

(Penelitian)

Perbandingan Kekuatan Tekan Gypsum Bangunan, *Dental Plaster*, Dan *Orthodontic Plaster*

Nadya Putri Winandari¹, Octarina², Johan Arief Budiman³

¹Mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti

²Bagian Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti

³Bagian Ortodonti, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti

Email: rina.dentist@gmail.com, octarina@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Latar Belakang: Gypsum merupakan mineral alam yang dimanfaatkan dalam konstruksi bangunan dan bidang kedokteran gigi. Bahan dasar partikel β -hemihidrat dimiliki oleh gypsum bangunan serta gypsum kedokteran gigi tipe 2 yaitu dental plaster dan orthodontic plaster. Sifat mekanis berupa kekuatan tekan memiliki peranan penting dalam aplikasi gypsum di bidang kedokteran gigi. **Tujuan:** Untuk membandingkan kekuatan tekan gypsum bangunan dan gypsum kedokteran gigi tipe 2 setelah 24 jam. **Metode:** Penelitian eksperimental laboratoris dibagi kedalam 3 kelompok (gypsum bangunan, dental plaster, orthodontic plaster) yang masing-masing terdiri dari 10 sampel. Gypsum dimanipulasi dengan perbandingan 50 g bubuk dan 25 mL akuades, diaduk hingga homogen menggunakan gypsum mixer (HL-YMC, Cina). Adonan gypsum dituang pada mould silindris berukuran $(20 \pm 0,2)$ mm x $(40 \pm 0,4)$ mm sesuai standar ISO 6873/ Spesifikasi ADA No. 25 dan diletakkan pada vibrator. Berat gypsum diimbang setelah pembuatan sampel dan setelah 24 jam. Pengujian kekuatan tekan dilakukan 24 jam setelah pembuatan sampel menggunakan Universal Testing Machine (Shimadzu AGX-V 10kN, Japan) dengan chs 1 mm/min. **Hasil:** Pada penelitian didapatkan perbandingan nilai rerata kekuatan tekan gypsum bangunan $(11,51 \pm 0,65)$ MPa, dental plaster $(11,18 \pm 0,75)$ MPa, dan orthodontic plaster $(13,15 \pm 0,79)$ MPa. Orthodontic plaster memiliki kekuatan tekan tertinggi sedangkan nilai kekuatan tekan gypsum bangunan tidak berbeda bermakna dengan dental plaster. Analisis menggunakan One way ANOVA dan Post Hoc-Tukey menjelaskan bahwa nilai kekuatan tekan antar kelompok memiliki perbedaan signifikan dengan $p < 0,05$. Perbedaan bermakna terjadi antara kelompok orthodontic plaster terhadap gypsum bangunan dan dental plaster. **Kesimpulan:** Penelitian ini menunjukkan bahwa gypsum bangunan dapat digunakan sebagai bahan alternatif gypsum kedokteran gigi tipe 2.

Keyword : Gypsum Bangunan, Gypsum Kedokteran Gigi, Kekuatan Tekan.

LATAR BELAKANG

Gypsum merupakan bahan mineral alam berupa massa padat berwarna putih yang diperoleh dari hasil penambangan di berbagai belahan dunia.¹ Senyawa kimia yang dimiliki gypsum merupakan kalsium sulfat dihidrat dengan struktur $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.² Pada proses pembakaran (kalsinasi) gypsum dengan senyawa kalsium sulfat dihidrat akan dikonversikan menjadi senyawa kalsium sulfat hemihidrat.³

Gypsum sejak lama telah dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai material dekorasi interior dan kreasi artistik bangunan.⁴ Gypsum yang biasa digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan merupakan gypsum plaster atau plaster of paris, dengan senyawa β -hemihidrat yang menyerupai kapur dan berwarna putih.⁵

Selain dimanfaatkan untuk konstruksi bangunan, gypsum juga menjadi bahan yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi. Salah satu manfaat gypsum di bidang kedokteran gigi berfungsi sebagai bahan dasar pembuatan model studi.

Berdasarkan American Dental Association (ADA) No 25, gypsum dibagi menjadi 5 tipe dengan masing-masing sifat dan karakteristik berbeda yang disesuaikan dengan kegunaannya. Gypsum tipe I adalah *Impression Plaster*, tipe II adalah *Dental Plaster*, tipe III adalah *Dental Stone*, tipe IV adalah *Dental Stone High Strength*, dan tipe V *Dental Stone High Strength, High Expansion*.⁶

Jenis gypsum yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi untuk pembuatan model studi ada 2 yaitu *Dental Plaster* dan *Orthodontic Plaster*. *Dental plaster* atau gypsum tipe 2 berupa bubuk halus berwarna putih yang mengalami proses kalsinasi pada *open container* dengan suhu 110-120°C. Struktur partikel akhir yang dihasilkan adalah partikel β -hemihidrat dengan ciri-ciri ukuran partikel kecil, berbentuk *irregular*, dan berpori.³ *Orthodontic plaster* adalah gypsum khusus yang merupakan modifikasi dari *dental plaster* dan *dental stone*. Kandungan partikel yang dimiliki *orthodontic plaster* adalah gabungan dari partikel α -hemihidrat dan β -hemihidrat.⁷ *Orthodontic plaster* merupakan gypsum yang digunakan sebagai

bahan untuk pembuatan model studi di bidang ortodonti.⁸

Penggunaan gipsium baik dalam penggunaan klinis maupun laboratoris harus diimbangi dengan sifat mekanis berupa kekuatan tekan yang baik.⁹ Kekuatan tekan menggambarkan kemampuan suatu material untuk menahan fraktur.¹⁰ Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan material gipsium adalah bentuk dan porositas partikel, rasio air dan bubuk, efek manipulasi, kandungan air, penambahan zat aditif, suhu dan kelembaban. Pengukuran kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan *Universal Testing Machine*.¹¹

Saat ini munculnya peraturan Permenkes yaitu Permenkes No. 1189 / Menkes / Per. / VIII / 2010, Permenkes No. 1190 / Menkes / Per. / VIII / 2010, Permenkes No. 1191 / Menkes / Per. / VIII / 2010 yang semakin ketat mengatur tentang produksi, izin edar, dan penyaluran dari bahan kedokteran gigi menyebabkan jumlah distribusi bahan kedokteran gigi termasuk *dental plaster* dan *orthodontic plaster* terbilang sulit untuk didapatkan.¹² Kesamaan bahan dasar partikel dari gipsium bangunan yang menyerupai gipsium kedokteran gigi digunakan sebagai alternatif untuk *dental plaster* dan *orthodontic plaster*. Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan kekuatan tekan gipsium bangunan, *dental plaster* dan *orthodontic plaster* setelah 24 jam melalui uji kekuatan tekan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian eksperimental laboratoris dilakukan di *Dental Material and Testing Center of Research* (DMT Core), Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti dan *PT. INTEC Instruments*, Karawang pada bulan Oktober 2019. Sampel pada penelitian ini dibagi menjadi 3 kelompok yaitu gipsium bangunan merk *APLUS* (kelompok A), *dental plaster* merk *Pro-BASE Dental Plaster* (kelompok B), dan *orthodontic plaster* merk *SIRIUS White Orthodontic* (kelompok C). Jumlah sampel dihitung menggunakan rumus *Federer* dan didapatkan sampel minimal untuk setiap perlakuan uji kekuatan tekan material gipsium adalah 10 buah. Sampel gipsium dibuat pada *mould* silindris dengan diameter (20,0±0,2) mm dan tinggi (40,0±0,4) mm yang telah disesuaikan dengan standar ISO 6873/Spesifikasi ADA No. 25. Sampel dimanipulasi menggunakan perbandingan 25 mL akuades dan 50 g bubuk. Air dan bubuk dicampur menggunakan *gypsum mixer* sehingga menghasilkan campuran yang homogen. Adonan dituangkan secara perlahan ke dalam *mould* silindris dan diletakkan pada vibrator untuk meminimalisasi udara terjebak di dalam adonan. Setelah *setting*, gipsium dikeluarkan dari *mould* dan diletakkan pada suhu ruangan 26,2°C dan kelembaban 58% selama 24 jam. Sampel diukur dengan jangka sorong dan

ditimbang langsung setelah pembuatan sampel dan sebelum pengujian (setelah 24 jam). Pengujian kekuatan tekan dilakukan menggunakan *universal testing machine* (*Shimadzu AGX-V 10kN, Japan*) setelah 24 jam pembuatan sampel dengan chs 1 mm/min.

Data yang diperoleh dilakukan analisis dengan uji statistik *one way ANOVA* menggunakan perangkat lunak SPSS 23. Jika hasil analisis terdapat perbedaan bermakna ($p < 0,05$) maka dilakukan uji lanjutan *Post Hoc-Tukey*.

HASIL

Gipsium ditimbang dua kali untuk melihat perbedaan berat gipsium langsung setelah pembuatan sampel dan setelah 24 jam, dengan hasil berat rata-rata dapat dilihat pada tabel 1. Pada tabel 1 menunjukkan gipsium bangunan memiliki rerata terendah, sedangkan rerata berat tertinggi dimiliki *Orthodontic plaster*.

| Material | Berat Sampel (g) | | Selisih |
|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------|
| | Langsung Setelah Pembuatan Sampel | Setelah 24 Jam (Sebelum Pengujian) | |
| Gipsium Bangunan | 21,07 | 20,17 | -0,90 |
| <i>Dental Plaster</i> | 21,50 | 20,69 | -0,81 |
| <i>Orthodontic Plaster</i> | 22,04 | 21,13 | -0,91 |

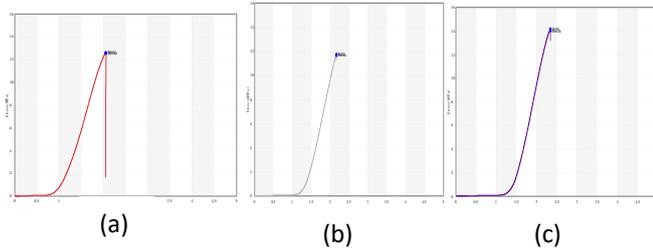
Tabel 1. Hasil Rerata Berat Sampel Gipsium Setelah Pembuatan Sampel dan Sebelum Pengujian (24 Jam).

Hasil uji kekuatan tekan material gipsium bangunan, *dental plaster*, dan *orthodontic plaster* memiliki nilai rata-rata yang dapat dilihat pada tabel 2. *Orthodontic plaster* memiliki rata-rata kekuatan tekan paling tinggi dibandingkan dengan gipsium bangunan dan *dental plaster*, sedangkan kekuatan tekan gipsium bangunan dan *dental plaster* memiliki nilai yang tidak berbeda bermakna.

| Material | N | $\bar{x} \pm SD$ (MPa) |
|----------------------------|----|------------------------|
| <i>Gipsium Bangunan</i> | 10 | 11,51 ± 0,65 |
| <i>Dental Plaster</i> | 10 | 11,18 ± 0,75 |
| <i>Orthodontic Plaster</i> | 10 | 13,15 ± 0,79 |

Tabel 2. Perbandingan Nilai Rerata Hasil Pengukuran Kekuatan Tekan Material Gipsium.

Grafik pada gambar 1 merupakan grafik *stress-strain* yang menunjukkan hasil pengujian kekuatan tekan salah satu sampel dari masing-masing kelompok yang diproses menggunakan *Trapezium Software*. Gambar 1(a) adalah grafik sampel gipsium bangunan yang memiliki nilai kekuatan tekan sebesar 12,60 MPa. Gambar 1(b) merupakan grafik sampel *dental plaster* dengan kekuatan tekan sebesar 11,75 MPa. Grafik 1(c) adalah grafik sampel *orthodontic plaster* yang memiliki kekuatan tekan senilai 14,16 MP.



Gambar 1. Grafik *Stress-Strain* Hasil Uji Kekuatan Tekan Material Gipsium dengan *Universal Testing Machine (Shimadzu AGX-V 10kN, Japan)*. (a) Gipsium Bangunan, (b) *Dental Plaster* dan (c) *Orthodontic Plaster*.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *one way ANOVA*, nilai kemaknaan kekuatan tekan antar kelompok gipsium adalah $p = 0,000$ ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna antara kekuatan tekan gipsium bangunan, *dental plaster*, dan *orthodontic plaster*. Adanya perbedaan yang bermakna memerlukan uji lanjutan menggunakan uji *Post Hoc-Tukey*. Tabel 3 menjelaskan bahwa relasi antar kelompok yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna ($p < 0,05$) adalah kelompok *orthodontic plaster* terhadap gipsium bangunan dan *dental plaster*. Hubungan antara gipsium bangunan dengan *dental plaster* memiliki nilai $p = 0,581$ yang artinya tidak ada perbedaan bermakna, sehingga dapat dikatakan bahwa gipsium bangunan memiliki nilai yang hampir sama dengan *dental plaster* dari segi kekuatan tekan.

Tabel 3. Analisis Statistik Hasil Uji Kekuatan Tekan Material Gipsium Menggunakan *One Way ANOVA* dan *Post Hoc-Tukey*

| Kelompok | Gipsium Bangunan | <i>Dental Plaster</i> | <i>Orthodontic Plaster</i> |
|----------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|
| Gipsium Bangunan | - | 0,581 | 0,000* |
| <i>Dental Plaster</i> | - | - | 0,000* |
| <i>Orthodontic Plaster</i> | - | - | - |

* $p < 0,05$ = terdapat perbedaan bermakna

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan dua kali pengukuran (setelah pembuatan sampel dan setelah 24 jam) dengan tujuan untuk melihat kehilangan kandungan air dalam gipsium yang ditandai dengan penurunan berat. Nilai selisih rerata berat awal dan akhir sampel dapat dilihat pada tabel 1. Hal ini menjelaskan bahwa selama 24 jam pada udara terbuka, sampel gipsium mengalami penguapan dan mengeluarkan kelebihan air sehingga dapat mencapai *dry strength*.⁶

Hasil perbandingan nilai rerata kekuatan tekan gipsium bangunan, *dental plaster* serta *orthodontic plaster* dapat dilihat pada tabel 2. Selisih rata-rata kekuatan tekan gipsium bangunan dengan *dental plaster* tidak memiliki perbedaan signifikan yaitu senilai 0,33 MPa, gipsium bangunan terhadap *orthodontic plaster* adalah 1,64 MPa, dan *dental plaster* dengan *orthodontic plaster* adalah 1,97 MPa. Nilai rerata kekuatan tekan terendah dari ketiga jenis gipsium dimiliki oleh *dental plaster*, kemudian gipsium bangunan, dan nilai tertinggi dimiliki oleh *orthodontic plaster*. Perbedaan nilai kekuatan tekan antar kelompok dapat dihubungkan dengan bahan dasar partikel. Gipsium bangunan memiliki kesamaan dengan *dental plaster* yaitu terdiri dari partikel β -hemihidrat. Karakteristik partikel β -hemihidrat yang lebih kecil, *irregular* dan berporus dapat mempengaruhi sampel sehingga gipsium bangunan dan *dental plaster* memiliki kekuatan tekan yang lebih rendah. Nilai rata-rata kekuatan tekan tertinggi dimiliki oleh *orthodontic plaster* karena terdiri dari campuran partikel β -hemihidrat dan α -hemihidrat. Partikel α -hemihidrat memiliki karakteristik kristal partikel yang lebih besar, *uniform*, lebih padat dan juga lebih tidak berporus.¹³ Hal ini mempengaruhi kekuatan tekan yang dimiliki *orthodontic plaster* sehingga menjadi lebih tinggi.

Pada penelitian *Aljunouri ZA* dan *Al-Rawas AM* dikatakan bahwa terdapat hubungan terbalik antara kekuatan tekan dengan porositas. Semakin tinggi porositas partikel gipsium, kekuatan tekan yang dihasilkan menjadi lebih rendah karena porositas tinggi menyebabkan lebih banyak air pori, partikel yang bergeser, dan berkurangnya kohesi. Faktor berikutnya dihubungkan dengan ukuran partikel, semakin besar ukuran kristal partikel gipsium akan menghasilkan kekuatan tekan yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya luas permukaan yang menyebabkan rendahnya jumlah air pori.¹⁴ Manufaktur memiliki peranan penting terhadap kualitas gipsium. Setiap manufaktur memproduksi sebuah produk gipsium dengan cara yang berbeda-beda, meskipun memiliki kesamaan bahan dasar partikel β -hemihidrat. Perbedaan persentase komposisi yang terkandung pada masing-masing produk gipsium di penelitian ini, yang tidak

dipublikasi oleh manufaktur juga dapat mempengaruhi perbedaan nilai kekuatan tekan.

Berdasarkan ISO 6873 kekuatan tekan minimal yang dapat dicapai *dental plaster* satu jam setelah *setting* adalah 9 MPa.¹⁵ Pada penelitian yang dilakukan oleh *Gibson CS* dan *Johnson RN* menunjukkan apabila dental plaster dibiarkan selama 24 jam kekuatan tekannya dapat mencapai 23,3 MPa.⁶

Nilai kekuatan tekan tertinggi yang dapat dicapai pada penelitian ini adalah 12,60 MPa untuk gipsium bangunan, 12,30 MPa untuk *dental plaster*, dan 14,16 MPa untuk *orthodontic plaster*. Selain berdasarkan bentuk dan porositas partikel, kekuatan tekan gipsium dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti rasio air dan bubuk, manipulasi, kandungan air, suhu dan kelembapan.¹⁶ Perbedaan hasil nilai kekuatan tekan yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh efek manipulasi gipsium sehingga menimbulkan porus internal. Terbentuknya porus pada sampel baik internal maupun eksternal akan mempengaruhi kekuatan tekan dari gipsium menjadi lebih rendah. Seluruh sampel yang diuji telah bebas dari porus eksternal, namun keterbatasan untuk mendeteksi adanya porus internal yang tidak dapat dilihat dengan kasat mata menjadi kendala.¹⁷

Variasi suhu dan kelembapan juga dapat mempengaruhi waktu pengeringan material yang akan memberi dampak pada kekuatan tekan gipsium. Berdasarkan ISO 6873, suhu dan kelembapan relatif yang baik dalam penyimpanan sampel gipsium adalah $23 \pm 2^\circ\text{C}$ dan $50 \pm 10\%$. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kusumastuti, Irawan, dan Damiyanti, Indonesia merupakan negara tropis dengan suhu dan kelembapan relatif di atas standar yang dapat mencapai 30°C dan 70% .¹⁶ Hal tersebut dapat mengurangi kualitas material yang akan berpengaruh pada kekuatan tekan gipsium. Pernyataan serupa juga diutarakan dalam penelitian Eriwati, dkk. bahwa suhu dan kelembapan yang tinggi dapat mengurangi kekuatan tekan material gipsium secara signifikan.¹⁸ Gipsium diketahui memiliki sifat higroskopik yang artinya cenderung menyerap air dari udara.⁷ Suhu dan kelembapan yang tinggi menyebabkan gipsium menarik air dari udara sehingga dalam waktu 24 jam sampel gipsium masih dalam keadaan *moisture* dan belum dapat mengering secara sempurna.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, gipsium bangunan memiliki nilai kekuatan tekan yang tidak berbeda bermakna dengan *dental plaster* sedangkan *orthodontic plaster* memiliki kekuatan tekan yang paling tinggi dibandingkan keduanya. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa gipsium bangunan dapat menjadi bahan alternatif gipsium kedokteran gigi tipe 2 yaitu *dental plaster* dan *orthodontic plaster*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada, Bapak Bambang Setiawan, Bapak Basri, dan Bapak Joni Karawang.

KONFLIK KEPENTINGAN

Konflik kepentingan: tidak ada.

DAFTAR PUSTAKA

1. Singh R, Singh K, Agrawal KK. A comparative study of physical properties of gypsums manufactured in India. *J Indian Prosthodont Soc.* 2013;13(4): 531–5. DOI: 10.1007/s13191-012-0163-4
2. Puspitasari DC, Fikriyati S, Saputera D. Compressive strength of type III gypsum mixed with water of different water hardness level (Research report). *Dentino (J Ked Gigi).* 2019;IV(1): 37–40.
3. Powers JM. Replicating Materials—Impression and Casting. In: Sakaguchi RL, Powers JM, editors. *Craig's restorative dental materials.* 13th ed. Philadelphia: Elsevier Inc.; 2012. p.300–9.
4. Liang J, Li Z, Yan X, Ren X, Zhao F. Study on gypsum plasters with modified waste mycelium as retarder. *ISCI.* 2015; 2251–8. DOI: 10.2991/isci-15.2015.294
5. Charola AE, Pühringer J, Steiger M. Gypsum: a review of its role in the deterioration of building materials. *Environ Geol.* 2007;52(2): 339–52. DOI: 10.1007/s00254-006-0566-9
6. Shen C. Gypsum products. In: Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR, editors. *Phillips science of dental materials.* 12th ed. St. Louis: Elsevier Inc.; 2013. p.182–93.
7. Powers JM, Wataha JC, Chen YW. *Dental Materials Foundations and Applications.* 11th ed. St. Louis: Elsevier Inc.; 2017. 120–
8. de Araújo TM, Fonseca LM, Caldas LD, Costa-Pinto RA. Preparation and evaluation of orthodontic setup. *Dental Press J Orthod.* 2012;17(3):146–65. DOI: 10.1590/S2176-94512012000300026
9. Padevêt P, Tesárek P, Plachý T. Evolution of mechanical properties of gypsum in time. *Int J Mech.* 2011;5(1): 1–9.
10. Overberger J. Gypsum materials. In: Gladwin M, Bagby M, editors. *Clinical aspects of dental materials: theory, practice, and cases.* 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2017. p.127–135.
11. Qorina U, Mahyudin A, Handani S. Pengaruh persentase massa gipsium dan serat terhadap kuat tekan dan kuat lentur papan semen - gipsium berserat eceng gondok. *J Fis Unand.* 2016;5(3): 233–7.
12. Kementerian Kesehatan RI. *Pedoman pelayanan publik sertifikasi produksi alat kesehatan dan perbekalan kesehatan rumah tangga.* Jakarta: 2014
13. Powers JM, Wataha JC. *Dental materials properties and manipulation.* 10th ed. St. Louis: Elsevier Inc.; 2013. 113–121.
14. Aljubouri ZA, Al-Rawas AM. Physical properties and compressive strength of the technical plaster and local juss. *Iraqi J Earth Sci.* 2009;9(2): 49–58.
15. *Dental gypsum products.* International Organization for Standardization. 2013.
16. Kusumastuti KS, Irawan B, Damiyanti M. Effect of shelf life on compressive strength of type IV gypsum. *J Phys.: Conf Ser.* 2017; 1–4. DOI:10.1088/1742-6596/884/1/012092
17. Kasuma N, Symond D, Prianto D. Hubungan lama pengadukan dengan setting time dan kekuatan kompresi dental stone. *Cakradonya Dent J.* 2014;6(2): 706–710.
18. Eriwati YK, Arianto, Hartono S, Novadena. CMS, Sesarini, Eveline H, et al. Evaluation of W/P ratio, setting time and compressive strength of dental stone type III and IV marketed in Jakarta. *J Dent Indones.* 2015;5(1): 25–34.