

PENGARUH TEMPERATUR 15° C TERHADAP DAYA LENTING KAWAT BUSUR NIKEL TITANIUM

The Effect of Temperature 15° Celcius to Nickel Titanium Wire Resilience

Do Vista Oktoputri¹, M. Sulchan Ardiansyah²

¹Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Gigi

²Departemen Prosthodonti Program Studi Pendidikan Dokter Gigi

Email: do.oktoputri@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Nikel titanium merupakan logam campur yang mempunyai sifat *shape memory* dan super elastik sehingga kawat dengan bahan nikel titanium menjadi salah satu kawat yang paling banyak penggunaannya di bidang ortodontik. Temperatur minuman dingin memiliki kecenderungan untuk meningkatkan pengecapan rasa manis. Pada saat makan atau minum pada suhu tinggi atau rendah, dapat menyebabkan perubahan temperatur mulut dapat mempengaruhi daya lenting pada kawat.

Tujuan Penelitian: Mengetahui bagaimana pengaruh temperatur 15° C terhadap daya lenting kawat busur nikel titanium.

Jenis Penelitian: Metode yang digunakan adalah ekperimental laboratoris yang dilakukan secara *in vitro*. Sample yang digunakan adalah kawat nikel titanium konvensional 0.012 inch dan panjang 12.5mm product dari Amerika merk Ortho Organizer yang direndam dalam suhu 15° C dan 37° C dalam waktu 1 menit.

Hasil Penelitian: Berdasarkan hasil uji *mann whitney* diketahui nilai z hitung sebesar -4,065 dan nilai signifikan sebesar 0,000 ($p < 5\%$). Artinya terdapat pengaruh temperatur dingin terhadap daya lenting kawat busur nikel titanium.. Hasil rerata kelompok kontrol yakni 0,6100 N, dan kelompok perlakuan yakni 0,3300 N, yang berarti suhu 15° C berpengaruh mengurangi daya lenting kawat.

Kesimpulan: Temperatur 15° C mengurangi daya lenting kawat busur nikel titanium.

Kata kunci: Daya Lenting Kawat Nikel Titanium, Pengaruh Temperatur 15° C

The Effect of Temperature 15° Celcius to Nickel Titanium Wire Resilience

Abstract

One wire of the most widely used in orthodontic treatment is nickel titanium wire. Nickel titanium is a metal mix that has characteristics shape memory and super elastic. The temperature of cold drinks have a tendency to increase the tasting sweetness. When eating or drinking at high or low temperature, it can change the mouth temperature that can affect the resilience of the wire. The purpose of this study is knowing the the influence of temperature 15 ° C to the resilience nickel titanium wire. This research using the experimental laboratory by in vitro. The sample is conventional titanium nickel wire that produced by Ortho Organizer from United States, with 0.012 inch of diameter and 12.5mm that immersed in 15 Celcius degrees and 37 Celcius degrees in 1 minute. Based on the test results. Mann Whitney z value calculated by -4.065 and significant value of 0.000 ($p < 5\%$). From these results can be known of the effect of cold temperatures on the resilience of nickel titanium wire. Average of results obtained by the control group 0.6100 N, and the treatment group 0.3300 N. It means that in 15 celcius degree can reduce the resilience of nickel titanium wire.

Keyword : The resilience of nickel titanium wire, Effect of Temperature 15 • C

Latar Belakang

Perawatan ortodontik merupakan salah satu jenis perawatan yang dilakukan di bidang kedokteran gigi dengan tujuan mendapatkan penampilan dentofasial yang menyenangkan secara estetika yaitu dengan menghilangkan susunan gigi yang berjejal, mengoreksi penyimpangan rotasional dan apikal dari gigi-geligi, mengoreksi hubungan antara insisal serta menciptakan hubungan oklusi yang baik (Bahirrah S, 2004)

Penggunaan kawat ortodontik untuk memperbaiki kondisi kesehatan gigi dan mulut sesuai dengan sabda Nabi SAW: *“Berobatlah wahai hamba Allah! Karna sesungguhnya Allah tidak menciptakan penyakit melainkan Ia telah menciptakan pula obatnya,*

kecuali satu penyakit yaitu tua.” (HR. Ahmad, Abu Dawud dan Tirmidzi). Keahlian medis dalam masalah merapikan gigi yang dikenal dengan istilah ortodontik merupakan nikmat Allah SWT kepada umat manusia untuk mengembalikan kepada fitrah penciptanya yang paling indah (*fi ahsani taqwim*) yang patut disyukuri dengan menggunakan pada tempatnya dan tidak disalah gunakan untuk memenuhi nafsu insani yang kurang bersyukur.

Alat ortodontik cekat adalah alat yang hanya boleh dipasang dan dibuka oleh dokter gigi. Alat cekat ini terdiri dari beberapa komponen dasar yaitu braket, kawat busur, cincin (*band*) dan *molar tube*. Bahan braket biasanya terbuat dari logam, keramik, plastik, maupun komposit (Rahardjo^b,2009)

Menurut Hartanto dan Anggani (2005) daya lenting diperoleh dengan menggunakan kawat busur Nikel Titanium karena mempunyai sifat fleksibilitas tinggi. Kawat ortodontik nikel titanium merupakan salah satu kawat yang paling banyak penggunaannya dibidang ortodontik saat ini. Kawat ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain memiliki sifat elastis dan *memory shape* (Graber T, 2005). Sifat *shape memory* berikatan erat dengan perubahan temperatur (transformasi temperatur) sementara sifat superelastis lebih pada kemampuan kawat menahan regangan agar tidak terjadi deformasi 8-10% lebih besar dibanding kawat lainnya (Apurva et al., 2007). Kawat nikel titanium banyak digunakan sebagai kawat awal (*initial archwire*) pada perawatan berbagai kasus maloklusi (O'Brien WJ, 2002).

Suhu minuman dingin mempunyai kecenderungan untuk meningkatkan ambang pengecapan rasa manis. Ambang persepsi dan ambang identifikasi pengecapan rasa manis cenderung lebih tinggi pada temperatur dingin daripada temperatur kamar ($\pm 27^{\circ}$ C) (Sugiaman, 2010).

Perubahan pada temperatur mulut saat makan, minum panas maupun dingin mempengaruhi daya lenting. Kawat busur nikel titanium, apabila dimasukkan ke dalam rongga mulut dengan temperatur 100° F (37° C) akan berubah sifat menjadi lebih kaku atau daya lenting berkurang (Andreasen et al, 1985).

Bahan dan Cara

Jenis penelitian ini adalah *true eksperimental laboratories in vitro*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Mesin UGM, dan pembuatan saliva buatan pH 6,8 di Fakultas Kimia UGM. Penelitian dilaksanakan pada Oktober 2014.

Populasi dari penelitian ini adalah kawat busur ortodontik cekat nikel titanium. Dan bentuk sampel penelitian ini diameter kawat 0,012 inci, jenis konvensional produk dari Amerika dengan panjang 12,5 mm. Penentuan jumlah sampel menggunakan rumus berikut:

$$n \geq \frac{Z^2 \times \sigma^2}{d^2}$$

n = Besar sampel

Z = Nilai Z pada kesalahan tertentu σ , jika $\sigma = 0,05$ maka Z= 1,96

σ = Standart deviasi sampel

d = Kesalahan yang masih dapat di toleransi

$n \geq 4$ (dibulatkan)

Sehingga sampel yang digunakan adalah ≥ 4 .

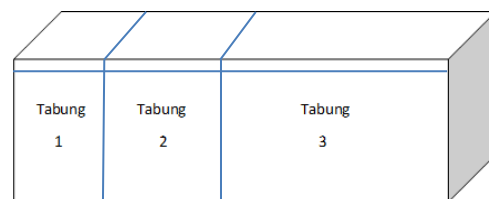
Kriteria inklusi: kawat busur nikel titanium konvensional Amerika Ortho Organizers dengan diameter 0,012 inci, panjang 12,5 mm untuk mendapatkan bagian kawat busur yang lurus. Kriteria Eksklusi: kawat busur dengan bagian yang membengkok, diameter lebih dari 0,012 inci dan panjang kurang atau lebih dari 12,5 mm. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini

adalah sebagai berikut, alat penelitian: alat ukur defleksi *pearson panke equipment LTD* dengan merk CE dan satuan Newton, termometer Tembak *greisinger infrarot-digitalthermometer*, Tang potong kawat busur, alat penstabil suhu dengan range suhu 15°, 37°, dan 45°, jangka sorong, gelas ukur, dan pinset disposable. Sedangkan bahan penelitian adalah: kawat busur nikel titanium Amerika Ortho Organizers diameter 0,012 inci dengan panjang 12,5 mm, air mineral (Aqua) yang telah dibekukan di dlm lemari pendingin, air mineral (Aqua) sebagai kontrol dengan suhu mulut 37° C, dan saliva buatan dengan pH 6,8.

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan yaitu, 1. Tahap persiapan meliputi: persiapan media (air dengan temperatur dingin: air mineral diukur dengan gelas ukur secukupnya sebelum di bekukan di dlm lemari pendingin / kulkas), persiapan media kontrol (suhu mulut: Air mineral/ Aqua diukur dengan gelas ukur secukupnya), persiapan saliva buatan (Saliva buatan dengan pH 6,8 dipesan di Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Saliva buatan diukur dengan gelas ukur sebanyak 2 ml), persiapan sampel (kawat yang telah diukur menggunakan jangka sorong dengan keakuratan 0,01 mm dipotong dengan menggunakan tang potong kawat busur sepanjang 12,5 mm, kawat diambil dari satu lengkung kawat busur yang dipotong pada bagian ujung untuk memperoleh bagian yang lurus. Sampel dibagi 2 kelompok. Kelompok perlakuan

sebanyak 10 sampel untuk direndam dengan air mineral temperatur dingin. Kelompok kontrol 10 sampel untuk direndam dengan air mineral temperatur mulut 37o C). 2. Tahap Penelitian:

Gambar 1. Tabung Alat Penstabil Suhu



Pengujian kelompok kontrol: Masukkan air mineral tanpa perlakuan apapun ke dalam tabung 1 dan 2 sebagai penstabil alat. Masukkan air mineral hingga tabung hampir penuh, atau menyisakan 0,5 cm bagian atas tabung, masukkan saliva buatan yang telah diukur kedalam tabung 3 lalu tambahkan air mineral (Aqua) tanpa perlakuan yang telah diukur. Nyalakan alat penstabil suhu, tunggu hingga suhu 37° C telah tercapai, saat suhu 37° C telah tercapai, masukkan kawat busur yg telah dipotong kedalam tabung 3 dengan menggunakan pinset disposable, rendam kawat selama 1 menit. Persiapkan untuk pengukuran kawat, posisikan tabung alat penstabil suhu pada alat ukur kelentingan, ukur kelentingan kawat busur dengan menekan tombol zero lalu N pada alat defleksi. Turunkan tuas pendorong pada alat defleksi untuk mulai mengukur kele ntingan kawat busur. Tunggu hingga tuas berhenti turun yang menandakan selesainya proses pengukuran kelentingan. Lihat hasil pengukuran.

Pada kelompok perlakuan: Masukkan air mineral tanpa perlakuan apapun ke dalam tabung 1 dan 3 sebagai penstabil alat. Masukkan air mineral hingga tabung hampir penuh, atau menyisakan 0,5 cm bagian atas tabung. Masukkan saliva buatan yang telah diukur kedalam tabung 2 lalu tambahkan air mineral (Aqua) yang telah dibekukan. Nyalakan alat penstabil suhu, tunggu hingga suhu 15° C telah tercapai. Saat suhu 15° C telah tercapai, masukkan kawat busur yg telah dipotong kedalam tabung 2 dengan menggunakan pinset disposable. Rendam kawat selama 1 menit. Persiapkan untuk pengukuran kawat.

Posisikan tabung alat penstabil suhu pada alat ukur kelentingan. Ukur kelentingan kawat busur dengan menekan tombol zero lalu N pada alat defleksi. Turunkan tuas pendorong pada alat defleksi untuk mulai mengukur kelentingan kawat busur. Tunggu hingga tuas berhenti turun yang menandakan selesainya proses pengukuran kelentingan. Lihat hasil pengukuran. Setelah semua kawat busur nikel titanium diuji menggunakan alat defleksi, kemudian diperoleh data dan kemudian dikumpulkan berdasarkan kelompok. Tahap Post Penelitian: Membandingkan hasil uji defleksi antara kawat yang direndam dengan temperatur 15° C dan 37° C kemudian dilakukan uji statistik.

Hasil Penelitian

Penelitian tentang pengaruh temperatur 15° C terhadap daya lenting kawat busur nikel titanium Amerika Ortho Organizers telah dilaksanakan, dan pada penelitian telah dilakukan pengukuran pada 10

variabel pada masing-masing kelompok, yakni kelompok kontrol dengan perendaman temperatur mulut normal 37° C dan kelompok perlakuan dengan temperatur 15° C.

Tabel 1. Hasil Penelitian

No.	Kelompok Kontrol 37° C (N)	Kelompok Perlakuan 15° C (N)
1.	0,6	0,3
2.	0,6	0,4
3.	0,6	0,3
4.	0,7	0,3
5.	0,6	0,4
6.	0,6	0,3
7.	0,6	0,3
8.	0,6	0,3
9.	0,6	0,4
10.	0,6	0,3

Dari hasil diatas dapat dilihat besar daya lenting kawat busur nikel titanium yang di rendam pada temperatur 37° C adalah 0,6 - 0,7 N, sedangkan pada perendaman temperatur 15° C adalah 0,3 – 0,4 N. Rerata daya lenting kawat dengan perendaman temperatur 37° C sebagai kontrol lebih besar dibandingkan rerata daya lenting kawat dengan perendaman temperatur 15° C sebagai perlakuan dapat dilihat dari tabel 4.

Tabel 2. Descriptives

Tindakan		Statistic
Kelentingan Kontrol	Mean	.6100
	Std. Deviation	.03162
	Minimum	.60
	Maximum	.70
Kelentingan Perlakuan	Mean	.3300
	Std. Deviation	.04830
	Minimum	.30
	Maximum	.40

Berdasarkan hasil deskriptif diketahui nilai rata-rata daya lenting kawat busur nikel titanium pada kelompok kontrol sebesar 0,6100 dengan nilai minimum sebesar 0,60;

Tindakan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Perlakuan	10	5.50	55.00
Total	20		

maksimum sebesar 0,70 dan standar deviasi sebesar 0,03162. Nilai rata-rata daya lenting kawat busur nikel titanium pada kelompok perlakuan

Tindakan	Statistic	Shapiro-Wilk Df	Sig.
Kelentingan Kontrol	.366	10	.000
Kelentingan Perlakuan	.594	10	.000

sebesar 0,3300 dengan nilai minimum sebesar 0,30; maksimum sebesar 0,40 dan standar deviasi sebesar 0,04830.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

Uji normalitas dihitung dengan menggunakan *Shapiro Wilk* karena $n < 50$. Kaidah statistik untuk uji normalitas adalah bila $p > 0.05$. Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro Wilk* diketahui nilai signifikan pada kedua kelompok masing-masing sebesar 0,000 ($p < 5\%$). Hasil tersebut

Tabel 4. Uji Hipotesis

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Max.
Kelentingan	20	.4700	.14903	.30	.70
Tindakan	20	1.5000	.51299	1.00	2.00

menunjukkan bahwa variabel daya lenting kawat busur nikel titanium pada kedua kelompok tidak berdistribusi normal. Langkah selanjutnya adalah melakukan uji

hipotesis non parametrik sampel tidak berpasangan dengan uji *Mann Whitney*.

Berdasarkan hasil uji *mann whitney* diketahui nilai z hitung sebesar -4,065 dan nilai signifikan sebesar 0,000 ($p < 5\%$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan daya lenting kawat busur nikel titanium pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Artinya terdapat pengaruh temperatur dingin terhadap daya lenting kawat busur nikel titanium.

Diskusi

Perubahan temperatur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi daya lenting kawat busur nikel titanium. Kawat busur nikel titanium memiliki temperatur transisi yaitu suhu normal mulut 37° C. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu 15° C terhadap daya lenting kawat busur nikel titanium apakah berdampak buruk atau sebaliknya.

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro Wilk* diketahui nilai signifikan pada kedua kelompok masing-masing sebesar 0,000 ($p < 5\%$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa variabel daya lenting kawat busur nikel titanium pada kedua kelompok tidak berdistribusi normal. Hal ini disebabkan karena kurang variatifnya angka hasil penelitian. Alat ukur defleksi *pearson panke equipment LTD* dengan merk CE dan satuan

Newton yang digunakan untuk uji kelentingan hanya memiliki ketelitian 0,0 N. Sehingga data yang diperoleh tidak variatif dan berdampak variabel penelitian tidak berdistribusi normal.

Dari penelitian ini didapat hasil rerata kelompok kontrol yakni 0,6100 N, dan kelompok perlakuan yakni 0,3300 N, yang berarti suhu 15° C berpengaruh mengurangi daya lenting kawat busur nikel titanium. Kawat nikel titanium apabila diberi beban gaya atau berada pada kondisi dibawah nilai temperatur transisi, akan mengalami perubahan fase menjadi fase martensit. Pada fase martensit ini akan terjadi perubahan nilai modulus elastisitas kawat (kekakuan kawat), *yield strength* dan resisten elektrik. Fase ini memiliki bentuk kristal *hexagonal lattice*. Pada fase ini juga, akibat pemberian gaya, akan terjadi perubahan bentuk struktur kristal tanpa ada perubahan bentuk kawat secara makroskopis. Proses ini disebut perubahan dari fase *twinned martensite* menjadi *detwinned martensite*. Akibat perubahan ini kawat menjadi lebih lentur (Jorma, 2011; Otto *et al*,1999; Thompson, 2009). Kawat yang telah berubah menjadi lebih lentur menyebabkan berkurangnya daya lenting.

Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh temperatur 15° C terhadap daya lenting kawat busur nikel titanium, dapat di ambil kesimpulan bahwa temperatur 15° C

berpengaruh mengurangi daya lenting kawat busur nikel titanium.

Saran

1. Dapat dilakukan penelitian serupa dengan penggunaan variable kawat jenis lain untuk mengetahui pengaruh temperatur dingin atau temperatur panas dari makanan atau minuman yang biasa di konsumsi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai keefektifan kawat busur nikel titanium dalam perawatan orthodontik dengan kelentingan yang telah berkurang.
3. Dalam penelitian ini perlu adanya kesadaran dari masyarakat dalam penggunaan alat orthodontik cekat, tentang mengontrol konsumsi makanan atau minuman dengan temperatur yang dingin karna berdampak mengurangi daya lenting kawat busur nikel titanium.
4. Dapat dilakukan penelitian serupa dengan variable temperatur panas untuk mengetahui pengaruh temperatur panas pada makanan yang biasa di konsumsi pengguna orthodontik cekat terhadap daya lenting kawat busur..

Daftar Pustaka

1. Andreasen, G., Heilman, H., and Krel, D. 1985. Stiffness Changes in Thermodynamic Nitinol with

- Increasing Temperature, Iowa. *Angel Orthod*, 55(2): 120-6.
2. Anusavice, K.J. 2003. *Phillips's Science of Dental Materials*, 11th ed. St. Louis WB. Saunder, 621-54.
 3. Apurva, M., Gog, X.Y., Imbeni, V. 2007. *Endovascular Stent Using Insitu Synchrotron X-ray*, Wiley-Vch Verlag GmbH & Co.
 4. Bahirrah, S. 2004. Pergerakan Gigi Dalam Bidang Ortodonsia Dengan Alat Bantu Cekat. *Artikel, Bagian Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatra Utara*.
 5. Burstone, C.j., Qin, B., and Morton, J.Y. 1985. Chinese NITI Wire-A New Orthodontic Alloy. *Am J Orthod*, 87(6): 445-52.
 6. Cabe, J.F.M. 1985. *Anderson's Applied Dental Materials*, 6th ed. Blackwell Scientific Pub Oxford, 61.
 7. Combe, E.C. 1992. *Sari Dental Material*. (terjm.) Tarigan, S., cet 1. Balai Pustaka. Jakarta, 6-16.
 8. Chen, R., Zhi, Y.F., and Arvystas, M.G. 1992. Advanced Chinese Niti Alloy Wire and Clinical Observations. *Angel Orthod*, 62(1): 59-66.
 9. de Genova, D.C., McInnes-Ledoux, P., Weinberg, R., Shaye, R. 1985. Force degradation of orthodontic elastomeric chain-A Product comparison study. *Am J Orthod*, 87(5): 377-84.
 10. Graber, T.M., and Vanarsdall, R.I. 2000. *Orthodontics Currens Principles and Techniques*. 3rd ed. Mosby, Inc. A Harcourt Health Sciences Co, 318.
 11. Gurgel, J.E., Kerr, S., Powers, J., LeCrone, V. 2001. Force-Deflection Properties of Superelastic Nickel-Titanium Archwires. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 120 378-82.
 12. Hartanto, E., dan Anggani, H.S. 2005. Dasar-Dasar Pemilihan Kawat pada Perawatan Ortodonsi. ISSN:0853-1352, *Ceril XVII*, 8: 82-9.
 13. Jorma, P. Oktober 4, 2011. Homepage of Oulu University Library. Review and Literature: Fundamental Characteristics of Nickel-Titanium Shape Memory Alloy. <http://herkules oulu.fi/isbn9514252217/html/x317.html>.
 14. Kapila, S., Reichhold, G.W., Anderson, R.S., Watanabe, L.G. 1991. Effect of Clinical Recycling on Mechanical Properties of Nickel-Titanium Alloy Wires. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 100: 428-35.
 15. Kusy, R.P. 1997. A Review of Contemporary Archwires: Their Properties and Characteristics, *Angel Orthod*, 67(3): 197-208.
 16. Miura, F., Mogi, M., Ohura, Y., Hamanaka, H. 1986. The Super-Elastic Property of the Japanese

- NiTi Alloy Wire for Use in Orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 90: 1-10.
17. Muraviev, S.E., Ospanova, G.B., Shlyakova, M.Y. 2001. Estimation of Force Produced by Nickel-Titanium Superelastic Archwires at Large Deflection. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 119: 604-9.
 18. O'Brien, W.J. 2002. *Dental Materials and Their Selection*. 3rd ed. Quintessence Pub. Co, Canada, 271-85.
 19. Octoviawan, N.A. 2010. *Pengaruh Ukuran Butir pada Temperatur Transisi Baja*. <http://nurazizoctoviawan.blogspot.com/2010/11/temperatur-transisi-adalahtemperatur.html> , 2-1.
 20. Otto, B., Rollinger, J., Burger, A. 1999. An Evolution of the Transition Temperature Range of Superelastic Orthodontic Niti Springs Using Differential Scanning Caloringmetri. *Euro J. Orthod*, 21: 497-502.
 21. Phillips, R.W. 1991. *Science of Dental Materials*, 6th ed. W.B. Saunders Co, Philadelphia, 546.
 22. Rahardjo^(b), P. 2009. *Peranti Ortodonti Lepas*. Airlangga University Press. Surabaya, 2.
 23. Rina, S. 2012. Pengaruh Temperatur Terhadap Daya Lenting Berbagai Macam Kawat Busur Nikel Titanium. *Program Studi Orthodonsia Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis FKG UGM*, 42.
 24. Santoro, M., and Beshar, D.N. 2000. Nickel-Titanium Alloys: Street Related Temperature Trantitional Range. *Am J. Orthod. Dentofacial Orthop*. 118(6): 685-92.
 25. Shukor, R.A. 2011. *Bahan Termaju (Advanced Materials)*. Pusat Pengajian Fisik Gunaan University Kebangsaan Malaysia. <http://pkukmweb.ukm.my>. H 12-23.
 26. Tan, L., Crone, W.C., and Sridharan, K. 2002. Freeting Wear Study of Surface Modified Ni-Ti Shape Memory Alloy. *Medison, J. Mat Science*. 13: 501-08.
 27. Thomson, S.A. 2000. An Overview of Nickel-Titanium Alloys Used in Dentistry. *Int Endo J*. 297-310.
 28. Tsui, H.H., Chen, C.Y., Chia, T.K. 2001. Comparisson of Ion Release from New and Recycled Orthodontic Bracket. *Am J. Orthod. Dentofac. Orthop*. 120(1): 68-75.
 29. Vinna, K. S. 2010. Peningkatan Ambang Persepsi dan Ambang Identifikasi Pengecapan Akibat Minuman Dingin Rasa Manis. *Program Studi Kedokteran Gigi Universitas Kristen Maranatha*, 56-60.