersoda tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tekan resin komposit *bulk-fill flowable*, yang menunjukkan ketahanan baik terhadap lingkungan asam.

Kata kunci: Minuman Bersoda; pH; Resin Komposit *Bulk-Fill Flowable*; Kekuatan Tekan

ABSTRACT

Background: Bulk-fill flowable resin composites are widely used as direct restorative materials for Class II cavities. Soft drinks, commonly consumed and acidic in nature, may degrade restorative materials and alter their mechanical properties. This study evaluated the effect of immersion in soft drinks on the compressive strength of bulk-fill flowable resin composites. **Methods:** A total of 54 bulk-fill flowable resin composite samples from three brands (*Beautiful Bulk Flowable*, *SDR flow+*, and *Tetric N-Flow Bulk Fill*) were prepared in cylindrical form (2 mm in diameter and 4 mm in height) and divided into three control groups and three experimental groups. The control groups were immersed in artificial saliva, while the experimental groups were immersed in soft drinks for 6 hours and then in artificial saliva for 18 hours at 37°C for 6 days. After immersion, the samples were tested for compressive strength using a *Universal Testing Machine*. **Results:** Data were normally distributed and homogeneous ($p > 0.05$). Two-Way ANOVA showed no significant difference among groups ($p > 0.05$). **Conclusion:** Immersion in soft drinks did not significantly affect the compressive strength of bulk-fill flowable resin composites, suggesting these materials exhibit good resistance to acidic conditions.

Keywords: Soda; pH; Bulk-Fill Flowable Composite Resin; Compressive Strength

PENDAHULUAN

Bahan restorasi direk merupakan bahan yang digunakan untuk mengisi kavitas dalam satu kunjungan. Bahan-bahan yang digunakan untuk restorasi direk adalah amalgam, resin komposit, *glass ionomer*, dan *resin-modified glass ionomer*.¹

Resin komposit merupakan bahan restorasi direk utama yang paling sering digunakan oleh para dokter gigi untuk melakukan penumpatan.² Resin komposit memiliki tiga kandungan utama, yaitu matriks resin, *filler* dan *coupling agent*.³ Tumpatan ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan amalgam, yaitu lebih biokompatibel, mempunyai estetika yang lebih baik, dan membutuhkan preparasi yang minimal.⁴ Resin komposit juga memiliki berbagai jenis konsistensi sehingga dapat dimanipulasi dan dibentuk dengan mudah.² Resin komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis resin, ukuran partikel *filler*, dan jenis *curing*.³

Restorasi permanen khususnya untuk gigi posterior harus memiliki kekuatan mekanis yang ideal sehingga hasil restorasi tidak mudah fraktur.⁵ Kekuatan tekan dapat menandakan kemampuan suatu material untuk menahan stres vertikal. Apabila bahan restorasi memiliki kekuatan tekan yang rendah, restorasi akan cenderung fraktur karena tekanan dari mastikasi.⁶ Restorasi yang fraktur dapat menyebabkan impaksi makanan sehingga terjadi penyakit periodontal.⁷

Seiring dengan perkembangan zaman, komposisi kandungan resin komposit telah mengalami beberapa perubahan. Studi terdahulu menunjukkan bahwa jumlah volume *filler* dan jenis matriks dapat memengaruhi sifat mekanis resin komposit.² Salah satu produk hasil perkembangan kedokteran gigi adalah resin komposit *bulk-fill*. Saat ini, resin komposit *bulk-fill* sudah banyak beredar di pasaran dengan berbagai jenis dan merek.⁸ Resin komposit konvensional umumnya terdiri atas matriks resin berbasis Bis-GMA atau UDMA, partikel *filler* berukuran mikro hingga nano dengan fraksi volume *filler* yang tinggi, serta sistem inisiasi fotopolimerisasi konvensional.³ Penggunaan resin komposit *bulk-fill* semakin meningkat karena pengaplikasian restorasi menjadi lebih efisien dibandingkan penggunaan resin komposit konvensional.⁸ Resin komposit *bulk-fill* mempunyai kemampuan *depth of cure* yang lebih tinggi dan penyusutan saat polimerisasi

yang lebih rendah dibandingkan resin komposit konvensional.⁹ Perubahan komposisi resin komposit seperti ukuran *filler* yang lebih besar dan jumlah pigmen yang lebih sedikit dibandingkan resin komposit konvensional serta sistem monomer yang telah dimodifikasi dapat meningkatkan ketebalan pengaplikasian dan *curing* resin komposit *bulk-fill*.^{8,10,11}

Resin komposit *bulk-fill* dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu *packable* atau *sculptable* (viskositas tinggi) dan *flowable* (viskositas rendah). Resin komposit *bulk-fill packable* memiliki kandungan *filler* inorganik yang lebih tinggi serta memiliki resistensi terhadap *slumping*. Sedangkan resin komposit *bulk-fill flowable* memiliki kemampuan adaptasi lebih baik terhadap dinding kavitas. Akan tetapi, resin komposit *bulk-fill flowable* memiliki kemampuan mekanis yang lebih rendah karena jumlah *filler*-nya yang lebih sedikit dibandingkan resin komposit *bulk-fill packable*. Perbedaan komposisi *filler* pada resin komposit *bulk-fill flowable* ini dapat memengaruhi kekuatan tekan bahan tersebut.¹²

Resin komposit *bulk-fill flowable* memiliki fleksibilitas yang tinggi dan kemampuan untuk menyesuaikan dengan lekukan gigi, membuat lapisan yang tipis, dan mengurangi risiko terperangkapnya gelembung udara.¹³ Secara klinis, resin komposit *bulk-fill flowable* dapat digunakan untuk *Preventative Resin Restorations* atau PRR untuk daerah oklusal, *pit* dan *fissure sealants*, *liner*, dan untuk merestorasi gigi kelas II.¹⁴

Resin komposit *bulk-fill flowable* dapat digunakan untuk restorasi gigi kelas II. Penggunaan resin komposit *bulk-fill flowable* dengan penyusutan volume yang rendah dan stres polimerisasi yang minim diketahui memiliki kekuatan adhesif dan kualitas margin yang baik.¹⁵ Resin komposit *bulk-fill flowable* juga dapat digunakan untuk merestorasi gigi pasca perawatan endodonti. Gigi yang telah dilakukan preparasi endodonti menyebabkan menurunnya resistensi gigi terhadap fraktur karena hilangnya sebagian struktur dentin gigi. Penyusutan volume tumpatan akibat polimerisasi dapat mengakibatkan terbentuknya celah pada daerah margin. Polimerisasi yang tidak adekuat juga dapat mengganggu kekuatan fisik dan dapat meningkatkan kelarutan monomer serta dapat menyebabkan terbentuknya celah, kebocoran margin, dan karies rekuren. Penggunaan resin

komposit *bulk-fill flowable* dapat mengurangi risiko-risiko tersebut.¹⁶

Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) pada tahun 2018, diketahui bahwa terdapat 86,8% masyarakat Indonesia yang mengonsumsi minuman bersoda per bulannya dan diketahui bahwa rata-rata masyarakat mengonsumsi minuman bersoda sekitar tiga kali per bulan.^{17,18} Secara umum, minuman ringan mempunyai komposisi air, asam fosfat (H_3PO_4), kafein, sukrosa, beberapa bahan kimia sebagai pengawet, pewarna, dan perasa.¹⁹ Sebuah penelitian menemukan bahwa mayoritas produk minuman ringan (93% dari 380 produk yang diuji) memiliki pH di bawah 4,0. Minuman-minuman yang asam ini memiliki bersifat asidogenik dan erosif.^{20,21}

Konsumsi minuman bersoda secara terus-menerus dapat mengakibatkan beberapa masalah kesehatan, seperti erosi email dan karies gigi.²⁰ Meminum minuman yang mengandung asam juga dapat mengerosi bahan tumpatan resin komposit.²² Sebuah penelitian menemukan bahwa kekuatan tekan resin komposit dapat menurun oleh karena proses degradasi bahan resin komposit. Hal ini dapat diakibatkan oleh ikatan polimer yang melunak dan mengembang sehingga menyebabkan terlepasnya monomer, serta ikatan siloksan yang melemah sehingga ikatan antara matriks dan *filler* menjadi tidak stabil.²³

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan pengujian untuk mengetahui adanya pengaruh minuman bersoda pada kekuatan tekan resin komposit *bulk-fill packable*. Namun, tidak ditemukan adanya perubahan yang signifikan.¹⁸ Oleh karena itu, peneliti ingin mengetahui pengaruh dari konsumsi minuman bersoda terhadap kekuatan tekan tumpatan resin komposit *bulk-fill flowable*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah eksperimental laboratoris. Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *post test* dengan desain *control group*.

Lokasi pelaksanaan penelitian ini adalah di Laboratorium *Dental Material & Testing Center of Research and Education* (DMTCORE) di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti, Jakarta. Waktu pelaksanaan penelitian ini adalah September 2023.

Operator mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Operator memeriksa tanggal kadaluarsa resin komposit *bulk-fill flowable* dengan merek *Beautiful-Bulk Flowable*, *SDR flow+*, dan *Tetric Tetric N-Flow Bulk Fill*. Operator juga memeriksa tanggal kadaluarsa minuman bersoda dengan merek *Coca-Cola Classic*.

Pada penelitian ini dibutuhkan 54 sampel resin komposit *bulk-fill flowable* yang dibagi ke dalam 6 kelompok. Tiap sampel dibuat menggunakan *mold stainless steel* dengan diameter 2 mm, tinggi 4 mm, dan berbentuk silinder. Ukuran sampel tersebut disesuaikan dengan tinggi resin komposit *bulk-fill* yang dapat diaplikasikan sedalam 4-5 mm.²⁵ Ukuran tinggi sampel silinder yang ideal untuk pengujian kekuatan tekan adalah 2 kali dari diameter sampel. Sampel yang terlalu pendek atau terlalu tinggi dapat memengaruhi distribusi kekuatan tekan sehingga hasil uji kekuatan tekan menjadi tidak akurat.³

Kelompok A adalah sampel resin komposit *bulk-fill flowable* bermerek *Beautiful-Bulk Flowable* yang direndam dalam saliva buatan. Kelompok B adalah sampel resin komposit *bulk-fill flowable* bermerek *SDR flow+* yang direndam dalam saliva buatan. Kelompok C adalah sampel resin komposit *bulk-fill flowable* bermerek *Tetric N-Flow Bulk Fill* yang direndam dalam saliva buatan. Kelompok D adalah sampel resin komposit *bulk-fill flowable* bermerek *Beautiful-Bulk Flowable* yang direndam dalam minuman bersoda. Kelompok E adalah sampel resin komposit *bulk-fill flowable* bermerek *SDR flow+* yang direndam dalam minuman bersoda. Kelompok F adalah sampel resin komposit *bulk-fill flowable* bermerek *Tetric N-Flow Bulk Fill* yang direndam dalam minuman bersoda.

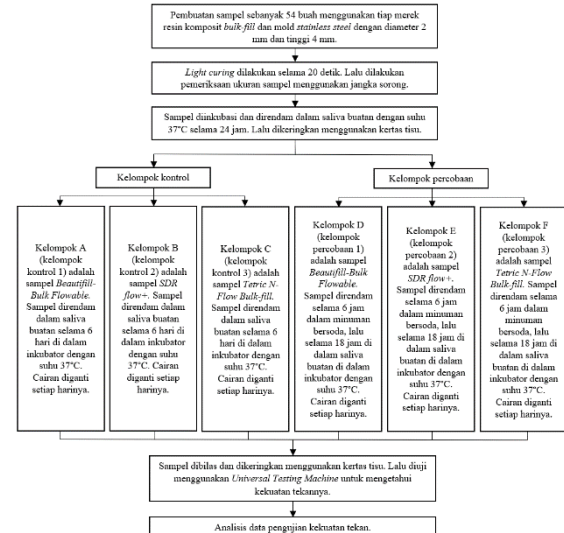
Tiap bahan resin komposit *bulk-fill flowable* diletakkan ke dalam *mold stainless steel*. Resin komposit *bulk-fill flowable* kemudian ditunggu hingga mengalir dan mengisi *mold*, lalu diratakan permukaannya menggunakan *celluloid strip* dan dilapisi dengan kaca preparat. Resin komposit *bulk-fill flowable* kemudian dilakukan penyinaran menggunakan *light curing unit* selama 20 detik. Setelah itu, resin komposit *bulk-fill* dikeluarkan dari *mold stainless steel* dan permukaannya diratakan menggunakan ampelas.

Setiap sampel diletakkan ke dalam *container* berisi saliva buatan dan dimasukkan ke dalam inkubator dengan suhu 37°C selama

24 jam. Perendaman dilakukan untuk menyamakan keadaan sampel. Kemudian kelompok A, B, dan C direndam dalam saliva buatan dengan suhu 37°C selama 6 hari. Setiap 24 jam, cairan saliva buatan diganti dengan cairan saliva buatan yang baru dan diukur pH-nya.

Perendaman dengan minuman bersoda dilakukan pada 3 kelompok percobaan, yaitu kelompok D, E, dan F. Kelompok percobaan yang sudah diinkubasi dikeringkan menggunakan kertas tisu, kemudian diletakkan ke dalam *container* yang kosong. Minuman bersoda yang sudah diukur menggunakan pH meter dituangkan ke dalam *container* kelompok D, E, dan F sebanyak 10 mL. Sampel kelompok D, E, dan F kemudian dидiamkan selama 6 jam di dalam minuman bersoda, lalu sampel dibilas menggunakan akuades, dikeringkan menggunakan kertas tisu, dan direndam dalam cairan saliva buatan selama 18 jam. Perendaman ini diulang sebanyak 6 kali, yaitu selama 6 hari. Durasi perendaman ini dianggap setara dengan masyarakat Indonesia mengonsumsi minuman bersoda 3 kali dalam seminggu dan dihitung selama 1 tahun. Perendaman ini dilakukan dengan suhu 37°C di dalam inkubator. Setiap dilakukan pergantian cairan, minuman bersoda dan cairan saliva buatan diganti dengan cairan yang baru dan diukur pH-nya.

Sampel yang telah dilakukan perendaman diuji kekuatan tekannya menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Setelah sampel dikeringkan menggunakan kertas tisu dan diukur menggunakan jangka sorong, sampel diletakkan di atas plat mesin. Lalu mesin diaktifkan hingga mengompresi sampel di antara dua plat. Kompresi dilakukan hingga sampel mengalami fraktur, lalu mesin dihentikan dan besar gaya yang tertera pada layar UTM dicatat. Pengujian dilakukan pada 54 buah sampel resin komposit *bulk-fill flowable*.

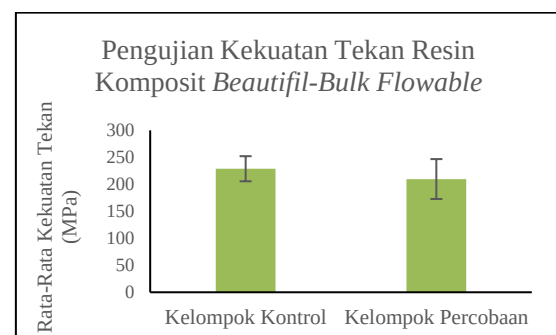


Gambar 1. Alur Penelitian

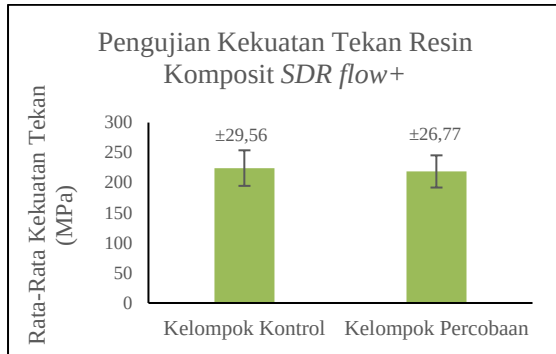
Analisis data hasil ujian kekuatan tekan pada penelitian ini dilakukan menggunakan uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas *Levene*. Apabila data memiliki distribusi normal dan homogen ($p > 0,05$), data dianalisis menggunakan *Two-Way ANOVA*. Apabila distribusi data tidak normal, maka data dianalisis dilakukan dengan pengujian *Kruskal-Wallis*.

HASIL PENELITIAN

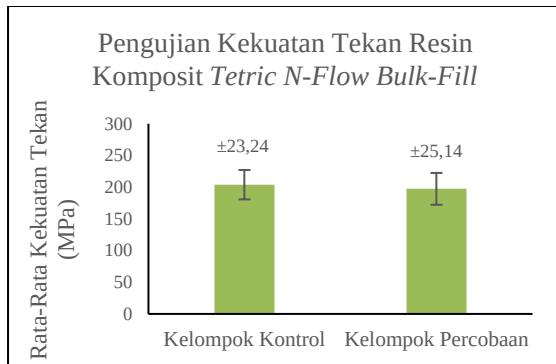
Setelah sampel kontrol dan percobaan dilakukan perendaman, sampel-sampel tersebut dilakukan pengujian kekuatan tekan dengan menggunakan *Universal Testing Machine*. Setelah didapatkan nilai hasil pengujian kekuatan tekan, dilakukan uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov*, uji homogenitas *Levene*, dan uji *Two-Way ANOVA* apabila diketahui bahwa data memiliki distribusi normal dan homogen. Apabila distribusi data tidak normal, maka data dianalisis dilakukan dengan pengujian *Kruskal-Wallis*. Nilai rata-rata dan standar deviasi kekuatan tekan sampel-sampel yang telah diuji terdapat pada grafik Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.



Gambar 2. Rata-rata pengujian kekuatan tekan resin komposit *bulk-fill flowable Beautifil-Bulk Flowable*



Gambar 3. Rata-rata pengujian kekuatan tekan resin komposit *bulk-fill flowable SDR flow+*



Gambar 4. Rata-rata pengujian kekuatan tekan resin komposit *bulk-fill flowable Tetric N-Flow Bulk-Fill*

Nilai rata-rata pengujian kekuatan tekan kelompok kontrol A (*Beautifil-Bulk Flowable*) adalah $228,914 \pm 23,252$ MPa, kelompok kontrol B (*SDR flow+*) adalah $224,31 \pm 29,563$ MPa, dan kelompok kontrol C (*Tetric N-Flow Bulk-Fill*) adalah $203,86 \pm 23,242$ MPa. Nilai rata-rata pengujian kekuatan tekan kelompok percobaan D (*Beautifil-Bulk Flowable*) adalah $209,84 \pm 36,946$ MPa, kelompok kontrol E (*SDR flow+*) adalah $218,71 \pm 26,768$ MPa, dan kelompok kontrol F (*Tetric N-Flow Bulk-Fill*) adalah $197,208 \pm 25,142$ MPa.

Tabel 1. Tabel deskriptif statistik

Resin Komposit	Jenis Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
Beautifil-Bulk Flowable	Kontrol	228,914	23,252
	Percobaan	209,841	36,946

SDR flow+	Kontrol	224,312	29,563
	Percobaan	218,715	26,768
Tetric N-Flow Bulk Fill	Kontrol	203,861	23,242
	Percobaan	197,208	25,142

Pada kelompok kontrol, diketahui bahwa *Beautifil-Bulk Flowable* memiliki kekuatan tekan yang paling tinggi dan *Tetric N-Flow Bulk-Fill* memiliki kekuatan tekan yang paling rendah. Pada kelompok percobaan, diketahui bahwa *SDR flow+* memiliki kekuatan tekan yang paling tinggi dan *Tetric N-Flow Bulk-Fill* memiliki kekuatan tekan yang paling rendah.

Selisih rata-rata kekuatan tekan kontrol dan percobaan resin komposit *bulk-fill flowable Beautifil-Bulk Flowable* (antara kelompok A dan D) adalah 19,073 MPa yaitu sebanyak 8,332%, pada *SDR flow+* (antara kelompok B dan E) adalah 5,597 yaitu sebanyak 2,495%, dan pada *Tetric N-Flow Bulk-Fill* (antara kelompok C dan F) adalah 6,581 yaitu sebanyak 3,228%. Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa *Beautifil-Bulk Flowable* memiliki penurunan kekuatan tekan yang tertinggi dan *SDR flow+* memiliki penurunan kekuatan tekan yang terendah yang tidak signifikan.

Uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* adalah metode pengujian untuk mengetahui apakah sebuah sampel data mempunyai distribusi yang normal atau tidak. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan apakah data terdistribusi secara normal atau berbeda. Berdasarkan uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* yang tercantum pada Tabel 2, diketahui bahwa distribusi nilai keenam kelompok berikut adalah normal ($p > 0,05$).

Tabel 2. Hasil uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

Resin Komposit dan Perlakuan	Jumlah Sampel	Nilai p
Kelompok kontrol <i>Beautifil Bulk Flowable</i>	9	0,200*
Kelompok kontrol <i>SDR flow+</i>	9	0,171*
Kelompok kontrol <i>Tetric N-Flow Bulk-Fill</i>	9	0,200*
Kelompok percobaan <i>Beautifil Bulk Flowable</i>	9	0,200*

Kelompok percobaan	9	0,200*
<i>SDR flow+</i>		
Kelompok percobaan	9	0,124*
<i>Tetric N-Flow Bulk-Fill</i>		

*Menunjukkan data terdistribusi normal pada uji Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,05$)

Uji homogenitas *Levene* adalah metode pengujian untuk mengetahui apakah varian dari sampel data homogen. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah perbedaan antar kelompok sampel disebabkan oleh perbedaan nilai rata-rata. Berdasarkan uji homogenitas *Levene* yang terdapat pada Tabel 3, diketahui bahwa varian kelompok tersebut homogen ($p > 0,05$).

Tabel 3. Hasil uji homogenitas <i>Levene</i>	
Statistik <i>Levene</i>	Nilai <i>p</i>
0,878	0,503*

*Menunjukkan varian pada keenam kelompok homogen pada uji *Levene* ($p > 0,05$)

Uji *Two-Way ANOVA* merupakan pengujian yang dapat dilakukan untuk mengetahui pengaruh dua faktor yang independen terhadap suatu variabel dependen. Uji ini dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelompok-kelompok. Berdasarkan hasil dari uji *Two-Way ANOVA* yang terdapat pada Tabel 4, diketahui bahwa tidak ada perbedaan nilai kekuatan tekan yang signifikan antar merek resin komposit *bulk-fill flowable* yang digunakan ($p > 0,05$). Berdasarkan jenis perlakuan yang dilakukan pada kelompok kontrol dan kelompok percobaan resin komposit *bulk-fill flowable*, diketahui bahwa tidak ada perbedaan nilai kekuatan tekan yang signifikan ($p > 0,05$). Diketahui juga bahwa tidak ada interaksi yang signifikan antara jenis resin komposit *bulk-fill flowable* yang digunakan dengan jenis perlakuan yang dilakukan dalam memengaruhi kekuatan tekan resin komposit *bulk-fill flowable* ($p > 0,05$).

Tabel 4. Hasil uji <i>Two-Way ANOVA</i>	
Variabel	Nilai <i>p</i>
Resin Komposit	0,055*
Perlakuan	0,175*
Resin Komposit*Perlakuan	0,724*

*Menunjukkan tidak ada perbedaan bermakna dari kedua variabel ($p > 0,05$)

PEMBAHASAN

Minuman bersoda merupakan salah satu minuman yang umum dikonsumsi masyarakat.²⁸ Minuman bersoda diketahui memiliki pH yang rendah, dengan rata-rata pH 2,44. Larutan dengan pH yang rendah akan berkontak dengan material bahan restorasi, yaitu salah satunya adalah resin komposit *bulk-fill flowable*. Pengukuran kekuatan mekanis dapat dilakukan untuk mengetahui apakah resin komposit *bulk-fill flowable* dipengaruhi oleh minuman bersoda. Pengukuran ini dilakukan karena restorasi permanen khususnya untuk gigi posterior harus memiliki kekuatan mekanis yang ideal sehingga hasil restorasi tidak mudah fraktur.⁵ Salah satu pengukuran kekuatan mekanis ini dapat dilakukan pengujian kekuatan tekan.

Pada penelitian ini, ditemukan bahwa resin komposit *bulk-fill flowable* memiliki penurunan kekuatan tekan yang tidak signifikan. Kandungan asam fosfat pada minuman bersoda memiliki pH yang rendah, sehingga larutan yang bersifat asam ini dapat mengerosi dan menurunkan kekuatan tekan resin komposit *bulk-fill flowable*.^{29,30} Larutan yang bersifat asam dapat menyebabkan penurunan kekuatan dan perubahan pada permukaan resin komposit. Penurunan kekuatan ini dapat diukur dengan pengujian kekuatan tekan dan untuk melihat retakan atau degradasi pada permukaan matriks dapat dilihat menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*).³¹ Penurunan kekuatan tekan ini disebabkan oleh matriks resin komposit yang larut akibat paparan larutan yang asam. Matriks dan *filler* yang terkandung dalam resin komposit juga memiliki sifat menyerap larutan (*sorption*). Larutan yang terserap dapat merusak ikatan-ikatan kimia resin komposit dan mengakibatkan terjadinya hidrolisis pada ikatan ester dari monomer dimetakrilat (TEGDMA, Bis-GMA, dan UDMA) yang biasanya terdapat pada matriks organik.^{29,32} Larutan asam juga dapat mengakibatkan kerusakan *filler* dan menyebabkan partikel *filler* menjadi terlepas sehingga menyebabkan kerusakan pada permukaan resin komposit tersebut.²⁹

Berdasarkan hasil penelitian ini, di antara ketiga resin komposit *bulk-fill flowable* yang telah diuji diketahui bahwa sampel *SDR flow+* memiliki penurunan kekuatan tekan terendah yang tidak signifikan. Perbedaan penurunan kekuatan tekan pada ketiga resin

komposit *bulk-fill flowable* ini dapat disebabkan oleh adanya perbedaan komposisi. Kandungan *filler SDR flow+* yang tinggi (70,5% dari total berat, 47,4% dari total volume) dapat meningkatkan resistensi resin komposit terhadap kerusakan yang disebabkan oleh larutan asam, seperti minuman bersoda. Kandungan *filler* resin komposit yang tinggi dapat meningkatkan kekuatan mekanis resin komposit.²⁹ Kandungan matriks *modified UDMA* dalam *SDR flow+* diketahui memiliki kandungan teknologi “*polymerization modulators*” yang dapat menurunkan penyusutan volume akibat polimerisasi, sehingga stres yang dihasilkan setelah dilakukan polimerisasi menjadi lebih sedikit dan bahan tersebut menjadi lebih stabil.²⁶ Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa komposisi *SDR flow+* memiliki ketahanan terhadap larutan asam lebih tinggi dibandingkan dengan kedua resin komposit *bulk-fill flowable* lainnya tetapi tidak signifikan.

Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa resin komposit *Beautiful-Bulk Flowable* dan *Tetric N-Flow Bulk-Fill* mengalami penurunan kekuatan tekan lebih tinggi dibandingkan resin komposit *SDR flow+* namun tidak signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya kandungan monomer hidrofilik (Bis-GMA dan TEGDMA) yang dapat meningkatkan aktivitas hidrolisis sehingga dapat merusak ikatan kimia resin komposit. Selain itu, kandungan *filler* metal seperti barium dan seng, serta kuarsa dapat mengalami kerusakan di dalam lingkungan yang asam. *Filler* barium yang terkandung dalam resin komposit *Beautiful-Bulk Flowable* dan *Tetric N-Flow Bulk-Fill* merupakan elemen elektropositif yang dapat bereaksi dengan air sehingga reaksi ini dapat menurunkan kekuatan mekanis resin komposit tersebut.²⁹ Walaupun resin komposit *Beautiful-Bulk Flowable* memiliki kandungan *filler* yang tertinggi (73% dari total berat, 60% dari total volume) dibandingkan dengan kedua resin komposit *bulk-fill flowable* lainnya, kandungan monomer hidrofilik dan *filler* metal dapat menurunkan ketahanan bahan ini terhadap larutan yang bersifat asam. Resin komposit *Beautiful Bulk Flowable* merupakan resin komposit *bulk-fill flowable* giomer yang mengandung *filler surface prereacted glass (S-PRG)*.³³ Resin komposit dengan kandungan *filler S-PRG* ini diketahui dapat mengalami erosi dan penurunan

kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan resin komposit konvensional jika direndam dalam larutan asam.³⁴ Hal-hal tersebut dapat mengakibatkan *Beautiful-Bulk Flowable* memiliki penurunan kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedua resin komposit *bulk-fill flowable* lainnya yang tidak signifikan.

Pada *Tetric N-Flow Bulk-Fill*, selain mempunyai kandungan monomer hidrofilik dan kandungan *filler* metal, bahan ini juga memiliki jumlah *filler* yang lebih rendah dibandingkan dengan kedua resin komposit *bulk-fill flowable* lainnya (64,9% dari total berat). Kandungan *filler* yang lebih rendah ini dapat mengakibatkan kekuatan mekanis resin komposit tersebut menurun.³⁵

Berdasarkan rata-rata hasil uji kekuatan tekan kelompok kontrol dan kelompok percobaan resin komposit *bulk-fill flowable* berdasarkan mereknya, ditemukan bahwa *SDR flow+* memiliki nilai rata-rata kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan kedua resin komposit *bulk-fill flowable* lainnya namun tidak signifikan. Perbedaan hasil uji kekuatan tekan resin komposit *bulk-fill flowable* dapat dipengaruhi oleh kandungan *filler*. Semakin tinggi kandungan *filler*, maka semakin tinggi juga kekuatan tekan resin komposit tersebut.²⁷ *SDR flow+* diketahui memiliki kandungan *filler* yang tinggi dan memiliki matriks *modified UDMA*. Matriks *modified UDMA* dapat meningkatkan kekuatan mekanik dikarenakan penyusutan volume akibat polimerisasinya yang lebih sedikit sehingga bahan tersebut menjadi lebih stabil.³⁰

Selain *SDR flow+*, *Beautiful-Bulk Flowable* diketahui memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi yang tidak signifikan dibandingkan *Tetric N-Flow Bulk-Fill*. *Beautiful-Bulk Flowable* memiliki kandungan matriks Bis-GMA dan UDMA. Kandungan ini memiliki berat molekul yang tinggi dan kekuatan mekanis yang tinggi.² Kandungan *filler* yang tinggi dan ikatan antar *filler S-PRG (cross-linked polymer matrices)* yang terkandung dalam resin komposit giomer ini juga diketahui memiliki kekuatan tekan yang tinggi di dalam pH mulut normal.³³ Kandungan matriks dan *filler* ini dapat meningkatkan resistensi resin komposit *Beautiful-Bulk Flowable* tersebut terhadap fraktur.

Tetric N-Flow Bulk-Fill diketahui memiliki kekuatan tekan yang terendah

dibandingkan kedua merek lainnya namun tidak signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan *filler Tetric N-Flow Bulk-Fill* yang lebih rendah (64,9% dari total berat) dibandingkan dengan kedua resin komposit *bulk-fill flowable* lainnya.²

Hasil penelitian ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan menggunakan resin komposit *bulk-fill* dengan jenis *packable*, yaitu pada penelitian oleh Christiawan. Pada penelitian tersebut diketahui bahwa sampel resin komposit *bulk-fill packable* mengalami penurunan kekuatan tekan yang tidak signifikan setelah direndam dalam minuman bersoda yang mengandung sukrosa dan aspartam.¹⁸ Pengaruh minuman bersoda terhadap bahan material restorasi lainnya dapat berbeda-beda. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bohner dan Prates, diketahui bahwa perendaman minuman bersoda tidak memengaruhi kekuatan tekan GIC.³⁶ Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Natalia, ditemukan bahwa minuman bersoda dapat menurunkan kekuatan tekan resin komposit *microhybrid* dan *nanohybrid*. Pada penelitian tersebut ditemukan bahwa resin komposit *microhybrid* memiliki penurunan kekuatan tekan yang lebih rendah dibandingkan resin komposit *nanohybrid* karena resin komposit *microhybrid* memiliki sifat penyerapan cairan yang lebih rendah dibandingkan *nanohybrid*.³⁷

Penurunan kekuatan tekan yang diakibatkan oleh perendaman minuman bersoda pada penelitian ini tidak signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Kandungan matriks yang terdapat dalam resin komposit *bulk-fill flowable* tersebut dapat memiliki kestabilan dan resistensi terhadap hidrolisis yang bisa diakibatkan oleh larutan yang bersifat asam, seperti minuman bersoda.³⁸ Beberapa matriks juga diketahui memiliki sifat yang lebih hidrofobik dengan cara menambahkan substituen hidrofobik pada monomernya, sehingga dapat mencegah terserapnya larutan yang bersifat asam dan mencegah terjadinya kerusakan pada ikatan-ikatan kimia resin komposit.³⁹

Berdasarkan penelitian terdahulu, resin komposit *bulk-fill flowable* telah dilaporkan memiliki penyusutan volume yang rendah, stres polimerisasi yang minimal, serta kemampuan marginal seal yang baik, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan restorasi direk kelas II, terutama pada kavitas dalam di gigi

posterior.¹⁵ Meskipun penelitian ini tidak melibatkan model gigi dengan kavitas kelas II, hasil uji terhadap ketahanan resin komposit *bulk-fill flowable* terhadap larutan asam menunjukkan bahwa material ini memiliki stabilitas kimia yang relatif tinggi. Temuan ini dapat memperkuat temuan sebelumnya mengenai ketahanan bahan dalam lingkungan mulut, dan mendukung potensi penggunaannya pada kasus dengan paparan asam tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan, perendaman minuman bersoda yang bersifat asam tidak memengaruhi kekuatan tekan resin komposit *bulk-fill flowable* secara signifikan. Resin komposit *bulk-fill flowable* memiliki ketahanan yang relatif tinggi terhadap larutan yang bersifat asam.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak terdapat konflik kepentingan terkait dengan publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. ADA Science & Research Institute. Materials for direct restorations [Internet]. 2021 [cited 2023 Jul 16]. Available from: <https://www.ada.org/>
2. Irmaleny, et al. The hardness differences between packable composite and bulk fill composite. J Int Dent Med Res. 2022;15(4):1459-1464.
3. Sakaguchi R, Ferracane J, Powers J. Craig's restorative dental materials, fourteenth edition. 14th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2019.
4. Silva-Junior MF, Pacheco EC, Bastos-Bitencourt NA, Borges PK de O, Baldani MH. Amalgam x composite resin: supplies and restorative procedures more performed among oral health teams in Brazil. Braz Dent J. 2023;34(2):75-87.
5. Pallesen U, Van Dijken JWV. A randomized controlled 30 years follow up of three conventional resin composites in class II restorations. Dental Materials. 2015;31(10):1232-44.
6. Galvão MR, Caldas SGFR, Calabrez-Filho S, Campos EA, Bagnato VS, Rastelli ANS, et al. Compressive strength of dental composites photo-activated with different light tips. Laser Phys. 2013;23(4):045604.

7. Pradeep K, Kuttappa M, Kudva A, Butula R. In vitro comparison of compressive strength of bulk-fill composites and nanohybrid composite. *World Journal of Dentistry*. 2016;7(3):119–22.
8. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J*. 2017;222(5):337–44.
9. Yu P, Yap A, Wang X. Degree of conversion and polymerization shrinkage of bulk-fill resin-based composites. *Oper Dent*. 2017;42(1):82–9.
10. Osiewicz MA, Werner A, Roeters FJM, Kleverlaan CJ. Wear of bulk-fill resin composites. *Dental Materials*. 2022;38(3):549–53.
11. Al Sheikh R. Marginal adaptation of different bulk-fill composites: a microcomputed tomography evaluation. *Oman Med J*. 2022;37(1):e339–e339.
12. Gerula-Szymańska A, Kaczor K, Lewusz-Butkiewicz K, Nowicka A. Marginal integrity of flowable and packable bulk fill materials used for class II restorations: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dent Mater J*. 2020;39(3):335–44.
13. Gupta R, Tomer AK, Kumari A, Mullick S, Dubey S. Bulkfill flowable composite resins – A review . *International Journal of Applied Dental Sciences*. 2017;3(2):38–40.
14. Baroudi K. Flowable resin composites: a systematic review and clinical considerations. *Journal of clinical and diagnostic research*. 2015;9(6):ZE18–24.
15. Sengar EV, Mulay S, Beri L, Gupta A, Almohareb T, Binalrimal S, et al. Comparative Evaluation of Microleakage of Flowable Composite Resin Using Etch and Rinse, Self-Etch Adhesive Systems, and Self-Adhesive Flowable Composite Resin in Class V Cavities: Confocal Laser Microscopic Study. *Materials*. 2022;15(14):4963
16. Isufi A. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with a bulkfill flowable material and a resin composite. *Ann Stomatol (Roma)*. 2016;7(1–2):4–10.
17. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Laporan nasional Riset Kesehatan Dasar. Menteri Kesehat RI. 2018; 308
18. Christiawan KA, Ratnasari D. The effect of immersion in soda containing sucrose and aspartame on the compressive strength of bulk-fill composite resin. *Journal of Indonesian Dental Association*. 2022;39–43.
19. Alkhedaide A, Soliman MM, Salah-Eldin AE, Ismail TA, Alshehri ZS, Attia HF. Chronic effects of soft drink consumption on the health state of wistar rats: a biochemical, genetic and histopathological study. *Mol Med Rep*. 2016;13(6):5109–17.
20. Reddy A, Norris DF, Momeni SS, Waldo B, Ruby JD. The pH of beverages in the United States. *J Am Dent Assoc*. 2016;147(4):255–63.
21. Hans R, Thomas S, Garla B, Dagli RJ, Hans MK. Effect of various sugary beverages on salivary pH, flow rate, and oral clearance rate amongst adults. *Scientifica (Cairo)*. 2016;2016:1–6.
22. Sitanggang P, Tambunan E, Wuisan J. Uji kekerasan komposit terhadap rendaman buah jeruk nipis (*Citrus Aurantifolia*). *E-GiGi*. 2015;3(1).
23. Andari ES, Wulandari E, Robin DMC. Efek larutan kopi robusta terhadap kekuatan tekan resin komposit nanofiller. *STOMATOGNATIC - Jurnal Kedokteran Gigi*. 2015;11(1):6–11.
24. Strini BS, Marques JF de L, Pereira R, Sobral-Souza DF, Pecorari VGA, Liporoni PCS, et al. Comparative evaluation of bulk-fill composite resins: knoop microhardness, diametral tensile strength, and degree of conversion. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2022;14:225–33.
25. Arbildo-Vega HI, Lapinska B, Panda S, Lamas-Lara C, Khan AS, Lukomska-Szymanska M. Clinical effectiveness of bulk-fill and conventional resin composite restorations: systematic review and meta-analysis. *Polymers (Basel)*. 2020;12(8):1786.
26. Atlas A. SDR bulk fill flowable composite: the game changer for posterior composite restorations [Internet]. Charlotte (NC): Dentsply Sirona; 2023 [cited 2024 Jan 16]. Available from: <https://www.dentsplysirona.com/>
27. Sadananda V, Bhat G, Hegde M. Comparative evaluation of flexural and compressive strengths of bulk-fill composites. *International Journal of*

- Advanced Scientific and Technical Research. 2017;1(7).
28. Lubis II, Kosasih E. Studi In vitro permukaan glass ionomer cement setelah perendaman dalam minuman bersoda dengan gula buatan. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*. 2021;10:1–7.
29. Alp CK, Gündoğdu C, Ahışa CD. The effect of gastric acid on the surface properties of different universal composites: a SEM study. *Scanning*. 2022;2022:1–10.
30. Panigoro S, Pangemanan DHC, Juliana J. Kadar kalsium gigi yang terlarut pada perendaman minuman isotonik. *e-GIGI*. 2015;3(2).
31. Geha O, Inagaki LT, Favaro JC, González AHM, Guiraldo RD, Lopes MB, et al. Effect of chemical challenges on the properties of composite resins. *Int J Dent*. 2021;2021:1–8.
32. Tărăboanță I, Buhățel D, Brînză Conciță CA, Andrian S, Nica I, Tărăboanță-Gamen AC, et al. Evaluation of the surface roughness of bulk-fill composite resins after submission to acidic and abrasive aggressions. *Biomedicines*. 2022;10(5):1008.
33. Condò R, Cerroni L, Pasquantonio G, Mancini M, Pecora A, Convertino A, et al. A deep morphological characterization and comparison of different dental restorative materials. *Biomed Res Int*. 2017;2017:1–16.
34. Pimentel ES, França FMG, Turssi CP, Basting RT, Vieira-Junior WF. Effects of in vitro erosion on surface texture, microhardness, and color stability of resin composite with S-PRG fillers. *Clin Oral Investig*. 2023;27(7):3545–56.
35. Kundie F, Azhari CH, Muchtar A, Ahmad ZA. Effects of filler size on the mechanical properties of polymer-filled dental composites: a review of recent developments. *Journal of Physical Science*. 2018;29(1):141–65.
36. Bohner DDS MsPLOL, Prates LHM. Compressive strength of a glass ionomer cement under the influence of varnish protection and dietary fluids. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*. 2018;20(3):61–9.
37. Natalia A. Perbedaan kekuatan tekan resin komposit microhybrid dan nanohybrid setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi. Universitas Brawijaya. 2019;40–4.
38. Guo X, Yu Y, Gao S, Zhang Z, Zhao H. Biodegradation of dental resin-based composite—a potential factor affecting the bonding effect: a narrative review. *Biomedicines*. 2022;10(9):2313.
39. Cho K, Rajan G, Farrar P, Prentice L, Prusty BG. Dental resin composites: a review on materials to product realizations. *Compos B Eng*. 2022;230:109495.