

ORIGINAL ARTICLE

Perbandingan Tingkat Kekasaran Permukaan Glass Ionomer Cement Konvensional Berdasarkan Variasi Jumlah Hisapan Rokok Kretek Non-Filter : Studi In Vitro**Muhammad Satriyo Bimantoro¹, Irfan Dwiandhono¹, Pratiwi Nur Widyaningsih¹***1. Jurusan Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia
e-mail korespondensi: irfan.dwiandhono@unsoed.ac.id***ABSTRAK**

Latar belakang: Glass ionomer cement (GIC) konvensional merupakan bahan restorasi gigi yang bersifat antikariogenik dan dapat melepaskan *fluoride*. Merokok dapat mempengaruhi sifat fisik GIC. Kekasaran permukaan merupakan salah satu sifat fisik bahan restorasi yang dapat memengaruhi keberhasilan restorasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekasaran permukaan GIC setelah hisapan asap rokok kretek non filter. **Metode:** Penelitian ini dilakukan di laboratorium secara eksperimental dengan desain *pretest - posttest control group design* sejumlah 32 spesimen GIC dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok perlakuan diberikan paparan 75, 150, dan 250 hisapan rokok kretek non filter, dan kelompok kontrol diberikan perendaman air liur buatan tanpa paparan asap rokok kretek non filter. Seluruh perlakuan dilakukan selama 21 hari. Kekasaran permukaan diukur dengan alat *surface roughness tester* dan dievaluasi melalui analisis statistik, *One-Way ANOVA* dan *Post-Hoc LSD*. **Hasil :** Rerata selisih *pretest - posttest* kelompok I, II, III, dan kontrol sebesar 0,056, 0,094, 0,167, dan 0,008 μm . Hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan kekasaran permukaan GIC yang signifikan ($p < 0,05$), dengan variasi antara semua kelompok. **Simpulan:** Peningkatan jumlah hisapan rokok kretek non-filter dapat meningkatkan kekasaran permukaan GIC konvensional.

Kata Kunci: *Glass ionomer cement*; Kekasaran permukaan, Asap rokok kretek, Rokok kretek non-filter

Comparison of Surface Roughness Levels of Conventional Glass Ionomer Cement Based on Variation in The Number Of Puffs of Non-Filter Kretek Cigarette Smoke : In Vitro Study**Muhammad Satriyo Bimantoro¹, Irfan Dwiandhono¹, Pratiwi Nur Widyaningsih¹***1. School of Dentistry, Medical Faculty, Jenderal Soedirman University, Purwokerto, Indonesia
Correspondence e-mail to: irfan.dwiandhono@unsoed.ac.id***ABSTRACT**

Background : Conventional glass ionomer cement (GIC) is a dental restoration material that is anticariogenic and can release fluoride. Smoking can affect the physical properties of GIC. Surface roughness is one of the physical properties of restoration materials that can influence the success of restoration. The aim of this study was to determine the surface roughness of GIC after exposure to non-filtered kretek cigarette smoke. **Methods :** This research was carried out in an experimental laboratory with a *pretest - posttest control group design* method using 32 GIC specimens which were divided into four groups, namely the treatment group which was exposed to 75, 150, and 250 puffs of non-filter kretek cigarettes, and the control group given artificial saliva immersion without exposure to non-filtered kretek cigarette smoke. All treatment was conducted for 21 days. Surface roughness was measured with a surface roughness tester and evaluated through statistical analysis, *One-Way ANOVA* and *Post-Hoc LSD*. **Results:** Mean difference between *pretest - posttest* groups I, II, III, and control was 0.056, 0.094, 0.167, and 0.008 μm . These results showed that there were significant differences in GIC surface roughness ($p < 0.05$), with variations between all groups. **Conclusion** Increasing the number of puffs on kretek cigarettes can increase the roughness of the GIC surface.

Keywords : *Glass ionomer cement*; Surface roughness; Kretek cigarette puff, Non-Filter Kretek Cigarette

PENDAHULUAN

Kebiasaan merokok sudah menjadi masalah kesehatan di masyarakat. Berdasarkan data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, jumlah perokok aktif diperkirakan mencapai 70 juta orang [1]. Jenis rokok paling banyak dikonsumsi di Indonesia adalah rokok kretek. Kretek merupakan rokok khas Indonesia yang memiliki komposisi campuran tembakau dan cengkeh. Nama "kretek" berasal dari suara "kretek-kretek" yang dihasilkan saat rokok ini dinyalakan dan dihisap. Rokok kretek dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu rokok kretek non-filter dan dengan filter. Jenis rokok kretek non-filter merupakan rokok yang tidak memiliki filter berupa semacam gabus yang berfungsi menyaring nikotin dan zat berbahaya lainnya dari pembakaran tembakau dan cengkih. Hal ini membuat semua zat berbahaya hasil pembakaran rokok mudah masuk ke dalam tubuh perokok [2].

Paparan asap rokok, termasuk rokok kretek non-filter, tidak hanya berdampak pada kesehatan sistemik, tetapi juga berpengaruh pada kesehatan rongga mulut. Salah satu dampaknya adalah meningkatnya risiko karies gigi. Karies gigi merupakan penyakit pada jaringan keras gigi yang ditandai adanya kerusakan pada email dan dentin. Proses ini dipicu oleh interaksi antara saliva, produk mikroorganisme, dan sisa makanan. Merokok menjadi salah satu faktor risiko terjadinya karies gigi karena dapat mempengaruhi lingkungan rongga mulut seperti perubahan saliva, peningkatan plak, serta menyebabkan kerusakan jaringan gigi [3].

Glass ionomer cement (GIC) merupakan salah satu bahan restorasi gigi yang banyak digunakan karena kemampuannya melekat pada jaringan gigi dan sifat tembus cahaya yang menyerupai gigi asli. GIC juga memiliki keunggulan dibandingkan bahan restorasi lainnya, seperti kemampuan melepaskan fluorida yang membantu mencegah karies, biokompatibilitas yang baik dengan jaringan gigi, dan estetika yang cukup baik [4].

Beberapa studi sebelumnya melaporkan bahwa merokok dapat menyebabkan perubahan pada sifat fisik GIC, salah satunya kekasaran permukaan. Kekasaran permukaan merupakan suatu karakteristik permukaan bahan restorasi yang dapat mempengaruhi perlekatan bakteri, akumulasi plak yang dapat memicu terjadinya karies [5]. Selain itu, kekasaran permukaan juga berdampak pada estetika GIC, seperti menurunkan kecerahan, meningkatkan kerentanan terhadap perubahan warna, serta memperpendek usia bahan restorasi [6].

Asap rokok dapat menyebabkan perubahan warna, mengubah kekerasan mikro dan meningkatkan kekasaran permukaan *glass ionomer cement*. Kondisi panas yang tinggi pada rongga mulut akibat asap rokok dapat memengaruhi perubahan dimensi karena ekspansi yang signifikan menyebabkan kekasaran pada permukaan *glass ionomer cement*. Panas ekstrem dapat menyebabkan kerusakan struktural, retak, atau perubahan bentuk pada *glass ionomer cement* [7]. Kekasaran permukaan GIC juga dapat dipengaruhi oleh perubahan derajat keasaman (pH) di dalam rongga mulut [8]. Studi lainnya melaporkan bahwa pH saliva perokok aktif lebih rendah dibandingkan dengan perokok pasif yang memiliki pH saliva normal serta pH perokok kretek non-filter lebih rendah dibandingkan perokok kretek filter [9].

Beberapa penelitian melaporkan bahwa terdapat perbedaan kekasaran permukaan bahan restorasi sebelum dan sesudah paparan rokok [6, 10]. Namun, penelitian mengenai hubungan antara variasi jumlah hisapan rokok kretek non-filter terhadap kekasaran permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC) masih terbatas. Penelitian ini dirancang untuk menganalisis pengaruh tersebut dengan menggunakan tiga kelompok perlakuan yang merepresentasikan intensitas merokok yaitu perokok ringan (75 hisapan atau setengah bungkus/6 batang rokok), perokok sedang (150 hisapan atau satu bungkus/12 batang rokok), dan perokok berat (250 hisapan atau dua bungkus/24 batang rokok). Secara spesifik, studi ini bertujuan untuk membandingkan tingkat kekasaran permukaan GIC berdasarkan variasi paparan asap rokok kretek non-filter. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam mengisi kesenjangan literatur ilmiah mengenai efek intensitas merokok terhadap kekasaran permukaan bahan restorasi GIC, serta memberikan pemahaman komprehensif tentang dampak perilaku merokok terhadap ketahanan restorasi gigi.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli hingga Agustus 2024 setelah mendapatkan persetujuan Etik dari Komite Etik Penelitian Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Soedirman (No.Reff 055/KEPK/PE/VII/2024). Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris yang dilakukan secara *in vitro* pada silinder *glass ionomer cement* yang terkontrol. Desain penelitian ini yaitu *pretest-posttest control group design*. Jumlah total sampel pada penelitian ini sebanyak 32 GIC yang dibagi menjadi 4 kelompok. Kelompok I berjumlah 8 sampel sebagai kelompok yang diberi perlakuan terhadap asap rokok kretek sebanyak 75 kali hisapan. Kelompok II berjumlah 8 sampel sebagai kelompok yang diberi perlakuan terhadap asap rokok kretek sebanyak 150 kali hisapan. Kelompok III berjumlah 8 sampel sebagai kelompok yang diberi perlakuan terhadap asap rokok kretek sebanyak 250 kali hisapan. Kelompok kontrol berjumlah 8 sampel tanpa dipaparkan asap rokok kretek.

Pembuatan Sampel GIC

Sampel GIC dibuat dengan melakukan pencetakan dalam *cylinder mold* berbahan *stainless steel* berdiameter 5 mm dengan ketebalan 2 mm. Diameter 5 mm diambil dari diameter terkecil yang dapat diukur oleh *surface roughness tester* [6]. Pembuatan GIC dilakukan dengan cara mencampurkan *powder* dan *liquid glass ionomer cement* diatas *mixing slab* (rasio 1:1 sesuai instruksi pabrik). Sebelum diaduk, *powder* dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama diaduk dengan *liquid* sampai homogen menggunakan semen spatula plastik. Sisa *powder* selanjutnya diaduk dengan gerakan melipat (*rolling*) sampai konsistensi seperti dempul (waktu pengadukan 30-40 detik). Campuran selanjutnya ditumpatkan ke dalam cetakan menggunakan *plastic filling instrument* hingga cetakan penuh. Bagian atas cetakan diletakkan *mylar strip*,

lalu kaca slide mikroskop diletakkan di atas *mylar strip* tersebut. Cetakan diberikan beban seberat 1 kg selama 20 detik agar seluruh permukaan padat, rata, dan halus (dibiarkan sampai mengeras $\pm$ 3-4 menit). Setelah mengeras kelebihan semen dipotong menggunakan scalpel [8]. Sampel dilapisi oleh varnish sebagai pelindung, guna mencegah terjadinya *water-in* dan *water-out* pada *glass ionomer cement*.

Pengujian Kekasaran Permukaan dan Pemberian Perlakuan

Sebanyak 32 sampel GIC dimasukan dalam *incubator modification with saliva* (IMWS) selama 24 jam untuk menyesuaikan dengan kondisi mulut thermostat diatur dengan suhu 37°C. Pengaliran saliva diatur mengalir 1-3 ml per menit dengan mengatur knop infus [9]. GIC yang telah direndam dalam saliva artifisial selama 24 jam, kemudian dilakukan stabilisasi pada suhu ruang selama 24 jam. GIC yang telah stabil diukur tingkat kekasaran sebelum perlakuan menggunakan alat *surface roughness tester* dengan *stylus* standar yang terkalibrasi menggunakan ujung berlian radius 5 mm dari penguji kekasaran permukaan portable dengan panjang 1 mm, pada kecepatan 1mm/s, dan akurasi 0,01 m [6].

Pengukuran kekasaran permukaan sebelum perlakuan dilakukan pada tiga area yang dibuat untuk panduan posisi ujung *stylus*. Ketiga area tersebut dibentuk dengan membuat garis tengah yang membagi area menjadi dua, kemudian dibuat garis yang sejajar dengan garis tengah pada jarak 1 mm di bagian kanan dan kiri dari garis tengah, sehingga terbentuk tiga garis panduan. Pengukuran pada ketiga titik panduan menghasilkan tiga nilai untuk rata-rata akhir yang dihitung pada setiap sampel. Hasil pengukuran ketiga area tersebut dihitung rata-ratanya untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan GIC sebelum dipaparkan asap rokok [6]. Hasil perhitungan dicatat dalam satuan mikrometer (μ m) [10].

Sampel yang telah diukur kekasarannya diletakkan kembali ke dalam wadah sampel per kelompok dalam IMWS dan dilakukan fiksasi menggunakan malam merah agar GIC stabil. Thermostat diatur dengan suhu 37°C untuk menyesuaikan dengan suhu rongga mulut. Pengaliran saliva diatur agar dapat mengalir 1-3 ml per menit dengan mengatur knop infus [9]. Sebelum pemaparan asap rokok dilakukan persiapan terlebih dahulu. Bagian ujung rokok kretek yang dihisap dimasukkan ke dalam lubang tutup wadah sampel yang telah dibuat sebelumnya. Rokok kretek dipastikan sudah terbakar. Alat *vacuum pump* diaktifkan dan diatur pada tekanan hisap yaitu 20 mmHg [7].

Proses penghisapan dimulai dengan mengaktifkan alat *vacuum pump* dilakukan selama 4 detik. Setelah proses penghisapan, dilakukan proses penghembusan, kemudian dilakukan penghisapan asap yang terdapat dalam wadah sampel selama 5 detik agar tidak ada asap yang tersisa dalam wadah sampel. Jeda waktu diberikan 60 detik tanpa paparan asap pada sampel [11]. Total satu siklus paparan dilakukan selama 1 menit 9 detik. Siklus tersebut diulang sesuai perlakuan setiap kelompok yaitu 75 siklus untuk kelompok I, 150 siklus untuk kelompok II, 250 siklus untuk kelompok III [12]. Variabel pengganggu pada penelitian ini ialah suhu asap rokok, untuk mengendalikan variabel pengganggu dengan menjaga suhu tetap terkontrol. GIC yang telah dipaparkan asap rokok kretek direndam dalam cairan akuades selama 1 menit guna menghilangkan sisa residu rokok. Kemudian sampel dimasukkan dalam IMWS dengan suhu 37°C selama 24 jam. Pengaliran saliva diatur agar dapat mengalirkan 1-3 ml per menit. Setelah 24 jam, siklus diulangi selama 21 hari. Setelah 21 hari, seluruh sampel diambil dari IMWS dan dikeringkan menggunakan *absorb paper* [6].

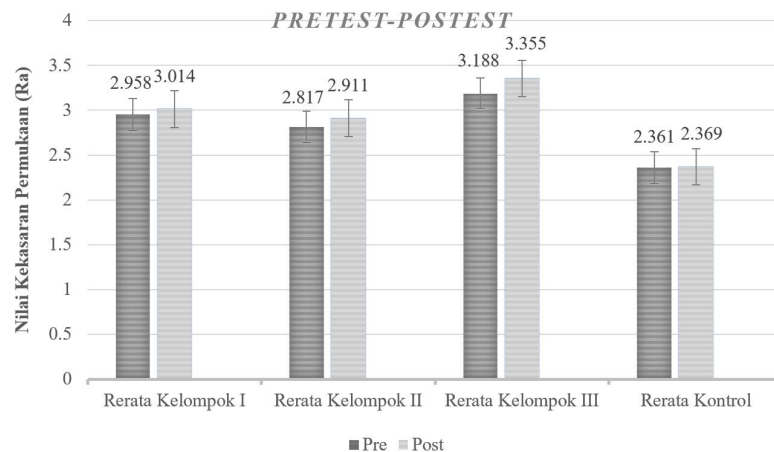
Setelah 21 hari, sampel dilakukan pengukuran kembali nilai kekasaran menggunakan alat *surface roughness tester* dengan *stylus* standar terkalibrasi yang benar ($p=0,94$), menggunakan ujung berlian radius 5 mm dari penguji kekasaran permukaan portabel dengan panjang 1 mm, pada kecepatan 1 mm/s, dengan akurasi 0,01 m. Pengukuran pada ketiga titik panduan menghasilkan tiga nilai rata-rata akhir yang dihitung pada setiap sampel. Hasil pengukuran ketiga area tersebut dihitung rata-ratanya untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan GIC setelah 21 hari perlakuan [6]. Perubahan kekasaran permukaan GIC dihitung dari selisih hasil sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil perhitungan dicatat dalam satuan mikrometer (μ m) [10].

Analisis Data

Data selisih rerata kekasaran permukaan *glass ionomer cement* merupakan data berskala numerik berupa rasio. Analisis dilakukan menggunakan software *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS). Data dilakukan uji normalitas menggunakan *Saphiro-Wilk* dan uji homogenitas menggunakan *Levene Test*. Data yang berdistribusi normal dan homogen dilanjutkan dengan uji parametrik *One Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji *post hoc LSD*.

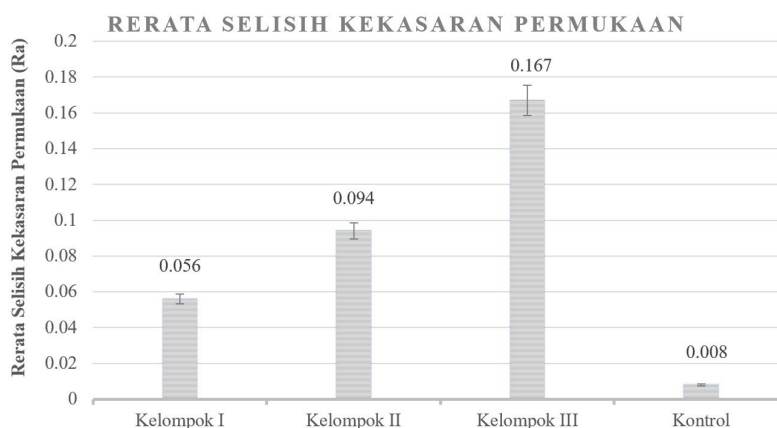
HASIL

Data penelitian ini didapatkan melalui pengukuran *pretest - posttest* uji kekasaran permukaan sampel *glass ionomer cement* (GIC) konvensional menggunakan alat *surface roughness tester*. Uji kekasaran permukaan sampel dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Universitas Gajah Mada. Pengukuran uji kekasaran dilakukan sebanyak tiga kali pengukuran pada setiap sampel yang kemudian diambil rata-rata Ra hasil uji kekasaran permukaan setiap sampel, sehingga didapatkan hasil rata-rata Ra setiap kelompok sebagai berikut :



Gambar 1 Grafik hasil *pretest - posttest*

Hasil rerata *pretest - posttest* pada setiap kelompok menunjukkan terjadinya peningkatan nilai kekasaran permukaan setelah diberikan perlakuan pada kelompok I, II, dan III, serta terjadi peningkatan pada kelompok kontrol. Kelompok I dilakukan paparan 75 hisapan asap rokok kretek non filter mengalami peningkatan kekasaran permukaan sampel rata-rata sebanyak $0,056\mu\text{m}$, kelompok II dilakukan paparan 150 hisapan asap rokok kretek non filter mengalami peningkatan kekasaran permukaan sampel rata-rata sebanyak $0,094\mu\text{m}$, kelompok III dilakukan paparan 250 hisapan asap rokok kretek non filter mengalami peningkatan kekasaran permukaan sampel rata-rata sebanyak $0,167\mu\text{m}$, dan kelompok kontrol tanpa paparan asap rokok kretek non filter mengalami peningkatan kekasaran permukaan sampel rata-rata sebanyak $0,008\mu\text{m}$. Peningkatan kekasaran terendah terjadi pada kelompok kontrol dan peningkatan kekasaran tertinggi terjadi pada kelompok III. Semakin banyak jumlah hisapan rokok kretek non filter yang dipaparkan, maka semakin tinggi nilai kekasaran permukaan *glass ionomer cement* (GIC) konvensional. Grafik rerata selisih kekasaran permukaan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik rerata selisih kekasaran permukaan

Hasil rerata *pretest-posttest* setiap sampel selanjutnya dilakukan perhitungan selisih untuk dijadikan sebagai data yang dilakukan analisis menggunakan software *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS). Tahapan analisis data diawali dengan uji normalitas menggunakan *Saphiro Wilk* karena jumlah sampel kurang dari 50 sampel. Hasil uji normalitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Uji Normalitas			
No.	Variabel	Saphiro Wilk	
		N	Nilai p
1.	Kelompok I	8	0,250
2.	Kelompok II	8	0,326
3.	Kelompok III	8	0,513
4.	Kontrol	8	0,204

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil uji normalitas seluruh variabel yaitu $p > 0,05$ sehingga data telah terdistribusi normal. Setelah data terdistribusi normal, selanjutnya dilakukan uji homogenitas menggunakan *Levene Test*.

Tabel 2 Hasil Uji Homogenitas

No.	Variabel	Nilai p
1.	Kelompok I	0,919
2.	Kelompok II	
3.	Kelompok III	
4.	Kontrol	

Hasil uji homogenitas yang telah dilakukan menunjukkan nilai p 0,919 artinya data telah homogen karena $p > 0,05$. Setelah didapatkan hasil bahwa data terdistribusi normal dan homogen, selanjutnya dapat dilakukan uji parametrik *One Way ANOVA* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang bermakna setiap variabel.

Tabel 3 Hasil Uji *One Way ANOVA*

No.	Perlakuan	Jumlah sampel	Selisih (Ra)		Nilai p
			Rerata (SB)	F Hitung	
1.	Kelompok I	8	2,850 (0,77)	3,156	0,000
2.	Kelompok II	8	3,179 (0,90)		
3.	Kelompok III	8	3,480 (0,70)		
4.	Kontrol	8	2,557 (0,85)		

Tabel 3 hasil uji *One Way ANOVA* menunjukan bahwa F hitung $> F$ tabel ($3,156 > 2,946$) dan nilai $p < 0,05$ yaitu 0,000 artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga dapat dinyatakan terdapat perbedaan bermakna rerata kekasaran permukaan GIC konvensional. Analisis data selanjutnya dilakukan uji *Post Hoc LSD* untuk mengetahui antar variabel yang paling berbeda.

Tabel 4 Hasil Uji *Post Hoc LSD*

No	Perlakuan	Kelompok I	Kelompok II	Kelompok III	Kontrol
1.	Kelompok I		0,754	0,305	0,057
2.	Kelompok II			0,184	0,107
3.	Kelompok III				0,005*
4.	Kontrol				

*terdapat perbedaan signifikan

Hasil uji *Post Hoc LSD* pada Tabel 4 menunjukan seluruh nilai $p < 0,05$ yang menunjukan terdapat perbedaan bermakna pada rata-rata nilai kelompok III yang merupakan kelompok perlakuan 250 hisapan rokok kretek non filter dengan kelompok kontrol tanpa paparan asap rokok kretek non filter.

DISKUSI

Penelitian ini menggunakan sampel berupa *glass ionomer cement* (GIC) konvensional berbentuk silindris yang diberi perlakuan dengan paparan asap rokok kretek non filter sebanyak 75, 150, dan 250 kali hisapan serta tanpa paparan asap rokok kretek non filter selama 21 hari. Sampel diuji menggunakan alat *surface roughness tester* pada sebelum dan setelah perlakuan sampel. Hasil pengukuran uji kekasaran permukaan yang telah didapatkan menunjukkan adanya peningkatan nilai kekasaran permukaan sampel yang diberikan perlakuan yang berbeda-beda. Hasil peningkatan kekasaran permukaan GIC tertinggi penelitian ini pada kelompok III, sedangkan yang terendah pada kelompok kontrol.

Peningkatan kekasaran permukaan pada sampel yang dipaparkan asap rokok kretek non-filter secara bertahap menunjukkan adanya pengaruh jumlah hisapan rokok kretek non-filter terhadap kekasaran permukaan GIC konvensional. Hasil peningkatan kekasaran permukaan ini diduga disebabkan oleh paparan panas dan asam yang dihasilkan dari asap rokok kretek non-filter dengan jumlah hisapan yang berbeda. Peningkatan suhu dapat melunakkan GIC dan melepaskan residu monomer, yang kemudian menyebabkan kelarutan dan degradasi pada GIC [13]. Rerata suhu asap rokok kretek berkisar antara 37°C hingga 57°C [14], sedangkan suhu pembakaran rokok kretek berada pada 54°C hingga 97°C [15]. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa asap rokok kretek dan rokok elektronik dapat meningkatkan kekasaran permukaan bahan restorasi lain, seperti resin komposit [16].

Suhu tinggi juga mempercepat reaksi pelepasan ion yang terjadi pada fase awal pengerasan GIC. Selama proses pengerasan, GIC melepaskan ion-ion seperti Ca^{2+} , Al^{3+} , dan F^- yang kemudian berikatan dengan struktur gigi melalui pembentukan matriks polimer-asam-akrilat. Pelepasan ion yang tidak terkendali akibat suhu tinggi diduga mempengaruhi kekasaran permukaan GIC. Selain itu, suhu yang terlalu tinggi dapat meningkatkan viskositas cairan GIC. Hal ini dapat berakibat pada melambatnya proses pengerasan. Perubahan suhu ekstrem juga dapat menurunkan kualitas akhir restorasi dengan meningkatkan kekasaran permukaan serta merusak mikrostruktur GIC. Peningkatan suhu memicu aktivitas ion yang lebih tinggi, sehingga membentuk pori-pori dan meningkatkan kekasaran permukaan [10].

Proses hidrolisis akibat panas dari asap rokok diduga turut berkontribusi dalam meningkatkan kekasaran permukaan GIC. Peningkatan suhu asap rokok meningkatkan energi kinetik difusi air, sehingga absorpsi air ke dalam matriks GIC terjadi lebih cepat [17]. Hidrolisis ini menyebabkan degradasi dan kelarutan molekul struktur bahan yang kemudian menginisiasi retakan dan kerusakan struktur GIC. Perubahan fisik dan kimia pada GIC akibat proses kelarutan dan degradasi turut mempengaruhi kekasaran permukaan [18]. Suhu ideal penggunaan GIC adalah 20°C hingga 25°C, sedangkan suhu di atas 30°C dapat mempercepat reaksi pelepasan ion dan meningkatkan viskositas, yang pada akhirnya meningkatkan kekasaran permukaan [16].

Hasil pengukuran kekasaran permukaan menunjukkan adanya peningkatan kekasaran pada kelompok perlakuan I hingga III, serta kelompok kontrol. Peningkatan kekasaran ini menunjukkan bahwa frekuensi paparan suhu panas yang lebih sering memicu proses difusi air yang lebih tinggi dalam GIC, sehingga meningkatkan kekasaran permukaan GIC. Peningkatan kekasaran tertinggi ditemukan pada kelompok III dengan rerata sebesar 0,167 μm , sedangkan peningkatan terendah terdapat pada kelompok kontrol sebesar 0,008 μm .

Pada penelitian ini, peningkatan kekasaran permukaan GIC setelah paparan asap rokok diduga juga dipengaruhi oleh perubahan pH. Asam dapat melarutkan ion pada GIC sehingga dapat menyebabkan terbentuknya porus. Adanya porus pada GIC selanjutnya akan meningkatkan kekasaran permukaan [5]. Asap rokok kretek memiliki pH asam yang berperan dalam peningkatan kekasaran permukaan GIC. pH asam rokok kretek berasal dari kandungan nikotin yang bersifat asam. Nikotin dalam bentuk ion dapat mempengaruhi kemampuan absorpsinya. Ketika pH lebih rendah, lebih banyak nikotin yang terionisasi, sehingga penyerapan nikotin menjadi lebih lambat. Rokok kretek mengandung cengkeh yang juga dapat berkontribusi terhadap sifat asam asap yang dihasilkan. Cengkeh mengandung senyawa fenolik yang dapat meningkatkan keasaman, serta memberikan aroma dan rasa khas pada rokok kretek. Rerata pH asap rokok kretek sekitar 5,5 [19]. Pembakaran rokok kretek melepaskan kandungan eugenol dalam konsentrasi tinggi yang berasal dari cengkeh. Eugenol bersifat asam dan mampu melepaskan ion hidrogen (H^+) sehingga turut berkontribusi menambah kelarutan dan degradasi matriks GIC [16].

Glass ionomer cement (GIC) merupakan bahan restorasi yang bersifat *brittle* atau rapuh [19]. GIC lebih rentan mengalami perubahan pada lingkungan yang asam dibandingkan bahan restorasi semen lain. Lingkungan yang asam bersifat erosif dan mampu mempengaruhi sifat fisik GIC. Lingkungan yang asam mampu mengakibatkan terjadinya kelarutan dan peningkatan kekerasan permukaan [20]. Hal ini didukung oleh kandungan nikotin dalam asap rokok mempengaruhi pH lingkungan sampel. Penelitian lainnya melaporkan bahwa terdapat korelasi antara pH, efek erosi, serta kekasaran permukaan bahan restorasi gigi. Semakin rendah pH lingkungan maka semakin berpotensi lingkungan tersebut memberikan efek erosi sehingga kekerasan permukaan GIC dapat meningkat [21].

Kelompok kontrol pada penelitian ini dilakukan perendaman dalam saliva artifisial pH 7 dalam inkubator suhu 37°C dan tidak dipaparkan asap rokok kretek non filter selama 21 hari. Saliva berperan sebagai pelumasan, buffer, self-cleansing, mengendalikan erosi gigi, melindungi dari paparan asam, remineralisasi enamel, antibakteri, membantu proses pengunyahan dan pencernaan. Saliva merupakan cairan eksokrin yang mengandung air dan elektrolit, protein, hormon, dan molekul organik kecil lainnya seperti asam amino, kreatinin, glukosa, lipid, nitrogen, asam salisilat, urea, dan asam urat [22]. Penelitian ini menggunakan saliva buatan dengan harapan mampu mempresentasikan kondisi rongga mulut meskipun tidak menggambarkan secara maksimal karena adanya keterbatasan pada penelitian ini.

Hasil analisis statistik *One Way ANOVA* dan analisis *Post Hoc* LSD menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kekasaran permukaan glass ionomer cement yang bermakna pada seluruh kelompok. Kelompok I hingga kelompok III yaitu kelompok perlakuan yang diberikan paparan asap rokok kretek non filter dengan jumlah hisapan yang berbeda mengalami peningkatan kekasaran permukaan glass ionomer cement konvensional. Kelompok I yang diberikan paparan hisapan asap rokok kretek non filter sebanyak 75 kali hisapan merupakan kelompok perlakuan yang mengalami peningkatan kekasaran permukaan terendah dibandingkan dengan kelompok II, dan III. Seiring bertambahnya jumlah hisapan rokok kretek non filter maka semakin banyak paparan panas dan asam dari asap rokok kretek non filter. Hal ini

menyebabkan pelarutan ion, pelepasan residu monomer, dan degradasi pada GIC sehingga terbentuk porus yang meningkatkan kekasaran permukaan [5, 13].

Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan peningkatan kekasaran permukaan GIC tertinggi terjadi pada kelompok III yang diberikan paparan asap sebanyak 250 kali hisapan rokok kretek non filter. Hal ini berbeda dengan kelompok kontrol yang mengalami peningkatan kekasaran permukaan GIC terendah dibanding kelompok perlakuan, karena peningkatan kekasaran hanya disebabkan oleh peningkatan penyerapan air. Kelompok kontrol tidak terpengaruh oleh adanya perubahan asam dan suhu, karena saliva artifisial yang digunakan pada penelitian memiliki pH 7 yang merupakan pH netral dan bersuhu normal 37°C. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa asap rokok dapat meningkatkan kekasaran permukaan pada resin komposit nanohybrid yang ditunjukkan dengan adanya perbedaan signifikan kekasaran permukaan antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan [6].

Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan frekuensi paparan asap rokok kretek non-filter terbukti berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC) konvensional. Temuan ini menekankan pentingnya mempertimbangkan penggunaan material restorasi GIC pada pasien perokok, terutama perokok berat, untuk meminimalkan potensi degradasi restorasi. Penelitian lebih lanjut diperlukan dengan analisis mikrostruktur menggunakan *Scanning Electron Microscopy* serta evaluasi parameter kimiawi asap rokok guna memahami mekanisme perubahan kekasaran permukaan GIC secara lebih mendalam. Hasil studi ini dapat menjadi landasan dalam pengembangan protokol perawatan restoratif yang lebih optimal untuk pasien perokok, sekaligus memperkuat basis ilmiah dalam edukasi pasien mengenai dampak merokok terhadap ketahanan restorasi gigi. Selain itu, pemeliharaan higiene oral yang optimal dan intervensi untuk menghentikan kebiasaan merokok sangat penting bagi pasien perokok dengan restorasi GIC untuk mengoptimalkan keberhasilan perawatan gigi sekaligus mengurangi risiko peningkatan kekasaran permukaan dan degradasi restorasi.

Keterbatasan penelitian ini yaitu pH dan suhu asap rokok kretek non filter yang dipaparkan pada sampel tidak dapat diukur sehingga tidak dapat diketahui faktor yang lebih mempengaruhi kekasaran permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC) konvensional. Selain itu, pada penelitian ini tidak dilakukan analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengamati porositas dan kerusakan mikrostruktural GIC setelah paparan asap rokok.

KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil setelah dilakukan penelitian adalah terdapat pengaruh jumlah hisapan rokok kretek non filter terhadap kekasaran permukaan glass ionomer cement. Semakin banyak jumlah hisapan rokok kretek non filter, maka nilai kekasaran permukaan *Glass Ionomer Cement* konvensional akan semakin tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu dalam proses penulisan artikel ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini.

REFERENCES

- [1] Kemenkes. Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 [Internet]. 2023. Available from: https://drive.google.com/file/d/1rjNDG_f8xG6-Y9wmhJUnXhJ-vUFevVJC/view
- [2] Wijayanti, M. D. *Belajar IPA dari Sebatang Rokok*. Surakarta : Pajang Putra Wijaya, 2022 : 1-3.
- [3] Suhadi, R. S. S., Yuniarti., Mauludin, A. Scoping Review: Rokok sebagai Faktor Risiko Terhadap Kejadian Karies Gigi. *Bandung Conference Series: Medical Science* 2023; 3(1): 77-83
- [4] Shen, C., Rawls, H.R., Esquivel-Upshaw. *Philips' Science of Dental Materials* . 13th ed. China: Elseiver B.V., 2021.
- [5] Arifah, N., Widhianingsih, D., Pratiwi, D. Evaluasi Kekasaran Permukaan Semen Ionomer Kaca Pada Perendaman Susu Uht Dan Susu Kedelai. *E-GiGi* 2023; 11(1): 15-19.
- [6] Chandra, J., Setyowati, L., Setyabudi. Kekasaran Permukaan Resin Komposit Nanofilled Dan Nanohybrid Setelah Paparan Asap Rokok Kretek. *Conservative Dentistry Journal* 2018; 8(1): 30-35.
- [7] Mahross, H.Z., Mohammed, M.D., Hassan, A.M., Baroudi, K. Effect Of Cigarette Smoke On Surface Roughness Of Different Denture Base Materials. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 2015; 9(9): 39–42.
- [8] Diansari, V., Ningsih, D.S., Moulinda. C. Evaluasi Kekasaran Permukaan Glass Ionomer Cement (Gic) Konvensional Setelah Perendaman Dalam Minuman Berkarbonasi. *Cakradonya Dent J.* 2016; 8(2).
- [9] Saputri, D., Ningsih, D. S., Dewi, R. R. Gambaran pH saliva dari Perokok Aktif Dan Pasif Pada Masyarakat Kecamatan Mesjid Raya Aceh Besar. *Cakradonya Dental Journal* 2018; 10(2): 107-112.
- [10] Leon, I., Suwartini, T. Pengaruh Asap Rokok Elektrik Terhadap Kekasaran Komposit Nanohybrid Dan Bulkfill. *JKGT* 2023; 5(1): 48-50.
- [11] Sukmana. *Mengenal Rokok dan Bahayanya*. Jakarta: Be Champion, 2011: 41-44.

- [12] Mitutoyo. Quick Guide to Surface Roughness Measurement: Reference Guide for Laboratory and Workshop. Mitutoyo American Corporation. USA.
- [13] Dautzenberg, B, Bricard, D. 2015. Real-time Characterization Of e-Cigarettes Use The 1 Million Puffs Study. *Journal of Addiction Research & Therapy* 2016; 6(2).
- [14] Foulds, J., Veldheer, S., Yingst, J., Hrabovsky, S., Wilkon, SJ., Nichols, T.T., Eissenberg, T. Development of a Questionnaire For Assessing Dependence On Electronic Cigarettes Among a Large Sample Of Ex-Smoking e-Cigarette Wers. *Nicotine and Tobacco Research* 2015; 17(2): 186-192.
- [15] Mathew, M., Alanzi, A. and Alruwaili, T. The Effect Of Cigarette Smoking On Solubility And Disintegration Of Resin Modified Glass Ionomer Cement - An In Vitro Study. *Journal of Dental Materials and Techniques* 2020; 9(2): 88-94.
- [16] Amaliyah, A. R., Widodo, H. B., Dwiandhono, I. The Effect Of Several Electric Cigarette Puffs On Nanohybrid Composite Resin Surface Roughness. *Journal of Dentistry Indonesia* 2023; 30(3): 226-232
- [17] Borowski, H. and Seehofer, F. The Temperature Of The Mainstream Smoke In The Cigarette Butt During Smoking / Temperaturverlauf Des Hauptrauches Im Cigarettenstummel Während Des Rauchens. *Contributions to Tobacco & Nicotine Research* 2014; 1(9): 329-333.
- [18] Kentkhute, R. Rukmini, A. R., Usup, A. Analisis Perjalanan Api Puntung Rokok Terhadap Lahan Gambut. *Jurnal Rekayasa Lingkungan* 2022; 22(2): 1-17.
- [19] Setyowati, L., Setyabudi, S. and Chandra, J. Surface Roughness Of Nanofilled And Nanohybrid Composite Resins Exposed To Kretek Cigarette Smoke. *Dental Journal* 2018; 51(1): 37-41.
- [20] Balhaddad, A., Mokeem, L., Weir, M., Xu, H. and Melo, M. Sustained Antibacterial Effect And Wear Behavior Of Quaternary Ammonium Contactkilling Dental Polymers After One-Year Of Hydrolytic Degradation. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute* 2021; 11(8): 1-16.
- [21] Dong, J., Glass, J., Thompson, T., Price, B., Lauterbach, J. and Moldoveanu, S. A Simple Technique For Determining The pH Of Whole Cigarette Smoke. *Contributions to Tobacco & Nicotine Research* 2014; 19(1): 33-48.
- [22] Powers, J., Wataha, J. *Dental Materias Foundations and Applications* .11thed. Missouri: Elseiver , 2017