
PENGARUH PENAMBAHAN *FIBER GLASS REINFORCED* TERHADAP PENYERAPAN AIR DAN STABILITAS WARNA BAHAN BASIS GIGI TIRUAN NILON TERMOPLASTIK

(EFFECT OF FIBER GLASS REINFORCED ADDITION TO WATER SORPTION AND COLOR
STABILITY THERMOPLASTIC NYLON DENTURE BASE MATERIAL)

Ariyani*, Haslinda Tamin*, Muhammad Indra**

* Departemen Prostodonsia
Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Sumatera Utara

** Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Alumni No. 2 Kampus USU Medan 20155

Abstract

This study was aimed to determine the effect of the addition of reinforced fiber glass to water sorption and color stability as well as correlation between the water sorption and the color stability of thermoplastic nylon base material. The type of this research was a laboratoric experimental; the samples in this study was thermoplastic nylon, cylindrical, with diameter 15 ± 1 mm and a thickness of 0.5 ± 0.1 mm. The number of samples was 27 with 9 samples for each group. Samples were tested for water sorption values and color stability. Anova test to determine the effect of the addition of reinforced fiber glass to water sorption and color stability, and Pearson test to determine correlation between the water sorption and the color stability for each group. The results showed that there was influence of the addition of reinforced fiber glass thermoplastic nylon base material to water sorption ($p= 0.005$), and the color stability ($p= 0.042$). Based on the Pearson test, there was no correlation between water sorption and color stability values for each group; with results in the group without fiber was $r = 0.241$ and $p= 0.532$, in 1% fiber group was $r= -0.170$ and $p= 0.965$, and in 1.5% fiber group was $r= -0.591$ and $p= 0.094$. Value of the correlation coefficient (r) in the 1% fiber group and 1.5% fiber group was negative, which indicates a tendency of opposite correlation between water sorption and color stability. In conclusion, addition of reinforced fiber glass 1% and 1.5% on thermoplastic nylon denture base material can reduce the water sorption and increase the color stability of thermoplastic nylon denture base material.

Key words: thermoplastic nylon, reinforced fiber glass, water sorption, color stability

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *fiber glass reinforced* terhadap penyerapan air dan stabilitas warna serta korelasi antara penyerapan air dan stabilitas warna pada bahan basis nilon termoplastik. Jenis penelitian ini merupakan eksperimental laboratoris, dengan sampel nilon termoplastik berbentuk silindris berukuran diameter 15 ± 1 mm dan ketebalan $0,5 \pm 0,1$ mm. Jumlah sampel adalah 27 dengan 9 sampel untuk setiap kelompok. Sampel dilakukan pengujian nilai penyerapan air dan stabilitas warna. Untuk mengetahui pengaruh penambahan *fiber glass reinforced* terhadap penyerapan air dan stabilitas warna dilakukan uji statistik Anova dan Uji-Pearson untuk melihat korelasi antara penyerapan air dan stabilitas warna pada setiap kelompok. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh penambahan *fiber glass reinforced* pada bahan basis nilon termoplastik terhadap penyerapan air ($p= 0,005$) dan terhadap stabilitas warna ($p= 0,042$). Berdasarkan uji Pearson tidak ada korelasi antara penyerapan air dan stabilitas warna untuk setiap kelompok, kelompok tanpa *fiber* dengan $r= 0,241$; $p= 0,532$, kelompok *fiber* 1% dengan $r= -0,170$; $p= 0,965$ dan pada kelompok *fiber* 1,5% dengan $r= -0,591$; $p= 0,094$. Nilai koefisien korelasi (r) pada kelompok *fiber* 1% dan *fiber* 1,5% adalah negatif, artinya ada kecenderungan hubungan yang berlawanan antara penyerapan air dan stabilitas warna. Sebagai kesimpulan, penambahan *fiber glass reinforced* 1% dan 1,5%, dapat menurunkan nilai penyerapan air dan meningkatkan stabilitas warna bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik.

Kata kunci: nilon termoplastik, *fiber glass reinforced*, penyerapan air, stabilitas warna

PENDAHULUAN

Basis gigi tiruan adalah bagian dari gigi tiruan yang bersandar pada jaringan pendukung dan tempat anasir gigi tiruan dilekatkan.¹ Basis gigi tiruan mendukung anasir gigi tiruan, menerima gaya fungsional dan mendistribusikan gaya tersebut serta dapat menambah efek estetis khususnya bila basis terlihat alami.² Bahan basis gigi tiruan yang ideal seharusnya memiliki sifat biokompatibel, sifat fisis dan mekanis yang baik, estetis, stabilitas warna dan kemampuan adhesi yang baik, mudah dalam pembuatan dan tidak mahal, mudah direparasi jika fraktur dan mudah dibersihkan.^{3,4} Hingga saat ini belum ditemukan suatu bahan yang ideal untuk digunakan sebagai bahan basis gigi tiruan.¹

Penggunaan bahan resin akrilik polimerisasi panas sebagai bahan basis gigi tiruan terlihat peningkatan yang signifikan pada tahun 1946, 95% basis gigi tiruan terbuat dari bahan resin akrilik polimerisasi panas.^{5,6} Kekurangan resin akrilik yaitu cangkolan logam yang melekat pada basis resin akrilik mengakibatkan keluhan pasien, masalah estetis, sejumlah kecil pasien yang dilaporkan alergi terhadap resin akrilik dan khususnya terhadap monomer sisa metil metakrilat yang terdapat pada basis gigi tiruan.^{4,7} Untuk mengantisipasi kekurangan-kekurangan tersebut maka dikembangkan bahan nilon termoplastik.^{4,8,9}

Nilon adalah bahan termoplastik yang diperkenalkan di London pada tahun 1950 sebagai suatu bahan basis gigi tiruan. Nilon merupakan bahan resin yang terdiri atas *diamine* dan *dibasic acid monomer*. Beberapa kelebihan dari bahan basis nilon termoplastik ini adalah bersifat semitranslusen dan estetis, kekuatan yang baik sehingga bisa dibuat tipis, lebih akurat karena diproses melalui teknik injeksi, bersifat fleksibel sehingga dapat beradaptasi baik dengan daerah gerong, biokompatibel, resisten terhadap panas, nyaman digunakan, bebas monomer sisa, dan hipoalergenik. Bahan ini juga memiliki beberapa kelemahan, diantaranya adalah sulit untuk dipoles sehingga menghasilkan permukaan yang lebih kasar, penyerapan air yang tinggi dan stabilitas warna yang rendah.^{8,10-12} Goiato menyatakan bahwa seluruh bahan basis resin menunjukkan terjadinya perubahan warna namun bahan nilon termoplastik (Valplast) menunjukkan perubahan warna yang tertinggi dan secara signifikan berbeda dengan resin akrilik polimerisasi panas.¹² Stabilitas warna adalah kemampuan lapisan permukaan atau zat warna untuk menolak degradasi karena kontak lingkungan. Perubahan warna dapat dipengaruhi oleh penyerapan air.¹² Penyerapan air yang tinggi pada bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik disebab-

kan oleh struktur rantai linier tunggal pada bahan basis nilon termoplastik yang lebih lemah dibandingkan struktur rantai *cross-linking* pada bahan basis resin akrilik polimerisasi panas.^{4,9,13} Pada basis gigi tiruan polimer, nilai penyerapan air harus lebih kecil atau sama dengan 32 ug/mm^3 .^{14,15} Molekul air masuk ke dalam ruangan antara rantai polimer oleh karena ukuran molekul air yang kecil yaitu kurang dari 0,28 nm, lebih kecil dibanding jarak rantai polimer pada matriks polimer dan menyebabkan jarak antara rantai tersebut menjadi lebih jauh sehingga menyebabkan terjadinya ekspansi, mempengaruhi kekuatan, stabilitas sifat fisis dan mekanis serta stabilitas warna bahan tersebut.^{6,14,15}

Salah satu metode untuk mengurangi penyerapan air adalah dengan penambahan *fiber glass reinforced* pada bahan basis gigi tiruan. Pemakaian *fiber glass* berbentuk potongan kecil lebih praktis dan lebih tersebar merata.¹⁶ Menurut Valittu dkk. (cit Chow dkk) penyerapan air berhubungan langsung dengan kandungan polimer yang diperkuat *fiber*. Valittu dkk. menyatakan bahwa penyerapan air menurun dengan meningkatnya jumlah *fiber glass reinforced* yang digunakan yaitu nilai penyerapan air terlihat paling rendah pada kelompok dengan penambahan *fiber* sebesar 5%.¹⁴ Zortuk dkk. Menyatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan kekasaran permukaan resin akrilik dengan penambahan *fiber glass* sebesar 0,5% dan 1% sedangkan penambahan *fiber glass* sebesar 2% menunjukkan kekasaran permukaan yang lebih besar. Hasil penelitian menunjukkan jumlah konsentrasi *fiber glass* yang ditambahkan mempengaruhi nilai penyerapan air dan semakin besar konsentrasi *fiber glass* yang ditambahkan akan meningkatkan kekasaran permukaan bahan basis gigi tiruan.¹⁷

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *fiber glass reinforced* 1% dan 1,5% terhadap penyerapan air bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik, mengetahui pengaruh penambahan *fiber glass reinforced* 1% dan 1,5% terhadap stabilitas warna bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik dan mengetahui korelasi antara penyerapan air dengan stabilitas warna bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik dengan penambahan *fiber glass reinforced* 1% dan 1,5%.

BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian adalah eksperimental laboratoris dan desain penelitian *complete randomized design*.^{18,19} Sampel pada penelitian ini adalah nilon termoplastik dengan model induk dari logam yang berbentuk silindris berukuran diameter $15 \pm 1 \text{ mm}$ dan ketebalan $0,5 \pm 0,1 \text{ mm}$.²⁰ Jumlah sampel untuk tiap

kelompok adalah 9 sampel, maka jumlah sampel untuk tiga kelompok adalah 27 sampel.

Fiber glass ditimbang sebanyak 1% dari berat nilon termoplastik (0,05 gr) untuk kelompok *fiber* 1% dan 1,5% (0,075 gr) dari berat nilon termoplastik untuk kelompok *fiber* 1,5%. *Fiber glass* dimasukkan dalam cairan *silane coupling agent* (*Gammamethacryloxypropyltrime thoxysilane*/MPS. *Fiber glass* dikeringkan dengan suhu kamar selama 40 menit dan kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam pada suhu 115 °C. Nilon termoplastik dan *fiber glass* dimasukkan ke dalam *cartridge* dengan cara *layer per layer* dengan tujuan agar *fiber glass* tercampur merata pada bahan nilon termoplastik. *Cartridge* ditempatkan dalam *furnace* dengan suhu 248,8°C–265,5°C selama 10 menit. Pada saat bahan nilon termoplastik mulai mencair dilakukan pengadukan sebanyak 1 kali searah putaran jarum jam, kemudian diinjeksikan ke dalam kuvet. Selanjutnya sampel dilakukan penyelesaian akhir yaitu dirapikan dengan *fraser bur* untuk menghilangkan bagian yang tajam, permukaan sampel dihaluskan dengan kertas pasir tahan air ukuran 800, 1000 dan 1200 yang dipasang pada *rotary grinder* dengan air mengalir masing-masing selama 5 menit dengan kecepatan 500 rpm. Untuk mencegah terlepasnya sampel pada saat pemolesan maka sampel diletakkan pada pemegang sampel yang terbuat dari *stainless steel*. Pemolesan dilanjutkan dengan *Scotch-Brite brush* yang dipasang pada *polishing motor* dengan kecepatan 500 rpm dan menggunakan *coarse pumice* hingga mengkilat. Sampel yang telah dipoles disimpan dalam sebuah *dessicator* pada suhu $37 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 24 jam untuk tujuan desikasi. Proses desikasi diulang hingga sampel mengalami penurunan berat tidak melebihi 0,5 mg dalam periode 24 jam. Setelah itu, sampel dikeluarkan dan ditimbang pada timbangan digital untuk mengetahui berat sampel sebelum direndam (m_1). Sampel direndam dalam akuabides dan disimpan dalam inkubator selama 7 hari pada suhu $37 \pm 1^\circ\text{C}$. Setelah direndam selama 7 hari, sampel dikeluarkan dari air dan dibersihkan dengan kain bersih dan kering, kemudian sampel dibiarkan di udara terbuka selama 15 detik. Berat sampel ditimbang kembali setelah 1 menit dikeluarkan dari air (m_2). Kemudian sampel dimasukkan ke dalam desikator sampai dicapai berat sampel yang konstan. Setelah berat sampel konstan maka sampel ditimbang kembali (m_3), kemudian dilakukan pengukuran nilai penyerapan air dan pengukuran stabilitas warna menggunakan alat FTIR.

Nilai rerata dan standar deviasi dianalisis dengan uji univarian, Perbedaan penyerapan air dan stabilitas warna pada bahan basis nilon termoplastik di-

peroleh dengan analisis secara statistik dengan uji ANOVA satu arah. Untuk mengetahui pasangan perlakuan mana yang bermakna antar kelompok yang diberi perlakuan digunakan uji statistik LSD. Korelasi antara penyerapan air dan stabilitas warna bahan basis nilon termoplastik di peroleh dengan analisis statistik menggunakan uji Korelasi Pearson.

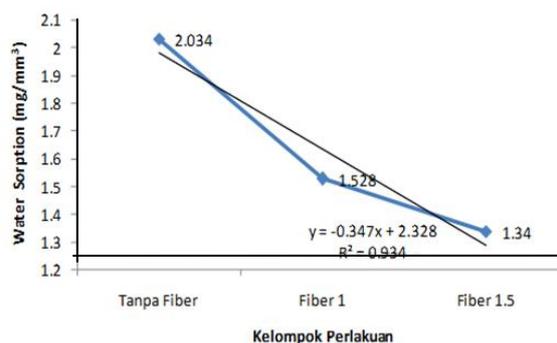
HASIL

Hasil penelitian menunjukkan rerata penyerapan air dari kelompok tanpa *fiber* adalah $2,03 \pm 0,36$ mg/mm³. Nilai rerata penyerapan air kelompok *fiber* 1% adalah $1,53 \pm 0,49$ mg/mm³, sedangkan nilai rerata penyerapan air dari kelompok *fiber* 1,5% adalah $1,34 \pm 0,39$ mg/mm³ (Tabel 1).

Pada grafik terlihat melalui regresi linier perbandingan antara penyerapan air dan konsentrasi *fiber* terdapat pengaruh yang kuat ($R= 0,934$), semakin besar konsentrasi *fiber* yang ditambahkan maka nilai penyerapan air semakin kecil, terlihat nilai $Y= -0,347 X + 2,328$ (Gambar 1).

Tabel 1. Rerata dan standar deviasi nilai penyerapan air pada bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik tanpa dan dengan penambahan fiber

Kelompok	n	Penyerapan air (mg/mm ³)
		Rerata \pm SD (mg/mm ²)
Tanpa Fiber	9	$2,03 \pm 0,36$
Fiber 1%	9	$1,53 \pm 0,49$
Fiber 1,5%	9	$1,34 \pm 0,39$



Gambar 1. Grafik nilai penyerapan air pada bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik tanpa dan dengan penambahan *fiber*

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa ada perbedaan signifikan penyerapan air bahan basis nilon termoplastik tanpa dan dengan *fiber* dengan nilai $p = 0,005$ (Tabel 2), maka terdapat pengaruh penambahan *fiber* pada bahan basis nilon termoplastik terhadap penyerapan air.

Tabel 2. Perbedaan penyerapan air pada bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik tanpa dan dengan penambahan fiber

Kelompok	n	Penyerapan air (mg/mm ³)	p
		Rerata ± SD	
Tanpa Fiber	9	2,03 ± 0,37	0,005*
Fiber 1%	9	1,53 ± 0,49	
Fiber 1,5%	9	1,34 ± 0,39	

* : perbedaan signifikan

Berdasarkan hasil uji LSD terlihat perbedaan signifikan terdapat antara kelompok tanpa fiber dengan kelompok fiber 1% (p= 0,017) dan kelompok fiber 1,5% (p=0,002) (Tabel 3).

Tabel 3. Perbedaan penyerapan air antar kelompok yang diberi perlakuan

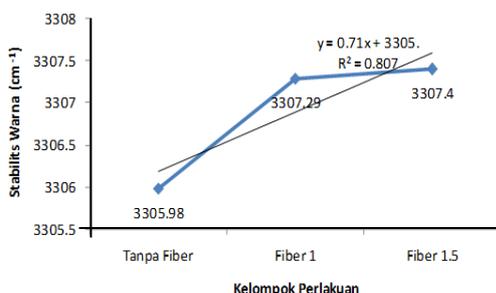
Rerata penyerapan air	p
Tanpa fiber dengan fiber 1%	0,017 *
Tanpa fiber dengan fiber 1,5%	0,002 *

*: perbedaan signifikan

Nilai rerata stabilitas warna nilon termoplastik kelompok tanpa fiber adalah 3305,98 ± 1,85 cm⁻¹. Stabilitas warna kelompok fiber 1% adalah 3307,29 ± 0,93 cm⁻¹, sedangkan stabilitas warna pada kelompok fiber 1,5% adalah 3307,40 ± 0,63 cm⁻¹ (Tabel 4). Pada grafik terlihat melalui regresi linier perbandingan antara stabilitas warna dan konsentrasi fiber terdapat pengaruh yang kuat (R= 0,807), semakin besar konsentrasi fiber yang ditambahkan maka nilai stabilitas warna juga semakin besar, terlihat dari nilai Y= 0,71 X + 3305 (Gambar 2).

Tabel 4. Rerata dan Standar Deviasi Stabilitas Warna pada Bahan Basis Gigi tiruan Nilon Termoplastik Tanpa dan Dengan Penambahan Fiber

Kelompok	n	Stabilitas warna (cm ⁻¹)
		Rerata ± SD
Tanpa Fiber	9	3305,98 ± 1,85
Fiber 1%	9	3307,29 ± 0,93
Fiber 1,5%	9	3307,40 ± 0,63



Gambar 2. Grafik stabilitas warna pada bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik tanpa dan dengan penambahan fiber

Perbedaan stabilitas warna pada bahan basis nilon termoplastik diperoleh dengan analisis secara statistik dengan uji Anova satu arah. Hasil uji statistik tersebut menunjukkan terdapat perbedaan signifikan stabilitas warna bahan basis nilon termoplastik tanpa dan dengan penambahan fiber dengan nilai p= 0,042 (Tabel 5), maka terdapat pengaruh penambahan fiber pada bahan basis nilon termoplastik terhadap stabilitas warna.

Tabel 5. Perbedaan stabilitas warna pada bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik tanpa dan dengan penambahan fiber

Kelompok	n	Stabilitas Warna (cm ⁻¹)	p
		Rerata ± SD	
Tanpa Fiber	9	3305,98 ± 1,85	0,042*
Fiber 1%	9	3307,29 ± 0,93	
Fiber 1,5%	9	3307,40 ± 0,63	

*: perbedaan signifikan

Untuk mengetahui pasangan perlakuan mana yang bermakna antar kelompok yang diberi perlakuan digunakan uji statistik LSD. Berdasarkan hasil uji LSD terlihat perbedaan signifikan antara kelompok tanpa fiber dengan kelompok fiber 1% (p= 0,035) dan kelompok fiber 1,5% (p= 0,024).

Korelasi penyerapan air dan stabilitas warna pada kelompok tanpa fiber adalah r= 0,241 dan p= 0,532 kelompok fiber 1% dengan nilai r= -0,170 dan p= 0,965 dan pada kelompok fiber 1,5% nilai r= -0,591 dan p= 0,094. Berdasarkan hasil analisis statistik untuk setiap kelompok menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan (p > 0,05), namun nilai koefisien korelasi (r) pada kelompok fiber 1% dan fiber 1,5% adalah negatif yang artinya menunjukkan adanya kecenderungan hubungan yang berlawanan antara penyerapan air dan stabilitas warna (Tabel 6).

Tabel 6. Korelasi antara penyerapan air dan stabilitas warna bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik

Kelompok	Korelasi Penyerapan Air dan Stabilitas Warna	
	r	p
Tanpa Fiber	0,241	0,532
Fiber 1 %	-0,170	0,965
Fiber 1,5%	-0,591	0,094

PEMBAHASAN

Nilai rerata penyerapan air terkecil adalah pada kelompok fiber 1,5% dan terbesar pada kelompok tanpa fiber, dengan regresi linier perbandingan antara penyerapan air dan konsentrasi fiber terdapat pengaruh yang kuat, semakin besar konsentrasi fiber yang ditambahkan maka nilai penyerapan air semakin kecil. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian

Valittu dkk. yang membuktikan bahwa semakin besar konsentrasi *fiber* yang digunakan maka nilai penyerapan air suatu bahan akan semakin rendah.¹⁴ Begitu juga menurut Gurbuz dkk. (cit. Ladiesky dkk.) kandungan *fiber* yang tinggi akan mengurangi penyerapan air sebesar 25%.²¹ Berdasarkan Uji Anova terlihat ada pengaruh penambahan *fiber* pada bahan basis nilon termoplastik terhadap penyerapan air dan berdasarkan hasil uji LSD terlihat perbedaan signifikan antara kelompok tanpa *fiber* dengan kelompok *fiber* 1% dan kelompok *fiber* 1,5%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kortrakulkij, Valittu dkk. dan Gurbuz dkk. yang menyatakan konsentrasi *fiber glass* yang ditambahkan pada resin akrilik dapat mempengaruhi nilai penyerapan air suatu bahan polimer.^{9,14,21} Semakin tinggi konsentrasi *fiber glass* yang digunakan maka nilai penyerapan air semakin rendah. *Fiber glass* merupakan bahan yang paling cocok untuk digunakan pada kedokteran gigi karena estetikanya baik.²¹ Penggunaan *fiber* pada bahan polimer yang digunakan di daerah yang mengandung air harus diperhatikan bahwa *fiber* sebagai filler menimbulkan celah yang dapat memfasilitasi difusi, oleh karena untuk mendapatkan ikatan yang baik antara *fiber glass* dan matriks polimer adalah dengan menggunakan *silane coupling agent*.²¹ *Silane coupling agent* secara luas digunakan untuk mendapatkan ikatan kimia yang kuat antara kelompok oksida pada permukaan *fiber glass* dan molekul polimer dari resin dan rumus umumnya adalah: R – Si – X₃, dimana R adalah kelompok organo-fungsional, unit X adalah kelompok yang terhidrolisa yang berikatan dengan *silane*. R – Si – X₃ mengalami hidrolisis sehingga menghasilkan hasil akhir berupa silanol yaitu: R – Si – X₃ + 3H₂O → R-Si (OH)₃ + 3HX. Trihidroxisilanol dapat menyingkirkan air pada permukaan *fiber glass* dengan membentuk ikatan hidrogen dengan kelompok hidroksil pada permukaan *fiber glass*. Ketika *glass* dilapisi dengan *silane* dan dikeringkan, air disingkirkan dan reaksi kondensasi terjadi antara silanol dan permukaan. Ketika ikatan tersebut terbentuk maka tidak ada lagi yang dapat dihidrolisis Tanpa *silane coupling agent* ikatan tersebut akan rusak disebabkan air masuk ke dalam resin dan akan terjadi proses readsorpsi pada permukaan *fiber glass*.²² *Silane* yang umum digunakan untuk bidang kedokteran gigi adalah amono functionalmethacryloxypropyltrimethoxysilane (MPS).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa stabilitas warna paling rendah adalah pada kelompok tanpa *fiber*, kemungkinan karena pada kelompok tanpa *fiber* penyerapan air lebih besar sehingga lebih banyak komponen yang terlarut menyebabkan pe-

rubahan warna yang lebih besar. Melalui regresi linier perbandingan antara stabilitas warna dan konsentrasi *fiber* terdapat pengaruh yang kuat, semakin besar konsentrasi *fiber* yang ditambahkan maka nilai stabilitas warna juga semakin besar. Perubahan warna suatu bahan terjadi karena faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik adalah perubahan warna suatu bahan dengan terjadinya perubahan matriksnya, yaitu karena faktor penuaan yang merupakan hasil kondisi kimia-fisika seperti panas dan perubahan kondisi. Faktor ekstrinsik seperti absorpsi dan adsorpsi suatu substansi. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya perubahan warna adalah staining, dehidrasi, kekasaran permukaan, oksidasi dan penyerapan air.¹² Cairan yang terabsorpsi melalui proses difusi akan mengisi ruangruang di antara matriks sehingga menyebabkan perubahan struktur resin yang akan diikuti perubahan fisiknya dan mengakibatkan perubahan warna.⁹

Berdasarkan hasil uji Anova terlihat adanya perbedaan stabilitas warna yang signifikan antara kelompok tanpa penambahan *fiber* dengan kelompok dengan penambahan *fiber* 1% dan 1,5%, kemungkinan dengan dilakukannya penambahan *fiber glass* pada bahan nilon termoplastik maka diharapkan nilai penyerapan air menurun sehingga stabilitas warna meningkat. Kortrakulkij (cit Mathews dan Smith) menggunakan nilon 6 dan 10 sebagai bahan basis gigi tiruan, pengamatan klinis menunjukkan bahwa penyerapan air yang berlebihan bisa menyebabkan diskolorisasi.⁹ Hal ini kemungkinan karena penyerapan air yang tinggi menyebabkan stabilitas warna menjadi rendah. Salah satu faktor yang mempengaruhi stabilitas warna adalah kemampuan penyerapan (permeabilitas) cairan pada bahan. Proses absorpsi dan adsorpsi cairan tergantung pada keadaan lingkungannya.²³

Fiber yang ditambahkan pada bahan polimer berfungsi sebagai filler yang dapat memperbaiki sifat bahan polimer. Untuk mendapatkan ikatan yang baik antara *fiber glass* dan matriks polimer adalah dengan menggunakan *silane coupling agent*.²¹ *Silane* berfungsi sebagai sebagai mediator dan adhesi antara bahan yang berbeda seperti bahan organik dan bahan inorganik, matriks dengan dual reaksi.²⁴ Pada saat *fiber glass* yang dilapisi oleh *silane* mengalami kekeringan, air disingkirkan dan reaksi kondensasi terjadi antara silanol dan permukaan. Pada saat ikatan ini terjadi maka reaksi hidrolisis tidak dapat terjadi lagi. Hal ini akan menghasilkan ikatan dan ketahanan terhadap air yang kuat.²² Penyerapan air yang rendah akan menghasilkan lebih sedikit komponen yang terlarut sehingga warna menjadi lebih stabil.

Berdasarkan hasil analisis statistik untuk setiap ke-

lompok menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan ($p > 0,05$). Hal ini kemungkinan disebabkan karena fungsi *fiber glass* yang utama ditambahkan pada bahan nilon termoplastik adalah untuk mengurangi nilai penyerapan air, dengan menurunnya nilai penyerapan air secara tidak langsung diharapkan dapat meningkatkan stabilitas warna karena penyerapan air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi stabilitas warna. Nilai penurunan penyerapan air kemungkinan lebih besar dibandingkan dengan peningkatan stabilitas warna karena fungsi penambahan *fiber glass* pada bahan nilon termoplastik adalah untuk mengurangi penyerapan air, namun nilai koefisien korelasi (r) pada kelompok *fiber* 1,5% dan *fiber* 1% adalah negatif yang artinya menunjukkan adanya kecenderungan hubungan yang berlawanan antara penyerapan air dan stabilitas warna artinya bila nilai penyerapan air menurun maka stabilitas warna meningkat. Jumlah air yang diserap oleh bahan berbasis resin tergantung pada kandungan resin dan kualitas ikatan antara resin sebagai matriks polimer dan *fiber glass* sebagai filler.²²

Hasil penelitian menunjukkan penyerapan air pada bahan basis gigi tiruan yang berlebihan akan menyebabkan diskolorasi.^{9,12,25} Penambahan *fiber glass* pada bahan nilon termoplastik yang dilakukan pada penelitian ini menunjukkan penurunan jumlah penyerapan air secara signifikan, sehingga terlihat peningkatan stabilitas warna pada kelompok penambahan *fiber* 1% dan 1,5%, hal inilah yang menunjukkan hubungan yang negatif meskipun hubungan ini tidak signifikan.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan *fiber glass* 1% dan 1,5% pada bahan basis gigi tiruan nilon termoplastik dapat memberikan pengaruh berupa penurunan nilai penyerapan air dan peningkatan stabilitas warna bahan basis nilon termoplastik dan adanya kecenderungan hubungan yang berlawanan antara penyerapan air dan stabilitas warna meskipun hubungan ini tidak signifikan.

Daftar Pustaka

1. Mc. Cabe JF, Walls AWG. Applied dental materials. 9th ed. London: Blackwell Munksgaard, 2007: 110-23.
2. Mc. Cracken's. Removable partial prosthodontics. 10th ed; St Louis: CV. Mosby Co., 2000: 127.
3. Zarb B. Prosthodontics treatment for edentulous patient: complete dentures and implant supported prostheses. St. Louis: CV. Mosby, 2004: 190-5.
4. Chhnoeum T. Effect of denture cleanser on the surface roughness and hardness of denture base material. Thesis. Mahidol University, 2008: 8-15.
5. Craig RC, Powers JM, Wataha JC. Dental materials: Properties and manipulation. 7th ed, India: Harcourt Private Limited, 2002: 257-70
6. Vurakkara VR. An in-vitro study to evaluate the effect of thickness of different heat cured acrylic denture base materials on water sorption, linear dimensional change and warpage. Dissertation. Belgaum, Karnataka. K. L. E Society's institute of Dental Science 2006: 1-56.
7. Manappallil JJ. Basic dental materials. 2th ed. New Delhi, Jaypee Brothers, 2003: 99-118.
8. Kamath S. Comparison of mechanical properties of high impact polymethyl methacrylate resin an copolyamide nylon resin used for denture base construction. Dissertation, Bangalore. Departement of Prosthodontics. Government dental college and hospital, 2006: 1-52.
9. Kortrakulkij K. Effect of denture cleanser on color stability and flexural strength of denture base materials. Thesis. Thailand: Mahidol University, 2008: 4-18.
10. Negrutiu M, Sinescu C, Romanu M. Thermoplastic resins for flexible framework removable partial dentures. <http://www.tmj.ro/pdf/2005_number_3_833235561124423.pdf> (15 Agustus 2010).
11. Prashanti E, Jain N, Shenoy VK. Flexible dentures: A flexible option to treat edentulous patients. J Nepal Assoc 2010; 11 (1): 85-7.
12. Goiato MC, Santtos DM, Haddad MF, Pesquiera AA. Effect of accelerated aging on the microhardness and colour stability of flexible resins for dentures. J Braz Oral Res, 2010; 24(1): 114-9.
13. Takabayashi Y. Characteristics of denture thermoplastics resins for non-metal clasps dentures. Dental Materials J. 2010; 29(4): 353-61.
14. Pollat TN., Valitu P. Water sorption, solubility and dimensional changes of denture base polymers reinforced with short glass fibers. J Biomater Appl 2003; 17: 321-35.
15. Powers JM., Sakaguchi RL. Craig's Restorative dental materials. Ed-12. St. Louis, Mosby Elsevier, Missouri, 2006: 514-36.
16. Chai J, Takahashi Y, Hisama K, Shimizu H. Water sorption and dimensional stability of three glass fibre-reinforced composites. Int J Prosthodont 2004; 17: 195-9.
17. Zortuk M, Kilic K, Uzun G, Ozturk A, Kesim B. The effect of different fiber concentrations on the surface roughness of provisional crown and Fixed Partial Denture. European J Dentistry. 2008; 2: 185-90.
18. Hanafia KA. Rancangan percobaan: teori dan aplikasi. Edisi 3: Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2003: 9
19. Budiharto. Metodologi penelitian kesehatan. Jakarta: EGC, 2008: 46.
20. Tuna SH, Keyf F, Gurmus HO, Uzun C. The evaluation of water sorption/solubility on various acrylic resins. European J Dent 2008; 2: 191-6.
21. Gurbuz O, Unalan F, Kursoglu P. Water resorption

- and solubility of denture teeth acrylic resin reinforced with milled glass fiber. *OHDMBSC* 2005; 14(4): 57-62.
22. Noort R. *Introduction to dental materials*. 3rd ed. London: Mosby Elsevier, 2007: 216-22.
 23. Muetia R. Pengaruh lama perendaman dalam perasan daun jinten terhadap perubahan warna resin akrilik. Skripsi Surabaya. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, 2011.
 24. Matinlinna JP, Lasilla LVJ, Valittu PK. An introduction of silanes and their applications in dentistry. *The International J Prosthodon* 2004; 17 (2): 155-64.
 25. Saied HM. Influence of dental cleansers on the color stability and surface roughness of three types of denture bases. *J Bagh College Dentistry* 2011; 23 (3): 17-22.