

PENGARUH JENIS *FIBER* DAN *SURFACE TREATMENT ETHYL ACETATE* TERHADAP KEKUATAN FLEKSURAL DAN IMPAK PADA REPARASI PLAT GIGI TIRUAN RESIN AKRILIK

Merlina L. Putri*, Erwan Sugiatno**, dan Herijanti A. Kusuma**

*Program Studi Prostodonsia, Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

**Bagian Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

ABSTRAK

Syarat hasil reparasi plat gigi tiruan resin akrilik adalah memiliki kekuatan fleksural dan impak yang cukup. Untuk meningkatkan kekuatan hasil reparasi dapat dilakukan penambahan *fiber* dan *surface treatment ethyl acetate*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis *fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* terhadap kekuatan fleksural dan impak reparasi plat gigi tiruan resin akrilik.

Penelitian ini menggunakan 25 sampel plat resin akrilik untuk uji fleksural berukuran 65x10x2,5 mm dengan ukuran kavitas 30x5x1 dan 25 sampel untuk uji impak berukuran 55x10x10 mm dengan ukuran kavitas 26x5x4 mm yang terbagi menjadi 5 kelompok dengan jumlah sampel masing-masing 5, yaitu kelompok kontrol (tanpa penambahan *fiber* dan *surface treatment ethyl acetate*), kelompok penambahan rami, kelompok penambahan rami dan *surface treatment ethyl acetate*, kelompok penambahan *polyethylene fiber*, dan kelompok penambahan *polyethylene fiber* dan *surface treatment ethyl acetate*. Pengujian kekuatan fleksural dengan *universal testing machine* dan kekuatan impak dengan alat *Charpy*. Data dianalisis dengan MANOVA dan dilanjutkan uji *least significant difference* (LSD) dengan tingkat kepercayaan 95%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kekuatan fleksural terendah dimiliki oleh kelompok kontrol yaitu 71,11±3,41 MPa dan rerata kekuatan fleksural tertinggi dihasilkan oleh kelompok penambahan *polyethylene fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* 130,37±18,68 MPa. Rerata kekuatan impak terendah dihasilkan kelompok kontrol yaitu 0,14±0,08 kJ/m², dan rerata kekuatan impak tertinggi dihasilkan oleh kelompok penambahan *polyethylene fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* 1,15±0,09 kJ/m². Hasil analisis MANOVA menunjukkan ada perbedaan bermakna kekuatan fleksural dan impak akibat pengaruh jenis *fiber* ($p < 0,05$), tidak ada perbedaan bermakna kekuatan fleksural dan impak akibat *surface treatment ethyl acetate* ($p > 0,05$), dan tidak ada perbedaan bermakna akibat interaksi antara jenis *fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* ($p > 0,05$).

Kesimpulan penelitian ini adalah jenis *fiber* mampu meningkatkan kekuatan fleksural dan impak reparasi plat gigi tiruan resin akrilik tetapi *surface treatment ethyl acetate* tidak meningkatkan kekuatan fleksural dan impak.

Kata kunci: reparasi resin akrilik, *fiber*, *ethyl acetate*, fleksural, impak.

ABSTRACT

Repaired acrylic denture should have adequate flexural and impact strength. Fiber and surface treatment ethyl acetate can be used to increase the strength of reparation. The aim of this study was to evaluate the effect of fiber material and ethyl acetate as surface treatment to flexural and impact strength of acrylic denture reparation.

This study used 25 samples of acrylic resin plate with size 65x10x2.5 mm and 30x5x1 mm for cavity to measure flexural strength and other 25 samples of acrylic resin plate with size 55x10x10 mm and 26x5x4 mm for cavity to measure impact strength. Each measurement divided into five groups, with five samples for each group. This groups consist of control group (without fiber and ethyl acetate), group with ramie addition, group with ramie addition and ethyl acetate as surface treatment, group with polyethylene fiber addition, group with polyethylene fiber addition and ethyl acetate as surface treatment. Flexural strength measured with universal testing machine and impact strength measured with Charpy. The result analyzed with MANOVA followed by Least Significant Difference (LSD) with 95% significance.

The result showed that control group has the lowest flexural strength 71.11±3.41 MPa and impact strength 0.14±0.08 kJ/m². Group with polyethylene fiber addition and ethyl acetate as surface treatment has the highest flexural strength 130.37±18.68 MPa and impact strength 1.15±0.09 kJ/m². MANOVA showed there is significant difference of flexural and impact strength because of fiber addition ($p < 0,05$), no significant difference because of surface treatment ethyl acetate ($p > 0,05$), and interaction between fiber and surface treatment doesn't show any significant difference ($p > 0,05$).

The conclusion of this study is fiber material increased the flexural and impact strength of acrylic denture reparation but surface treatment didn't increase the flexural and impact strength.

Keywords: reparation of acrylic resin, fiber, ethyl acetate, flexural, impact.

PENDAHULUAN

Resin akrilik hingga saat ini masih merupakan bahan pilihan untuk pembuatan basis gigi

tiruan karena harganya murah, mudah direparasi, proses pembuatannya mudah, menggunakan peralatan yang sederhana, serta memiliki warna stabil dan mudah dipoles. Selain kelebihan yang

dimiliki oleh resin akrilik, bahannya ini juga memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah mudah patah di dalam maupun di luar mulut¹. Pembuatan gigi tiruan yang baru membutuhkan biaya mahal dan waktu lebih lama sehingga prosedur yang menjadi pilihan adalah reparasi gigi tiruan lama². Syarat hasil reparasi diantaranya adalah harus menghasilkan kekuatan fleksural dan impact yang cukup. Kekuatan fleksural merupakan beban maksimum yang dapat diterima suatu bahan atau kemampuan bertahan bahan tersebut sebelum patah ketika diletakkan beban di bagian tengah dan bahan ini ditumpu pada kedua ujungnya³. Kekuatan impact adalah energi yang diserap suatu bahan sebelum bahan tersebut fraktur ketika mendapatkan tekanan secara tiba-tiba⁴. Gigi tiruan yang direparasi dengan bahan akrilik kuring dingin sering mengalami patah berulang di daerah penyatuan yaitu di daerah sambungan antara bahan dasar dan bahan reparasi⁵. Berbagai metode dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut, diantaranya dengan memodifikasi kontur permukaan sambungan, memberi perlakuan *surface treatment* pada permukaan reparasi, atau dengan menggunakan bahan penguat seperti *fiber*. *Fiber* dikelompokkan menjadi 2 yaitu *fiber* alami dan sintesis⁶. Harga *fiber* sintesis lebih mahal sehingga diperlukan suatu material baru sebagai alternatifnya yaitu *fiber* alami. *Fiber* alami merupakan biomaterial yang cukup menjanjikan oleh karena sifat biokompatibilitas dan *Young's modulus* serta kekuatan tarik yang lebih tinggi daripada bahan basis gigi tiruan. Salah satu jenis *fiber* alami adalah rami (*Boehmeria nivea*) yang menghasilkan serat alam dari pita (*ribbons*) kulit kayunya yang sangat keras dan mengkilap. Tanaman ini memiliki diameter yang kecil (10-60 μm) dan warna yang putih sehingga memenuhi syarat estetis basis gigi tiruan⁷. Permukaan rami mengandung *wax* dan substansi non selulosa seperti hemiselulosa, lignin, dan pektin yang mengakibatkan buruknya adhesi antara matriks dan rami, sehingga dibutuhkan perlakuan alkalisasi terhadap permukaan rami. Alkalisasi dengan NaOH akan meningkatkan adhesi antara matriks dengan rami, meningkatkan kekasaran, meningkatkan kekasaran permukaan rami, serta untuk menurunkan penyerapan air pada rami⁸. Kekuatan mekanik reparasi plat resin akrilik dapat ditingkatkan dengan pemberian *surface treatment* menggunakan bahan *ethyl acetate*. *Ethyl acetate* merupakan pelarut organik

yang tidak terdaftar dalam klasifikasi *International Agency for Research on Cancer* (IARC). *Surface treatment* pada permukaan bahan mengakibatkan *superficial crack propagation* dan pembentukan *pit*. Morfologi permukaan yang disertai *pit* dan *crack* yang disebabkan oleh disolusi *polymethylmethacrylate* oleh *ethyl acetate* dapat meningkatkan *mechanical interlocking*⁹.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini jumlah subyek untuk masing-masing kelompok perlakuan adalah 5 sampel sehingga jumlah subyek penelitian secara keseluruhan adalah 60 sampel. *Master* model yang digunakan terbuat dari bahan logam dengan ukuran sebagai berikut: untuk uji kekuatan fleksural *master* model berukuran 65x10x2,5 mm dengan ukuran kavitas 30x5x1, untuk uji kekuatan impact *master* model berukuran 55x10x10 mm dengan ukuran kavitas 26x5x4 mm. *Master* model digunakan sebagai cetakan pembuatan sampel penelitian berupa plat resin akrilik polimerisasi panas. Plat resin akrilik polimerisasi panas kemudian dipotong dengan *gap* 3 mm menggunakan *carborundum disc*. Setelah dibuat *gap*, akhiran sambungan dipreparasi bersudut 45° ke bawah. *Fiber* yang digunakan adalah *polyethylene fiber* (Construct, Kerr) dengan panjang 30 mm dan lebar 3 mm, dan serat rami (*Boehmeria nivea*) panjang 26 mm yang telah dialkalisasi menggunakan NaOH 5% selama 2 jam. Serat rami ditimbang menggunakan timbangan digital agar memiliki berat yang sama dengan *polyethylene fiber*. Kedua jenis *fiber* ini dibasahi dengan *silane* sebagai *coupling agent* selama 5 menit terlebih dahulu sebelum diaplikasikan pada kavitas plat. Bahan *surface treatment* yang digunakan adalah *ethyl acetate* dengan volume 1 pipet tetes (1 ml) dan lama aplikasi 120 detik. Setelah diberi penambahan *fiber* maupun *surface treatment ethyl acetate*, plat kemudian direparasi menggunakan resin akrilik kuring dingin. Setelah proses reparasi selesai, sampel plat direndam terlebih dahulu dalam air suling selama 48 jam pada suhu 37°C untuk memperoleh kondisi yang sama dengan kondisi rongga mulut.

Kelompok perlakuan dibagi menjadi 5 kelompok untuk masing-masing variabel terpengaruh. Kelompok I adalah kelompok kontrol (tanpa penambahan *fiber* maupun *surface treatment ethyl acetate*), kelompok II adalah kelom-

pok reparasi dengan penambahan serat rami tanpa perlakuan *surface treatment* pada plat, kelompok III adalah kelompok reparasi dengan penambahan serat rami dan perlakuan *surface treatment* pada plat, kelompok IV adalah kelompok reparasi dengan penambahan *polyethylene fiber* tanpa perlakuan *surface treatment* pada plat, dan kelompok V adalah kelompok penambahan *polyethylene fiber* dan perlakuan *surface treatment* pada plat.

Sampel reparasi kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kekuatan fleksural dan dampak. Pengujian kekuatan fleksural menggunakan alat *universal testing machine* dengan jarak tumpuan 50 mm, dan pengujian kekuatan dampak menggunakan alat *Charpy* dengan panjang lengan 83 cm dan berat beban 1 kg. Angka yang diperoleh dimasukkan ke dalam perhitungan rumus untuk memperoleh nilai kekuatan fleksural dan dampak.

Analisis data yang digunakan untuk mengetahui pengaruh jenis *fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* terhadap kekuatan fleksural dan dampak reparasi plat gigi tiruan resin akrilik adalah MANOVA. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan, dilanjutkan dengan *post-hoc LSD* dengan tingkat kepercayaan 95%.

HASIL PENELITIAN

Hasil rerata dan standar deviasi kekuatan fleksural dan dampak reparasi plat gigi tiruan resin akrilik dapat dilihat pada tabel 1.

Data pada tabel 1 menunjukkan kelompok dengan rerata kekuatan fleksural terendah adalah kelompok kontrol 71,11±3,41 MPa dan

tertinggi adalah kelompok reparasi dengan penambahan *polyethylene fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* 130,37±18,68 MPa. Kelompok dengan rerata kekuatan dampak terendah adalah kelompok kontrol 0,14±0,08 kJ/m² dan tertinggi adalah kelompok reparasi dengan penambahan *polyethylene fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* 1,15±0,09 kJ/m². Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kekuatan fleksural yang bermakna dari kelima kelompok reparasi dilakukan uji MANOVA. Syarat yang harus dipenuhi dalam analisis varian adalah normalitas pada data penelitian, maka sebelum dilakukan uji MANOVA, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data yang diambil berdistribusi normal.

Tabel 2. Hasil uji normalitas data kekuatan fleksural dan dampak

		Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig
Kekuatan fleksural	I	0,966	5	0,846
	II	0,892	5	0,369
	III	0,943	5	0,686
	IV	0,879	5	0,805
	V	0,960	5	0,306
Kekuatan dampak	I	0,820	5	0,117
	II	0,881	5	0,314
	III	0,961	5	0,814
	IV	0,902	5	0,422
	V	0,879	5	0,306

Dari uji normalitas *Shapiro-Wilk* diperoleh nilai sig>0,05 untuk masing-masing kelompok sehingga dapat disimpulkan bahwa data terdistribusi normal.

Tabel 1. Nilai rerata dan standar deviasi kekuatan fleksural (MPa) dan dampak (kJ/m²) pada reparasi plat gigi tiruan akrilik

Kelompok	N	Fleksural		Dampak	
		Rerata	Standar deviasi	Rerata	Standar deviasi
I	5	71,11	3,41	0,14	0,08
II	5	106,42	6,75	0,55	0,09
III	5	109,44	10,42	0,53	0,11
IV	5	125,88	14,45	1,09	0,14
V	5	130,37	18,68	1,15	0,09

Keterangan:

- I : Subyek reparasi tanpa penambahan *fiber* dan *surface treatment ethyl acetate*
- II : Subyek reparasi dengan penambahan rami
- III : Subyek reparasi dengan penambahan rami dan *surface treatment ethyl acetate*
- IV : Subyek reparasi dengan penambahan *polyethylenefiber*
- V : Subyek reparasi dengan penambahan *polyethylenefiber* dan *surface treatment ethyl acetate*
- N : Jumlah subyek penelitian

Setelah uji normalitas, dilanjutkan dengan uji homogenitas dengan *Levene's test*. Pada uji homogenitas diperoleh nilai sig untuk kelompok pengukuran kekuatan fleksural adalah 0,090 dan kelompok pengukuran kekuatan dampak adalah 0,490 sehingga dapat disimpulkan bahwa data homogen ($\text{sig} > 0,05$).

Selanjutnya untuk melihat perbedaan kekuatan fleksural dan dampak reparasi plat gigi tiruan resin akrilik setelah penambahan *fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* maka dilakukan pengujian menggunakan MANOVA.

Dari hasil uji MANOVA dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan bermakna kekuatan fleksural dan dampak akibat penambahan jenis *fiber* ($\text{sig} < 0,05$), tidak terdapat perbedaan bermakna kekuatan fleksural dan dampak akibat *surface treatment ethyl acetate* ($\text{sig} > 0,05$), tidak terdapat perbedaan bermakna kekuatan fleksural dan dampak akibat interaksi jenis *fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* ($\text{sig} > 0,05$).

Untuk mengetahui perbedaan bermakna rerata kekuatan fleksural dan dampak antar kelompok dilakukan analisis LSD.

Dari tabel 4 hasil uji LSD diperoleh hasil antar kelompok perlakuan terdapat perbedaan bermakna kekuatan fleksural ($p < 0,05$).

Dari tabel 5 hasil uji LSD diperoleh hasil antar kelompok perlakuan terdapat perbedaan bermakna kekuatan dampak ($p < 0,05$).

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian diperoleh hasil kelompok reparasi dengan penambahan *polyethylene fiber* dengan *surface treatment ethyl acetate* menunjukkan nilai rerata kekuatan fleksural dan dampak tertinggi karena pemberian *polyethylene fiber* pada plat resin akrilik akan menghasilkan konstruksi yang lebih kuat. Beban yang diterima plat akan diteruskan kepada *polyethylene fiber* yang memiliki modulus elastisitas yang dapat

Tabel 3. Hasil uji MANOVA kekuatan fleksural dan dampak

Sumber	Variabel terpengaruh	Df	Mean square	F	Sig
F1	Kekuatan fleksural	1	2039,392	14,090	,001(*)
	Kekuatan dampak	1	1,682	164,945	,000(*)
F2	Kekuatan fleksural	1	70,538	,487	,493
	Kekuatan dampak	1	,002	,233	,635
F1*F2	Kekuatan fleksural	1	2,679	,019	,893
	Kekuatan dampak	1	,008	,803	,381

Keterangan:

F1 : Jenis *fiber*

F2 : *Surface treatment ethyl acetate*

F1*F2 : Interaksi jenis *fiber* dengan *surface treatment ethyl acetate*

(*) : Perbedaan bermakna ($p < 0,05$)

Tabel 4. Hasil uji LSD kekuatan fleksural

Kelompok	I	II	III	IV	V
I	-	-35,304(*)	-38,328(*)	-54,768(*)	-59,256(*)
II	-	-	-	-19,464(*)	-23,952(*)
III	-	-	-	-16,440(*)	-20,928(*)
IV	-	-	-	-	-
V	-	-	-	-	-

Tabel 5. Hasil uji LSD kekuatan dampak

Kelompok	I	II	III	IV	V
I	-	-0,4129(*)	-0,3942(*)	-0,9524(*)	-1,0146(*)
II	-	-	0,0187	0,5395(*)	-0,6017(*)
III	-	-	-	0,5582(*)	-0,6204(*)
IV	-	-	-	-	-0,0622
V	-	-	-	-	-

menahan beban lebih baik bila dibandingkan dengan polimer resin akrilik yang kaku. *Polyethylene fiber* mempunyai berat molekul yang tinggi sehingga memiliki koefisien friksi yang sangat rendah, resistensi terhadap pemakaian dan kekuatan cukup tinggi¹⁰. Hasil rerata kekuatan fleksural maupun dampak yang paling rendah adalah kelompok reparasi tanpa penambahan *fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* karena tekanan diterima oleh polimer yang kaku sehingga tekanan tersalurkan dengan cepat dan mengakibatkan resin akrilik lebih mudah patah. Daerah pertemuan resin akrilik yang lama dan bahan reparasi merupakan daerah yang lemah terhadap tekanan. Keadaan yang sering dijumpai pada gigi tiruan yang telah direparasi adalah terjadi patahan berulang pada sambungan antara bahan reparasi dengan plat resin akrilik yang lama. Kekuatan mekanis dari spesimen yang direparasi dengan bahan akrilik kuring dingin hanya 57% dibandingkan kekuatan awalnya¹¹.

Hasil statistik menunjukkan bahwa ada perbedaan kekuatan fleksural dan dampak yang signifikan pada kelompok reparasi setelah dilakukan penambahan *fiber*. Penambahan *fiber* pada reparasi plat gigi tiruan resin akrilik menghasilkan peningkatan kekuatan mekanik, meliputi fleksural maupun dampak karena tekanan yang diterima oleh permukaan plat didistribusikan secara merata pada plat resin akrilik dan *fiber*. Ikatan yang baik antara *fiber* dan matriks menyebabkan ketika plat diberi beban saat uji fleksural dan dampak, tekanan tidak hanya diterima oleh plat akrilik, akan tetapi didistribusikan ke *fiber* yang melintang di tengah plat. *Fiber* memiliki modulus elastisitas yang tinggi dibandingkan matriks resin yang kaku sehingga lebih mampu menahan beban. *Fiber* sebagai bahan penguat mampu mendistribusi tekanan pada jalinan *fiber* sehingga kecepatan penyebaran keretakan dapat dicegah. Sifat *fiber* dengan kekuatan yang lebih tinggi daripada plat resin akrilik juga mampu menahan tekanan dan meningkatkan kekuatan plat reparasi. Selain itu, *fiber* mempunyai sifat *modulus of elasticity* dan ketahanan fatigue yaitu ketahanan yang baik terhadap gaya yang berulang-ulang selama periode waktu tertentu^{12,13}.

Hasil statistik menunjukkan pemberian *surface treatment ethyl acetate* pada permukaan plat tidak menimbulkan perbedaan kekuatan fleksural dan dampak yang signifikan. Hal ini diakibatkan karena *ethyl acetate* memiliki berat molekul

yang tinggi yaitu 88,11 g/mol. Untuk melarutkan suatu bahan, bahan pelarut perlu penetrasi di antara molekul bahan yang dilarutkan. Berat molekul *ethyl acetate* yang tinggi menyebabkan kemampuan penetrasi di antara molekul PMMA untuk melarutkan PMMA sangat minim. Semakin besar berat molekul dari bahan pelarut, kemampuannya untuk melarutkan permukaan suatu bahan akan semakin berkurang. Berat molekul *ethyl acetate* yang tinggi berpengaruh pada nilai parameter kelarutan *ethyl acetate* yang rendah yaitu 9,1 cal/cm³ sehingga kemampuan *ethyl acetate* dalam melarutkan PMMA juga rendah, akibatnya *pit* dan *crack* yang terbentuk tidak banyak dan dangkal. Pemberian *ethyl acetate* memberi efek yang minim terhadap adhesi resin akrilik karena *pit* dan *crack* yang terbentuk sedikit dan dangkal sehingga *mechanical interlocking* antara permukaan yang disambung sangat minim^{14,15,16}.

Hasil statistik menunjukkan interaksi antara jenis *fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* tidak menghasilkan perbedaan bermakna karena *ethyl acetate* menyebabkan *pit* dan *crack* yang dangkal sehingga menimbulkan *mechanical interlocking* yang minim. Pada pemberian perlakuan *surface treatment ethyl acetate* maupun tidak, rami tetap memiliki kekuatan fleksural dan dampak yang lebih rendah dibandingkan *polyethylene fiber*.

Dari penelitian dihasilkan perbedaan yang bermakna antara kelompok kontrol dengan kelompok reparasi dengan penambahan *fiber* rami dan kelompok reparasi dengan penambahan rami dan *surface treatment ethyl acetate* karena dengan penambahan rami memungkinkan terjadinya distribusi beban antara plat dan fiber sehingga menyebabkan ketahanan plat terhadap beban lebih baik. Pada matriks resin akrilik yang diperkuat dengan rami tanpa perlakuan, maka ikatan (*mechanical bonding*) antara serat dan matriks menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh adanya lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat sehingga perlu diberi perlakuan alkalisasi dengan NaOH 5% selama 2 jam dan perlakuan silanisasi. Perlakuan alkalisasi rami dengan NaOH selama 2 jam merupakan perlakuan yang paling optimum. Perlakuan alkalisasi ini bertujuan untuk melarutkan lapisan non selulosa di permukaan serat, seperti *lignin*, *hemiselulosa*, dan kotoran lainnya. Dengan hilangnya lapisan ini maka ikatan antara rami dan matrik

menjadi lebih kuat. Selain alkalisasi, rami juga perlu diberi perlakuan silanisasi karena komposisi kimia dari *silane* memungkinkan terbentuknya ikatan kimia antara permukaan selulosa rami dan resin melalui jembatan siloksan. *Silane* bertindak sebagai pelapis permukaan yang berpenetrasi ke dalam pori-pori dan mengembangkan lapisan permukaan yang berikatan secara mekanis^{17,18}.

Kelompok reparasi dengan penambahan *polyethylene fiber* dan kelompok reparasi dengan penambahan *polyethylene fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* memiliki perbedaan bermakna terhadap kelompok kontrol karena *polyethylene fiber* mampu menahan kekuatan dari luar yang dapat menyebabkan patahnya resin akrilik, sehingga tekanan yang seharusnya mengenai basis resin akrilik akan diteruskan ke *polyethylene fiber*. *Polyethylene fiber* dapat meningkatkan ketahanan terhadap benturan, modulus elastisitas dan kekuatan fleksural dari bahan resin akrilik. *Polyethylene fiber* mencegah penyebaran delaminasi pada spesimen. Hal ini berarti perpanjangan matriks polimer yang ditimbulkan oleh uji fleksural akan berhenti pada fiber. Ketika matriks polimer dilapisi dengan *polyethylene fiber*, delaminasi lebih banyak terlihat di bagian luar *fiber* dibandingkan bagian dalam. Oleh sebab itu, fraktur *polyethylene fiber* akan diikuti dengan fraktur total spesimen^{19,20}.

Kelompok reparasi dengan penambahan *polyethylene fiber* dan kelompok reparasi dengan penambahan *polyethylene fiber* dan *surface treatment ethyl acetate* menunjukkan perbedaan bermakna terhadap kelompok reparasi dengan penambahan rami dan kelompok reparasi dengan penambahan rami dan *surface treatment ethyl acetate* karena *polyethylene fiber* telah dilakukan berbagai modifikasi permukaan yaitu *cold gas plasma treatment* sehingga adhesi antara *fiber* dengan matriks meningkat. Penggunaan *plasma treatment* dapat meningkatkan kemampuan pembasahan dan kompatibilitas *polyethylene fiber* terhadap matriks polimer. *Polyethylene fiber* mempunyai morfologi permukaan serat yang halus mengakibatkan permukaan *fiber* dengan matriks tidak dapat menyatu sehingga diperlukan *plasma etching*. Fungsi dari *plasma etching* yaitu membuat permukaan *fiber* menjadi kasar. Pada penyemprotan gas plasma, molekul gas (contoh: argon atau oksigen) terpisah menjadi ion-ion, elektron, dan atom netral di bawah area elektromagnetik kuat

yang menempel di permukaan *fiber*. Selain faktor perlakuan permukaan pada *polyethylene fiber* yang meningkatkan adhesi antara *fiber* dengan matriks, arah *polyethylene fiber* yang berupabidirectional tipe *braided* juga berperan penting dalam menahan kekuatan. Rami yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai bentuk anyaman *continuous unidirectional, polyethylene fiber* yang digunakan mempunyai bentuk *bidirectional* dengan tipe *braided*. *Continuous unidirectional fiber* mempunyai kekuatan yang besar, namun hanya pada arah tertentu sedangkan *bidirectional* tipe *braided* dapat memperkuat reparasi plat gigi tiruan dalam dua arah. Distribusi kekuatan ke seluruh permukaan *fiber* pada saat *fiber* menerima beban dapat menahan terjadinya *crack* lebih besar pada *braided fiber* karena adanya serat yang terjalin dalam dua arah dan saling tumpah tindih menyebabkan *braided fiber* lebih mampu menahan retakan yang terjadi akibat tekanan²².

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa jenis *fiber* mampu meningkatkan kekuatan fleksural dan dampak reparasi plat gigi tiruan resin akrilik tetapi pemberian *surface treatment ethyl acetate* tidak meningkatkan kekuatan fleksural dan dampak.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nirwana, I., 2005, Kekuatan Transversa Resin Akrilik Hybrid Setelah Penambahan Glass Fiber dengan Metode Berbeda. *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)* vol 38 no 1.
2. Memarian, M., Shayestehmajd, M., 2009, The Effect of Chemical and Mechanical Treatment of the Denture Base Resin Surface on the Shear Bond Strength of Denture Repairs. *Rev. Clin Pesq Odontol.* p: 111-17
3. Craig, R.G., 1997, *Restorative Dental Material*. 10thed. C.V Mosby: St. Louis. h: 514-515
4. McCabe, J.F., Walls, A., 2008, *Applied Dental Materials*, 9th ed., Blackwell, UK, p: 110-121
5. Nagai, E., 2001, Repair of Denture Base Resin Using Woven Metal and Glass Fiber: Effect of Methylene Chloride Pretreatment, *J. Prosthet. Dent.*, 85: 496-500
6. Golbidi, F., Mousavi, T., 2007, Transverse Strength of Repaired Denture Base Material with Wire and Two Auto Polymerized Acrylic Resin, *Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences*, 4(4): 183-187

7. Xu, J., Li, Y., Yu, T., Cong, L., 2013, Reinforcement of Denture Base Resin with Short Vegetable Fiber, *Dental Materials*, vol 29, p: 1273-1278
8. Ku, H., Wang, H., Pattarachaiyakoo, N., dan Trada, M., 2011, A Review on the Tensile Properties of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites, *Composites: Part B* 42: 856-873
9. Colvenkar, S.S., Aras, M.A., 2008, In Vitro Evaluation of Transverse Strength of Repaired Heat Cured Denture Base Resins With and Without Surface Chemical Treatment, *J. Indian Orothodont Soc.*, 8(2): 87-93
10. Ellakawa, A.E., Shortall, A.C., Marquis P.M., 2012, Influence of Fiber Type and Wetting Agent on The Flexural Properties of an Indirect Fiber Reinforced Composite, *J Prosthet Dent*; 88:485-90
11. Beyli, M.S., von Fraunhofer, J.A., 1980, Repaired of Fractured Acrylic Resin, *J. Prosthet. Dent.*, 44(5): 497-503
12. Belli, S., Eskitascioglu, G., 2006, Biomechanical Properties and Clinical Use of a Polyethylene Fiber Post-Core Material, *International Dentistry South Africa*, 8(3): 20-26
13. Ferracane, J.L., 2001, *Materials in Dentistry: Principles and Applications*, 2nd edition, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, p. 255-68
14. Thunyakitpisal, N., Thunyakitpisal, P., Wiwatwarapan, C., 2011, The Effect of Chemical Surface Treatments on the Flexural Strength of Repaired Acrylic Denture Base Resin, *Journal of Prosthodontics*, 20:195-199
15. Gundogdu, M., Yanikoglu, N., Bayindir, F., Ciftci, H., 2015, Effect of Repair Resin Type and Surface Treatment on the Repair Strength of Polyamide Denture Base Resin, *Dental Materials Journal*, 34(4): 485-489
16. Miura, E., Takayama, Y., Mizuno, Y., Abe, M., Kawai, Y., Ohkubo, C., 2010, Effect of Surface Treatment Agents on Bond Strength of Auto-polymerized Acrylic Resin to Poly(ethylene) Terephthalate, *Int Chin J Dent*, (10): 57-62
17. Diharjo, K., 2006, Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester, *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1): 8-13
18. Kabir, M.M., Wang, H., Aravinthan, T., Cardona, F., Lau, K.T., 2011, Effects of Natural Fibre Surface on Composite Properties: A Review, *Energy, Environment, and Sustainability*, p: 94-99
19. Kanie, T., Fuji, K., Arikawa, H., dan Inoue, K., 2000, Flexural Properties and Impact Strength of Denture Base Polymer Reinforced with Woven Glass Fibers, *Dental Materials*, 16: 150-158
20. Hanna, E.A., Shah, F.K., Gebreel, A.A., 2010, Effect of Joint Surface Contours on the Transverse Strength of Denture Base Resin Repaired by Various Methods: An In Vitro Study, *Journal of American Science*, 6(9): 115-125
21. Ramos, V. Jr., Runyan, D.A., Christensen, L.C., 1996, The Effect of Plasma-Treated Polyethylene Fiber on the Fracture Strength of Polymethyl Methacrylate, *J Pros Dent*; 76:94-96
22. Karbhari, V.M., Wang, Q., 2007, Influence of Triaxial Braid Denier on Ribbo-Based Fiber Reinforced Dental Composites, *Dental Materials*, 23: 969-976