

**EFFECT OF FILLER NANO TITANIUM DIOXIDE (TiO<sub>2</sub>) PARTICLES ON FLEXURAL STRENGTH OF NYLON THERMOPLASTIC DENTURE BASE**

Muhammad Jodie Setiawan\*, Rahmat Hidayat\*\*, Muh Dian Firdausy\*\*\*

\* Program Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung

\*\* Departemen Prosthodontia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung

\*\*\* Departemen Dental Material Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung

Correspondence: [jodiesetiawan@std.unissula.ac.id](mailto:jodiesetiawan@std.unissula.ac.id)

**Keywords:**

Filler; flexural strength; thermoplastic nylon; TiO<sub>2</sub>

**ABSTRACT**

**Background:** Treatment of missing teeth can be done by using dentures. One of the denture base materials is thermoplastic nylon. The advantages of thermoplastic nylon are flexible and deformable. Various attempts have been made to maximize the quality of the denture, for example, by adding TiO<sub>2</sub>. TiO<sub>2</sub> can be used as a filler. Filler is the process of adding TiO<sub>2</sub> to the denture base. The advantages of TiO<sub>2</sub> particles are non-toxic, antimicrobial, and increasing the mechanical strength of denture bases. TiO<sub>2</sub> can reduce the porosity of the denture.

**Method:** the design study is a post-test-only control with a total of 27 samples. A flexural test was performed using the UTM GD 1100. The statistical test used by the One Way Anova test.

**Result:** The results showed that there was no significant effect on the flexural strength of thermoplastic nylon with the addition of 1% and 5% TiO<sub>2</sub> with the control group. The highest flexural strength was obtained in the treatment group of TiO<sub>2</sub> 1 %, which was an average of 133.3867 N/mm<sup>2</sup> and the lowest flexural strength was obtained in the control group without the addition of TiO<sub>2</sub>, which was an average of 127.57378 N/mm<sup>2</sup>. The lowest flexural strength was found in the control group without the addition of TiO<sub>2</sub>, which was an average of 127.57378 N/mm<sup>2</sup>.

**Conclusion:** There was no significant effects on the flexural strength of thermoplastic nylon with 1% and 5% TiO<sub>2</sub> added to the control group.

## PENDAHULUAN

Gigi yang hilang bisa mengakibatkan perubahan pada jaringan rongga mulut. Hilangnya gigi dan tidak segera dilakukan perawatan akan menimbulkan berbagai kesulitan bagi penderita seperti gangguan saat mengunyah, berbicara, dan gangguan sendi<sup>1</sup>. Perawatan kehilangan gigi bisa dilakukan dengan cara menggunakan gigi tiruan. Gigi tiruan terbagi menjadi 2 macam yakni gigi tiruan cekat dan gigi tiruan lepasan<sup>2</sup>. Salah satu komponen penting pada gigi tiruan lepasan yaitu basis gigi tiruan. Basis gigi tiruan yang baik mempunyai syarat yaitu biokompabilitas yang tinggi, mudah dibersihkan, kekuatan yang tinggi, estetika baik, radioopak, dan baik secara fisik dan mekanik<sup>3</sup>.

*Thermoplastic nylon* merupakan salah satu bahan basis gigi tiruan hasil reaksi polimerisasi antara *diamine* ( $\text{NH}_2\text{-(CH}_2\text{)}_6\text{-NH}_2$ ) dan *dibasic acid* ( $\text{CO}_2\text{H-(CH}_2\text{)}_4\text{-COOH}$ )<sup>4</sup>. Kelebihan *thermoplastic nylon* merupakan bahan yang fleksibel, *deformable* (dapat kembali ke bentuk semula) dan tidak mudah patah<sup>5</sup>. Kelebihan lain dari bahan *thermoplastic nylon* adalah tidak ada monomer sisa. *Thermoplastic nylon* juga mempunyai kekurangan yaitu kemampuan menyerap air yang cukup tinggi dan warna yang tidak stabil<sup>4</sup>.

Berbagai upaya dilakukan untuk memaksimalkan kualitas gigi tiruan salah satunya dengan melakukan peningkatan kekuatan fleksural pada basis gigi tiruan. Kekuatan fleksural merupakan kapasitas secara maksimal suatu material untuk meregang yang diperoleh ketika mencapai fleksibilitas paling tinggi dari suatu bahan sebelum terjadi perubahan bentuk secara permanen dan patah. Rendahnya kekuatan fleksural akan mengakibatkan perubahan bentuk yang bersifat permanen saat terkena beban mastikasi<sup>6</sup>. Penelitian<sup>7</sup> menyatakan rata-

rata kekuatan fleksural *thermoplastic nylon* merek Valplast  $77,28 \pm 2,1$  MPa dan rata kekuatan fleksural pada *thermoplastic nylon* merek Lucitone FRS  $73,78 \pm 2,1$  Mpa<sup>7</sup>.

Bahan yang dapat digunakan sebagai penguat tambahan pada basis gigi tiruan yaitu partikel nano titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ), Zirkonium dioxide ( $\text{ZrO}_2$ ), dan Alumunium oxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )<sup>8</sup>. Penelitian<sup>9</sup> menyatakan tidak ada kenaikan kekuatan fleksural secara signifikan dengan *filler*  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada resin akrilik yang diproses dengan teknik *microwave*<sup>9</sup>. Penelitian<sup>10</sup> menunjukkan penambahan partikel nano Zirkonium dioxide ( $\text{ZrO}_2$ ) konsentrasi 5% dan 6% mampu meningkatkan kekuatan impak serta kekuatan transversal dari resin akrilik. Namun, terjadi penurunan kekuatan impak serta kekuatan transversal dengan adanya penambahan nanopartikel  $\text{ZrO}_2$  konsentrasi 7%<sup>10</sup>.

*Titanium dioxide* bisa dipergunakan sebagai material ketahanan basis gigi tiruan dengan cara *filler* maupun *coating*. *Filler* merupakan proses pencampuran atau penambahan *titanium dioxide* pada basis gigi tiruan<sup>7,8</sup>. Penelitian<sup>11</sup> menunjukkan *filler* nanopartikel  $\text{TiO}_2$  pada resin akrilik berpengaruh pada toksisitas resin akrilik, penambahan  $\text{TiO}_2$  sebesar 0,5% mendapatkan hasil toksisitas yang rendah pada sel fibroblast dibandingkan dengan penambahan  $\text{TiO}_2$  1% dan 2%<sup>11</sup>. Penelitian<sup>3</sup> menunjukkan *coating* dengan  $\text{SiO}_2$  dapat meningkatkan kekerasan permukaan<sup>3</sup>.

*Titanium dioxide* ( $\text{TiO}_2$ ) salah satu jenis dari *filler* kimia yang dapat digunakan sebagai bahan penambah yang berfungsi untuk penguat dalam basis gigi tiruan resin akrilik<sup>12</sup>. Kelebihan partikel nano *titanium dioxide* ( $\text{TiO}_2$ ) yaitu mempunyai sifat tidak toksik, antimikroba, dan dapat meningkatkan kekuatan mekanik basis gigi tiruan<sup>4</sup>. *Titanium dioxide* ( $\text{TiO}_2$ ) dapat

mengurangi porositas dari gigi tiruan<sup>12</sup>. Penelitian<sup>13</sup> menyatakan *filler* yang mengandung nanopartikel TiO<sub>2</sub> pada konsentrasi 1% yang dipanaskan setelah polimerisasi menggunakan *microwave* mampu meningkatkan kekuatan fleksural pada basis gigi tiruan resin akrilik<sup>13</sup>.

Sebagaimana penjelasan di atas, belum ada penelitian mengenai pengaruh penambahan partikel nano *titanium dioxide* (TiO<sub>2</sub>) terhadap kekuatan fleksural basis gigi tiruan *thermoplastic nylon*.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian pada penelitian ini adalah penelitian eksperimental murni dengan *post test only control design*. Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebanyak 27 sampel yaitu basis *thermoplastic nylon* yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran 65 mm x 10 mm x 2,5 mm (ADA Sp. no.12).

### Penambahan TiO<sub>2</sub> 1% pada *Thermoplastic Nylon*

*Thermoplastic nylon* ditimbang sebanyak 9,9 gram kemudian tambahkan bubuk TiO<sub>2</sub> (0,1 g per sampel) dan dimasukkan ke dalam *cartridge* dengan cara sedikit demi sedikit dengan tujuan agar bubuk TiO<sub>2</sub> tercampur merata pada *thermoplastic nylon*.

### Penambahan TiO<sub>2</sub> 5% pada *Thermoplastic Nylon*

*Thermoplastic nylon* ditimbang sebanyak 9,9 gram kemudian tambahkan bubuk TiO<sub>2</sub> (0,5 g per sampel) dan dimasukkan ke dalam *cartridge* dengan cara sedikit demi sedikit dengan tujuan agar bubuk TiO<sub>2</sub> tercampur merata pada *thermoplastic nylon*.

### Pembuatan Sampel Penelitian

*Thermoplastic nylon* yang sudah di lunakkan dan dicampur dengan TiO<sub>2</sub> didorong ke dalam kuvet menggunakan alat *injector* di bawah tekanan

*press* hidrolik hingga *thermoplastic nylon* yang telah dilunakkan mengalir ke dalam kuvet melalui *sprue*.

### Pengukuran Kekuatan Fleksural

Spesimen diukur dengan menggunakan *Universal Testing Machine merk* GD 1100 dan data dihitung menggunakan *Modulus of Rupture formula* (pada 3 titik *point setup*). Satuan hasil pengukuran adalah Mpa. Kekuatan fleksural *thermoplastic nylon* sebagai berikut :

$$F_s = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Keterangan

F<sub>s</sub> : kekuatan fleksural (Mpa) atau (N/mm<sup>2</sup>)

P : beban maksimum (N)

L : jarak antar pendukung (mm)

b : lebar lempeng (mm)

d : tebal lempeng (mm)

## HASIL PENELITIAN

Hasil uji kekuatan geser diukur dengan *universal testing machine* dan didapatkan hasil kekuatan fleksural dalam satuan MPa. Hasil rerata kekuatan fleksural dari masing-masing kelompok tersebut tersaji dalam tabel 1

**Tabel 1.** Pengukuran nilai kekuatan fleksural

Kelompok	Rata-rata (N/mm <sup>2</sup> )
Tanpa penambahan TiO <sub>2</sub>	127,57378
Penambahan TiO <sub>2</sub> 1%	133,38267
Penambahan TiO <sub>2</sub> 5%	130,95056

Menurut tabel 1 terlihat bahwa rata-rata kekuatan fleksural *thermoplastic nylon* dengan penambahan TiO<sub>2</sub> 1% lebih tinggi dari 2 kelompok yang lain yaitu 133,38267 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan kekuatan fleksural *thermoplastic nylon* kelompok kontrol yaitu tanpa penambahan TiO<sub>2</sub> paling rendah dari kelompok lain yaitu sebesar 127,57378 N/mm<sup>2</sup>.

Setelah didapatkan bahwa data tersebut berdistribusi normal dan homogen, kemudian

tahap selanjutnya ialah pengujian *One Way Anova* untuk menemukan adanya perbedaan kekuatan fleksural dalam masing-masing kelompok. Hasil pengujian *One Way Anova* terlihat sebagai berikut

ANOVA		
Kekuatan Fleksural	Sig	Keterangan
	,667	Tidak Signifikan

**Tabel 2** Uji hipotesis *One Way Anova*

Tabel di atas menunjukkan angka signifikansi yaitu 0,667 ( $p > 0,05$ ) oleh karena itu ditarik kesimpulan bahwa tidak ditemukan perbedaan yang signifikan kekuatan fleksural antar kelompok.

## DISKUSI

Hasil penelitian kekuatan fleksural terhadap kelompok tanpa penambahan  $TiO_2$  sebesar 127,57378 N/mm<sup>2</sup> hal ini menunjukkan kekuatan fleksuralnya paling rendah dikarenakan tidak adanya bahan tambahan sehingga tidak mengakibatkan terjadinya aglomerasi. Hasil penelitian kekuatan fleksural terhadap kelompok dengan penambahan  $TiO_2$  1% sebesar 133,38267 N/mm<sup>2</sup> hal ini menunjukkan kekuatan fleksuralnya paling tinggi hal ini dipengaruhi oleh adanya aglomerasi, aglomerasi merupakan penggumpalan partikel dalam jumlah tertentu sehingga mengakibatkan pengurangan kekuatan. Sedangkan dalam hasil penelitian kekuatan fleksural terhadap kelompok dengan penambahan  $TiO_2$  5% sebesar 130,95056 N/mm<sup>2</sup> hal ini menunjukkan kekuatan fleksuralnya lebih rendah dari penambahan  $TiO_2$  1% dikarenakan terjadinya aglomerasi yang semakin meningkat sehingga menyebabkan kekuatannya semakin rendah<sup>14</sup>. Aglomerasi umumnya terjadi pada konsentrasi filler tertentu yang mampu menurunkan luas pergerakan dan melemahkan kekuatan<sup>15</sup>.

Hasil penelitian dengan uji *One Way Anova* didapatkan  $p > 0,05$  sehingga menunjukkan tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada kekuatan fleksural *thermoplastic nylon* yang dilakukan penambahan  $TiO_2$  1% dan 5%. Hal ini disebabkan karena kekuatan fleksural dari *thermoplastic nylon* pada dasarnya sudah adekuat, tetapi masih perlu dimaksimalkan<sup>4</sup>. Selain itu dapat disebabkan karena terjadinya aglomerasi akibat dari bahan tambahan<sup>14</sup>. *Thermoplastic nylon* dengan penambahan  $TiO_2$  dinilai kurang efektif karena pada penelitian ini didapatkan hasil yang tidak signifikan. Menurut peneliti  $TiO_2$  tidak berpengaruh terhadap kekuatan fleksural pada *thermoplastic nylon* karena belum ada penelitian sebelumnya yang membuktikan bahwa *filler*  $TiO_2$  pada *thermoplastic nylon* berpengaruh terhadap kekuatan fleksural, penelitian terdahulu yang paling mendekati adalah penelitian<sup>13</sup> menyatakan *filler* atau penambahan partikel nano  $TiO_2$  konsentrasi 1% dan pemanasan pasca polimerisasi dengan *microwave* dapat meningkatkan kekuatan fleksural basis gigi tiruan resin akrilik<sup>13</sup>. Hal ini tentu berbeda dengan kondisi material *thermoplastic nylon* karena *thermoplastic nylon* tidak mempunyai porositas yang tinggi dan tidak membutuhkan pencampuran antara monomer dan polimer<sup>4</sup>.

## KESIMPULAN

Tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada kekuatan fleksural *thermoplastic nylon* yang dilakukan penambahan  $TiO_2$  1% dan 5% dengan kelompok kontrol. Kekuatan fleksural yang paling tinggi didapatkan pada kelompok perlakuan dengan penambahan  $TiO_2$  1% yaitu rata-rata sebesar 133,3867 N/mm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Putranti DT, Fadilla A. Titanium Dioxide Addition to Heat Polymerized Acrylic Resin Denture Base Effect on Staphylococcus aureus and Candida albicans. *J Indones Dent Assoc.* 2018;1(1):21–7.
2. Rahmayani L, Sofya PA. Penilaian Tingkat Kebersihan Gigi Tiruan Sebagian Lepas Akriik Berdasarkan Metode Pembersihan Secara Penyikatan Dan Lama Pemakaian. *ODONTO Dent J.* 2016;3(1):1.
3. Suhono RS, Wahyuningtyas E, Ismiyati T. Silica coating application on heat-cured acrylic resin plates towards the surface hardness and the amount of residual monomers. *Padjadjaran J Dent.* 2019;31(2):123.
4. Vojdani M, Giti R. Polyamide as a denture base material: a literature review. *Dent SHiraz Univ Med Sci.* 2015;16(1):1–9.
5. Fueki K, Ohkubo C, Yatabe M, Arakawa I, Arita M, Ino S, et al. Clinical application of removable partial dentures using thermoplastic resin-Part I: Definition and indication of non-metal clasp dentures. *J Prosthodont Res* [Internet]. 2014;58(1):3–10. Available from:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpor.2013.12.002>
6. Sakaguchi R, Ferracane J, Powers J. *Restorative Dental Materials : Fourteenth Edition.* Fourteenth. ELSEVIER. Elsevier Inc.; 2019.
7. Kohli S, Bhatia S. Polyamides in Dentistry. *Int J Sci Study.* 2013;01(01):20–5.
8. Hameed HK, Rahman HA. The Effect of Addition Nano Particle ZrO<sub>2</sub> on Some Properties of Autoclave Processed Heat Cure Acrylic Denture Base Material. *J Baghdad Coll Dent.* 2015;27(1):32–9.
9. Yadav NS, Elkawash H. Flexural strength of denture base resin reinforced with aluminum oxide and processed by different processing techniques. *J Adv Oral Res.* 2011;2(1):33–6.
10. Dahar E, Handayani S. Pengaruh Penambahan Zirkonium Oksida Pada Bahan Basis Gigi Tiruan Resin Akriik Polimerisasi Panas Terhadap Kekuatan Impak Dan Transversal. *J Ilm PANNMED (Pharmacist, Anal Nurse, Nutr Midwivery, Environ Dent.* 2018;12(2):194–9.
11. Hardita A, Ismiyati T, Wahyuningtyas E. Effect of addition titanium dioxide nanoparticles as acrylic resin denture base filler on cytotoxicity. *Maj Kedokt Gigi Indones.* 2020;5(2):86.
12. Ahmed MA, El-Shennawy M, M. Althomali Y, Omar AA. Effect of Titanium Dioxide Nano Particles Incorporation on Mechanical and Physical Properties on Two Different Types of Acrylic Resin Denture Base. *World J Nano Sci Eng.* 2016;06(03):111–9.
13. Tandra E, Wahyuningtyas E, Sugiatno E. The effect of nanoparticles TiO<sub>2</sub> on the flexural strength of acrylic resin denture plate. *Padjadjaran J Dent.* 2018;30(1):35.
14. Aldegheishem A, Aldeeb M, Al-Ahdal K, Helmi M, Alsagob El. Influence of reinforcing agents on the mechanical properties of denture base resin: A systematic review. *Polymers (Basel).* 2021;13(18):1–12.
15. Ashraf MA, Peng W, Zare Y, Rhee KY. Effects of Size and Aggregation/Agglomeration of Nanoparticles on the Interfacial/Interphase Properties and Tensile Strength of Polymer Nanocomposites. *Nanoscale Res Lett.* 2018;13.