

PERBEDAAN KEKUATAN FLEKSURAL BAHAN *THERMOPLASTIC NYLON* PADA BERBAGAI KETEBALAN

THE DIFFERENCES OF THERMOPLASTIC NYLON'S FLEXURAL STRENGTH AT SEVERAL THICKNESS

Novi Kurniawati¹, Laelia Dwi Angraini²

1. Mahasiswa Program Studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Lektor Departemen Pedodonti, Program Studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

INTISARI

Latar Belakang: Bahan basis gigi tiruan yang selama ini banyak digunakan di kedokteran gigi adalah resin akrilik. Namun basis gigi tiruan resin akrilik sering mengalami patah. Sehingga peneliti-peneliti mengembangkan bahan basis gigi tiruan berbahan *thermoplastic nylon*. Akan tetapi, belum ada rekomendasi mengenai ketebalan optimum dari sudut pandang ilmiah. Syarat mekanis basis gigi tiruan adalah memiliki kekuatan fleksural yang baik, dikarenakan mewakili gerakan-gerakan mastikasi. Salah satu yang mempengaruhi adalah, ketebalan basis.

Tujuan Penelitian: Untuk mengetahui perbedaan kekuatan fleksural bahan *thermoplastic nylon* pada ketebalan 1 mm, 1.5 mm, 2 mm, dan 2.5 mm.

Metode Penelitian: penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris. Sampel yang digunakan berupa plat *thermoplastic nylon* sejumlah 16 plat yang dibagi menjadi 4 kelompok ketebalan (1 mm, 1.5 mm, 2 mm, dan 2.5 mm). Plat *thermoplastic nylon* kemudian diuji kekuatan fleksuralnya.

Hasil penelitian: Hasil uji *One-Way Anova* kekuatan fleksural, didapatkan nilai $p < 0.016$ ($p < 0.05$), terdapat perbedaan kekuatan fleksural yang bermakna terhadap ketebalan *thermoplastic nylon* ($p < 0.05$). Rerata kekuatan fleksural terkecil pada ketebalan 2.5 mm. Rerata kekuatan fleksural terbesar pada ketebalan 1 mm.

Kesimpulan: Terdapat perbedaan kekuatan fleksural bahan *thermoplastic nylon* pada ketebalan 1 mm, 1.5 mm, 2 mm, dan 2.5 mm. Semakin tebal plat *thermoplastic nylon*, maka gaya fleksural maksimalnya cenderung semakin naik, namun kekuatan tekan dan fleksuralnya cenderung semakin turun.

Kata kunci: *thermoplastic nylon*, kekuatan fleksural, gigi tiruan

ABSTRACT

Background: Denture base material that has been widely used in dentistry is acrylic resin. However, the resin acrylic denture base often breaks. So researchers have been developing new denture base material made from thermoplastic nylon. But, there is no clarified design (include the optimum thickness) of the thermoplastic nylon from the scientific point of view yet. The mechanical properties of the denture base is has good flexural strength, as it represents mastication movements.

Objective: To know the differences of flexural strength of thermoplastic nylon material at thickness 1 mm, 1.5 mm, 2 mm, and 2.5 mm.

Material and method: This study is a laboratory experimental study. Samples used in this study is 16 plates of thermoplastic nylon which were divided into 4 groups of thickness (1 mm, 1.5 mm, 2 mm, and 2.5 mm). The thermoplastic nylon plate was tested its flexural strength.

Result: One Way Anova test of flexural strength, shows the p value is 0.016 ($p < 0.05$), it means there is a significant difference of thermoplastic nylon's flexural strength to its thickness. The lowest mean of flexural strength is at 2.5 mm and 1 mm for the highest.

Conclusion: There is a difference in flexural strength of thermoplastic nylon material at thickness 1 mm, 1.5 mm, 2 mm, and 2.5 mm. The thicker in thermoplastic nylon plate, the maximum flexural force tend to increase, but the flexural strength tend to decrease.

Keywords: thermoplastic nylon, denture, flexural strength

PENDAHULUAN

Bahan basis gigi tiruan yang selama ini banyak digunakan di kedokteran gigi adalah resin akrilik. Namun basis gigi tiruan resin akrilik sering mengalami patah. Sehingga peneliti-peneliti mengembangkan bahan basis gigi tiruan berbahan *thermoplastic nylon*. *Thermoplastic nylon* telah menarik perhatian dalam basis gigi tiruan dikarenakan kelebihan-kelebihan yang dimilikinya: hasil estetik yang menguntungkan, keamanan dari *toxic* bagi pasien yang alergi terhadap logam dan monomer resin, fleksibilitas yang lebih tinggi dibanding resin polimerisasi panas konvensional sehingga retensi untuk gigi tiruan didapat dengan memanfaatkan *undercut* gigi *abutment* (Firas A.F., 2013). Warna, bentuk, dan desainnya dapat berbur dengan profil alami gingiva sehingga hampir tidak terlihat. *Thermoplastic nylon* dapat menjadi bahan dengan fleksibilitas dan stabilitas yang sempurna apabila dibuat dengan ketebalan yang tepat (Alvarez, 2002).

Pemahaman tentang sifat fisik, sifat listrik, dan sifat mekanik dari bahan yang digunakan di kedokteran gigi adalah sangat penting, karena material yang digunakan untuk mengganti bagian-bagian gigi yang hilang akan terkena paparan kondisi lingkungan yang berada di dalam mulut dan menerima kekuatan saat menggigit (Powers

dan Wataha, 2013). Syarat-syarat mekanis dari material basis gigi tiruan adalah memiliki kekuatan fleksural yang baik. Kekuatan fleksural yang tinggi dapat membantu menahan tekanan torsional saat penggunaan alat, sehingga dapat memperpanjang waktu penggunaan basis (Abhay, 2013).

Saat ini penggunaan material basis gigi tiruan berbahan *thermoplastic nylon* di klinik masih terbatas, dikarenakan kurangnya informasi yang disediakan pabrik pembuatnya dan kurangnya studi-studi yang meneliti tentang perbedaan kekuatan fleksural bahan *thermoplastic nylon* dalam berbagai ketebalan. Serta, belum adanya standar paten mengenai ketebalan optimum bahan *thermoplastic nylon*. Berdasarkan pemaparan di atas, maka peneliti tertarik untuk meneliti mengenai perbedaan kekuatan fleksural bahan *thermoplastic nylon* dalam berbagai ketebalan.

DASAR TEORI

Resin termoplastik adalah bahan yang melunak dan mudah dicetak ketika dipanaskan melebihi temperatur transisi kaca (T_g), kemudian akan mengeras dengan pendinginan. Namun, pada pemanasan ulang, bahan melunak kembali serta dapat dibentuk kembali bila diperlukan, sebelum mengeras ketika temperatur menurun.

Siklus ini dapat kembali berulang. Kebanyakan bahan plastik yang digunakan dalam kedokteran gigi termasuk kelompok termoplastik (Anusavice, 2003).

Termoplastik dapat dibagi menjadi beberapa jenis menurut bahan dasarnya, yaitu:

a. Resin *Thermoplastic Acetal*

Resin termoplastik asetal merupakan material berbasis *poly-oxy-methylene* yang apabila sebagai suatu homo-polimer memiliki sifat mekanikal jangka pendek yang baik, tetapi sebagai suatu co-polimer memiliki stabilitas jangka panjang yang lebih baik.

b. Resin *Thermoplastic Polyester/ Polycarbonate*

Resin termoplastik *polyester* atau *polycarbonate* merupakan suatu rantai polimer *bisphenol-A carbonate*.

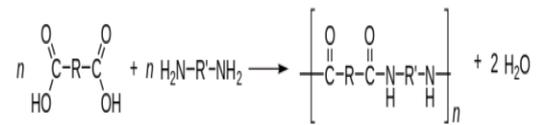
c. Resin *Thermoplastic Acrylic*

Resin akrilik merupakan bahan yang paling banyak digunakan sebagai bahan basis gigi tiruan (McCabe dan Walls, 2008). Berdasarkan polimerisasinya, resin akrilik dibagi menjadi; 1) polimerisasi panas, 2) *self-cured*, 3) *microwave polymerized-polymer*, 4) *light cured*, 5) *high impact*. Kelebihan resin akrilik adalah harga yang relative lebih murah dan proses pembuatan lebih mudah dibanding *thermoplastic nylon*, menggunakan peralatan yang sederhana, stabilitas warna yang baik, stabilitas dimensi yang baik, dan mudah dipoles. Kekurangan dari resin akrilik adalah mudah patah, tidak tahan abrasi, dan daya penghantar panas yang rendah (Putri, 2014).

d. Resin *Thermoplastic Nylon/ Polyamide*

Resin *thermoplastic nylon* merupakan kopolimer kondensasi yang dibentuk dari reaksi asam *diamine* dan asam *dibasic/asam dicarboxylic*. Elemen kimia yang terlibat adalah karbon,

hydrogen, nitrogen, dan oksigen. Reaksi polimerisasi kimianya adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Reaksi Polimerisasi *Thermoplastic Nylon*

Kekuatan Mekanis

Unsur kekuatan merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan suatu bahan maupun alat dalam kedokteran gigi. Kekuatan termasuk sifat mekanis bahan yang menjamin bahwa material gigi tiruan berfungsi secara efektif, aman, dan tahan untuk jangka waktu tertentu. Secara umum, kekuatan mengacu pada kemampuan material gigi tiruan untuk menahan gaya-gaya (beban) yang ada tanpa mengalami patah, atau berubah bentuk secara berlebihan (Anusavice, 2004).

Suatu material gigi tiruan berisiko mengalami patah. Patahnya material gigi tiruan dapat dipengaruhi berbagai hal, misalnya defisiensi bahan, kesalahan manusia, atau faktor pasien. Analisis potensi kegagalan material gigi tiruan di bawah tekanan harus dihubungkan dengan sifat mekanis dari material tersebut (Anusavice, 2004).

Kekuatan Fleksural

Kekuatan fleksural atau transversa adalah salah satu pengujian kekuatan mekanis suatu material basis gigi tiruan yang salah satunya dengan sistem *three point bending*, yaitu dengan memberikan beban pada sebuah benda berbentuk batang (tengah-tengahnya) dan batang didukung pada kedua ujungnya, selama batang ditekan maka beban akan meningkat secara beraturan dan berhenti ketika batang uji patah. Besar beban yang diperoleh hingga sebelum batang patah dimasukkan dalam rumus kekuatan fleksural. Rumus kekuatan fleksural (Anusavice, 2003):

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

Keterangan :

S : kekuatan fleksural (Mpa)

P : beban maksimum sebelum patah (N)

L : jarak antar penahan (mm)

b : lebar sampel (mm)

d : tebal subjek penelitian (mm)

Kekuatan fleksural juga merupakan kombinasi dari kekuatan tarik dan kekuatan geser. Uji kekuatan fleksural sering dilakukan untuk mengukur sifat mekanis dari suatu basis gigi tiruan karena cukup mewakili tipe-tipe gaya yang terjadi selama proses pengunyahan (Abhay, 2013).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris. Sampel yang digunakan berupa plat *thermoplastic nylon* dengan merek Bio-Plast Resin® (Denken-Highdental Co.,Ltd.,Japan) sejumlah 16 plat yang dibagi menjadi 4 kelompok ketebalan. Kelompok 1 (65 x 10 x 1 mm), kelompok 2 (65 x 10 x 1.5 mm), kelompok 3 (65 x 10x 2 mm), kelompok 4 (65 x 10 x 2.5 mm). Plat *thermoplastic nylon* kemudian diuji kekuatan tekan dan fleksuralnya menggunakan *Universal Testing Machine* tipe *vertical (horizontal) dual test stand* dengan model ASL-S dari Jinan Kason Testing Equipment Co.,Ltd.

HASIL

Berdasarkan tabel 1, rata-rata gaya fleksural dari kelompok ketebalan 1 mm adalah 37.95 N. Rata-rata gaya fleksural dari kelompok ketebalan 1.5 mm adalah 27.76 N. Rata-rata gaya fleksural dari kelompok ketebalan 2 mm adalah 44.63 N. Rata-rata gaya fleksural dari kelompok ketebalan 2.5 mm adalah 47.10 N. Rata-rata gaya fleksural terendah ditunjukkan oleh kelompok ketebalan 1.5 mm dengan rerata 27.76 N. Rata-rata gaya fleksural tertinggi ditunjukkan oleh kelompok ketebalan 2.5 mm dengan rerata 47.10 N. Gaya fleksural

terendah ditunjukkan oleh kelompok ketebalan 1.5 mm sampel ke 4 dengan gaya 27.80 N. Gaya fleksural tertinggi ditunjukkan oleh kelompok ketebalan 2 mm sampel ke 1 dengan gaya 50.60 N.

Rata-rata kekuatan fleksural dari kelompok ketebalan 1 mm adalah 55.55 MPa (SD 7.11). Rata-rata kekuatan fleksural dari kelompok ketebalan 1.5 mm adalah 45.76 MPa (SD 1.87). Rata-rata kekuatan fleksural dari kelompok ketebalan 2 mm adalah 47.24 MPa (SD 2.19). Rata-rata kekuatan fleksural dari kelompok ketebalan 2.5 mm adalah 45.36 MPa (SD 3.41). Rata-rata kekuatan fleksural terendah ditunjukkan oleh kelompok ketebalan 2.5 mm dengan rerata 45.36 MPa (SD 3.41). Rata-rata kekuatan fleksural tertinggi ditunjukkan oleh kelompok ketebalan 1 mm dengan rerata 55.55 MPa (SD 7.11). Kekuatan fleksural terendah ditunjukkan oleh kelompok ketebalan 2.5 mm sampel ke 3 dengan 42.05 MPa. Kekuatan fleksural tertinggi ditunjukkan oleh kelompok ketebalan 1 mm sampel ke 1 dengan 66.06 MPa.

Hasil penelitian diuji normalitas datanya menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Hasil uji normalitas data, menunjukkan bahwa persebaran data kekuatan fleksural normal ($p > 0.05$). Hasil penelitian juga diuji dengan uji *Levene Statistic* untuk menguji variansi data, hingga didapatkan hasil variansi data kekuatan fleksural seragam ($p > 0.05$). Uji hipotesis dilakukan menggunakan uji *One-Way Anova*, dan didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan kekuatan fleksural yang bermakna terhadap ketebalan *thermoplastic nylon* ($p < 0.05$). Setelah diuji *Post Hoc* menggunakan uji *LSD*, didapatkan hasil bahwa beda kekuatan fleksural paling signifikan terjadi pada kelompok ketebalan 1 mm terhadap ketebalan 1.5 mm, 2 mm, dan 2.5 mm ($p < 0.05$).

Tabel 1. Hasil Uji Kekuatan Fleksural

TEBAL	SAMPEL	GAYA (N)	MEAN (N)	KEKUATAN (MPa)	MEAN (MPa)	SD
1 mm	TN.B.1.1	38.90	37.95	66.06	55.55	7.11
	TN.B.1.2	34.20		52.23		
	TN.B.1.3	46.20		53.40		
	TN.B.1.4	32.50		50.49		
1.5 mm	TN.B.1.5.1	29.20	27.76	47.87	45.76	1.87
	TN.B.1.5.2	32.10		45.39		
	TN.B.1.5.3	28.00		46.42		
	TN.B.1.5.4	27.80		43.42		
2 mm	TN.B.2.1	50.60	44.63	49.26	47.24	2.19
	TN.B.2.2	38.60		45.88		
	TN.B.2.3	42.50		44.87		
	TN.B.2.4	46.80		48.93		
2.5 mm	TN.B.2.5.1	49.00	47.10	44.77	45.36	3.41
	TN.B.2.5.2	50.50		50.13		
	TN.B.2.5.3	44.80		42.05		
	TN.B.2.5.4	44.10		44.47		

PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian mengenai kekuatan fleksural yang telah dilaksanakan, didapatkan hasil bahwa kekuatan fleksural dengan rata-rata terendah ditunjukkan oleh kelompok ketebalan 2.5 mm dengan rerata 45.36 (SD 3.41). Kekuatan fleksural tertinggi ditunjukkan oleh kelompok ketebalan 1 mm dengan rerata 55.55 (SD 7.11). Uji hipotesis yang dilakukan menggunakan uji *One-Way Anova* menunjukkan hasil bahwa terdapat perbedaan kekuatan fleksural yang bermakna terhadap ketebalan *thermoplastic nylon* ($p < 0.05$). Beda kekuatan fleksural paling signifikan terjadi pada pada kelompok ketebalan 1 mm terhadap ketebalan 1.5 mm; kelompok ketebalan 1 mm terhadap ketebalan 2 mm; dan pada kelompok ketebalan 1 mm terhadap ketebalan 2.5 mm ($p < 0.05$).

Mengacu pada hasil penelitian yang telah dilaksanakan, hasil pengujian kekuatan fleksural *thermoplastic nylon* berkisar antara 42.05 Mpa hingga 66.06 Mpa. Hasil ini sesuai dengan penelitian

yang telah dilakukan oleh Yota,T pada tahun 2010. Yota,T menguji kekuatan fleksural beberapa bahan basis gigi tiruan, seperti Valplast®, Lucitone FRS®, Flexite supreme®, reigning®, Jet Carbo Resin®, EstheShot®, dan Acron®. Hasil pengujian kekuatan fleksural bahan basis gigi tiruan *thermoplastic nylon* (Valplast®, Lucitone FRS®, Flexite supreme®) menunjukkan hasil di kisaran 38 Mpa hingga 74 Mpa.

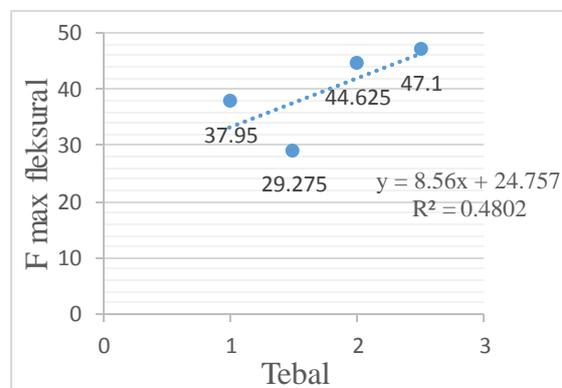
Berdasarkan ISO 20795-1, kekuatan fleksural basis gigi tiruan yang dibutuhkan adalah minimal sebesar 65 MPa. Pada penelitian ini, kekuatan fleksural yang memenuhi standar tersebut adalah pada kelompok ketebalan 1 mm dengan kekuatan sebesar 66.06 MPa. Akan tetapi, apabila diambil rata-ratanya, maka tidak ada yang memenuhi standar tersebut. Hal ini sesuai dengan penelitian Putri,I pada tahun 2014 yang juga meneliti perbedaan kekuatan fleksural beberapa basis gigi tiruan padan berbagai ketebalan, yang menunjukkan bahwa kekuatan fleksural bahan *thermoplastic nylon* kurang dari yang distandardisasi oleh ISO 20795-1. Hal

tersebut didukung oleh penelitian Yota,T pada tahun 2010 mengenai sifat-sifat gigi tiruan resin termoplastik untuk pada cengkeram non-logam. Yota,T juga menyatakan bahwa, hal tersebut dapat terjadi dikarenakan *thermoplastic nylon* tidak memiliki rantai aromatik yang dapat mempengaruhi kekuatan fleksuralnya. Selain itu, dari penelitian tersebut, Yota,T juga mengungkapkan bahwa, meski kekakuan *thermoplastic nylon* rendah, akan tetapi, sangat tangguh bila dibandingkan dengan resin akrilik. Hal ini dibuktikan dengan, sampel penelitian yang tidak patah sama sekali.

Putri,I pada tahun 2014 meneliti perbandingan kekuatan transversa dari tiga jenis resin basis gigitiruan pada beberapa ketebalan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan pada ketebalan *thermoplastic nylon* 2 mm, rata-rata gaya fleksuralnya sebesar 87.5 N dan rata-rata kekuatan fleksuralnya sebesar 39.36 MPa. Pada ketebalan *thermoplastic nylon* 3 mm, rata-rata gaya fleksuralnya sebesar 167.5 N dan rata-rata kekuatan fleksuralnya sebesar 50.25 MPa. Sedangkan, pada penelitian ini, pada ketebalan *thermoplastic nylon* 2 mm, rata-rata gaya fleksuralnya sebesar 44.65 N dan rata-rata kekuatan fleksuralnya sebesar 47.24 MPa. Pada ketebalan *thermoplastic nylon* 2.5 mm, rata-rata gaya fleksuralnya sebesar 47.10 N dan rata-rata kekuatan fleksuralnya sebesar 45.36 MPa. Hal ini dapat disebabkan beberapa hal, diantaranya, merek *thermoplastic nylon* yang digunakan dan ketebalan yang diuji. Pada penelitiannya, Putri,I menggunakan *thermoplastic nylon* dengan merek Lucitore FRS[®], sedangkan penelitian ini menggunakan merek Bio-Plast Resin[®] (Denken-Highdental Co.,Ltd.,Japan). Menurut Abhay,P, perbedaan hasil kekuatan fleksural pada bahan yang berbeda dapat terjadi dikarenakan perbedaan konsentrasi nilon dari setiap

produk yang dihasilkan pabrik yang berbeda. Faktor lain yang mempengaruhi hasil penelitian adalah, ketebalan yang digunakan, pada penelitiannya Putri,I menggunakan ketebalan 2 mm dan 3 mm, sedangkan, pada penelitian ini, ketebalan yang digunakan adalah 1 mm, 1.5 mm, 2 mm, dan 2.5 mm.

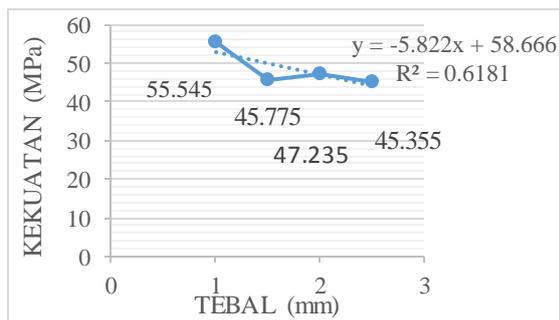
Putri,I mengungkapkan bahwa, kekuatan fleksural bahan *thermoplastic nylon* lebih rendah dari *compression heat polymer* dapat disebabkan karena berat molekul polimer yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan basis gigi tiruan lainnya, dimana rantai linear poliamida yang terdapat pada *thermoplastic nylon* dapat mengurangi kekuatan dan rigiditas bahan, sehingga kekuatan fleksural berkurang. Berdasarkan penelitian tersebut, menunjukkan bahwa kekuatan fleksural dipengaruhi oleh besar atau tingginya berat molekul linear yang menyusun bahan tersebut.



Gb 1. Gaya Fleksural Maksimal

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, semakin tebal basis gigi tiruan, maka, gaya fleksuralnya cenderung meningkat. Akan tetapi, semakin tebal basis gigi tiruan, maka, kekuatan fleksuralnya cenderung menurun. Berdasarkan gambar 1, merupakan grafik gaya fleksural. Grafik tersebut memperlihatkan titik dan garis putus-putus. Titik biru menunjukkan rata-rata gaya fleksural pada setiap ketebalan. Garis biru

putus-putus menunjukkan grafik gaya fleksural yang apabila semakin tebal sampel, cenderung semakin meningkat gaya fleksuralnya. Akan tetapi, semakin tebal plat *thermoplastic nylon*, maka semakin besar pula dimensinya (lebar dikali dengan tebal sampel). Sehingga, ketika dimasukkan dalam rumus perhitungan kekuatan fleksural ($S = 3pl / 2bd^2$), maka semakin tebal plat, akan semakin rendah kekuatan fleksuralnya.



Gb 2. Kekuatan Fleksural Maksimal

Gambar 2 merupakan grafik kekuatan fleksural. Grafik tersebut memperlihatkan dua buah garis, garis biru yang saling terhubung dan garis biru putus-putus. Garis biru yang saling terhubung, menghubungkan rata-rata kekuatan fleksural pada setiap ketebalan. Garis biru putus-putus menunjukkan grafik kekuatan fleksural yang apabila semakin tebal sampel, cenderung semakin turun besar kekuatan fleksuralnya.

Kekuatan fleksural tertinggi didapat pada kelompok ketebalan 1 mm, hal ini sesuai dengan ketebalan yang direkomendasikan Hidekazu, dkk, yaitu 1 mm sampai 1.5 mm. Sependapat pula dengan Dottox yang juga merekomendasikan ketebalan basis gigi tiruan *thermoplastic nylon* setebal 0.6 mm – 1.8 mm. Penelitian ini juga didukung oleh penelitian Singh, K dan Gupta, N pada tahun 2012, yang berkesimpulan bahwa fleksibilitas gigi tiruan tergantung dari ketebalan basis yang sebaiknya kurang dari 2 mm.

KESIMPULAN

1. Terdapat perbedaan kekuatan fleksural bahan *thermoplastic nylon* pada ketebalan 1 mm, 1.5 mm, 2 mm, dan 2.5 mm.
2. Semakin tebal plat *thermoplastic nylon*, maka gaya fleksural maksimalnya cenderung semakin naik.
3. Semakin tebal plat *thermoplastic nylon*, maka kekuatan fleksuralnya cenderung semakin turun.
4. Rata-rata kekuatan fleksural terendah pada kelompok ketebalan 2.5 mm.
5. Rata-rata kekuatan fleksural tertinggi pada kelompok ketebalan 1 mm.

SARAN

1. Perlu dilakukannya penelitian-penelitian lebih lanjut mengenai kekuatan mekanis bahan *thermoplastic nylon* terutama dengan merek Bio-Plast Resin®.
2. Perlunya guideline tentang pemrosesan dan standar ketebalan basis gigi tiruan basis gigi tiruan berbahan *thermoplastic nylon* terutama untuk merek Bio-Plast Resin®.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhay, P. N., & Kharisma, S., (2013). Comparative Evaluation of Impact and Flexural Strength of Four Commercially Available Flexible Denture Base Materials : An In Vitro Study. *Springer*, 13(4), pp 499-508.
- Alvarez, A., (2002). Valplast : Laboratory Fabrication Overview. *Perspectives*, 1(1), 4.
- Anusavice, K. J., (2004). *Phillips Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. 10 ed. Jakarta: EGC.
- Ardelan, L., Bortun, C., & Motoc, M., (2007). Metal-free Removable Partial dentures Made of Thermoplastic Material. *TMJ*, 56(1), 80-1.

- Ardelan, L., Bortun, C., Podariu, A., & Rusu, L., (2012). Manufacture of Different Types of Thermoplastic. *Intech*.
- Daniel. (1991). *Biostatistic: A Foundation for Analysis in The Health Science*. 5ed. Canada.
- Dottox staff.2018. Flexible partial dentures or nylon denture: cost,problems and advantages.(Online).(https://www.dottox.com/flexible-partial-dentures-nylon-cost-advantages/). diakses 1 Mei 2018.
- Firas,A.F., Ghazwan,A.A., & Ali, A.M., (2013). Evaluation of Transverse and Tensile Bond Strength of Repaired Nylon Denture Base Material by Heat, Cold, and Visible Light Cure Acrylic Resin.J.Bagh College Dentistry. 25(1)
- Fueki, K., Ohkubo, C., Yatabe, M., Arakawa, I., Arita, M., Ino, S., dkk (2014). Clinical Application of Removable Partial Dentures using Thermoplastic Resin- Part I : Definition and Indication of Non-Metal Clasp Dentures. *Journal of Prosthodontic Research*, Volume 58, pp 3-10.
- Hidekazu, O., Shimpo, H., Hayakawa, T., & Ohkubo, C., (2013). Influence of Thickness and Undercut of Thermoplastic Resin Clasps on Retentive Force. *JSTAGE*, 32(3), pp. 381-389.
- Jagger,D., & Harrison, A., (1999). *Complete Dentures-Problem Solving*. London: BDJ.
- Klymus, M., Shinkai, R., Mota, E., Oshima, H., Spohr, A., & Burnet, L., (2007). Influence of the Mechanical Properties of Composites for Indirect Dental Restorations on Pattern Failure. *Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, 9(2),pp 56-60.
- McCabe, J., & Walls, A., (2008). *Applied Dental Materials*. 9 ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd..
- Negrutiu, M., Sinescu, C., Romanu, M., Pop, D., & Lakatos, S., (2005). Thermoplastic Resins for Flexible Framework Removable Partial Denture. *Timisoara Medical Journal*, 55(3), pp 295-299.
- Ningsih,A.R., (2015). Perbedaan Kekuatan Tekan Basis Gigi Tiruan Berbahan Termoplastik Nilon pada Beberapa Ketebalan. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Noort, R., (2007). *Introduction to Dental Materials*. London: Mosby Elsevier.
- Sharma, A., & Shashidhara, H.S., (2014). A Review: Flexible Removable Partial Dentures. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. 13(12), pp 58-62.
- Powers JM, Wataha JC. Dental materials properties and manipulation. 9th ed. Missouri: *Mosby Elsevier*, 2008: 205-6, 210-4.
- Putri,I.A.S., (2014). Perbandingan kekuatan Transversa dari Tiga Jenis Resin Basis Gigitiruan pada Beberapa Ketebalan.*Universitas Hasanuddin*.
- Sharma A., & Shashidhara H.S.,(2014). A Review: Flexible Removable Partial Dentures. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*.13(12). Pp 58-62.
- Singh,K & Gupta,N.,(2012).Injection Molding Technique for Fabrication of Flexible Prothesis from Flexible Thermoplastic Denture Base Materials.*World Journal of Dentistry*; 3(4):303-307
- Sitorus,Z.,dkk.,(2014). Sifat Mekanik Gigi Tiruan Akrilik dengan Penguat Serat Gelas.*Universitas Sumatera Utara*.
- Yota,T. 2010. Characteristics of denture thermoplastic resins for non-metal clasp dentures. *Dental Materials Journal*. 29(4): 353-361.

