

.....

Pengaruh Penambahan Serat Kaca Dan Serat Polietilen Terhadap Kekuatan Impak Dan Transversal Pada Bahan Basis Gigitiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas
The Effect Of Glass Fiber And Polyethylene Fiber Addition On Impact And Transverse Strength Of Denture Base Material Heat Polymerized Acrylic Resin

Rachel Ferasima, M. Zulkarnain, Hubban Nasution

Faculty Of Dentistry University Of Sumatera Utara

Jl. Alumni No. 2 Kampus Usu Medan 20155

Telp. 061 8216131, Fax. 061 8213421

Abstract

Heat polymerized acrylic resin is denture base material that easily broken because of it's low impact and transverse strength and need to be reinforced with fiber. This study is aimed to observe the impact and transverse strength of denture base material heat polymerized acrylic resin reinforced with glass and polyethylene fiber, the effect of glass and polyethylene fiber addition of denture base impact and transverse strength and the correlation between impact and transverse strength of denture base material heat polymerized acrylic resin reinforced with glass and polyethylene fiber. This study used heat polymerized acrylic resin that reinforced with chopped strand glass fiber and polyethylene fiber. The result of this study showed that the addition of 1% glass fiber and 1% polyethylene fiber can increase the impact and transverse strength and showed positive correlation between impact and transverse strength so that denture base will not easily broken.

Key Words: reinforced fiber, denture base

Abstrak

Resin akrilik polimerisasi panas merupakan bahan basis gigitiruan yang mudah patah karena memiliki kekuatan impak dan transversal yang rendah sehingga perlu ditambahkan serat penguat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan impak dan transversal bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas dengan penambahan serat kaca dan serat polietilen, pengaruh penambahan serat kaca dan serat polietilen terhadap kekuatan impak dan transversal basis gigitiruan dan korelasi antara kekuatan impak dan transversal bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas. Penelitian ini menggunakan serat kaca dan serat polietilen bentuk potongan kecil yang ditambahkan ke dalam resin akrilik polimerisasi panas. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penambahan serat kaca 1% dan serat polietilen 1% dapat meningkatkan kekuatan impak dan transversal dan terdapat korelasi positif antara kekuatan impak dan transversal sehingga basis gigitiruan tidak mudah patah.

Kata Kunci: serat penguat, basis gigitiruan

Pendahuluan

Bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas memiliki kelemahan yaitu memiliki sifat mekanis yang rendah. Sifat mekanis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas adalah kekuatan impak, kekuatan transversal dan kekuatan *fatigue*. Kekuatan impak dan transversal yang rendah pada bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas menyebabkan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas menjadi mudah patah.¹⁻³ Oleh karena itu, diperlukan bahan penguat.

Serat penguat yang umum digunakan adalah serat kaca. Serat kaca dalam komposisinya mengandung silikon dioksida. Ikatan kovalen yang kuat dan struktur kimia yang isotropik pada Si_2O_3 menyebabkan serat kaca menjadi lebih padat dan kuat sehingga mampu menyerap beban yang diterima oleh resin akrilik polimerisasi panas. Selain silikon dioksida, terdapat boron trioksida yang dapat meningkatkan stabilitas hidrolitik permukaan serat kaca sehingga serat kaca sangat sedikit menyerap air dan secara tidak langsung mengurangi penyerapan air oleh bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas yang menyebabkan peningkatan kekuatan impak dan transversal.

Serat kaca memiliki kelebihan antara lain memiliki stabilitas termal yang baik, tahan terhadap kelembaban dan bahan kimia, namun serat kaca memiliki kekurangan antara lain warna putih pada serat kaca yang kurang natural akibat proses pembuatannya dan komposisi silikon dioksida, alumunium serta magnesium pada serat kaca, memiliki berat molekul yang relatif besar serta memiliki kekuatan yang relatif rendah bila dibandingkan dengan serat penguat lain. Berdasarkan bentuknya, serat kaca dibedakan menjadi tiga

bentuk yaitu batang, anyaman dan potongan kecil.^{4,5} Penelitian yang dilakukan oleh Watri D. (2010) pada resin akrilik polimerisasi panas (QC 20) yang ditambah dengan serat kaca bentuk potongan kecil konsentrasi 1%, 1,5% dan 2% menyatakan bahwa peningkatan kekuatan impak dan transversal yang seimbang diperoleh dari resin akrilik polimerisasi panas dengan penambahan serat kaca 1%. Penambahan serat kaca dengan konsentrasi 2% dapat menyebabkan penurunan kekuatan transversal bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas.⁶

Serat lain yang dapat ditambahkan pada bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas adalah serat polietilen. Serat polietilen memiliki kelebihan antara lain biokompatibel terhadap jaringan rongga mulut, lebih ringan bila dibandingkan dengan serat kaca, tidak rapuh, tidak mudah mengalami *fatigue*, tahan terhadap air, bahan kimia, abrasi dan kelembaban serta memiliki kekuatan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan serat kaca karena memiliki ikatan intramolekul yang sangat kuat dan derajat kristalisasi yang tinggi. Serat polietilen memiliki kualitas estetik yang lebih baik karena serat polietilen memiliki warna putih natural yang berasal dari proses polimerisasi pembentukan serat polietilen. Namun, ikatan intramolekul yang sangat kuat pada serat polietilen menyebabkan serat polietilen menjadi sangat sulit menyerap air sehingga sulit untuk berikatan dengan bahan lain.^{2,3}

Krishnarao T. (2012) dalam penelitiannya menyatakan kekuatan impak yang dihasilkan dari resin akrilik polimerisasi panas (Trevalon) yang ditambah dengan serat polietilen (Lotus Polytwist) konsentrasi 2% lebih besar dari kekuatan impak yang dihasilkan dengan penambahan serat kaca (St. Gobin Vetrotex) konsentrasi 2%.² Hal

tersebut juga sesuai dengan Gutteridge (1988 cit. Karacaer O., 2003) yang dalam penelitiannya menyatakan bahwa penambahan serat polietilen bentuk potongan kecil konsentrasi 1% pada bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas dapat meningkatkan kekuatan impak dan transversal.⁷

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat kaca dan serat polietilen terhadap kekuatan impak dan transversal serta korelasi antara kekuatan impak dan transversal yang dihasilkan dari bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas dengan penambahan serat kaca dan serat polietilen.

Bahan Dan Cara

Jenis penelitian ini eksperimen laboratorium yang dilakukan di Unit Uji Laboratorium Dental FKG USU, Laboratorium Prostodonsia FKG USU dan Laboratorium Penelitian FMIPA USU pada bulan Maret-April 2013.

Ukuran sampel yang digunakan adalah 80 mm x 10 mm x 4 mm untuk uji kekuatan impak dan 65 mm x 10 mm x 2,5 mm untuk uji kekuatan transversal. Besar sampel pada penelitian ini adalah 60 buah. Pada penelitian ini digunakan resin akrilik polimerisasi panas (QC 20), serat kaca bentuk potongan kecil ukuran 3 mm (Fiber E-Glass Chopped Strand) konsentrasi 1%, serat polietilen bentuk potongan kecil ukuran 3 mm (Asrene) konsentrasi 1% dan gips keras tipe III (Moldano).

Pada penelitian ini terdapat 3 kelompok perlakuan yaitu kelompok tanpa serat, kelompok dengan penambahan serat kaca 1% dan kelompok dengan penambahan serat polietilen 1%. Pembuatan mold dilakukan

dengan mencampurkan gips keras dengan perbandingan 300 gr : 90 ml air menggunakan spatula selama 15 detik. Setelah itu model induk dibenamkan pada adonan gips keras yang telah diletakkan pada kuvet bawah. Setelah gips mengeras, permukaan gips diolesi vaselin dan kuvet atas disatukan dengan kuvet bawah dan diisi adonan gips keras dengan perbandingan 300 gr gips keras : 90 ml air di atas *vibrator*. Setelah adonan gips mengeras, kuvet dibuka dan model induk dikeluarkan dari kuvet. Setelah kering permukaan gips keras pada kuvet bawah dan kuvet atas diolesi dengan *cold mould seal*, kemudian dibiarkan selama 20 menit.

Pengisian akrilik dilakukan dengan mencampurkan polimer ke dalam monomer dengan perbandingan 3 gr : 1,5 ml. Setelah adonan mencapai fase *dough*, adonan dimasukkan ke dalam mold. Resin akrilik polimerisasi panas ditutup dengan plastik selopan, kuvet atas dipasangkan dan kuvet ditekan perlahan-lahan dengan pres hidrolis mencapai 1000 psi, lalu kuvet dibuka, akrilik yang berlebih dipotong dengan lekron. Kuvet atas ditutup kembali, dipres dengan tekanan 2200 psi. Baut kuvet dipasang untuk mempertahankan kuvet atas dan kuvet bawah agar beradaptasi dengan baik dan dibiarkan selama 15 menit.

Penambahan serat dilakukan dengan merendam serat kaca dan serat polietilen bentuk potongan kecil 3 mm sebanyak 0,045 gr (1 mold) ke dalam monomer selama 10 menit dalam suatu wadah kemudian ditiriskan, lalu dimasukkan ke dalam polimer dengan perbandingan serat : polimer = 0,045 gr : 3 gr. Setelah itu dilakukan penambahan 1,5 ml monomer ke dalam campuran polimer dan serat, lalu diaduk perlahan-lahan. Setelah adonan mencapai *dough stage* kemudian

adonan dimasukkan ke dalam mold dan dilakukan prosedur yang sama dengan prosedur pembuatan mold, kemudian dilakukan proses kuring pada *waterbath* dengan suhu 70°C selama 90 menit dan 100°C dan selama 30 menit. Kuvet dibiarkan di dalam *waterbath* selama 30 menit untuk proses pendinginan, selanjutnya kuvet diletakkan di bawah air mengalir selama 15 menit dan dibiarkan dingin hingga mencapai suhu kamar dan sampel dikeluarkan dari kuvet, kelebihan akrilik dibuang dan dirapikan dengan bur Fraser, dihaluskan dengan kertas pasir *waterproof* nomor 600.

Sampel direndam dalam larutan akuades selama 48 jam dengan suhu 37°C. Pengukuran kekuatan impak dilakukan dengan alat Amslerotto Walpret Werke GMBH. Pen-

gukuran kekuatan transversal dilakukan dengan menggunakan alat Torsee's Electronic System Universal Testing Machine. Data dianalisis menggunakan uji ANOVA, LSD dan korelasi Pearson.

Hasil

Kekuatan impak terkecil resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan serat adalah $3,75 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, terbesar adalah $5,5 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Kekuatan impak terkecil kelompok dengan penambahan serat kaca 1% adalah $5,75 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, terbesar adalah $8,5 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Kekuatan impak terkecil kelompok dengan penambahan serat polietilen 1% adalah $4,5 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, terbesar adalah $8,0 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ (Tabel 1).

Tabel 1. Kekuatan impak bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan serat, dengan penambahan serat kaca dan penambahan serat polietilen

No	Kekuatan Impak ($\times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$)		
	Tanpa Serat	Serat Kaca 1%	Serat Polietilen 1%
1	5,0	9,0	4,5**
2	4,75	6,0	6,0
3	4,5	7,0	8,0*
4	5,5*	7,25	7,0
5	4,0	8,5*	4,5**
6	4,5	7,0	6,25
7	5,5*	7,5	6,0
8	3,75**	5,75**	5,0
9	4,5	6,5	5,5
10	5,0	6,0	7,5

Rerata dan SD kekuatan impak kelompok tanpa penambahan serat adalah $4,70 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ dan $0,46 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Rerata dan SD kekuatan impak kelompok dengan penambahan serat kaca 1% adalah $7,05 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$

dan $1,21 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Rerata dan SD kekuatan impak kelompok dengan penambahan serat polietilen 1% adalah $6,03 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ dan $1,08 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata dan SD kekuatan impak bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan serat, dengan penambahan serat kaca dan penambahan serat polietilen

Kelompok	Kekuatan Impak ($\times 10^{-3}$ J/mm ²)	
	N	X \pm SD
Tanpa Serat	10	4,70 \pm 0,46
Serat Kaca 1%	10	7,05 \pm 1,21
Serat Polietilen 1%	10	6,03 \pm 1,08

Kekuatan transversal terkecil resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan serat adalah 780,0 kg/cm², terbesar adalah 1177,2 kg/cm². Kekuatan transversal terkecil kelompok dengan penambahan serat kaca 1% adalah 946,8 kg/cm², terbesar adalah 1848,0 kg/cm². Kekuatan transversal terkecil kelompok dengan penambahan serat polietilen 1% adalah 945,6 kg/cm², terbesar adalah 1296,0 kg/cm² (Tabel 3).

Tabel 3. Kekuatan transversal bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan serat, dengan penambahan serat kaca dan penambahan serat polietilen

No	Kekuatan Transversal (kg/cm ²)		
	Tanpa Serat	Serat Kaca 1%	Serat Polietilen 1%
1	850,8	946,8**	1122,0
2	1177,2*	1186,8	1237,2
3	1111,2	1092,0	1192,8
4	1076,4	1207,2	945,6**
5	835,2	996,0	1110,0
6	967,2	1291,2	1128,0
7	1060,8	1334,4	993,6
8	927,6	1365,6	1296,0*
9	780,0**	1142,4	1012,8
10	823,2	1848,0*	1203,6

Rerata dan SD kekuatan transversal kelompok tanpa penambahan serat adalah 960,96 kg/cm² dan 48,90 kg/cm². Rerata dan SD kekuatan transversal kelompok dengan penambahan serat kaca 1% adalah 1241,04 kg/cm² dan 124,02 kg/cm². Rerata dan SD kekuatan transversal kelompok dengan penambahan serat polietilen 1% adalah 1124,16 kg/cm² dan 79,75 kg/cm² (Tabel 4).

Tabel 4. Rerata dan SD kekuatan transversal bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan serat, dengan penambahan serat kaca dan penambahan serat polietilen

Kelompok	Kekuatan Transversal (kg/cm ²)	
	N	X ± SD
Tanpa Serat	10	960,96 ± 48,90
Serat Kaca 1%	10	1241,04 ± 124,02
Serat Polietilen 1%	10	1124,16 ± 79,75

Hasil uji LSD menunjukkan adanya perlakuan yang bermakna antar kelompok perlakuan yaitu kelompok tanpa penambahan serat dan kelompok dengan penambahan serat kaca 1% $p = 0,001$ ($p < 0,05$), kelompok tanpa penambahan serat dan kelompok dengan

penambahan serat polietilen 1% $p = 0,023$ ($p < 0,05$) serta kelompok dengan penambahan serat kaca 1% dan kelompok dengan penambahan serat polietilen 1% $p = 0,010$ ($p < 0,05$) (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh penambahan serat kaca dan penambahan serat polietilen terhadap kekuatan impak bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas

Kelompok	Kekuatan Impak ($\times 10^{-3}$ J/mm ²)		
	N	X ± SD	P
Tanpa Serat	10	4,70 ± 0,46	
Serat Kaca 1%	10	7,05 ± 1,21	0,001*
Serat Polietilen 1%	10	6,03 ± 1,08	

Rerata kekuatan impak yang berbeda adalah antara:

- Tanpa serat dengan serat kaca 1% = 0,001*
- Tanpa serat dengan serat polietilen 1% = 0,023*
- Serat kaca 1% dengan serat polietilen 1% = 0,010*

Hasil uji LSD menunjukkan adanya perlakuan yang bermakna antar kelompok perlakuan yaitu kelompok tanpa penambahan serat dan kelompok dengan penambahan serat kaca 1% $p = 0,001$ ($p < 0,05$), kelompok tanpa penambahan serat dan kelompok

dengan penambahan serat polietilen 1% $p = 0,004$ ($p < 0,05$) serta kelompok dengan penambahan serat kaca 1% dan kelompok dengan penambahan serat polietilen 1% $p = 0,002$ ($p < 0,05$) (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh penambahan serat kaca dan penambahan serat polietilen terhadap kekuatan transversal bahan basis gigitiran resin akrilik polimerisasi panas

Kelompok	Kekuatan Transversal (kg/cm ²)		
	N	X ± SD	P
Tanpa Serat	10	960,96 ± 48,90	0,002*
Serat Kaca 1%	10	1241,04 ± 124,02	
Serat Polietilen 1%	10	1124,16 ± 79,75	

Rerata kekuatan dampak yang berbeda adalah antara:

- Tanpa serat dengan serat kaca 1% = 0,001*
- Tanpa serat dengan serat polietilen 1% = 0,004*
- Serat kaca 1% dengan serat polietilen 1% = 0,002*

Hasil uji korelasi Pearson menyatakan korelasi positif yang signifikan antara kekuatan dampak dan transversal pada bahan basis gigitiran resin akrilik polimerisasi panas yang ditambah serat kaca 1% dengan signifikansi $p = 0,012$ dan $r = 0,777$ serta ko-

relasi positif yang signifikan antara kekuatan dampak dan transversal pada bahan basis gigitiran resin akrilik polimerisasi panas yang ditambah serat polietilen 1% dengan signifikansi $p = 0,034$ dan $r = 0,743$ (Tabel 7).

Tabel 7. Korelasi antara kekuatan dampak dan kekuatan transversal bahan basis gigitiran resin akrilik polimerisasi panas dengan penambahan serat kaca dan penambahan serat polietilen

Kelompok	Korelasi Kekuatan Dampak dan Kekuatan Transversal	
	r	P
Serat Kaca 1%	0,777	0,012*
Serat Polietilen 1%	0,743	0,034*

Diskusi

Kekuatan dampak dan transversal yang bervariasi dari 10 sampel dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi proses pembuatan sampel yang tidak dapat dikendalikan selama penelitian berlangsung antara lain kandungan monomer sisa yang bertindak sebagai *plasticizer* dan teknik pen-

gadukan yang manual yang menyebabkan terperangkapnya udara di dalam matriks resin akrilik polimerisasi panas sehingga terjadi *porous* yang dapat mempengaruhi kekuatan dampak dan transversal resin akrilik polimerisasi panas.^{8,9}

Penambahan serat kaca pada resin akrilik polimerisasi panas dapat meningkatkan kekuatan dampak dan transversal. Hal tersebut

disebabkan karena adanya transfer beban antara serat kaca dengan matriks polimer akibat adanya adhesi. Saat beban diaplikasikan, modulus young dari ikatan antar atom polimer resin akrilik polimerisasi panas berada pada titik terendah. Patahnya basis gigitiruan disebabkan adanya deformasi permanen akibat modulus young resin akrilik polimerisasi panas yang sudah berada di atas ambang batas *stress point*. Penambahan serat kaca menyebabkan peningkatan ambang batas *stress point* dari resin akrilik polimerisasi panas karena serat kaca menyerap sebagian beban yang diterima oleh basis gigitiruan sehingga kekuatan impact yang dihasilkan menjadi lebih tinggi dan basis gigitiruan tidak mudah patah.^{2,10}

Penambahan serat polietilen pada resin akrilik polimerisasi panas dapat meningkatkan kekuatan impact dan transversal karena adanya transfer beban yang terjadi antara serat polietilen dengan matriks polimer saat beban diaplikasikan.²

Namun, pada penelitian ini ditemukan adanya beberapa nilai kekuatan impact kelompok dengan penambahan serat polietilen yang lebih rendah dari kelompok kontrol. Serat polietilen yang memiliki ikatan intramolekul yang sangat kuat menyebabkan serat polietilen sulit untuk menyerap monomer resin akrilik polimerisasi panas sehingga adhesi yang dihasilkan menjadi kurang baik dan menyebabkan terjadinya celah antara permukaan serat dengan matriks polimer sehingga kekuatan yang dihasilkan menjadi berkurang. Selain itu, semakin banyak ruang kosong yang terbentuk mengindikasikan adanya pengerutan pada matriks polimer saat polimerisasi dan terbentuk semakin banyak *stress concentration point* di dalam matriks polimer yang dapat menurunkan ikatan antara matriks polimer dengan permukaan serat

sehingga kapasitas penyerapan beban oleh serat polietilen menjadi menurun dan kekuatan impact yang dihasilkan menjadi lebih rendah daripada kelompok kontrol.^{2,10}

Pada penelitian ini, kekuatan impact yang dihasilkan oleh kelompok dengan penambahan serat kaca lebih tinggi dari kekuatan impact yang dihasilkan oleh kelompok dengan penambahan serat polietilen. Hal tersebut dapat disebabkan karena ikatan intramolekul yang sangat kuat pada serat polietilen menyebabkan serat polietilen sangat sulit menyerap monomer resin akrilik polimerisasi panas sehingga adhesi yang terbentuk antara serat polietilen dengan matriks polimer kurang baik sehingga kekuatan yang dihasilkan menjadi berkurang. Penggunaan plasma dapat menghasilkan adhesi yang lebih baik antara serat polietilen dengan matriks polimer dibandingkan dengan penggunaan monomer. Plasma merupakan gas terionisasi yang mengandung ion-ion dan elektron yang dapat memodifikasi energi permukaan serat polietilen menjadi lebih tinggi karena ion pada plasma dapat meningkatkan pembentukan ikatan hidrofilik dari gugus atom karbonil (C=O) pada permukaan serat polietilen. Pembentukan lebih banyak ikatan hidrofilik dari gugus atom karbonil pada permukaan serat polietilen menyebabkan terbentuknya ikatan kimia yang lebih baik antara serat polietilen dengan matriks polimer dan terjadi pencampuran yang lebih homogen antara serat polimer dengan polimer.¹¹⁻¹³

Adanya perlakuan yang bermakna pada kelompok dengan penambahan serat kaca 1% disebabkan karena adanya silikon dioksida (Si₂O₃) sebagai komposisi utama pada serat kaca. Si₂O₃ terbentuk melalui ikatan kovalen yang kuat serta memiliki struktur kimia yang isotropik yaitu empat atom oksigen terikat pada posisi sudut tetrahedral disekitar atom

pusat silikon. Ikatan kovalen yang kuat dan struktur kimia yang isotropik pada Si_2O_3 menyebabkan serat kaca menjadi lebih padat dan kuat sehingga mampu menyerap beban yang diterima oleh resin akrilik polimerisasi panas.^{2,4,5}

Penggunaan *silane-coupling agent* dapat memungkinkan terjadinya peningkatan kekuatan impact dan transversal secara terus menerus setelah resin akrilik polimerisasi panas ditambah dengan serat kaca. *Silane-coupling agent* dapat memodifikasi energi permukaan serat kaca menjadi lebih tinggi. Elektron dari atom oksigen pada gugus hidroksil yang terdapat pada permukaan serat kaca berikatan dengan atom silikon dari molekul *silane* dan membentuk muatan positif yang kemudian mengeliminasi atom hidrogen pada permukaan serat kaca sehingga gugus *methoxy* pada *silane* terhidrolisis dan terbentuk ikatan kimia yang lebih baik antara serat kaca dengan matriks polimer yang menyebabkan terjadinya pencampuran yang lebih homogen antara serat kaca dengan polimer.^{2,14}

Adanya perlakuan bermakna pada kelompok dengan penambahan serat polietilen 1% disebabkan karena serat polietilen memiliki rantai molekul yang lurus dan panjang serta memiliki gaya intramolekul yang sangat kuat. Selain gaya intramolekul yang kuat, serat polietilen memiliki derajat kristalisasi yang tinggi. Semakin tinggi derajat kristalisasi mengindikasikan semakin tingginya kekuatan mekanis yang dimiliki oleh serat polietilen. Hal tersebut menyebabkan serat polietilen menjadi kuat sehingga mampu menyerap beban yang diterima oleh resin akrilik polimerisasi panas.^{2,11,12}

Korelasi positif yang signifikan antara kekuatan impact dan transversal pada resin akrilik polimerisasi panas yang ditambah

dengan serat kaca menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kekuatan yang signifikan baik pada kekuatan impact maupun kekuatan transversal. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Watri D. (2010) yang dalam penelitiannya menambahkan serat kaca konsentrasi 1%, 1,5% dan 2% pada resin akrilik polimerisasi panas. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa korelasi positif antara peningkatan kekuatan impact dan transversal diperoleh dari penambahan serat kaca konsentrasi 1% pada resin akrilik polimerisasi panas. Penambahan serat kaca konsentrasi 2% dapat menurunkan kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas.⁶ Korelasi positif yang signifikan antara kekuatan impact dan transversal pada resin akrilik polimerisasi panas yang ditambah dengan serat polietilen menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kekuatan yang signifikan baik pada kekuatan impact maupun kekuatan transversal. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Gutteridge. Gutteridge (1988 cit. Karcaer O., 2003) yang dalam penelitiannya menambahkan serat polietilen konsentrasi 1% dan 3% pada resin akrilik polimerisasi panas menyimpulkan bahwa penambahan serat polietilen dengan konsentrasi 1% memberikan korelasi positif antara kekuatan impact dan transversal pada resin akrilik polimerisasi panas.⁷ Hal ini disetujui oleh Krishnarao T. (2012) yang dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa penambahan serat penguat pada resin akrilik polimerisasi panas tidak boleh melebihi konsentrasi 2% karena akan menurunkan kemampuan pembasahan serat penguat oleh monomer resin akrilik polimerisasi panas sehingga dapat mempengaruhi kekuatan yang dihasilkan.²

Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai rerata kekuatan impact resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan serat kaca adalah $4,70 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, dengan penambahan serat kaca adalah $7,05 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ dan dengan penambahan serat polietilen adalah $6,03 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$; Nilai rerata kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan serat kaca adalah $960,96 \text{ kg/cm}^2$, dengan penambahan serat kaca adalah $1241,04 \text{ kg/cm}^2$ dan dengan penambahan serat polietilen adalah $1124,16 \text{ kg/cm}^2$; Ada pengaruh penambahan serat kaca dengan $p = 0,001$ ($p < 0,05$) dan penambahan serat polietilen dengan $p = 0,023$ ($p < 0,05$); terhadap kekuatan impact bahan basis gigitiran resin akrilik polimerisasi panas; Ada pengaruh penambahan serat kaca dengan $p = 0,001$ ($p < 0,05$) dan penambahan serat polietilen dengan $p = 0,004$ ($p < 0,05$) terhadap kekuatan transversal bahan basis gigitiran resin akrilik polimerisasi panas; Ada korelasi antara kekuatan impact dan kekuatan transversal pada bahan basis gigitiran resin akrilik polimerisasi panas dengan penambahan serat kaca dan penambahan serat polietilen yaitu korelasi positif yang signifikan dengan $r = 0,777$ antara kekuatan impact dan transversal pada bahan basis gigitiran resin akrilik polimerisasi panas yang ditambah serat kaca ($p = 0,012$) dan Korelasi positif yang signifikan dengan $r = 0,743$ antara kekuatan impact dan transversal pada bahan basis gigitiran resin akrilik polimerisasi panas yang ditambah serat polietilen ($p = 0,034$).

Kekurangan dari penelitian ini adalah sulit terjadinya pencampuran yang homogen antara serat dengan polimer resin akrilik polimerisasi panas yang disebabkan oleh teknik

pengadukan yang manual serta adhesi yang kurang maksimal antara permukaan serat dengan matriks polimer. Hal tersebut disebabkan karena penelitian ini tidak menggunakan *silane-coupling agent* pada serat kaca dan plasma pada serat polietilen, melainkan hanya menggunakan monomer resin akrilik polimerisasi panas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan *silane-coupling agent* pada serat kaca dan plasma pada serat polietilen yang ditambahkan ke dalam resin akrilik polimerisasi panas.

Daftar Pustaka

1. Elshereksi, N.W. *Mechanical and Environmental Properties of Denture Base Poly (methyl methacrylate) Filled by Barium Titanate*. Tesis tidak diterbitkan. Penang: Universiti Sains Malaysia, 2006.
2. Mowade, T.K., Dange, S.P., Thakre, M.B. & Kamble, V.D. 2012. Effect of Fiber Reinforcement on Impact Strength of Heat Polymerized Polymethyl Methacrylate Denture Base Resin: In Vitro Study and SEM Analysis. *J Adv Prost*, (4): 30-6.
3. van Noort, R. *Introduction to Dental Materials*. Edisi ke-3. London: Elsevier. pp 216-213, 2007.
4. Monaco, C. *Clinical and Scientific Aspect of Inlay Fixed Partial Denture*. Tesis tidak diterbitkan. Italia: University of Siena, 2005.
5. Rahmawati, R. *Struktur Padatan Silikon Dioksida*, 2009., (Online), (<http://oke.or.id/downloads-manager/STRUKTUR%20PADATAN.pdf>, diakses 12 Januari 2013).

-
6. Watri, D. *Pengaruh Penambahan Serat Kaca pada Bahan Basis Gigitiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas Terhadap Kekuatan Impak dan Transversal*, 2010., (Online), (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/21739/4/Chapter%20II.pdf>, diakses 12 Januari 2013).
 7. Karacaer, O., Polat, T.N., Tezvergil, A., Lassila, L.V.J. & Vallittu, P.K. 2003. The Effect of Length and Concentration of Glass Fibers on the Mechanical Properties of an Injection- and a Compression-Molded Denture Base Polymer. *J Prosthet Dent*, 90: 385-393.
 8. Vojvodic, D., Matejcek, F., Schaperl, Z., Mehulic, K. & Bagic-Cukovic, I. 2008. Flexural Strength of E-glass Fiber Reinforced Dental Polymer and Dental High Impact Strength Resin. *Strojarstvo*, 50 (4): 221-230.
 9. Bayraktar, G., Duran, O. & Guvener, B. 2003. Effect of Glass Fibre Reinforcement on Residual Methyl Methacrylate Content of Denture Base Polymers. *J Dent*, 31 (1): 297-302.
 10. Anusavice, J.K. *Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. Terjemahan oleh Johan Arief Budiman. Jakarta: EGC, 2003: 197-198, 202.
 11. Sharma, K.G. *Easily Processable Ultra High Molecular Weight Polyethylene with Narrow Molecular Weight Distribution*. Tesis tidak diterbitkan. Belanda: Universiteit Eindhoven, 2005.
 12. Cheng, J.J. *Mechanical and Chemical Properties of High Density Polyethylene: Effects of Microstructure on Creep Characteristics*. Tesis tidak diterbitkan. University of Waterloo, 2008.
 13. Rhee, K.Y., Oh, T.Y. & Paik, Y.N. 2004. Tensile Behaviour of Polyethylene Fiber Composites with Polyethylene Fiber Surface-Modified Using Iron Irradiation. *J Mater Sci*, 39: 1809-1811.
 14. Yang, L. & Thomason, J.L. 2013. Effect of Silane Coupling Agent in Mechanical Performance of Glass Fibre. *J Mater Sci*, 48: 1947-1954.