

**UJI KOMPOSISI GIPSUM TIPE III PABRIKAN DAN GIPSUM TIPE III DAUR ULANG
DENGAN TEKNIK X-RAY FLUORESENCENCE SPECTROMETER (XRF)
DALAM UPAYA PEMANFAATAN LIMBAH GIPSUM
KEDOKTERAN GIGI**

**COMPOSITION TEST FOR MANUFACTURING TYPE III GYPSUM AND RECYCLED
TYPE III GYPSUM WITH THE X-RAY FLUORESCENCE SPECTROMETER (XRF)
TECHNIQUE IN EFFORTS TO UTILIZE GYPSUM WASTE DENTISTRY**

Widya Puspita Sari¹, Satria Yandi², Fita Chairunnisa³

¹Bagian Dental Material FKG UNBRAH

²Bagian IKGM-P FKG UNBRAH

³Mahasiswa FKG UNBRAH

widyapuspitasari@fkg.unbrah.ac.id

ABSTRAK: *Dental stone* (gypsum tipe III) merupakan gypsum Kedokteran Gigi yang sering digunakan sebagai bahan pembuat model duplikat rongga mulut. Pembuatan model kerja dapat menimbulkan limbah kedokteran gigi. Limbah gypsum akan menyebabkan masalah pencemaran lingkungan karena tidak mudah diuraikan. Diperlukan upaya untuk mengurangi limbah gypsum, dimana salah satunya adalah dengan melakukan daur ulang. Tujuan penelitian ini untuk memeriksa komposisi kimia gypsum tipe III pabrikan dan gypsum tipe III daur ulang sehingga dapat dimanfaatkan serta difungsikan kembali seperti gypsum tipe III pabrikan. Sampel terdiri dari gypsum tipe III pabrikan dan gypsum tipe III daur ulang. Masing-masing sampel dihaluskan, selanjutnya dianalisa menggunakan *X-Ray Fluorescence Spectrometer* (XRF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan oksida terbesar pada gypsum tipe III pabrikan adalah SO₃ (69,29%), CaO (28,11%), Al₂O₃ (1,018%), SiO₂ (0,435%) dan MgO (0,307%). Pada gypsum tipe III daur ulang kandungan oksida terbesar adalah SO₃ (66,99%), CaO (29,58%), Al₂O₃ (1,272%), SiO₂ (0,655%) dan MgO (0,149%). Gypsum tipe III daur ulang memiliki komposisi yang hampir sama dengan gypsum tipe III pabrikan dengan beberapa perbedaan konsentrasi. Perbedaan konsentrasi ini nantinya dapat dimodifikasi dengan penambahan zat tertentu.

Kata Kunci: Gypsum tipe III, daur ulang, XRF, limbah dental.

ABSTRACT: *Dental stone* (gypsum type III) is a dental gypsum that is often used as a material for duplicating oral models. Making working models can cause dentistry waste. Gypsum waste will cause environmental pollution problems because it is not easily broken down. Efforts are needed to reduce gypsum waste, one of which is recycling. The purpose of this study was to examine the chemical composition of manufactured type III gypsum and recycled type III gypsum so that it can be reused and re-functioned like a manufactured type III gypsum. The sample consisted of manufactured type III gypsum and recycled type III gypsum. Each sample was refined, then analyzed using *X-Ray Fluorescence Spectrometer* (XRF). The results showed that the largest oxide content in gypsum type III manufacturers was SO₃ (69.29%), CaO (28.11%), Al₂O₃ (1.018%), SiO₂ (0.435%) and MgO (0.307%). In recycled type III gypsum the largest oxide content is SO₃ (66.99%), CaO (29.58%), Al₂O₃ (1.272%), SiO₂ (0.655%) and MgO (0.149%). Recycled type III gypsum has a composition almost the same as the manufactured type III gypsum with several different concentrations. This difference in concentration can later be modified by the addition of certain substances.

Keywords : Gypsum type III, recycled, XRF, dental waste.

A. PENDAHULUAN

Produk gipsum di kedokteran gigi telah digunakan selama beberapa tahun, terutama untuk pembuatan replika jaringan rongga mulut. Replika jaringan rongga mulut untuk tujuan menentukan diagnosis, rencana perawatan, dan pembuatan restorasi indirek¹. Gipsum digunakan untuk membuat model studi, model kerja dan *die*². Keakuratan model tergantung pada keakuratan hasil cetakan dan bahan yang mengisi cetakan. Dua sifat bahan yang mempengaruhi keakuratan yaitu kemampuan gipsum untuk mengalir ke dalam cetakan dan ekspansi atau kontraksi selama setting³. Bahan gipsum memiliki beberapa sifat seperti *setting time*, perbandingan bubuk dan air, stabilitas dimensi, temperatur dan kelembaban serta kekuatan kompresi^{3,4,5}.

Gipsum secara kimiawi disebut juga dengan kalsium sulfat dihidrat dengan rumus kimia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yang berwarna putih kekuningan⁶. Gipsum kedokteran gigi dapat diklasifikasikan menjadi 5 tipe menurut *Americans Dental Association* (ADA) dan *International Organization for Standardization* (ISO). Klasifikasi gipsum terdiri dari tipe I *Impression Plaster*, tipe II *Model Plaster*, tipe III *Dental Stone*, tipe IV *Die Stone* (*Dental Stone* dengan kekuatan tinggi dan ekspansi rendah), tipe V *Dental stone* dengan kekuatan tinggi dan ekspansi tinggi⁷. *Dental Stone* biasa digunakan di kedokteran gigi untuk pembuatan model kerja yang membutuhkan ketahanan terhadap abrasi, karena memiliki kekuatan dan lebih tahan terhadap abrasi dibandingkan Model plaster^{3,8}. *Dental Stone* dibuat dengan memanaskan gipsum di dalam autoclave dengan *steam* pada temperatur 120-130°C. Gipsum tipe III ini memiliki komposisi berupa Sulfat α hemihidrat, akselerator, penghambat dan pigmen warna⁸.

Gipsum di kedokteran gigi harus memiliki ketahanan yang tinggi, *setting time* yang singkat, mudah dan aman untuk digunakan, murah, dan mudah untuk dibuang atau didaur ulang¹. Model gipsum setelah digunakan beberapa waktu akan dibuang, dan jika di buang pada tempat pembuangan akhir maka akan bercampur dengan limbah makanan. Bakteri dari limbah makanan akan memecah gipsum sehingga melepaskan gas Sulfat hidrogen yang biasanya disebut hujan asam. Gas ini merupakan polutan beracun bagi tanah, air, hutan, ikan dan binatang air lainnya, sehingga pembuangan limbah gipsum harus dipisahkan atau dilakukan daur ulang^{9,10}.

Daur ulang dapat dilakukan dengan cara menghilangkan kandungan airnya karena proses pembuatan gipsum bersifat reversibel¹¹. Untuk mengetahui perbedaan konsentrasi senyawa yang terkandung dalam kedua tipe gipsum dapat dilakukan melalui uji komposisi. Salah satu metode analisis terbaik untuk menentukan berbagai komposisi kimia dari berbagai material seperti logam, kaca, keramik dan bahan bangunan adalah dengan menggunakan *X-ray Fluorescence Spectrometer* (XRF). Metode analisis XRF merupakan metode yang paling umum karena hasil akurat dan cukup ekonomis¹², prosedur persiapan sampel sederhana, kestabilan mesin baik dan waktu analisis relatif cepat¹³.

Penelitian ini bertujuan untuk memeriksa komposisi kimia dari gipsum tipe III pabrikan dan gipsum tipe III daur ulang. Diharapkan gipsum tipe III daur ulang dapat mengatasi masalah limbah gipsum dan dapat dimanfaatkan serta difungsikan kembali seperti gipsum tipe III pabrikan.

B. METODE PENELITIAN

Bahan penelitian yang digunakan sebagai sampel adalah gipsum tipe III pabrikan dan gipsum tipe III daur ulang yang diambil dari limbah model gigi tiruan. Sampel dari gipsum daur ulang ditumbuk hingga halus menggunakan mortal dan alu. Lalu diayak agar ukuran partikel homogen. Panaskan gipsum tipe III daur ulang menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 45 menit, selanjutnya dimasukkan ke dalam *oven vacuum* (autoclave) dengan suhu 120-130°C selama 45 menit menunggu gipsum sampai mencapai temperatur ruangan (25°C).

Sampel gipsum tipe III pabrikan dan gipsum daur ulang masing-masing ditimbang sebanyak 10 gram. Kemudian dimasukkan ke dalam tabung sampel sebanyak $\pm 1/3$ ketinggian tabung dan ditekan hingga permukaannya rata. Analisis sampel dilakukan menggunakan perangkat pengujian XRF. Analisis menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang terjadi dari peristiwa efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena elektron dalam atom target (sampel) terkena berkas berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X). Bila energi sinar tersebut lebih tinggi dari pada energi ikat elektron dalam orbit K, L, atau M atom

target, maka elektron atom target akan keluar dari orbitnya. Dengan demikian atom target akan mengalami kekosongan elektron. Kekosongan elektron ini akan diisi oleh elektron dari orbital yang lebih luar diikuti pelepasan energi yang berupa sinar-X¹⁴.

Sinar-X yang dihasilkan merupakan gabungan spektrum sinambung dan spektrum berenergi tertentu (*discreet*) yang berasal bahan sasaran yang tertumbuk elektron. Jenis spektrum diskrit yang terjadi tergantung pada perpindahan elektron yang terjadi dalam atom bahan. Spektrum ini dikenal dengan spektrum sinar-X karakteristik. Spektrometri XRF memanfaatkan sinar-X yang dipancarkan oleh bahan yang selanjutnya ditangkap detektor untuk dianalisis kandungan unsur dalam bahan. Bahan yang dianalisis dapat berupa padat massif, pelet, maupun serbuk. Analisis unsur dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kualitatif menganalisis jenis unsur yang terkandung dalam bahan dan analisis kuantitatif dilakukan untuk menentukan konsentrasi unsur dalam bahan. Sinar-X yang dihasilkan dari peristiwa seperti peristiwa tersebut diatas ditangkap oleh detektor semi konduktor silikon litium (SiLi)^{14,15}. Analisis XRF gipsum tipe III pabrikan dan daur ulang dilakukan di Laboratorium Kimia Instrumen Fakultas MIPA Universitas Negeri Padang.

C. HASIL dan PEMBAHASAN

Hasil XRF gipsum tipe III pabrikan dan daur ulang pada penelitian ini tersaji dalam Tabel 1. Pengolahan data menggunakan *software* yang tersedia pada alat XRF menunjukkan hasil bahwa kandungan oksida terbesar pada gipsum tipe III pabrikan adalah SO₃ (69,29%), CaO (28,11%), Al₂O₃ (1,018%), SiO₂ (0,435%) dan MgO (0,307%). Pada gipsum tipe III daur ulang kandungan oksida terbesar adalah SO₃ (66,99%), CaO (29,58%), Al₂O₃ (1,272%), SiO₂ (0,655%) dan MgO (0,149%).

Tabel 1. Hasil XRF Gipsum Tipe III Pabrikan dan Daun Ulang

Gipsum Tipe III Pabrikan			Gipsum Tipe III Daun Ulang		
Compound	Conc	Unit	Compound	Conc	Unit
MgO	0,307	%	MgO	0,149	%
Al ₂ O ₃	1,018	%	Al ₂ O ₃	1,272	%
SiO ₂	0,435	%	SiO ₂	0,655	%
P ₂ O ₅	0,147	%	P ₂ O ₅	0,251	%
SO ₃	69,294	%	SO ₃	66,995	%
K ₂ O	0,038	%	K ₂ O	0,135	%
CaO	28,113	%	CaO	29,586	%
Fe ₂ O ₃	0,008	%	TiO ₂	0,279	%
SrO	0,081	%	V ₂ O ₅	0,001	%
ZrO ₂	0,001	%	Fe ₂ O ₃	0,025	%
Ag ₂ O	0,329	%	SrO	0,127	%
In ₂ O ₃	0,227	%	ZrO ₂	0,001	%
La ₂ O ₃	0	%	Ag ₂ O	0,295	%
Pr ₂ O ₃	0	%	In ₂ O ₃	0,227	%
Er ₂ O ₃	0	%	BaO	0	%
Yb ₂ O ₃	0	%	Yb ₂ O ₃	0	%
Lu ₂ O ₃	0,002	%	Lu ₂ O ₃	0,002	%

Hasil karakterisasi XRF menunjukkan bahwa gipsum tipe III pabrikan dan gipsum tipe III daur ulang memiliki kandungan oksida yang hampir sama dengan persentase dan beberapa unsur yang sedikit berbeda (Tabel 1). Komposisi utama terbesar pada gipsum tipe III adalah SO₃ dan CaO sebagai unsur yang menyusun rumus kimia gipsum. Senyawa SO₃ dapat hadir dalam satu bentuk senyawa kalsium sulfat seperti gipsum dihidrat (CaSO₄.2H₂O) yang dapat berdekomposisi menjadi hemihidrat (CaSO₄.1/2H₂O)¹⁶. Senyawa SO₃ berperan dalam meningkatkan sifat mekanis terutama kekuatan kompresi. Senyawa ini juga dapat bervariasi untuk mengoptimalkan sifat lain seperti *setting time* dan *shrinkage*^{16,17}.

Tujuan utama dari kalsium sulfat adalah untuk mengatur waktu setting meskipun juga berefek terhadap kekuatan¹⁷. Hasil penelitian menunjukkan kandungan SO₃ lebih rendah pada gipsum tipe III daur ulang, hal ini kemungkinan akan mempengaruhi kekuatan kompresi dan *setting time*. Senyawa CaO (Calcium oxide) lebih sering digunakan dalam proses kimia dengan pemanasan dan pencampuran dengan air¹⁸. Senyawa CaO merupakan senyawa yang sangat tidak stabil dan akan dengan mudah digabung dengan air membentuk Calcium Hydroxide (Ca(OH)₂)¹⁹.

Saat bereaksi dengan air senyawa ini akan membentuk bubuk putih yang halus dengan melepaskan panas yang cukup²⁰. Senyawa ini berpengaruh dalam pembentukan gipsum, namun konsentrasi yang tinggi akan mempengaruhi ketahanan air dari gipsum. Hasil penelitian menunjukkan kandungan CaO lebih tinggi pada gipsum tipe III daur ulang, hal ini kemungkinan karena pada gipsum tipe III daur ulang sudah terjadi reaksi kalsium sulfat dihidrat dengan air sehingga terjadi peningkatan setelah bereaksi dengan air. konsentrasi CaO yang tinggi kemungkinan akan mempengaruhi ketahanan terhadap air dan kekuatan kompresi.

D. KESIMPULAN

1. Gipsum tipe III daur ulang memiliki komposisi yang hampir sama dengan gipsum tipe III pabrikan dengan perbedaan konsentrasi.
2. Gipsum tipe III daur ulang kemungkinan dapat difungsikan kembali seperti gipsum tipe III pabrikan dengan penelitian lebih lanjut seperti penambahan sejumlah zat kimia agar komposisi dan konsentrasi gipsum tipe III daur ulang bisa sama dengan gipsum tipe III pabrikan agar kekuatan dan *setting time* yang diperlukan untuk gipsum, tipe III dapat tercapai.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Khurshid Z, Najeed S, Zafar MR, Sefat F. 2019. *Advanced Dental Biomaterials*. Elsevier: Woodhead publishing. Hal 37-52.
- Scheller-Sheridan, C 2012. *Basic Guide to Dental Materials*. Wiley-Blackwell:Oxford.
- Powers JM., Watahana JC 2017. *Dental Materials. Foundation and Applications*. 11^{Ed}. Elsevier: St. Louis, Missouri.
- Powers JM., Watahana JC. 2013. *Dental Materials. Properties and Manipulation*. 10^{Ed}. Elsevier: St. Louis, Missouri.
- Stewart MG., Bagby M. 2013. *Clinical Aspect of Dental Materials*. 4^{Ed}. Wolters Kluwer: Philadelphia.
- Noort RV. 2002. *Introduction to Dental Materials*. Ed ke 2. Elsevier Science: Tokyo.
- Mahalaxmi S.2013. *Materials used in Dentistry*. Wolters Kluwer: New Delhi.
- Manapallil JJ. 2016. *Basic Dental Materials*. Ed ke 4. Jaypee Brothers Medical Publisher: New Delhi.
- Carolline L, Pankhrust, Coulter WA. 2017. *Basic Guide to Infection Prevention and Control in Dentistry*. Ed ke 2. Willey-Blackwell: India.
- Fulford MR, Stankiewicz NR. 2019. *Infection Control in Primary Dental Care*. Springer: Switzerland
- Combe EC, 1992,*Sari Dental Material (terjemahan)*, Jakarta, Balai Pustaka.
- Omatola KM, Onojah AD. 2009. Elemental Analysis Of Rice Husk Ash Using X-Ray Fluorescence Technique. *Int Jof Phy Sci.*; 4(4) : 189-193.
- Phillips, K., X-Ray Fluorescence Spectroscopy (XRF) Fast And Precise Inorganic Solid Analysis. available at : <http://www.innovationservices.philips.com/sites/default/files/materials-analysis-xrf.pdf>. diunduh pada 17 Februari 2015.
- Munasir, Triwikantoro, Zainuri M, Darminto. 2012. Uji XRD dan XRF pada bahan mineral (batuan dan pasir) sebagai sumber material cerdas (CaCO₃ dan SiO₂), *JPFA*,; 2(1): 20-9.
- Muliawan A. Identifikasi Material Pasir Desa Sambera Marangkayu Menggunakan Xrf Dan Xrd. *Seminar Nasional dan Workshop Geofisika FMIPA Universitas Mulawarman* 08 - 10 Desember 2017, Samarinda.

- Lamond JF., Pielert JH., 2006, *Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete-making Materials*. ASTM International, USA.
- Hewlett P, Liska M, 2019, *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*, Fifth Edition, Butterworth-Heinemann.
- Naini A dan Rachmawati D. Composition Analysis of Calcium and Sulfur on Gypsum at the Puger District Jember Regency as an Alternative Gypsum Dental Material. *Dentika Dental Jurnal*, 2010; 15 (2): 179-183
- Eastaugh N, Valentine W, Tracey C, Ruth S., 2004, *The Pigment Compendium: A Dictionary of Historical Pigments*, Volume 1, Routledge.
- Adams C R, Early M P, 2004, *Principles of Horticulture*, Routledge.