

HUBUNGAN LAMA PENGADUKAN DENGAN *SETTING TIME* DAN KEKUATAN KOMPRESI *DENTAL STONE*

Nila Kasuma^{*}, Denas Symond^{**}, Danu Prianto^{***}

^{*} Staf Pengajar Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas

^{**} Staf Pengajar Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas

^{***} Mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas

ABSTRAK

Produk gipsum digunakan dalam bidang kedokteran gigi untuk membuat model studi dan model kerja dari rongga mulut serta struktur kranio-fasial. Salah satu produk gipsum yang paling sering digunakan di bidang kedokteran gigi adalah *dental stone*. Sifat dan karakteristik *dental stone* adalah *setting time* dan kekuatan kompresi. Hal yang mempengaruhi *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone* di antaranya adalah lama pengadukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan lama pengadukan dengan *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan jumlah sampel sembilan buah model *dental stone*, dengan masing-masing tiga perlakuan dengan lama pengadukan 20 detik, 40 detik, dan 60 detik. Pengukuran *setting time* dilakukan dengan alat *Vicat Penetrometer* dan pengukuran kekuatan kompresi dilakukan dengan alat *Compressive Strength Test*. Hasil menunjukkan peningkatan rata-rata *setting time* yang diaduk selama 20 detik, 40 detik, dan 60 detik. Kekuatan kompresi *dental stone* meningkat saat pengadukan selama 20 detik dan 40 detik, dan 60 detik. Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan terdapat peningkatan signifikan pada *setting time* dan kekuatan kompresi yang diaduk lebih lama ($p < 0,05$). Kesimpulan dari penelitian ini terbukti bahwa terdapat hubungan lama pengadukan terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*.

Kata kunci: Gipsum, *dental stone*, *setting time*, kekuatan kompresi

ABSTRACT

Gypsum product used in dentistry to make study model and working model from oral cavity and cranio-facial structure. The most useful gypsum product type in dentistry is dental stone. The characteristics of dental stone is setting time and compressive strength. Factors that affect of setting time and compressive strength such as mixing time. Dental stone that mixed longer will increase setting time and compressive strength. The purpose of this study is to know the relationship between mixing time toward setting time and compressive strength of dental stone. A laboratory experimental with nine sample which have three different treatment, which is 20 second, 40 second, and 60 second. The measurement of setting time was doing by Vicat Penetrometer and the measurement of compressive strength was doing by Compressive Strength Test. The Result show increase of setting time which was mixed 20 second, 40 second, and 60 second. The compressive strength of dental stone increase when the mixing time 20 second and 40 second, and 60 second. One Way ANOVA showed that there were significant increase of setting time and compressive strength which was mixed longer ($p < 0.05$). Conclusion there is relationship between mixing time toward setting time and compressive strength.

Key words: Gypsum, dental stone, setting time, compressive strength

PENDAHULUAN

Dental stone merupakan salah satu bahan cor di bidang kedokteran gigi yang berbahan dasar gipsum. Gipsum adalah salah satu mineral yang sangat vital digunakan di dunia kedokteran gigi. Produk gipsum digunakan dalam kedokteran gigi untuk membuat model studi dan model kerja dari rongga mulut serta struktur kranio-fasial dan sebagai piranti penting untuk pekerjaan laboratorium kedokteran gigi yang melibatkan pembuatan protesa gigi. Dalam kedokteran gigi, replika dari jaringan keras dan jaringan lunak digunakan untuk diagnosis dan rencana perawatan dari suatu keadaan patologis yang menyimpang dari normalnya. Replika ini disebut dengan model studi, *casts* atau *die*. Masing-masing dari replika ini memiliki tujuan khusus dalam kegiatan kedokteran gigi.¹

Menurut *International Organization for Standardization*, gipsum diklasifikasikan ke dalam lima tipe. Tipe I adalah *dental plaster* yang biasa digunakan untuk pencetakan. Tipe II adalah *dental plaster* untuk pembuatan model studi. Tipe III adalah *dental stone* untuk pembuatan model kerja. Tipe IV adalah *dental stone* untuk pembuatan *die*, dengan kekuatan besar dan ekspansi rendah. Tipe V adalah *dental stone* untuk pembuatan *die*, kekuatan besar namun memiliki ekspansi tinggi.¹

Tipe-tipe gipsum mempunyai kegunaan sebagai berikut dalam praktik kedokteran gigi. Gipsum tipe I berguna untuk membuat cetakan bagi pasien yang *edentulous*. Gipsum tipe II berguna untuk pembuatan model studi. Gipsum tipe III berguna untuk pembuatan model kerja baik untuk pembuatan protesa ataupun pembuatan alat ortodonti. Gipsum tipe IV dan V lebih sering digunakan dalam pembuatan *die* ataupun logam cor untuk pembuatan mahkota gigi.¹

Kandungan utama *dental stone* adalah kalsium sulfat hemihidrat (CaSO_4)₂.H₂O. Reaksi kimia pertama kali dapat terjadi saat proses pencampuran bubuk gipsum dengan air. Pada saat hemihidrat diaduk dengan air, terbentuklah suatu suspensi *semifluid* yang dapat dimanipulasi. Hemihidrat melarut sampai terbentuk larutan jenuh sehingga dihidrat mengendap. Reaksi ini akan terus berlanjut sampai tidak ada lagi dihidrat yang mengendap dari larutan. Produk yang dihasilkan berupa campuran hemihidrat dan air yang memadat dan selanjutnya disebut

dihidrat. Selama proses pengerasan material tersebut akan mengeluarkan panas. Panas yang terjadi selama proses setara dengan panas yang digunakan selama proses pengapuran.¹⁻³

Proses pengerasan *dental stone* hingga menjadi suatu model kerja atau model studi dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah *setting time*. *Setting time* merupakan waktu yang dibutuhkan mulai dari proses pencampuran air dan bubuk hingga bahannya menjadi keras. Hal-hal yang mempengaruhi kecepatan *setting time* adalah suhu, lama pengadukan, penambahan akselerator dan *retarder*, serta perbandingan air dan bubuk.^{1,3}

Salah satu faktor yang dapat mengendalikan *setting time* adalah lama pengadukan. Ketika bubuk *dental stone* diberi air, reaksi kimia dimulai dan kalsium sulfat dihidrat terbentuk. Selama proses pengadukan struktur kalsium sulfat dihidrat dipecah menjadi kristal dihidrat yang lebih kecil dan memiliki inti yang baru, dengan pengendapan kalsium sulfat dihidrat dipercepat. Peningkatan kecepatan pengadukan dapat mengubah kalsium sulfat hemihidrat menjadi kalsium sulfat dihidrat lebih cepat sehingga waktu *setting* yang dibutuhkan pun menjadi lebih kecil.^{3,4}

Pengadukan *dental stone* selama proses manipulasi dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu pengadukan dengan tangan menggunakan *rubber bowl* plastis dan spatula atau *hand mixing*, serta pengadukan menggunakan alat *vacuum mixing*. Teknik pengadukan dengan tangan dilakukan dengan gerakan memutar dalam rentang waktu satu menit. Pengadukan yang berhasil akan membentuk adonan *semifluid* yang lembut dan homogen dan dapat dicapai dengan gerakan menekan adonan ke dinding-dinding *rubber bowl* untuk mengurangi gumpalan dan gelembung udara.²⁻⁴

Pengadukan dengan *vacuum mixing* memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan pengadukan secara manual dengan tangan. Pengadukan menggunakan *vacuum mixing* dapat mengurangi gelembung udara yang terperangkap selama manipulasi karena adanya getaran yang dihasilkan oleh mesin. Penuangan bubuk *dental stone* ke dalam *vacuum mixing* harus diperhatikan dengan cermat. Penuangan dilakukan sedikit demi sedikit untuk menghindari terperangkapnya gelembung udara.^{2,5}

Kekuatan kompresi juga sangat menentukan sebagai kualitas akhir dari suatu model *dental stone*. Suatu model studi atau model kerja yang baik adalah model gipsium yang tahan terhadap abrasi dan memiliki kekuatan yang tinggi. Hal yang mempengaruhi kekuatan kompresi *dental stone* adalah perbandingan air dan bubuk serta lama pengadukan. Pengadukan *dental stone* dengan *vacuum mixing* menghasilkan model yang lebih keras dibandingkan model yang dihasilkan dari pengadukan secara manual dengan tangan, tetapi kekuatan kompresi yang dihasilkan tidak jauh berbeda.^{2,4,6}

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Material dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas pada bulan November 2014. Penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratoris dengan desain *post test experimental*. Sampel penelitian adalah model segitujuh *dental stone* yang telah memenuhi kriteria inklusi dan tidak memiliki kriteria eksklusi. Kriteria inklusi adalah model segitujuh *dental stone* yang bebas *porous*, sedangkan kriteria eksklusi adalah model segitujuh *dental stone* yang ber-*porous*.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan rumus Freederer. Dalam penelitian ini akan diberikan tiga perlakuan dari masing masing model *dental stone*, yaitu model yang diaduk selama 20 detik, 40 detik, dan 60 detik. Jumlah sampel adalah sembilan dengan tiga jenis perlakuan. Total sampel yang dibutuhkan adalah sebanyak 27 buah model *dental stone*.

Penelitian dilakukan dengan membuat model *dental stone* dimulai dari menakar bubuk dan air sesuai dengan aturan pabrik, yaitu sebanyak 60 ml air dicampur dengan 200 gram bubuk *dental stone*. Terlebih dahulu 60 ml air dimasukkan ke dalam *rubber bowl* kemudian 200 gram bubuk dimasukkan perlahan-lahan ke dalam *rubber bowl* untuk menghindari terjebaknya gelembung udara. Kemudian dilakukan pengadukan dengan alat *mixer* dengan perlakuan pertama selama 20 detik, perlakuan kedua selama 40 detik, dan perlakuan ketiga selama 60 detik. *Initial setting time dental stone* dihitung dengan *stopwatch* dan alat *Vicat* yang menggunakan pemberat jarum *Gillmore*. Penghitungan dimulai saat bubuk *dental stone* berkontak

dengan air. Adonan *dental stone* diletakkan di bawah jarum *Gillmore* dengan berat beban 1/4 *pound* dan penampang jarum 1/12 *inch*. Kemudian permukaan adonan *dental stone* ditusuk dengan cepat dan jarum diangkat kembali. Penusukan diulangi setiap 30 detik sekali sambil memutar model agar didapatkan tempat tusukan yang berbeda. Gerakan ini dilakukan sampai jarum tidak dapat menusuk permukaan model *dental stone*. Pencatatan waktu dihentikan. *Final setting time* dihitung dengan *stopwatch* dan alat *Vicat* yang menggunakan pemberat jarum *Gillmore*. Jarum *Gillmore* diganti dengan ukuran 1/24 *inch*. Prosedur sama dengan pengujian *initial setting time*. Setelah *setting time* diuji, model selanjutnya akan dilakukan uji kekuatan kompresi dengan alat *Compressive Strength Test*.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kecepatan *setting time* dan kekuatan kompresi saat lama pengadukan ditingkatkan. Rata-rata *setting time* saat pengadukan selama 20 detik adalah 9 menit 91 detik. Rata-rata *setting time* saat pengadukan selama 40 detik adalah 7 menit 5 detik. Rata-rata *setting time* saat pengadukan selama 60 detik adalah 5 menit 5 detik. Peningkatan kekuatan kompresi juga terlihat pada saat waktu pengadukan ditingkatkan.

Rata-rata kekuatan kompresi saat pengadukan selama 20 detik adalah 19,41 MPa. Rata-rata kekuatan kompresi saat pengadukan selama 40 detik adalah 22,95 MPa. Rata-rata kekuatan kompresi saat pengadukan selama 60 detik adalah 21,71 MPa. Terjadi penurunan kekuatan dari 60 detik pengadukan terhadap 40 detik pengadukan. Penambahan waktu pengadukan akan menurunkan kekuatan kompresi karena kristal dihidrat yang telah terbentuk dipecah oleh spatula pengaduk.

Hasil uji statistik dengan menggunakan uji beda lanjut (LSD) yang menunjukkan terdapat perbedaan signifikan *setting time* yang dilakukan pengadukan selama 20 detik dengan 40 detik, yaitu sebesar $p=2,916$. Perbedaan *setting time* yang dilakukan pengadukan selama 20 detik dengan 60 detik, yaitu sebesar $p=4,681$.

PEMBAHASAN

Bubuk *dental stone* dimanipulasi dengan air akan menghasilkan suatu campuran homogen yang semakin lama semakin mengeras. Campuran *dental stone* memerlukan waktu tertentu untuk mengeras sempurna. Waktu yang dibutuhkan saat bubuk bercampur dengan air sampai bahan mengeras disebut dengan *setting time*. Kecepatan *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone* dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satu faktor tersebut adalah lama pengadukan.^{1,7}

Berdasarkan hasil perhitungan didapat rata-rata *setting time* dengan perlakuan lama pengadukan 20 detik, 40 detik, dan 60 detik secara berturut-turut adalah 9 menit 91 detik, 7 menit 5 detik, dan 5 menit 5 detik. Terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata *setting time* dengan pengadukan yang lebih lama dibandingkan *setting time* dengan pengadukan yang relatif lebih singkat. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu pengadukan maka pembentukan kristal dihidrat semakin banyak terbentuk sehingga *setting time* menjadi lebih pendek. Rata-rata *setting time dental stone* adalah 12 ± 4 menit.¹

Kekuatan kompresi *dental stone* berbanding lurus dengan lama pengadukan. Semakin lama *dental stone* diaduk, semakin tinggi kekuatan kompresi suatu model *dental stone*. Waktu pengadukan yang dianjurkan untuk memanipulasi *dental stone* adalah selama 1 menit jika *dental stone* dimanipulasi secara manual dengan tangan menggunakan spatula dan *rubber bowl*. Waktu pengadukan yang dianjurkan untuk memanipulasi *dental stone* jika bubuk diaduk dengan menggunakan mesin pengaduk adalah selama 20–30 detik saja.²

Pada penelitian ini bubuk *dental stone* diaduk menggunakan mesin pengaduk *mixer* dengan kecepatan adukan 150 rpm dengan tiga perlakuan selama 20 detik, 40 detik, dan 60 detik. Dari hasil perhitungan didapatkan rata-rata kekuatan kompresi dengan lama pengadukan 20 detik adalah 19,41 MPa. Rata-rata kekuatan kompresi dengan lama pengadukan 40 detik adalah 22,95 MPa, dan rata-rata kekuatan kompresi dengan lama pengadukan 60 detik adalah 21,71 MPa. Data yang didapatkan menunjukkan perbedaan yang signifikan kekuatan kompresi dengan lama pengadukan yang lebih lama dibandingkan kekuatan kompresi dengan lama pengadukan yang relatif singkat.

Hasil penelitian menunjukkan lama pengadukan 20 detik, 40 detik, dan 60 detik meningkatkan kekuatan kompresi *dental stone* secara signifikan. Namun, pada perlakuan selama 60 detik terjadi penurunan kekuatan kompresi jika dibandingkan dengan perlakuan selama 40 detik. Hal ini dapat dijelaskan, lama pengadukan yang dianjurkan jika menggunakan *mixer* pengaduk adalah 20–30 detik. Pengadukan yang lebih lama akan mempercepat pembentukan kristalisasi dihidrat sehingga *setting time* diperpendek dan kekuatan kompresi lebih tinggi. Kekuatan kompresi suatu *dental stone* bergantung pada banyaknya kristal dihidrat yang terbentuk. Semakin banyak kristal dihidrat yang terbentuk saat pengadukan, semakin tinggi pula kekuatan kompresi yang dihasilkan. Namun, jika waktu pengadukan diperpanjang, kristal dihidrat yang sudah terbentuk akan diputus kembali oleh spatula pengaduk. Hal inilah yang menyebabkan kekuatan kompresi menjadi berkurang.^{1,2}

Pada penelitian yang dilakukan oleh Azer *et al* (2008), tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pengadukan menggunakan *vacuum mixing* dan pengadukan manual dengan tangan. Peningkatan kekuatan kompresi terjadi setelah 24 jam dan terdapat perbedaan yang signifikan antara pengadukan menggunakan *vacuum mixing* dan pengadukan manual dengan tangan.⁷

Kekuatan kompresi *dental stone* rata-rata adalah 20,7 MPa (3000 psi), namun tidak melebihi 34,5 MPa (5000 psi). Kekuatan ini cukup untuk pekerjaan laboratoris seperti pembuatan pola malam dan pembuatan piranti ortodonti. Selain itu, *dental stone* juga digunakan untuk pembuatan konstruksi protesa karena protesa lebih mudah dikeluarkan setelah proses selesai.^{1,4}

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian mengenai hubungan lama pengadukan dengan *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone* dapat disimpulkan:

1. Terdapat peningkatan *setting time* dengan lama pengadukan 20 detik, 40 detik, dan 60 detik. Semakin lama pengadukan maka akan semakin cepat *setting time* yang diperoleh.
2. Terdapat peningkatan kekuatan kompresi dengan lama pengadukan 20 detik, 40 detik, dan 60 detik. Semakin lama

pengadukan maka akan semakin tinggi kekuatan kompresi yang diperoleh.

3. Penambahan waktu pengadukan akan menurunkan kekuatan kompresi karena kristal dihidrat yang telah terbentuk akan terputus oleh spatula pengaduk.

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui lebih spesifik pengaruh lama pengadukan terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*, serta faktor lain yang mempengaruhi *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anusavice KJ. *Phillips Science of Dental Material*. 12th Ed. Missouri: Elsevier Saunders. 2013.
2. Sabouhi M, Khodaeian N, Soltani M, Ataei E. Comparison of Physical Properties of An Iranian and A German. *JIDA* 2013;25;1:2013-2014
3. Dental Stone Type IV According to ADA Specifications. *Journal of Islamic Dental Association of Iran (JIDAI)* 2013;25(1).
4. McCabe JF, Walls AWG. *Applied Dental Materials*. 9th Ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd. 2008.
5. Gladwin M, Bagby M. *Clinical Aspects of Dental Materials Theory, Practice, and Cases*. 4th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2013.
6. Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's Restorative Dental Materials*. 12th Ed. India: Elsevier. 2006.
7. Azer SS, Kerby RE, Knobloch LA. Effect of Mixing Methods on The Physical Properties of Dental Stones. *Journal of Dentistry* 2008;36:736–744.
8. Fitriyani S, Subhaini, Chismirina S. Effect of Water Hardness to Compressive Strength on Dental Gypsum (Type III and IV). Makalah disajikan dalam Seminar *KPPIKG 15th Scientific Meeting & Refresher Course in Dentistry*. Faculty of Dentistry. University of Indonesia. Jakarta, 14–17 Oktober. 2009;19–26.