

Sifat fisik permukaan resin komposit *hybrid* setelah direndam dalam minuman energi pH asam

R. Helal Soekartono

Departemen Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran
Gigi Universitas Airlangga

Anita Yuliati

Departemen Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran
Gigi Universitas Airlangga

Ratih Mutiara Sani

Departemen Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran
Gigi Universitas Airlangga

Dian Dwi Pratiwi

Departemen Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran
Gigi Universitas Airlangga

Abstrak

Latar Belakang: Resin komposit semakin sering digunakan sebagai bahan restorasi pada perawatan gigi, oleh karena sifat estetikanya yang baik. Resin komposit akan mengalami degradasi akibat pemakaian dan kondisi keasaman rongga mulut. Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan struktur mikro resin komposit hibrid setelah dicelupkan pada minuman asam berenergi dengan pH 3,2; 3,7; 3,9 selama 2 jam. Metode: Resin komposit hibrid dipapar sinar tampak dengan *LED curing unit*. Spesimen resin komposit hibrid dengan diameter 7 mm dan ketebalan 2mm, dibagi menjadi 3 kelompok uji dan 1 kelompok control. Kelompok uji 1 adalah kelompok resin komposit hibrid yang dicelupkan kedalam minuman asam berenergi dengan pH 3,2, Kelompok uji 2 adalah yang dicelupkan kedalam minuman asam berenergi dengan pH 3,7. Kelompok uji 3 adalah yang dicelupkan kedalam minuman asam berenergi dengan pH 3,9. Kelompok ke4 adalah kelompok control yang dicelup pada akuades. Semua kelompok dilakukan pencelupan selama 2 jam. Setelah pencelupan, specimen dicuci dan dikeringkan. Sebelum dan sesudah dilakukan pencelupan semua kelompok diukur kekasaran permukaannya dengan menggunakan alat *Surface Rognes Tester* kemudian dilanjutkan dengan mengamati permukaan resin komposit hibrid dengan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Hasil: Kekasaran permukaan yang diamati

Korespondensi:

R Helal Soekartono

Departemen Material Kedokteran
Gigi Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Airlangga
Email : mashelal@gmail.com

R. Helal Soekartono: Sifat fisik permukaan resin komposit hybrid setelah direndam dalam minuman energi pH asam

dengan alat *Surface roughness Tester* dan *SEM* menunjukkan adanya degradasi kekasaran permukaan pada 3 kelompok resin komposit hibrid yang telah dicelupkan pada minuman asam berenergi. Simpulan : Ada perubahan struktur mikro atau kekasaran permukaan resin komposit hibrid yang telah dicelup kedalam minuman asam berenergi dengan pH 3,2; 3,7 dan 3,9 selama 2 jam

Kata kunci : Struktur mikro permukaan, resin komposit hibrid, minuman asam berenergi

Abstract

Background. Composite resins are becoming more popular in restorative dentistry, particularly because of their superior esthetic properties. Composite resin may suffer degradation over time, which can be predicted by microstructural changes on its surface due to acidic conditions. **Purpose.** The purpose of this study was to evaluate the microstructural changes of the surface of hybrid resin composite after immersed in acidic energy drinks of pH 3,2; 3,7; and 3,9 for 2 hours. **Method.** Hybrid resin composites were cured with LED light curing unit. Specimens of 2 mm depth and 7 mm diameter were divided into 3 experimentals and 1 control. Each experimental was immersed in different energy drinks with different pH respectively (pH 3,2; 3,7; 3,9) and the control was immersed in aquadest for 2 hours. The surface roughness was measured using surface roughness measuring instrument before and after immersion then the Microstructural changes were evaluated under a scanning electron microscope (SEM). **Results:** Surface roughness measuring instrument and SEM analysis showed, the erosion and surface degradation to all 3 hybrid resin composites after being subjected to the experimental conditions. **Conclusion.** The surface of hybrid resin composite undergoes noticeable microstructural changes after being immersed in energy drinks of pH 3.2, 3.7 and 3.9 for 2 hours.

Key words: surface microstructure, hybrid resin composite, acid energy drinks

Pendahuluan

Minuman energi menjadi konsumsi populer di antara anak muda yaitu mahasiswa dan atlet perguruan tinggi. Minuman energi pertama kali muncul dengan merek dagang

Red Bull pada tahun 1997. Pada tahun 2006, lebih dari 500 minuman energi baru diperkenalkan di seluruh dunia. Minuman energi berguna untuk meningkatkan energi yang dikombinasikan dengan zat stimulan termasuk kafein, ekstrak herbal seperti

guarana yang banyak mengandung tanin, ginseng, ginkgo biloba, vitamin B, asam amino seperti taurin dan derivat gula.¹ Kandungan lain dari minuman energi adalah zat pewarna yaitu Tartrazine C.I.19140 yang mengandung senyawa fenol.²

Mereka mengkonsumsi minuman energi untuk efek stimulan yang dapat meningkatkan kinerja, daya tahan tubuh, dan dapat menurunkan berat badan. Minuman energi banyak dikonsumsi oleh konsumen berusia 18-35 tahun. Berdasarkan survei yang dilakukan terhadap 153 mahasiswa universitas di Turki menunjukkan bahwa 4.8% responden mengkonsumsi minuman energi setiap hari.³

Minuman energi memiliki tingkat pH rendah (asam) dan bahan pemanis yang tinggi sehingga menyebabkan mikroorganisme plak membentuk *organic acids*, yang kemudian akan menimbulkan efek demineralisasi dan mengerosi dari jaringan keras gigi (enamel).⁴

Hasil pengukuran yang dilakukan peneliti terhadap beberapa merek dagang minuman energi yang banyak dikonsumsi dan beredar di pasaran Surabaya mempunyai pH 3,2, 3,7 dan 3,9 yang bersifat asam. Minuman energi tersebut tidak terjadi peningkatan pH apabila minuman energi tersebut dibiarkan dalam suhu ruang selama 2 jam. Resin komposit adalah material tumpat yang digunakan untuk menggantikan struktur gigi yang hilang dan dapat membentuk kembali kontur gigi.⁵ Resin komposit digunakan secara luas karena memiliki estetika yang baik dan dapat melekat pada enamel atau dentin. Kemampuan absorpsi air resin komposit rendah, selain itu resin komposit mempunyai koefisien ekspansi termis rendah dan mempunyai sifat mekanik yang cukup kuat.^{6,7}

Resin komposit *hybrid* adalah salah satu jenis resin komposit yang memiliki keunggulan sangat tahan terhadap fraktur dan keausan, warna yang mirip dengan struktur gigi, *shrinkage* yang rendah, absorpsi cairan rendah, dapat dipulas tekstur permukaannya, serta ketahanan abrasi oleh karena pemakaian sama dengan struktur gigi.^{8,9}

Perilaku masyarakat dalam mengkonsumsi makanan dan minuman berperan penting bagi kesehatan mulut. Makanan dan minuman yang bersifat asam adalah faktor eksterinsik utama yang menyebabkan erosi gigi. Lingkungan yang asam juga dapat menimbulkan degradasi permukaan resin komposit sehingga permukaan menjadi kasar.¹⁰ Permukaan restorasi resin komposit yang kasar menyebabkan timbunan plak gigi, residu dan menyebabkan perubahan warna. Kekasaran permukaan restorasi resin komposit juga dapat meningkatkan kerentanan terhadap diskolorasi, kerusakan permukaan, mengganggu sifat optik material, sifat mekanis, menurunkan resistensi dan mempercepat abrasi.¹¹

Komposisi dan ketahanan terhadap resistensi asam merupakan kriteria yang harus dipertimbangkan dalam memilih material untuk restorasi.

Berdasarkan latar belakang di atas, akan diteliti pengaruh minuman energi dengan pH 3,2, 3,7 dan 3,9 yang bersifat asam terhadap mikrostruktur permukaan resin komposit *hybrid* secara *in vitro*. Konsumen yang sering mengkonsumsi minuman energi dan mempunyai tumpatan resin komposit akan kontak dengan tumpatan resin komposit yang ada dalam rongga mulut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat fisik permukaan resin komposit *hybrid* setelah direndam dalam minuman energi pH 3,2; 3,7; 3,9 selama 2 jam, yang diharapkan dapat memberikan informasi pemakaian tumpatan resin komposit, yang memiliki kebiasaan mengkonsumsi minuman energi dengan pH asam.

Metode penelitian

Jenis penelitian adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan deskriptif observasional. Penelitian ini dilakukan di Departemen Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, PT Boma Bisma Indra, Surabaya dan UPT Mikroskopi Elektron Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Surabaya.

Bahan yang digunakan: minuman energi pH 3,2; 3,7; 3,9 dan resin komposit *hybrid*. Alat yang dipergunakan: Cetakan sampel yang terbuat dari teflon berbentuk tablet dengan diameter 7 mm dan tinggi 2 mm, *plastic filling instrument*, *glass lab*, *celluloid strip*, anak timbangan seberat 1 kg, gelas beker, benang Ø 0,3 mm, kawat Ø 0,7 mm, sonde lurus, timbangan (*MH Series Pocket Style*), *LED light curing unit* (Delma Medical Equipment, Guangzhou), alat *surface roughness measuring instrument* (*Surfcoder model SE-40D Kosaka Laboratory Ltd, Japan*), *Scanning Electron Microscope* (Jeol JM T100, Tokyo, Japan), pH meter (pHep Hanna Instruments, Mauritius), *Cure Rite Meter* (Caulk Dentsply, USA), *stopwatch* dan lap bersih. Sebelum melakukan pembuatan sampel, pH minuman energi diukur terlebih dahulu, dengan memasukkan minuman energi kedalam gelas beker lalu diukur menggunakan pH meter.

Pembuatan sampel pada resin komposit *hybrid* adalah sebagai berikut, resin komposit dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk tablet dengan diameter 7 mm dan tinggi 2 mm hingga terisi penuh, lalu dikeluarkan, ditimbang dan didapatkan berat 1,3 mg. Berat sampel tersebut digunakan sebagai acuan untuk pembuatan sampel berikutnya, setelah itu sampel dibuat kembali dengan menimbang terlebih dahulu resin komposit seberat 1,3 mg, kemudian dimasukkan ke dalam cetakan sampel yang diletakkan di atas *glass lab* yang telah diberi alas *celluloid strip*. Resin komposit ditutup dengan *celluloid strip* kemudian ditutup dengan *glass lab* yang diberi beban anak timbangan 1 kg selama 5 menit. Intensitas *LED light curing unit* diukur terlebih dahulu menggunakan *cure rite meter* sebesar 470 mW/cm². Resin komposit dipapar dengan *LED light curing unit* selama 40 detik (aturan pabrik) dengan jarak 2 mm antara permukaan bahan dengan ujung *LED light curing unit* yang diletakkan membentuk bidang tegak lurus pada permukaan sampel. Setelah sampel mengeras, sampel dilepas dan diikat dengan benang untuk digantung pada saat perendaman, kemudian direndam dalam akuades selama 24 jam dan siap

untuk dilakukan perendaman.¹² Cara perendaman sampel resin komposit *hybrid* dengan cara benang diikatkan pada sampel resin komposit kemudian digantung vertikal pada gelas perendam. Semua bagian sampel harus terendam pada minuman energi selama 2 jam. Sampel dibilas dengan air, lalu dikeringkan dan dilakukan pengamatan mikrostruktur permukaan sampel resin komposit *hybrid*.

Pengujian sampel dilakukan dengan cara, alat dikalibrasi terlebih dahulu dengan meletakkan sampel ditempat yang tersedia (*table*) hingga alat pengukur dapat bergerak bebas menyentuh permukaan sampel yang diukur kekasaran permukaan. Untuk mengontrol apakah alat sudah menyentuh dengan benar atau terlalu menekan dapat dilihat pada layar

alat monitor. Tombol *start* ditekan, alat akan bergerak dengan kecepatan 1 mm/detik. Kemudian dilakukan pengujian kekasaran permukaan sampel dengan cara seperti kalibrasi. Pengukuran nilai kekasaran permukaan dilakukan pada masing-masing sampel. Setelah selesai pengukuran, hasil pengukuran kekasaran permukaan sampel akan terlihat pada kertas pencatat pada alat uji. Setelah itu, dilakukan pengukuran tiap sampel dengan menjumlah baris dari puncak teratas dan terbawah lalu hasilnya diratarata.

Pengamatan mikrostruktur permukaan sampel resin komposit *hybrid* dilakukan setelah pengukuran kekasaran permukaan. Pengamatan mikrostruktur dilakukan dengan cara, sampel yang akan diamati dilekatkan pada *holder (stub)* menggunakan lem khusus (*araldite*) yang sudah diberi serbuk aluminium dan dibiarkan sampai kering selama satu hari. Permukaan sampel yang akan diamati dilakukan pelapisan menggunakan *Vacuum Evaporator* dan bahan pelapisnya adalah emas murni atau karbon (proses pelapisan kurang lebih 1 jam), kemudian dilakukan pengamatan dan pemotretan dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan pembesaran sebesar 500x dan didapatkan hasil pada layar *Cathode-Ray Tube* (CRT) berwarna hitam putih.¹³

Gambar 1. Hasil kekasaran permukaan resin komposit hybrid.

Kelompok	Perlakuan	Rerata ± Simpang Baku	
		Sebelum	Sesudah
A	Aquadest (kontrol)	0,143 ± 0,036	0,130 ± 0,026
B	Minuman energi pH 3,2	0,123 ± 0,010	0,193 ± 0,042
C	Minuman energi pH 3,7	0,123 ± 0,020	0,20 ± 0,027
D	Minuman energi pH 3,9	0,120 ± 0,030	0,173 ± 0,037

Hasil

Hasil pengukuran kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* terlihat pada kertas pencatat pada alat uji, tampak pada gambar 1.

Cara pembacaan hasil kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* yaitu kertas pencatat dibagi menjadi lima bagian yaitu Z1,Z2,Z3,Z4, dan Z5. Cara mendapatkan nilai Z ialah dengan menentukan terlebih dahulu puncak tertinggi diatas sumbu x yaitu puncak teratas () dan puncak terendah dibawah sumbu x yaitu puncak terbawah (). Setelah puncak teratas dan puncak terbawah ditentukan, jumlah baris dari sumbu x ke puncak teratas dan jumlah baris dari sumbu x ke puncak terbawah dihitung, lalu dijumlahkan dan dilakukan penghitungan dengan rumus:

$$Rz = \frac{Z1+Z2+Z3+Z4+Z5}{5}$$

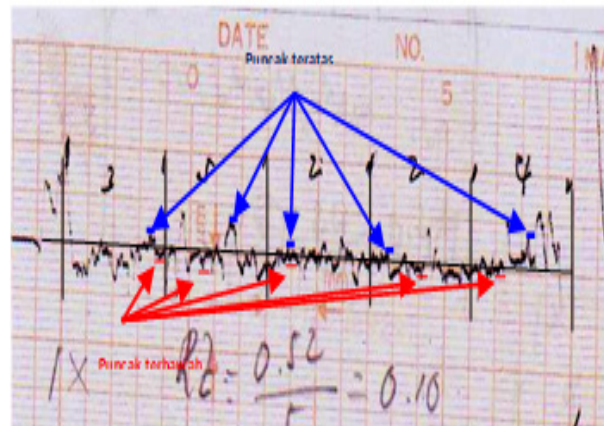
Keterangan :

Rz = kekasaran permukaan rata-rata

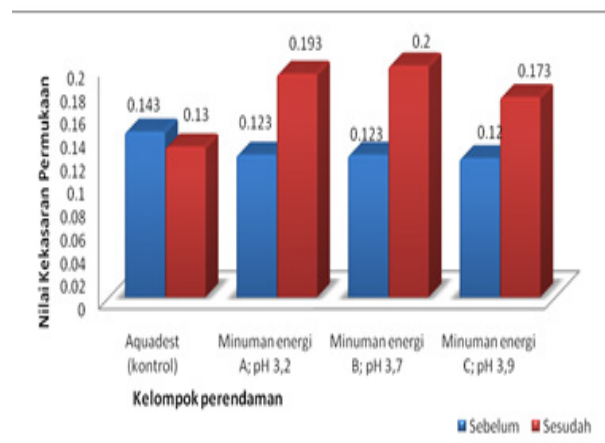
Z = puncak teratas dan terbawah

Nilai *surface roughness* ditentukan berdasarkan rumus pada cara penggunaan alat yaitu : Rz x 0,033. Rerata dan simpang baku dari kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* sebelum dan sesudah perendaman tampak pada tabel 1.

Pada penghitungan statistik *Kolmogorov-Smirnov test* didapatkan nilai sebelum perendaman p = 0,230 dan sesudah perendaman p = 0,682, yang berarti data berdistribusi normal (p > 0,05). Kemudian dilanjutkan *test equality of covariance matrices* yang diketahui bahwa nilai signifikansi 0,043 (p<0,05) yang

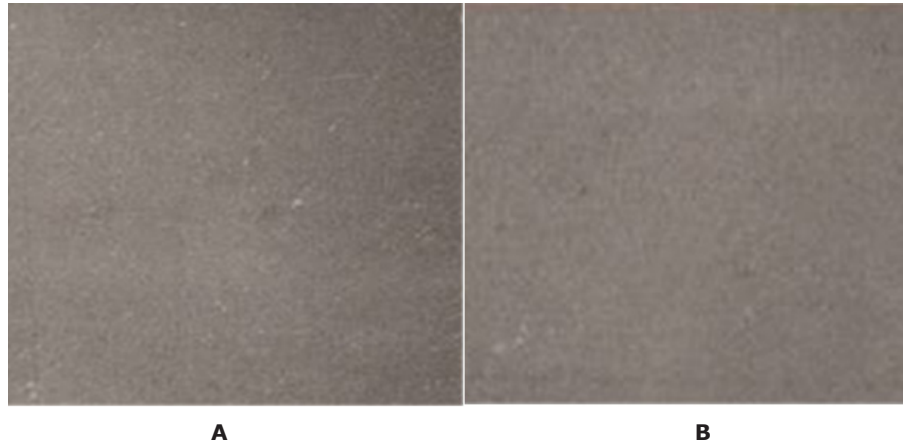


Tabel 1 Hasil rerata dan simpang baku kekasaran permukaan resin komposit hybrid pada setiap kelompok sebelum dan sesudah perendaman (µm).

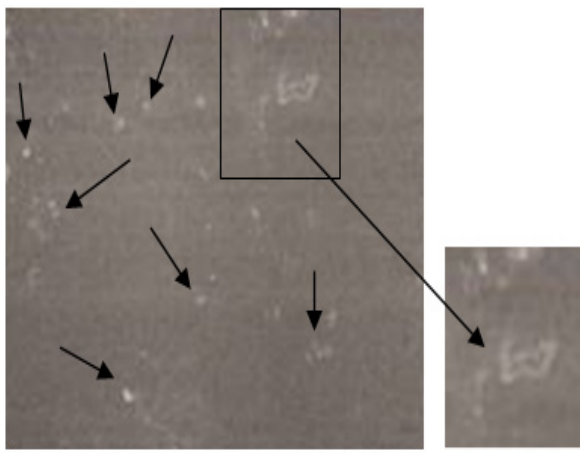


Gambar 2. Grafik nilai rerata kekasaran permukaan komposit hybrid sebelum dan setelah dilakukan perendaman.

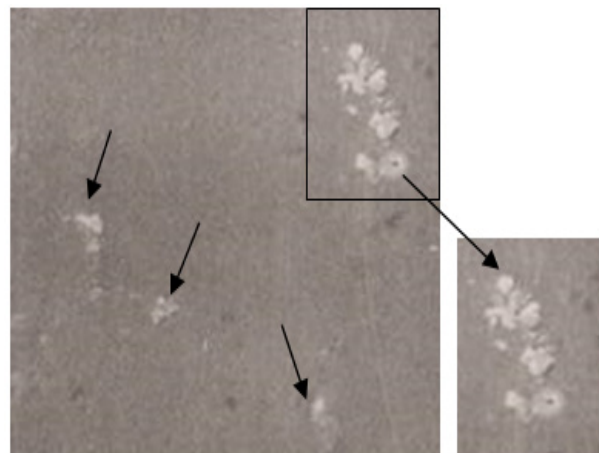
berarti data bersifat tidak homogen. Pada tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rerata sebelum dan sesudah perendaman setelah diuji *Within-Subjects Effects* tidak terdapat perbedaan, p = 0,326 (α>0,05) yang berarti tidak terdapat perbedaan yang bermakna



Gambar 3. a. Resin komposit hybrid yang tidak dilakukan perendaman dalam akuades dan minuman energi; b. Resin komposit hybrid yang dilakukan perendaman dalam akuades selama 2 jam.



Gambar 4 Resin komposit hybrid direndam dalam minuman energi A dengan pH 3,2 selama 2 jam, matrik resin larut ().



Gambar 5 Resin komposit hybrid direndam dalam minuman energi B dengan pH 3,7 selama 2 jam, matrik resin larut ().

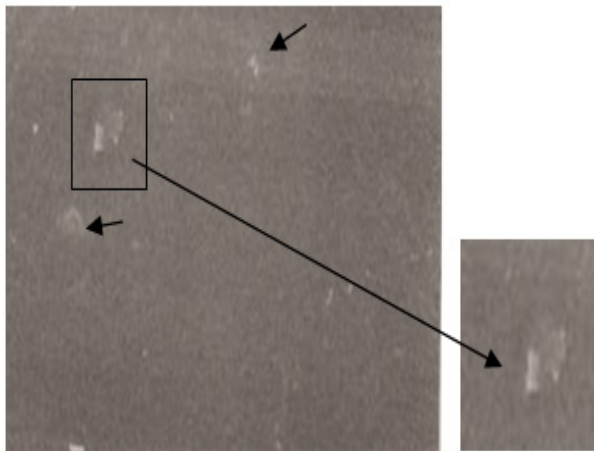
sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil penelitian dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran 500x, yang menggambarkan mikrostruktur permukaan resin komposit *hybrid* dengan atau tanpa minuman energi dapat dilihat di bawah ini:

Pada gambar 3.a dan 3.b terlihat mikrostruktur permukaan resin komposit *hybrid* tanpa perendaman dan perendaman dalam akuades selama 2 jam terlihat rata dan halus.

Pada gambar 4 mikrostruktur permukaan resin komposit *hybrid* yang direndam dalam minuman energi A terlihat mulai terjadi kerusakan yang tidak merata akibat kontak dengan asam. Ruang kosong

berwarna putih berupa *plaque-like layer* menunjukkan matrik resin mengalami kelarutan dan matrik resin yang larut dalam gambar terlihat dalam bentuk yang besar, menyebar dan tidak rata.

Pada gambar 5 mikrostruktur permukaan resin komposit *hybrid* yang direndam dalam minuman energi B terlihat terjadi kerusakan yang paling besar dibandingkan dengan resin komposit yang direndam dalam minuman energi yang lain. Ruang kosong berwarna putih berupa *plaque-like layer* menunjukkan matrik resin mengalami kelarutan dan matrik resin yang larut dalam gambar terlihat sangat besar membentuk kelompok seperti pulau, menyebar dan tidak rata.



Gambar 6 Resin komposit hybrid direndam dalam minuman energi C dengan pH 3,9 selama 2 jam, matrik resin larut ().

Pada gambar 6 mikrostruktur permukaan resin komposit *hybrid* yang direndam dalam minuman energi C terlihat sedikit terjadi kerusakan. Ruang kosong yang juga berwarna putih berupa *plaque-like layer* menunjukkan matrik resin mengalami kelarutan dan matrik resin yang larut dalam gambar terlihat dalam bentuk yang kecil, sedikit dan menyebar.

Pembahasan

Resin komposit banyak digunakan sebagai material restorasi dalam kedokteran gigi. Resin komposit sebagian besar mengandung matrik polimer *dimethacrylate monomers*, seperti Bis-GMA, UDMA, dan TEGDMA, partikel-partikel *filler* anorganik yang dilapisi *methyl methacrylate-functional silane coupling agent* untuk mengikat *filler* pada matrik organik, dan fotoinisiator untuk fotoaktivasi oleh *light units*. Resin komposit digunakan untuk memperbaiki gigi yang rusak akibat karies, merestorasi enamel yang rusak akibat trauma dan abrasi serta untuk alasan estetik.¹⁴ Permukaan yang halus dan mengkilat merupakan persyaratan untuk penampilan estetika yang diinginkan pada resin komposit. Permukaan yang halus dapat menurunkan tingkat keausan dan kekasaran yang berhubungan dengan kinerja klinis dari resin komposit.¹⁵

Material restorasi seperti resin komposit dalam rongga mulut dapat terpapar oleh makanan dan minuman yang bersifat asam maupun basa.¹⁶ Beberapa bahan makanan dan minuman yang bersifat asam dapat menyebabkan degradasi permukaan bahan restorasi. Kondisi asam dapat menyebabkan degradasi pada *semen glass ionomer*, *polyacid modified resin composite*, dan *restorative composite*.¹⁷

Menurut kelompok peneliti lain mengatakan, degradasi permukaan bahan resin berhubungan dengan komposisi dan distribusi bahan pengisi resin (*fillers*), serta komposisi dari matrik resin.¹⁰ Resin komposit yang mengalami degradasi akan mengalami perubahan pada topografi permukaan dan tingkat kekasaran, juga penurunan tingkat kekerasan dan daya tahan terhadap keausan, serta hilangnya komponen-komponen dalam resin komposit. Kelemahan tersebut akan menurunkan sifat mekanis dan fisik yang mengawali kolonisasi bakteri sehingga bisa meningkatkan resiko penyakit mulut.¹⁴

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan deskriptif observasional agar dapat menghubungkan dengan penelitian sebelumnya. Hasil penelitian ini digunakan sebagai data penunjang dari hasil peningkatan kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* setelah direndam dalam minuman energi pH asam dan penurunan kekerasan permukaan resin komposit *hybrid* setelah direndam dalam minuman energi pH asam.^{18,19}

Perendaman resin komposit *hybrid* dalam akuades dan minuman energi pada penelitian ini dilakukan selama 2 jam. Penentuan lama perendaman ini didasarkan karena pada suhu ruang minuman energi akan berubah pH setelah 2 jam. Sampel resin komposit yang digunakan dalam penelitian ini tidak dilakukan pemulasan karena permukaan resin komposit sudah halus dan rata menggunakan *celluloid strip* dan disesuaikan dengan kebutuhan alat. Sampel resin komposit yang disesuaikan dengan kebutuhan alat diameter dan tingginya maksimal 7 mm dan 2 mm, sehingga apabila

dilakukan pemulasan ketebalan sampel akan berkurang.

Dalam penelitian ini, resin komposit *hybrid* tanpa direndam dan direndam dalam akuades selama 2 jam menunjukkan belum terjadi kerusakan matrik polimer pada permukaan resin komposit. Resin komposit yang direndam dalam minuman energi pH asam menunjukkan matrik dalam resin larut seperti yang diamati dalam fotomikrograf SEM berupa lapisan seperti plak (*plaque-like layer*). Berdasarkan penelitian, resin komposit yang direndam dalam larutan asam mengalami kerusakan mikrostruktur permukaan lebih besar daripada resin komposit yang direndam dalam akuades.²⁰ Larutan asam dapat mempengaruhi integritas permukaan resin komposit, yang ditandai dengan adanya erosi permukaan.²⁰ Kelompok peneliti lain juga menyebutkan resin komposit yang direndam dalam minuman energi menunjukkan perubahan mikrostruktur permukaan yang dikaitkan sebagai proses degradasi matrik resin atau *silane coupling agent*, hilangnya partikel *filler* dan erosi matrik polimer.¹⁴

Larutan asam dapat menyebabkan degradasi kimia yang dapat mempengaruhi perubahan mikrostruktur permukaan dari resin komposit. Mekanisme terjadinya degradasi kimia tersebut adalah melalui proses larutan asam memasuki rantai polimer melalui porositas dan ruang intermolekuler. Penyerapan larutan tersebut oleh resin komposit dapat menyebabkan pembesaran (ekspansi) yang dapat mempengaruhi dimensi dari resin komposit. Penyerapan larutan asam juga akan menyebabkan kehilangan komponen yang tidak bereaksi (*unreacted components*), seperti monomer yang tidak bereaksi, promotor polimerisasi dan oligomer atau ion dari partikel *filler*. Larutan asam menyebabkan ekspansi dengan cara berdifusi ke dalam matrik polimer dan memisahkan rantai polimer. Pemisahan rantai polimer oleh molekul yang tidak membentuk ikatan kimia utama, tetapi hanya berfungsi sebagai pengisi ruang (yaitu *plastification*) akan menyebabkan perubahan mikrostruktur permukaan dan

reduksi (penurunan) kekerasan.^{21,22} Hal ini telah dibuktikan oleh peneliti sebelumnya bahwa kekerasan permukaan resin komposit *hybrid* menurun setelah direndam dalam minuman energi pH 3,2, 3,7 dan 3,9.¹⁹

Degradasi kimia kemungkinan bisa menyebabkan hidrolisis. Larutan asam setelah memasuki rantai polimer, larutan tersebut akan memicu degradasi kimia dari polimer. Degradasi tersebut apabila terjadi secara progresif akan mengubah mikrostruktur dari resin komposit melalui pembentukan pori dengan cara melepaskan oligomer, monomer residual, produk degradasi dan aditif. Proses ini akan menurunkan sifat mekanis dari resin komposit. Mekanisme degradasi tersebut dapat meningkatkan erosi dalam polimer karena pH yang rendah, sehingga dapat berdampak negatif terhadap ciri mekanis resin komposit.²² Pada gambar 2, 3 dan 4 resin komposit *hybrid* yang direndam dalam minuman energi A (pH 3,2), minuman energi B (pH 3,7) dan minuman energi C (pH 3,9) selama 2 jam dapat meningkatkan perubahan mikrostruktur permukaan resin komposit.

Dalam perbandingan ketiga resin komposit yang direndam dalam minuman energi dengan pH asam yang berbeda, mikrostruktur dari hasil fotomikrograf menunjukkan bahwa minuman energi B (pH 3,7) cenderung terjadi degradasi lebih besar daripada resin komposit yang direndam dalam minuman energi yang lainnya. Alasan yang mungkin untuk hasil ini adalah perbedaan isi kandungan dari minuman energi dan pH. Menurut keterangan pabrik yang tercantum dalam kemasan, minuman energi B memiliki komposisi tambahan berupa asam sitrat. Beberapa peneliti menyatakan bahwa asam sitrat dapat menyebabkan efek merugikan terhadap resin komposit karena asam sitrat merupakan asam organik yang memiliki *chelating agent* yang kuat yang dapat menghasilkan level erosi yang tinggi.¹⁴ Peneliti lain juga menyebutkan pH yang rendah dapat bereaksi dalam matrik polimer melalui katalisis ester dari monomer dimetakrilat.²³ Hidrolisis kelompok ester tersebut mengarah pada pembentukan

molekul alkohol dan asam karboksilat yang dapat mempercepat degradasi karena pH yang rendah di dalam matriks. Sisi lain, pH yang rendah juga dapat menyebabkan erosi, mempercepat pemutusan rantai ikatan, dan meningkatkan pelepasan ion-ion dari partikel *filler*.²³

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan secara *in vitro*, minuman energi pH asam dapat mempengaruhi perubahan mikrostruktur resin komposit *hybrid*. Pada penelitian ini tidak diperhitungkan kondisi lingkungan rongga mulut, yaitu perubahan suhu, pH dan kelembaban yang dapat meningkatkan biodegradasi dari resin komposit, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh minuman energi pH asam terhadap mikrostruktur resin komposit secara *in vivo*.

Simpulan dari hasil penelitian permukaan resin komposit *hybrid* mengalami perubahan mikrostruktur setelah direndam dalam minuman energi pH 3,2, 3,7, dan 3,9 selama 2 jam.

Daftar pustaka

1. Malinauskas BM, Aeby VG, Overton RF, Aeby TC, Heidal KB. A survey of energy drink consumption patterns among college students. *Nutri J*, 2007; Vol 35, no 6, p.1-7.
2. Sulistiono DA. Tannin; p.1-4. from: <http://www.scribd.com/doc/33507735/TANNIN>. Accesed on March 2011.
3. Nesli A, Selen T, Gulgun E. Sports and energy drink consumption of physical education & sports student and their knowledge about them. *Turk: J Ovidius Uni*, 2010; Issue 2, p.732-736.
4. Kitchens M and Owens BM. Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel. *J Pediatr Dent*, 2007; Vol 1, no 1, p.153-159.
5. Craig, RG and Power, JM. *Restorative dental materials*. 12th ed. Mosby Year Book Inc, St Louis; 2006, p.190-273.
6. Ertas E, Guler AU, Yucel AC, Koprulu H, Guler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*, 2006; Vol 25, no 2, p.317-376.
7. Omata Y, Uno S, Nakaoki Y, Tanak T, Sano H, Yoshida S, Sidhu SK. Staining of hybrid composite with coffee, oolong tea or red wine. *Dent Mater J*, 2006; Vol 25, no 1, p.125-131.
8. Ritter AV. Direct resin-based composite: current recommendations for optimal clinical results. *Compend Contin Educ Dent*, 2005; Vol 26, no 7, p. 481-490.
9. Garcia AH, Lozana MAM, Vila JC, Escibano AB, Galve PF. Composite resin, a review of material and clinical indication. *Med Oral Patol Cir Bucal*, 2006; Vol 11. p.215-220.
10. Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of flowable resin composite surface eroded by acidic and alcoholic drinks. *Dent Mater J*, 2008; Vol 27, no 3, p.455-465.
11. de Oliveira ALBM, Garcia PPNS, dos Santos PA, Campos JADB. Surface roughness and hardness of a composite resin: Influence of finishing and polishing and immersion methods. *Mater Res*, 2010; Vol 13, no 3, p.409-415.
12. Puspa Lollita. Deteksi perubahan warna resin komposit hibrid setelah direndam klorheksidin glukonat 0,2 % menggunakan sensor fotodioda. Skripsi Ilmu Material Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, 2011; p.1-34.
13. Debby Fauziah Suryani. Profil semen ionomer hibrida setelah direndam dalam larutan antiseptik. Skripsi Ilmu Material Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, 2007; p.1-34.
14. Valinoti AC, Neves BG, Silva EM, Maia LC. Surface degradation of composite resins by acidic medicines and pH-cycling. *J Appl Oral Sci*, 2008; Vol 16, no 4, p.257-265.
15. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci: Mater Med*, 2007; Vol

- 18, p.155-163.
16. Hengtrakool C, Kukiattrkoon B, Kedjarune-Leggat U. Effect of naturally acidic agents on microhardness and surface micromorphology of restorative materials. *Eur J Dent*, 2011; Vol 5, p.89-100.
 17. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *Journal of Dentistry*, 2005; p.1-7.
 18. Dian Dwi Pratiwi. Kekasaran permukaan resin komposit hybrid setelah direndam dalam minuman energi pH asam. Skripsi Ilmu Material Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, 2011; p.1-43.
 19. Aditya Hayu. Kekerasan permukaan resin komposit *hybrid* setelah direndam dalam minuman energi pH asam. Skripsi Ilmu Material Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, 2011; p.1-36.
 20. Yanikoglu N, Duymus ZY, Yilmaz B. Effect of different solutions on the surface hardness of composite resin materials. *Dent Mater J*, 2009; Vol 28, no 3, p.344-351.
 21. Ferracane, JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater J*, 2005; Vol.22, p. 211-222.
 22. Medeiros IS, Gomes MN, Loguercio AD, Filho LER. Diametral tensile strength and vickers hardness of a composite after storage in different solutions. *J Oral Sci*, 2007; Vol 49, no 1, p. 61-66.
 23. da Silva EM, Goncalves L, Guimaraes JGA, Poskus LT, Carlos EF. The diffusion kinetics of a nanofilled and a midifilled resin composite immersed in distilled water, artificial saliva, and lactic acid. *Clin Oral Invest*, 2011; Vol 15, p. 393-401.