

The effect of sodium borate addition to dimensional stability in type 3 of gypsum

Medina Zahra Ayu Purnama*, Benni Benyamin**, Shella Indri Novianty***

* Student Faculty of Dentistry Sultan Agung Islamic University

** Departement of Dental Material Faculty of Dentistry Sultan Agung Islamic University

*** Departement of orthodontics Faculty of Dentistry Sultan Agung Islamic University

Correspondence: zhradina@std.unissula.ac.id

Received 29 December 2022; 1st revision 13 February 2023; 2nd revision 28 February 2023; Accepted 30 March 2023;

Published online 31 March 2023

Keywords:

gypsum type III; sodium borate; dimensional stability

ABSTRACT

Background: The removable dentures or fixed dentures can be used as a replacement for missing teeth and restore the aesthetics and functional condition of the patient. Dentures with good adaptation can be obtained from accurate impressions. Dimensional accuracy and adequate mechanical properties are one of the main requirements of working model making materials. The addition of sodium borate can help gypsum type III achieve balance dimensional stability. The purpose of this study was to determine the difference in dimensional stability of gypsum type III with aquades with the addition of sodium borate and aquades without the addition of sodium borate.

Method: Post test only control group design was used as the research design method. This study consisted of 2 groups with a total sample of 32 samples, experimental group with gypsum type III given distilled water with added sodium borate 0.4% and control group with gypsum type III given distilled water without added sodium borate 0.4%. The change of gypsum dimensional stability is measured using digital sliding caliper. Statistical tests were carried out using the Mann Whitney test and the results of the Mann Whitney test were $P < 0.05$ which means a significant difference between the two groups.

Result: The lowest average dimensional change was found in gypsum type III mixed with 0.4% sodium borate.

Conclusion: The conclusion of the research is the addition of 0.4% sodium borate solution can help gypsum type III achieve balance dimensional stability.

Copyright ©2022 National Research and Innovation Agency. This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

DOI: <http://dx.doi.org/10.30659/medali.5.1.22-27>

2460-4119 / 2354-5992 ©2022 National Research and Innovation Agency

This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

How to Cite: Purnama et al. The effect of sodium borate addition to dimensional stability in type 3 of gypsum. MEDALI Jurnal:

Media Dental Intelektual, v.5, n.1, p.22-27, March 2023

PENDAHULUAN

Kondisi gigi dan mulut memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas hidup suatu individu. Indikator dari kesehatan gigi dan mulut dapat dinilai berdasarkan jumlah gigi yang masih bertahan pada individu. Kemampuan pengunyahan, bicara, estetik serta kualitas hidup dapat terganggu akibat dari kehilangan gigi sebagian maupun seluruhnya.¹ Maka dari itu penting untuk membuat gigi tiruan kepada pasien kehilangan gigi.²

Salah satu tahap pembuatan gigi tiruan berupa pembuatan model positif (gypsum tipe III) yang didapatkan dari cetakan negatif (alginat).³ Gigi tiruan dengan adaptasi yang baik bisa didapatkan dari hasil cetakan yang akurat.⁴ Sifat fisik dan tujuan penggunaan dapat menentukan kriteria untuk memakai suatu produk gypsum. Terdapat lima jenis produk gypsum yang telah diklasifikasikan oleh spesifikasi ADA (*American Dental Association*) No. 25, beberapa diantaranya yaitu model plaster, *impression plaster*, serta *dental stone*.⁵ Memiliki sifat seperti lebih kuat, aman serta mudah digunakan, dan harga yang terjangkau menjadikan jenis gypsum tipe III paling sering digunakan dalam pembuatan model kerja.⁶ Apabila hasil model dan cetakan sedikit lebih besar dari ukuran yang ditentukan oleh cetakan maka dapat dikatakan terjadi ekspansi pada hasil cetakan. Arah pemuaian gypsum pada hasil cetak bersifat tidak terprediksi dan dapat memuai ke segala arah.⁷ Akurasi dimensi dan sifat mekanik yang memadai menjadi salah satu persyaratan utama bahan pembuatan model kerja. Stabilitas dimensi dari gypsum akan mempengaruhi keakuratan restorasi atau alat yang dibuat di luar mulut, dengan demikian untuk menghasilkan model kerja yang akurat perubahan stabilitas dimensi yang terjadi selama dan setelah *setting* bahan model ini idealnya harus distabilkan.⁸ Maka dari itu untuk mendapatkan akurasi yang

diinginkan dalam perawatan gigi *setting expansion* harus dikontrol.⁵

Penambahan *liquid* dari beberapa bahan kimia seperti kalium sulfat, natrium klorida, atau sodium borat membuat pencetakan lebih akurat.⁷ Sodium borat (*sodium tetraborate decahydrate*), memiliki kelarutan yang rendah dan semua konsentrasi sodium borat menghasilkan pengendapan lapisan sodium borat pada partikel hemihidrat, yang secara efektif mengurangi laju disolusinya partikel dihidrat sehingga kristalisasi inti tidak berjalan efektif dan stabilitas dimensi tetap terjaga.⁹

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratorium. Rancangan penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental dengan *post test only control group design*. Dengan sampel pada penelitian ini adalah gypsum tipe III dengan merek mungyo dengan rasio 30 ml air dan 100 mg bubuk, yang di cetak berbentuk silindris sesuai dengan spesifikasi ADA no.19 berbentuk silindris dengan diameter 30 mm dan tinggi 20 mm Surat ijin penelitian dengan nomor *ethical clearance* dari KEPK FKG UNISSULA No. 384/B.1-KEPK/SA-FKG/VII/2022.¹⁰ Sampel terbagi dalam 2 kelompok yaitu, satu kelompok gypsum tipe III yang dicampurkan oleh akuades dengan sodium borat 0,4% sebagai kelompok perlakuan dan satu kelompok kontrol berupa gypsum TIPE III yang dicampurkan dengan akuades tanpa sodium borat 0,4%. jumlah sampel penelitian ini sebesar 16 sampel pada setiap kelompok, sehingga total sampel sebanyak 32. Besar hasil perubahan dimensi diukur menggunakan digital sliding caliper dan dilakukan pengukuran angka perubahan stabilitas dimensi dengan rumus, uji hipotesis yang dilakukan adalah uji non parametrik *mann whitney*.

HASIL PENELITIAN

Hasil uji pengukuran perubahan dimensi pada gipsum tipe III dilakukan dengan menggunakan *digital sliding caliper*. Data pada table 1 menunjukkan nilai rata-rata perubahan dimensi gipsum tipe III pada kelompok perlakuan yang diberikan akuades dengan penambahan sodium borat 0,4% dan kelompok kontrol yang diberikan akuades tanpa penambahan sodium borat 0,4%.

Tabel 1. Rata – rata dan standar deviasi perubahan dimensi gipsum tipe III (%)

No	Kelompok	Mean±SD
1	Kelompok perlakuan	0,125 ± 0,022
2	Kelompok kontrol	0,762 ± 0,020

Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa rata-rata perubahan dimensi pada kelompok perlakuan lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kontrol yaitu sebesar 0,125 ± 0,022 % sedangkan jumlah perubahan dimensi pada kelompok kontrol lebih tinggi yaitu sebesar 0,762 ± 0,020 % . Data yang didapatkan dilakukan uji normalitas dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*, hasil uji normalitas disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*

Kelompok	Sig
Kelompok perlakuan	0,004
Kelompok kontrol	0,007

Berdasarkan table 2. disimpulkan bahwa data tidak terdistribusi normal, oleh karna itu untuk menguji homogenitas dengan menggunakan uji *Levene Statistic*.

Tabel 3. Uji homogenitas dengan *Levene Statistic*

Perubahan dimensi gipsum tipe III	Sig
	0,316

Berdasarkan tabel 3 Nilai signifikasi adalah sebesar 0,316 dimana ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa data perubahan dimensi gipsum tipe III tersebut dikatakan homogen. tahap selanjutnya adalah uji nonparametrik yaitu uji *Mann whitney* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan jumlah perubahan dimensi pada setiap kelompok. Hasil uji *Mann whitney* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Uji hipotesis *Mann Whitney*

Antar kelompok	Sig
	0,000

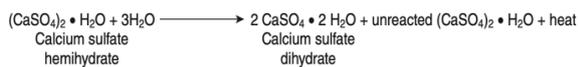
Angka signifikasi yang ditunjukkan tabel tersebut ialah 0,000 ($p < 0,05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna pada kelompok uji perubahan dimensi gipsum tipe III.

DISKUSI

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan dimensi tertinggi terjadi pada kelompok kontrol dengan perubahan sebesar 0,762 ± 0,020 % sehingga stabilitas dimensinya lebih rendah. Hal ini terjadi karena pada saat gipsum tipe III dicampur dengan akuades akan terbentuk suspensi cair dan dapat dimanipulasi. Sebagian kalsium sulfat hemihidrat (gipsum tipe III) akan larut membentuk larutan jenuh. Larutan jenuh akan berubah menjadi larutan amat jenuh (supersaturated) sehingga tahap awal kristalisasi kalsium sulfat dihidrat (gipsum tipe III) mulai terjadi. Tahap awal kristalisasi ditandai dengan berkumpulnya molekul – molekul sehingga membentuk inti kristal. Tahapan selanjutnya inti kristal akan tumbuh menjadi kristal dan membentuk suatu massa padat.⁵

Perubahan stabilitas dimensi yang besar juga dapat terjadi pada gipsum tipe III yang dicampur dengan akuades tanpa adanya

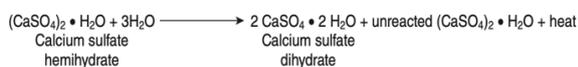
penambahan *retarder*. Penambahan retarder pada manipulasi gipsum tipe III akan mempengaruhi *setting time*. *Setting time* pada gipsum tanpa *retarder* atau murni akuades akan mempercepat suatu *setting time*. *Setting time* yang lebih cepat akan mempengaruhi *setting expansion*. *Setting expansion* akan lebih tinggi dan mempengaruhi perubahan stabilitas dimensi menjadi lebih besar.^{8,11}



Gambar 1. Reaksi gipsum dengan akuades tanpa penambahan sodium borat 0,4%.⁵

Reaksi antara produk gipsum dan air akan menghasilkan gipsum padat, dan panas yang dihasilkan dalam reaksi eksotermik setara dengan panas yang awalnya digunakan untuk kalsinasi. Produk gipsum yang sudah *set* mungkin tidak

penambahan *retarder*. Penambahan retarder pada manipulasi gipsum tipe III akan mempengaruhi *setting time*. *Setting time* pada gipsum tanpa *retarder* atau murni akuades akan mempercepat suatu *setting time*. *Setting time* yang lebih cepat akan mempengaruhi *setting expansion*. *Setting expansion* akan lebih tinggi dan mempengaruhi perubahan stabilitas dimensi menjadi lebih besar.^{8,11}



Gambar 2. Reaksi gipsum dengan akuades tanpa penambahan sodium borat 0,4%.⁵

Reaksi antara produk gipsum dan air akan menghasilkan gipsum padat, dan panas yang dihasilkan dalam reaksi eksotermik setara dengan panas yang awalnya digunakan untuk kalsinasi. Produk gipsum yang sudah *set* mungkin tidak

pernah mencapai 100% kecuali jika terkena kelembaban tinggi untuk waktu yang lama. Oleh karena itu, ada hemihidrat yang tidak bereaksi yang tersisa pada gipsum yang sudah *set*.⁵

Hasil penelitian ini pada kelompok perlakuan mendapatkan hasil bahwa perubahan dimensinya lebih kecil yaitu sebesar $0,125 \pm 0,022$ % sehingga stabilitas dimensi lebih baik. Hal ini terjadi karena sodium borat memiliki efek penghambatan pada pergerakan molekul. Sodium borat menjadi penghambat pertumbuhan kristal kalsium sulfat hemihidrat. Sodium borat mampu menjadi penghambat pertumbuhan kristal kalsium karena memiliki efek sebagai inhibitor. Faktor lain yang membuat sodium borat lebih stabil dimensinya karena kelarutan sodium borat rendah. Sodium borat dalam semua konsentrasi akan menghasilkan endapan pada partikel gipsum, yang secara efektif dapat mengurangi laju disolusi. Saat terjadi endapan inti kristal yang terbentuk tahap kristalisasi pun juga akan terhambat dan jumlahnya akan semakin berkurang.⁹

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Jiang dkk.,(2007) pada penelitian ini membandingkan dua kelompok dengan pemberian konsentrasi sodium borat yang berbeda. Pada kelompok gipsum yang diberikan konsentrasi sodium borat lebih rendah mendapatkan hasil *constant composition* sebesar $0.414 \text{ mmol } m^{-2}mol^{-1}$ dan pada kelompok gipsum yang diberikan konsentrasi sodium borat lebih besar mendapatkan hasil *constant composition* sebesar $0.127 \text{ mmol } m^{-2}mol^{-1}$. pada hasil menunjukkan bahwa kelompok dengan konsentrasi penambahan sodium borat yang lebih tinggi pada gipsum tipe III menghasilkan produk kristalisasi yang lebih sedikit dibandingkan dengan pemberian akuades yang ditambah dengan sodium borat dengan konsentrasi lebih kecil menghasilkan produk kristalisasi yang

lebih besar, hal ini terjadi karena bahan *retarder* yang ditambahkan yaitu berupa sodium borat akan menimbulkan efek baik pada konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi terhadap partikel kalsium sulfat hemihidrat (gypsum) yang terkristalisasi dengan cara mengurangi keefektifitasan dari perkembangan inti kristal, sehingga perubahan dimensi berkurang.

Penelitian yang dilakukan oleh Ha dan Nyan, (2020) yang memberikan penambahan berupa sodium borat 0,6% dan potassium sulfat 6% pada *plaster* juga mendapatkan hasil bahwa *plaster* dengan pemberian akuades yang dicampur dengan sodium borat dan potassium sulfat mendapatkan perubahan dimensi yang lebih rendah, hal ini dikarenakan penggunaan larutan sodium borat dapat mengurangi jumlah inti kristalisasi, sehingga semakin sedikit juga jumlah *nucleus per unit volume*. Akibatnya, semakin lama terbentuk kristal gypsum dan ekspansi yang terjadi pun berkurang.¹³

Pembuatan gigi tiruan terkadang tidak berhasil atau berfungsi dengan baik, dapat diketahui dari adanya keluhan-keluhan pasien diantaranya yaitu gigi tiruan yang longgar, adanya rasa sakit akibat luka pada mukosa mulut dibawahnya, kesalahan oklusi dan adanya basis gigi tiruan yang mengalami fraktur. Dari beberapa keluhan pasien, yang paling sering dikeluhkan pasien adalah gigi tiruan yang longgar. Salah satu penyebab gigi tiruan longgar adalah kesalahan dari proses pembuatan gigi tiruan itu sendiri.¹⁴

Umumnya, pada pembuatan gigi tiruan, pembuatan gigi tiruan cekat berupa gigi tiruan jembatan (*bridge*) atau restorasi onlay membutuhkan teknik pencetakan yang akurat karena akan berpengaruh pada keberhasilan perawatan. Pencetakan yang akurat akan memberi

dukungan yang dominan dalam menunjang keberhasilan. Bahan cetak yang dipilih cukup menentukan keakuratan hasil cetakan.¹⁵ Hasil cetak dari rongga mulut pasien nantinya akan dikirim ke laboratorium untuk dilakukan pembuatan protesa. Pekerjaan laboratorium ini perlu dilakukan dengan hati-hati pada tiap langkah prosesnya. Apabila setiap kesalahan kecil pada prosedur terjadi maka akan terakumulasi sehingga menghasilkan kesalahan serius pada produk akhir yang akan menyebabkan banyak masalah di sisi klinis. Protesa gigi dibuat secara tidak langsung pada gips dan die yang terbuat dari produk gypsum. Perubahan dimensi harus di minimalisasi karena dapat mengakibatkan perubahan dimensi vertikal dari artikulator yang dipasang yang mengarah pada perubahan bidang oklusal, atau bahkan kesalahan serius pada kasus yang lebih buruk.¹³

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan sodium borat dapat menurunkan perubahan dimensi gypsum tipe III. Perubahan dimensi pada gypsum tipe III dengan pemberian akuades dengan sodium borat 0,4%, memiliki perubahan dimensi lebih kecil dengan hasil $0,125 \pm 0,022$ % daripada gypsum tipe III dengan penambahan akuades tanpa sodium borat dengan hasil $0,762 \pm 0,020$ %

DAFTAR PUSTAKA

1. Lontaan J, Siagian KV, Pangemanan DHC. Pola Kehilangan Gigi Pada Pasien Gigi Tiruan Sebagian Lepas Di Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. JKK (Jurnal Kedokt Klin. 2017;1(3):1–8.
2. Mangundap GCM, Wowor VNS, Mintjelungan CN. Efektivitas Penggunaan Gigi Tiruan Sebagian Lepas terhadap Fungsi Pengunyahan pada Masyarakat Desa Pinasungkulan Kecamatan Modinding. e-GIGI. 2019;7(2):81–6.
3. Muchtar M, Habar ID. Functional Impression Technique for Making Complete Denture In Flat-Ridge Patient. Makassar Dent J. 2019;8(1):16–

- 21.
4. Budiono, Susilaningsih E, Fatmasari D. Pengembangan Instrumen Penilaian Kinerja Keterampilan Mencetak Rahang Bergigi Teknik Mukostatik. *J Res Educ Res Eval*. 2016;5(1):49–56.
5. Anusavice KJ, Chiayi Shen, Rawls HR. Phillips' Science of Dental Materials. 12th ed. Chiayi Shen, H. Ralph Rawls KJA, editor. Elsevier Health Sciences. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2013. 592 p.
6. Sari WP, Yandi S, Chairunnisa F. Uji Komposisi Gypsum Tipe Iii Pabrikasi Dan Gypsum Tipe Iii Daur Ulang Dengan Teknik X-Ray Fluorescence Spectrometer (Xrf) Dalam Upaya Pemanfaatan Limbah Gypsum Kedokteran Gigi. *Menara Ilmu*. 2021;XV(01):1–5.
7. Powers J, Wataha J. Dental Material Foundation and Application. Chen Y, editor. ELSEVIER; 2017. 120 p.
8. McCabe JF, Walls AWG. Applied Dental Materials. 9th ed. blackwell; 2008.
9. William DB. Materials Science for Dentistry. 10th ed. Overend L, editor. india: Matthew Deans; 2018.
10. ADA. Revised American Dental Association Specification no. 19 for Non-aqueous, Elastomeric Dental Impression Materials. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 1977;94(4):733–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.1977.0334>
11. Fraunhofer JA von. Dental Materials at a Glance. 2nd ed. Vol. 54, Platinum Metals Review. 2013. 257–259 p.
12. Jiang W, Pan H, Tao J, Xu R, Tang R. Dual roles of borax in kinetics of calcium sulfate dihydrate formation. *Langmuir*. 2007;23(9):5070–6.
13. Ha YT, Nyan M. Effect Of Anti-Expansion Solution On Setting Expansion And Setting Time Of Dental Plaster. *Myanmar Dent J*. 2020;27(1).
14. Utama MD, Thalib B, Damayanti I, Jubhari EH, Waris R. Efek Penyemprotan Disinfektan Kelopak Bunga Rosella Pada Cetakan Rahang Terhadap Perubahan Dimensi Hasil Cetakan. 2016;1(1):54–61.
15. Susaniawaty Y, Dharma Utama M. Kegagalan estetik pada gigi tiruan cekat (Esthetic failure in fixed denture). *Makassar Dent J*. 2015;4(6):193–9.