

KARAKTERISTIK KOMPOSIT RESIN BERKEMAMPUAN MENGALIR

Bambang Irawan

Departemen Ilmu Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia

Bambang Irawan. Karakteristik komposit resin berkemampuan mengalir. *Indonesian Journal of Dentistry* 2005; 12 (1): 36-41.

Abstract

The use of resin composites as posterior restoratives has markedly increased over the past decade. The patients demand for better esthetics, concerns related to possible mercury toxicity from amalgam and improvements in resin composite materials have significantly contributed the popularity of these materials. Early problems related to composites included excessive wear, less of anatomic form, post operative sensitivity, secondary caries and marginal leakage. Marginal adaptation still remains an unavoidable problem for composite restoration, especially at the gingival wall of cervical or Class II restoration. In an attempt to improve marginal sealing, many techniques and lining materials have been designed. To reduce stress generated by polymerization shrinkage, applying and curing of resin composites in layers is often recommended. Using a thick adhesive layer or a low-viscosity resin may, due to its elastic properties, serve as a flexible intermediate layer and compensate for the polymerization stress created in resin composite. Flowable composites were created by retaining the same small particle size of traditional hybrid composite but reducing the filler content and allowing the increased resin to reduce the viscosity of the mixture. Flowable composites were introduced in 1996 as liners, fissure sealants and also in tunnel preparations. They have been suggested for Class I, II, III and V cavity restorations, preventive resin restorations and composite, porcelain and amalgam repairing. Their usage as a liner under high filled resins in posterior restorations has been shown to improve the adaptation of composites and effectively achieve clinically acceptable results. This article attempts to give a broad characteristics of different types of flowable composites.

Keywords : Flowable resin composites, characteristics, material restorations

Pendahuluan

Penggunaan komposit resin untuk restorasi gigi posterior dekade terakhir ini sangat meningkat. Kebutuhan pasien akan estetika yang lebih baik dan kekhawatiran akan kemungkinan reaksi toksik dari amalgam serta semakin baiknya komposit resin menyebabkan bahan ini menjadi kian populer.¹

Masalah awal dengan menggunakan komposit resin adalah daya tahan yang rendah akibat pemakaian, dan hilangnya bentuk anatomi setelah beberapa waktu penggunaan. Di samping itu juga kemungkinan terjadi peningkatan sensitifitas setelah penambalan, serta terjadi karies baru dan kebocoran tepi tambalan.^{1,2} Adaptasi tepi tambalan masih menjadi masalah yang belum terselesaikan untuk

restorasi komposit resin terutama dinding gingiva di area servikal pada restorasi klas II. Bahan tambal komposit resin menjadi lebih kompak dengan penambahan bahan pengisi untuk kekuatan dan daya tahan terhadap keausan karena pemakaian. Secara umum, semua sifat mekanis akan meningkat dengan penambahan bahan pengisi (*filler*).^{1,2}

Daya tahan terhadap keausan karena pemakaian akan meningkat bila partikel bahan pengisi lebih halus, kepadatan menjadi lebih tinggi yang akan melindungi matriks polimer komposit dari proses pengunyahan makanan. Karena kebutuhan di klinik meningkat maka komposit resin berkembang menjadi.^{1,2}

1. bahan yang lebih padat dan lebih kental serta akan menyerupai kekuatan dental amalgam yang disebut dengan Komposit resin *packable* atau *condensable*.
2. bahan yang lebih cair serta mempunyai sifat mengalir dan dikenal dengan Komposit resin berkemampuan mengalir (*flowable*).

Bahan komposit resin berkemampuan mengalir pertama kali diperkenalkan tahun 1996 beberapa saat sebelum komposit resin kondensabel. Komposit resin berkemampuan mengalir dikembangkan dengan menggunakan besar partikel yang halus seperti komposit hibrida tetapi mengurangi isi filler yang akan menyebabkan viskositas campuran akan menjadi lebih encer. Komposit resin berkemampuan mengalir berisi kurang dari 20 – 25 % berat filler bila dibandingkan komposit tradisional.¹⁻³

Dengan perkembangan di atas maka bahan komposit resin yang digunakan untuk bahan restorasi dibidang Kedokteran Gigi menjadi.¹⁻³

1. komposit resin pengisi pit dan fisur gigi
2. komposit resin mikrofil
3. komposit resin berkemampuan mengalir (*flowable*)
4. komposit resin hibrida
5. komposit resin *packable* (*condensable*)

Sejak saat diperkenalkan hingga kini berbagai kegunaan klinik telah dikembangkan oleh para produsen komposit resin berkemampuan mengalir.

Aplikasi klinik

Berbagai aplikasi klinik telah dikembangkan dengan menggunakan komposit resin berkemampuan mengalir yaitu¹ :

1. Reparasi tepi tambalan amalgam
2. Tambalan restorasi klas I dengan tekanan kunyah rendah

3. Lapisan sisi gingiva dari tambalan restorasi klas II
4. Restorasi klas III
5. Restorasi klas V
6. Reparasi tepi tambalan komposit resin
7. Pembuatan *core* restorasi mahkota
8. Reparasi tepi restorasi mahkota yang rusak
9. Reparasi kerusakan sedikit jaringan email gigi
10. Reparasi kerusakan tepi insisal gigi
11. Bahan pelapis kavitas gigi (*liners*)
12. Bahan pengisi pit dan fisur gigi
13. Reparasi restorasi porselen
14. Sementasi veneer restorasi porselen
15. Reparasi mahkota sementara
16. Restorasi terowongan (*tunnel*)

Jumlah filler dan besar partikel

Moon dkk (2002)² membuat daftar berbagai merk dagang komposit resin berkemampuan mengalir yang ada di pasaran berikut jumlah filler dan besar partikel seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 : Berbagai produk komposit resin berkemampuan mengalir

No	Nama produk	Filler (wt%)	Partikel (μ)	Pabrik
1	Aelite Flo	58,8	< 0,5 - 14	Bisco, Inc.
2	Aelite Flo LV	50,5	< 0,5 - 11	Bisco, Inc.
3	Durafill Flow	48,3	< 0,1 - 2	Heraeus Kulzer
4	Flo Restore	44,3	< 0,5 - 2	Dent-Mat, Inc.
5	Flow It	68,9	< 0,5 - 4,5	Jeneric/Pentron
6	Revolution	53,3	< 1 - 4	Kerr, Inc.
7	Nexus 2	78,0	tdk tersedia data	Kerr, Inc.
8	Star Flow	60,0	< 0,5 - 1,2	Danville Eng.
9	Tetric Flow	65,2	< 0,5 - 10	Ivoclar-Vivadent
10	Versa flo	61,0	< 0,5 - 2,5	Centrix, Inc.
11	Ultra seal plus XT	60,0	< 1,0 - 1,5	Ultradent

Menurut Craig dan Bower (2002)³ jumlah filler komposit resin berkemampuan mengalir berkisar antara 42-62% berat sementara ukuran partikel 0,04 – 3,0 μ m. Pada kenyataannya data pada Tabel 1 memperlihatkan jumlah filler berkisar antara 44,3 – 78 % berat dan ukuran partikel < 0,1 – 14 μ m². Kandungan filler terbesar pada produk Nexus 2 yaitu 78 % berat dan terendah adalah Flo Restore yaitu 44,3 % berat. Jadi produk di pasaran sangat bervariasi tidak sesuai dengan yang dinyatakan oleh Craig.

Sifat mengalir (*Flow*)

Moon dkk (2002)² mengukur kemampuan mengalir sesuai dengan prosedur ADA spesifikasi

No:8 yaitu mirip pengukuran untuk kosistensi semen kedokteran gigi. Setengah mililiter komposit resin yang diteliti diletakkan pada tengah-tengah lempeng gelas kemudian di atasnya diletakkan lempeng gelas kedua yang menutupi lempeng gelas pertama dan diberi beban 120 gram selama 1 menit. Lempeng gelas kedua kemudian diangkat dan diukur besar diameter komposit resin yang mengalir berbentuk lingkaran dengan mikrometer kaliper.² Besarnya diameter flow yang didapat tertera pada Tabel 2.

Tabel 2 : Diameter rata-rata dari sifat flow dan klasifikasi komposit resin

No	Material	Diameter flow (cm)	Klasifikasi
1.	Aelite Flo	2,77 ± 0,39	Low flow
2.	Nexus 2	2,89 ± 0,14	Low flow
3.	Versa Flo	2,95 ± 0,39	Low flow
4.	Tetric Flow	3,02 ± 0,34	Low flow
5.	Flow It	3,35 ± 0,58	Medium flow
6.	Durafill Flow	3,47 ± 0,44	Medium flow
7.	Flo Restore	3,50 ± 0,14	Medium flow
8.	Aelite Flo LV	3,81 ± 0,60	High flow
9.	Revolution	4,03 ± 1,08	High flow
10.	Star Flow	4,33 ± 0,42	High flow

Dengan mengukur sifat mengalirnya maka komposit resin berkemampuan mengalir dapat dibagi menjadi 3 tingkatan.² Kemampuan mengalir yang rendah terlihat pada produk Tetric Flow, Versa Flo, Nexus 2 dan Aelite Flo. Kelompok komposit resin dengan kemampuan mengalir sedang seperti produk Flo Restore, Durafill Flow, Flow It. Sedangkan kelompok komposit resin dengan kemampuan mengalir yang tinggi pada produk Star Flow, Revolution dan Aelite Flo LV. Melihat data dan klasifikasi di atas kemampuan mengalir tidak hanya terletak pada jumlah filler yang terkandung di dalamnya. Diperkirakan jenis dan persentasi dari matriks polimer juga berperan. Hanya data mengenai jenis dan persentasi dari matriks polimer tidak ada dan merupakan rahasia dari pabrik yang memproduksi.²

Sifat ketebalan bahan (Film Thickness)

Moon dkk (2002) juga mengukur ketebalan bahan dengan menggunakan aturan ADA spesifikasi No: 8 seperti mengukur ketebalan untuk semen kedokteran gigi. Ketebalan diukur dengan cara seperti mengukur kemampuan mengalir tetapi dengan beban sebesar, 016 Mpa; 0,027 Mpa; dan 0.038 Mpa. Ketebalan diukur dengan dial gauge mikrometer dengan memperhitungkan luas area bahan.

Secara klinis ketebalan bahan yang dapat diterima adalah kurang dari 25 µm seperti ketebalan untuk sementasi. Tabel 3 menggambarkan ketebalan bahan dari berbagai produk komposit resin berkemampuan mengalir dengan tenan yang berbeda.

Tabel 3 : Nilai rata-rata ketebalan bahan komposit resin

Material	Tekanan		
	Ketebalan Bahan (µm) (Film Thickness)		
	0,016 MPa	0,027 MPa	0,038 MPa
Revolution	20 ± 5	10 ± 4	9 ± 2
Star Flow	35 ± 5	16 ± 6	10 ± 5
Aelite Flo	37 ± 3	31 ± 5	20 ± 8
Aelite Flo LV	41 ± 7	29 ± 7	10 ± 1
Flow It	43 ± 6	27 ± 7	17 ± 1
Flo Restore	51 ± 10	23 ± 7	17 ± 1
Versa Flo	63 ± 8	48 ± 7	41 ± 9
Durafill Flow	75 ± 3	54 ± 9	45 ± 1
Tetric Flow	77 ± 2	44 ± 8	26 ± 1
Nexus 2	79 ± 4	63 ± 1	54 ± 1

Dengan tekanan ringan (0,016 MPa) hanya produk Revolution yang mempunyai ketebalan bahan kurang dari 25 µm, sesuai rekomendasi ADA untuk dapat digunakan sebagai sementasi restorasi.² Pada tekanan sedang (0,027 MPa) termasuk produk Revolution, Star Flow dan Flo Restore dapat digunakan untuk sementasi karena memiliki ketebalan bahan kurang dari 25 µm. Pada tekanan besar (0,038 MPa) maka produk Revolution, Star Flow, Aelite Flo LV, Flo Restore, Flow It dan Aelite Flo dapat digunakan untuk sementasi. Sedangkan produk Versa Flo, Durafill Flow dan Nexus 2 tidak memenuhi kriteria untuk sementasi restorasi mahkota porselen.²

Stress akibat kontraksi saat polimerisasi

Stress yang terjadi akibat kontraksi saat polimerisasi dari komposit resin akan menyebabkan integritas tepi tambalan akan menjadi terganggu. Akibatnya terjadi kebocoran tepi tambalan. Braga dkk (2003)⁴ meneliti stress yang terjadi akibat kontraksi saat polimerisasi dari komposit resin berkemampuan mengalir dibandingkan dengan komposit resin jenis lain yang tidak mempunyai kemampuan mengalir. Hasil yang didapat adalah stress akibat kontraksi saat polimerisasi berkisar pada 6,04 hingga 9,10 MPa untuk kedua kelompok. Nilai rata-rata stress sebesar 8,19 MPa bagi kelompok komposit resin berkemampuan mengalir,

sementara untuk kelompok lain adalah 7,93 MPa. Jadi komposit resin berke-mampuan mengalir sedikit lebih tinggi mempunyai stress yang terjadi akibat polimerisasi.⁴ Bila komposit resin berkemampuan mengalir digunakan sebagai bahan pelapis awal dan dilanjutkan penambahan komposit resin jenis lain di atasnya maka pengurangan stress yang terjadi berkisar antara 2-19%.⁴ Secara umum dapat disimpulkan bahwa stress akibat polimerisasi komposit resin berkemampuan mengalir mempunyai tingkat stress yang hampir sama dan tidak berbeda bermakna dengan komposit resin jenis lain. Jadi pada aplikasi klinik penggunaan komposit resin berkemampuan mengalir sebagai bahan pelapis dibawah bahan restorasi komposit resin jenis lain tidak memberi efek mengurangi stress saat polimerisasi bahan.⁴

Sifat Mekanis

Bayne dkk meneliti sifat-sifat mekanis dengan mengukur sesuai ISO 9917 kekuatan kompresi, kekuatan tarik diametral dengan spesimen berdiameter 4 mm dan panjang 8 mm^{1,3}. Untuk mengukur kekuatan *flexural* dan *toughness* dengan spesimen berupa lempeng berdiameter 9 mm dan ketebalan 1 mm.^{1,3} Tabel 4 menunjukkan berbagai sifat mekanis dari ber-macam2 produk komposit resin berkemampuan mengalir.

Secara umum sifat mekanis yang meliputi kekuatan kompresi, kekuatan tarik diametral, kekuatan *flexural* dan *toughness* dari berbagai komposit resin berkemampuan mengalir lebih rendah bila dibandingkan dengan komposit resin hibrida^{1,3}. Kecuali pada produk Flow-It, True-Look dan Versa Flo mempunyai kekuatan kompresi yang hampir sama dengan komposit hibrida (263-324 MPa).¹ Demikian pula besarnya kekuatan tarik diametral dari Flow-It dan True-Look hampir sebanding dengan komposit resin hibrida (40,8 – 57,1 MPa).^{1,3} Komposit resin tradisional menunjukkan sifat mekanis yang lebih baik bila dibandingkan dengan komposit resin berkemampuan

mengalir. Dengan mengingat begitu luasnya penggunaan aplikasi klinis yang dimiliki oleh komposit resin berkemampuan mengalir maka komposit resin tradisional banyak digunakan sebagai kontrol pada berbagai penelitian.

Kebocoran tepi (*Microleakage*)

Penelitian kebocoran tepi pada restorasi klas II :

Peutzfeldt dkk (2002)⁵ meneliti kebocoran tepi pada tepi email sisi oklusal dan dentin sisi gingiva dari tambalan MOD dengan teknik berlapis (*incremental*). Penggunaan komposit resin berkemampuan mengalir sebagai lapisan awal dari sisi proksimal tambalan MOD menunjukkan terjadi penurunan kebocoran tepi bila dibandingkan dengan penggunaan komposit hibrida secara sendiri.

Malmstrom dkk (2002)⁶ meneliti efek ketebalan dari berbagai komposit resin berkemampuan mengalir pada kebocoran tepi restorasi klas II. Produk komposit resin yang digunakan adalah Tetric Flow (Ivoclar-Vivadent) dengan ketebalan berbeda yaitu 0,5 mm; 1 mm; 2 mm dan diletakkan pada dasar kavitas yang menghadap sisi gingiva, kemudian disinari dan di atasnya diletakkan komposit resin hibrida (Tetric ceram : Ivoclar-Vivadent). Spesimen kemudian direndam dalam larutan 50% silver nitrat pada termosikling (300 putaran pada suhu 5^o C dan 55^o C dengan waktu penenaan 45 detik). Kemudian spesimen dibuat potongan melintang dan diperiksa dibawah mikroskop cahaya. Hasilnya menunjukkan bahwa tepi oklusal tidak memperlihatkan kebocoran. Pada tepi gingiva dengan pelapis setebal 2 mm komposit resin berkemampuan mengalir secara bermakna menunjukkan berkurangnya kebocoran tepi bila dibandingkan dengan pelapis setebal 0,5 mm. Jadi ketebalan komposit resin berkemampuan mengalir pada pelapisan sisi gingiva memberi arti pada kebocoran tepi batas semen email restorasi klas II.

Peris dkk (2003)⁷ menggunakan komposit resin berkemampuan mengalir produk Revolution (Kerr) dengan bahan restorasi di atasnya komposit resin

Tabel 4 : Sifat mekanis dari berbagai produk komposit resin flowable

Material	Kekuatan Kompresi (MPa)	Kekuatan tarik Diametral (MPa)	Kekuatan Flexural (MPa)	Toughness (MPa ^{-m^{1/2}})
Aelite Flo	202,9	33,9	112,8	1,36
Crystal Essence	177,1	30,7	101,6	1,24
Flo Restore	209,6	34,9	148,4	1,68
Flow- It	247,7	42,7	tdk ada data	tdk ada data
Revolution	195,9	33,2	111,2	1,21
True-Look	259,3	47,5	138,5	1,63
Ultra Seal XT	161,7	15,8	158,0	1,53
Versa Flo	257,6	33,2	tdk ada data	tdk ada data

mikrohibrida produk Z-- 100 (3M) untuk melihat kebocoran tepi pada restorasi klas II. Hasilnya penggunaan Revolution dibawah komposit resin mikrohibrida Z-100 akan menurunkan kebocoran tepi tetapi tidak bermakna bila dibandingkan dengan penggunaan komposit resin mikrohibrida Z-100 secara tersendiri⁷. Kombinasi komposit resin Revolution dengan produk Prodigy condensable (Kerr) akan terjadi pengurangan kebocoran tepi yang bermakna.

Attar dkk (2004)⁸ menggunakan komposit resin berkemampuan mengalir produk Filtek Flow (3M) dan Tetric Flow (Ivoclar-Vivadent). Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan komposit resin berkemampuan mengalir yang dikombinasikan dengan komposit resin packable dan komposit resin mikrohibrida menunjukkan penurunan kebocoran tepi pada sisi gingiva pada restorasi klas II.

Penelitian kebocoran tepi pada restorasi klas V :

Yazici dkk (2003)⁹ meneliti efek penggunaan komposit resin berkemampuan mengalir dan dikombinasikan dengan komposit resin hibrida. Komposit resin berkemampuan mengalir yang digunakan produk Filtek Flow (3M). Kebocoran tepi pada tambalan klas V diamati pada permukaan bukal dan lingual yang telah direndam dalam larutan 0,5% fuchsin selama 24 jam dan diperiksa dibawah stereo mikroskop. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak ada kebocoran tepi tambalan klas V. Penggunaan kombinasi komposit resin berkemampuan mengalir dan komposit resin hibrida dengan penyinaran memberikan hasil yang baik. Kebocoran teramati pada penambalan tanpa penyinaran.

Yazici dkk (2003) meneliti berbagai produk (Filtek Flow, Dyract Flow, Admira Flow) dengan menggunakan bahan adhesif dentin (Single Bond, Prime Bond, Admira bond) dan bahan adhesif produk Gulma Comfort Bond. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit resin produk Admira Flow dan bahan adhesif Admira Bond menunjukkan kebocoran tepi yang minimal pada tepi gingiva tambalan¹⁰. Bila bahan komposit resin berkemampuan mengalir menggunakan adhesif dentin produk berbeda memberikan hasil yang tidak berbeda pada kebocoran email maupun dentin.¹⁰

Yazici dkk (2004) juga meneliti penggunaan berbagai produk komposit resin berkemampuan mengalir pada tambalan klas V mengenai kebocoran tepi. Produk yang digunakan yaitu Tetric Flow dibandingkan dengan komposit resin hibrida Z-100 dan komposit resin packable Solitaire 2. Semua spesimen yang diteliti direndam dalam larutan 0,5% fuchsin selama 24 jam setelah mengalami

termosikling 200 putaran antara 4⁰ C sampai 60⁰ C , kemudian spesimen dibuat potongan melintang dan diperiksa dibawah stereomikroskop. Hasil yang didapat menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna terhadap kebocoran tepi tambalan klas V diantara ketiga komposit resin.¹¹ Dimana kesemua bahan yang diteliti menunjukkan daya tahan yang baik terhadap kebocoran tepi pada email dan dentin.¹¹

Sensitivitas setelah 2 minggu penambalan

Perdigao dkk (2004) meneliti sensitivitas setelah 2 minggu penambalan klas II dengan bahan komposit resin berkemampuan mengalir dan bahan adhesif.¹² Produk yang digunakan adalah Filtek Flow sedangkan bahan adhesif yaitu *self etching primer* (Clearfil SE Bond) dan total etsa dengan larutan 34% asam fosfat (Prime & Bond NT) dan bahan restorasi diatasnya komposit resin packable (Surefill). Penelitian dilakukan terhadap 100 tambalan klas II gigi molar dan premolar pada 46 pasien..

Hasil pengamatan setelah 2 minggu penambalan menunjukkan bahwa bahan adhesif dengan menggunakan komposit resin berkemampuan mengalir tidak memberi efek yang bermakna.¹² Rasa sensitif yang diamati dengan melihat perubahan warna pada tepi tambalan, rasa sensitif terhadap udara dan rangsang dingin serta sensitif terhadap tekanan kunyah. Rasa sensitif terhadap dingin rata-rata 2,3 detik, sementara sebelum penambalan 10,3 detik dan rasa sensitif terhadap udara sebelum penambalan adalah 0,9 detik.¹² Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan komposit resin berkemampuan mengalir tidak menurunkan rasa sensitif setelah penambalan klas II.¹²

Sementasi restorasi porselen

Barceleiro dkk (2003) meneliti kekuatan ikat geser (*Shear bond strength*) dari restorasi porselen yang dilapis komposit resin berkemampuan mengalir¹³. Produk yang digunakan Natural Flow sebagai pelapis restorasi porselen dibandingkan dengan bahan semen resin yang melapisi restorasi porselen. Spesimen sebanyak 20 restorasi porselen dilapisi komposit resin dibandingkan dengan resin semen dan ditaruh didalam termosikling pada suhu 5⁰ C dan 55⁰ C selama 600 putaran dengan waktu penyinaran 20 detik. Setelah itu kekuatan ikat geser diukur dengan menggunakan Instron (Universal Mechanical Testing Machine) dengan beban geser 155 gram pada kecepatan crosshead 0,5 mm/menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit resin berkemampuan mengalir yang melapisi porselen mempunyai kekuatan ikat geser = $10,53 \pm 3,71$ MPa sementara kelompok resin semen yang melapisi porselen adalah $9,66 \pm 3,0$ MPa¹³. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan komposit resin berkemampuan mengalir untuk merekatkan restorasi porselen menunjukkan kekuatan ikat geser yang tidak berbeda bermakna dengan restorasi yang direkatkan dengan resin semen.¹³ Hal ini berarti bahwa komposit resin berkemampuan mengalir dapat digunakan sebagai alternatif untuk bahan sementara.

Biokompatibiliti komposit resin berkemampuan mengalir

Shimada dkk (2004) meneliti respons pulpa binatang percobaan monyet atas kebocoran penggunaan komposit resin berkemampuan mengalir dengan bahan adhesif etsa sendiri dibandingkan dengan bahan semen glass ionomer dan bahan tambal amalgam kandungan tembaga tinggi.¹⁴ Kavitas cervical pada gigi monyet dilakukan penambalan ketiga macam bahan tambal tersebut kemudian diperiksa setelah 3, 30, dan 90 hari dengan cara sedian difiksir dalam larutan 10% formalin. Selanjutnya dibuat preparat dengan teknik rutin histologi, setelah diberi pewarnaan diperiksa reaksi inflamasi yang terjadi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak reaksi inflamasi dari pulpa gigi seperti nekrosis dan abses.¹⁴ Tidak terlihat penetrasi bakteri sepanjang dinding kavitas pada penggunaan komposit resin berkemampuan mengalir dan semen glass ionomer.¹⁴ Penggunaan komposit resin berkemampuan mengalir dengan bahan adhesif etsa sendiri menunjukkan biokompatibiliti yang baik terhadap pulpa gigi binatang percobaan monyet.¹⁴

Kesimpulan

Dari uraian diatas mengenai berbagai karakteristik komposit resin berkemampuan mengalir maka dapat disimpulkan bahwa komposit resin berkemampuan mengalir cukup luas penggunaannya pada aplikasi klinik. Walaupun beberapa sifat mekanis sedikit dibawah komposit tradisional maka dengan kemampuan mengalir dan berbagai usaha perbaikan sifat yang dimilikinya maka komposit resin berkemampuan mengalir dapat lebih berdaya guna. Terutama bila digunakan secara

kombinasi seperti dengan komposit resin packable dan bahan adhesif dentin.

Daftar Pustaka

1. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ. A Characterization of first generation flowable composite. *JADA* 1998;129: 567-77.
2. Moon PC, Tabassian MS, Culbreath TE. Flow characteristics and film thickness of flowable resin composites. *Oper Dent* 2002; 27: 248-53.
3. Craig RG, Powers JM *Restorative Dental Materials*, 11th ed. St Louis: Mosby, 2002, 211, 232-49.
4. Braga RR, Hilton TJ, Ferracane JL. Contraction stress of flowable composite materials and their efficiency as stress-relieving layers. *JADA* 2003;134: 721-28
5. Peutzfeldt A, Asmussen E. Composite restoration : Influence of flowable and self-curing resin composite linings on microleakage in vitro. *Oper Dent* 2002;27: 569-75.
6. Malmstrom M, Schuller M, Roach T, Moss ME. Effect of thickness of flowable resins on marginal leakage in Class II composite restorations. *Oper Dent* 2002;27: 373-80.
7. Peris AR, Duarte S, Andrade MF. Evaluation of marginal microleakage in class II cavities: Effect of microhybrid, flowable and compactable resins. *Quintessence Int* 2003;34-2:93-8.
8. Attar N, Turgut MD, Gungor HC. The effect of flowable resin composites as gingival increments on the microleakage of posterior resin composites. *Oper Dent* 2004;29-2:162-7
9. Yazici AR, Basseren M, Dayangac B. The Effect of flowable resin composite on microleakage in class V cavities. *Oper Dent* 2003;28: 42-6
10. Yazici AR, Celik C, Orgunaltay G. Microleakage of different resin composite types. *Quintessence Int* 2004; 35-10: 790-4.
11. Yazici AR, Ozgunaltay G, Dayangac B. The Effect of different types of flowable restorative resins on microleakage of class V cavities. *Oper Dent* 2003;28-6: 773-8
12. Perdigao J, Netto CA, Carmo AR. The Effect of adhesive and flowable composite on post operative sensitivity 2 week results. *Quintessence Int* 2004; 35-10: 777-84.
13. Barceleiro MO, Miranda MS, Dias KR, Sekito T. Shear bond strength of porcelain laminate veneer bonded with flowable composite. *Oper Dent* 2003;28-4:423-8.
14. Shimada Y, Seki Y, Sasafuchi Y. Biocompatibility of a flowable composite bonded with a self etching adhesive compared with a glass ionomer cement and a high copper amalgam. *Oper dent* 2004;29-1:23-8.