

Analisis Komposisi Material Semen Portland Aceh Sebagai Bahan Aplikasi Dental

Composition Analysis Material of Aceh Portland Cement as Dental Application

Maulidia Indah Sari¹, Iin Sundari², Maida Fitri³

^{1,3}Conservative Dentistry Department, Faculty of Dentistry Universitas Syiah Kuala

²Dental Material Department, Faculty of Dentistry Universitas Syiah Kuala

Correspondence email to: maulidia@unsyiah.ac.id

ABSTRAK

Material kedokteran gigi memiliki kemampuan antimikroba untuk mencegah infeksi, juga bersifat *bioactive* untuk menginduksi terjadinya regenerasi sel dan membantu proses pembentukan tulang. MTA (Mineral Trioxide Aggregate) merupakan material kalsium silikat yang memiliki *biological action* dan antimikroorganisme diperoleh dari ion calcium and pH changes. MTA digunakan pada restorasi dan tindakan endodontik. Beberapa penelitian menunjukkan kesamaan komposisi MTA dan semen portland. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan investigasi komposisi semen portland produksi Aceh. Penelitian ini menggunakan bubuk semen portland komposit (PCC) produksi PT Semen Bangun Andalas, Lhoknga Aceh Besar dan sebagai kontrol pembanding digunakan dua produk komersial MTA yang diproduksi oleh Angelus (MTA Angelus) dan Technodent (Rootdent). Pemeriksaan komposisi unsur mineral menggunakan XRF (X Ray Fluorences). Hasil pemeriksaan XRF menunjukkan komposisi dan konsentrasi yang hampir sama antara semen Portland Aceh produksi PT Bangun Andalas, Lhoknga Aceh Besar dengan komersial MTA (MTA Angelus dan Rootdent) serta didapatkan konsentrasi unsur mineral kalsium pada PCC Aceh jauh lebih tinggi dibandingkan dengan MTA Rootdent dan mendekati konsentrasi MTA Angelus. Disimpulkan bahwa semen portland Aceh memiliki kemungkinan berpotensi sebagai semen kalsium silikat yang digunakan sebagai material kedokteran gigi dan alternatif pengganti untuk MTA.

Kata Kunci: Semen Portland Aceh, MTA, XRF, Komposisi dan Konsentrasi

ABSTRACT

Dentistry materials are being have antimicrobial effects to prevent infection, also bioactive in nature which can induce cell regeneration and assist in the process of bone formation. MTA is a calcium silicate material which has excellent biological action and antimicrobial effect obtained from calcium ions and pH changes. MTA is not used as in restorations but also in endodontic procedures. Several studies have shown the similarity of the composition of MTA and Portland Cement. This study aims to analyze and investigate the composition of Portland cement produced in Aceh. This study used Portland Composite Cement (PCC) powder produced by PT Semen Bangun Andalas, Lhoknga Aceh with SNI 15 7064 2004 and as a comparison control used two commercial MTA produced by Angelus (MTA Angelus) and Technodent (Rootdent). Examination of the mineral elemental composition of the three samples used XRF (X Ray Fluorences Spectometry). The results of investigations using XRF showed almost the same composition and concentration between Portland cement produced by PT Bangun Andalas, Lhoknga Aceh and commercial MTA (MTA Angelus and Rootdent) and found that the concentration of the mineral element calcium in PCC Aceh was much higher compared to MTA Rootdent and close to the concentration owned by MTA Angelus. Therefore, Portland cement produced by PT. Semen Bangun Andalas has potential as a calcium silicate cement which is used as a dental material and an alternative substitute for MTA.

Keyword: Aceh Portland Cement, MTA, XRF, Composition and Concentration

PENDAHULUAN

Penggunaan material kedokteran gigi berbasis kalsium silikat telah banyak digunakan serta salah satu material terbaik. keunggulan **kalsium silikat** memiliki biokompabilitas dan antimikroorganisme yang baik serta stabil dalam lingkungan rongga mulut.¹⁻³

MTA (Mineral Trioxide Aggregate) merupakan material bioseamik berbasis kalsium silikat dengan komposisi utamanya trikalsium silikat, dikalsium silikat, trikalsium aluminat dan tetrakalsium aluminoferrite. Reaksi hidrasi yang terjadi pada MTA akan membentuk kalsium hidroksida. Kalsium hidroksida akan terurai menjadi ion Ca^{2+} dan OH^- dan menyebabkan terjadinya peningkatan pH sehingga berdampak pada mikroorganisme serta dapat menginduksi terjadinya pembentukan tulang. Kalsium silikat yang terkandung di dalam MTA memiliki peranan penting untuk proses penyembuhan tulang dan regenerasi sel, karena mampu menginduksi terbentuknya kalsium fosfat pada jaringan periodonsium.⁴ Oleh karena itu, MTA digunakan pada tindakan endodontik seperti *pulp capping*, *apexogenesis*, *apexification*, *root perforation*, *root-end filling*.⁵

Semen Portland merupakan semen yang paling banyak digunakan untuk konstruksi bangunan. Komposisi utama semen Portland (type 1) sama dengan yang dimiliki oleh MTA terdiri dari trikalsium silikat, dikalsium silikat, trikalsium aluminat dan tetrakalsium aluminoferrite serta terdapat kalsium sulfat dihidrat.⁶ Beberapa penelitian menunjukkan kesamaan sifat antara MTA dan Type 1 semen portland antara lain pH, efek antimikroba, biokompabilitas.⁶

Batu kapur menjadi bahan baku utama untuk semen portland. Aceh merupakan salah satu daerah di Indonesia dengan kekayaan mineral alam serta penghasil batu kapur. Aceh telah lama dipercayakan sebagai tempat beroperasi semen berstandar Internasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa komposisi unsur mineral kalsium silikat dari semen portland yang diproduksi di Aceh.

METODE PENELITIAN

Sampel yang digunakan pada penelitian yaitu 2 gram bubuk semen portland komposit (PCC) produksi PT. Solusi Bangun Andalas, Lhoknga, Aceh Besar serta masing-masing 2 gram bubuk untuk kontrol pembanding MTA komersial yaitu MTA Angelus produksi Angelus, Brazil dan MTA Rootdent yang diproduksi oleh Technodont, Belgorodskayaoblast, Russia). Pemeriksaan karakterisasi komposisi dan konsentrasi pada ketiga sampel material dilakukan dengan menggunakan XRF (X-Ray Fluorocence).

HASIL PENELITIAN

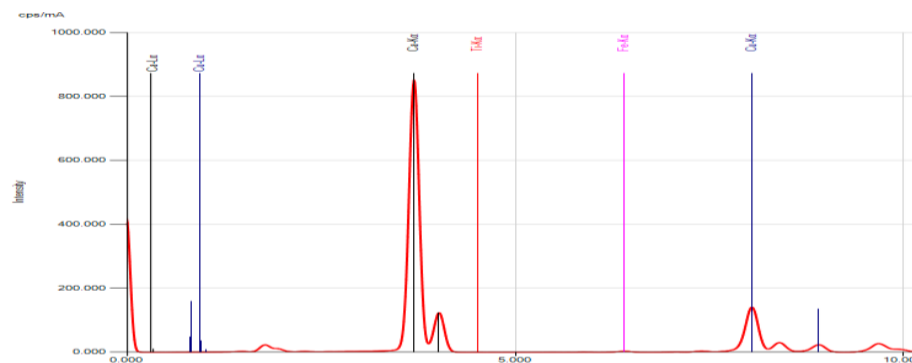
Karakterisasi menggunakan XRF dilakukan untuk melihat kandungan komposisi serta konsentrasi antara bubuk semen Portland Aceh yaitu PCC yang diproduksi oleh PT. Semen Bangun Andalas di Kawasan Lhoknga, Aceh Besar, *MTA Angelus* serta *MTA Rootdent*. Pemeriksaan XRF dilakukan sebelum semen mengalami proses hidrasi dan hasil karakterisasi pada penelitian ini berupa komposisi unsur serta konsentrasi ditunjukkan dalam tabel 1. Hasil pemeriksaan XRF untuk masing-masing material juga ditunjukkan pada gambar 1, 2 dan 3 dengan konsentrasi kalsium yang tinggi pada masing-masing material.

Tabel 1. Hasil karakterisasi XRF pada semen PCC Aceh, MTA Angelus dan MTA Rootdent

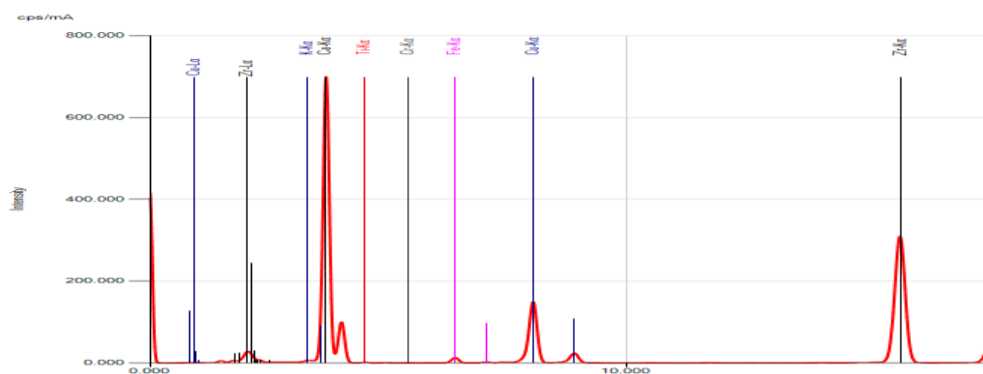
Komposisi Unsur Mineral	PCC Aceh (%)	MTA Angelus (%)	MTA Rootdent (%)
Besi (Fe)	8.1	0.01	0.1
Magnesium (Mg)	0.4	0.8	ND
Kalium (K)	0.6	ND	0.5
Kalsium (Ca)	80.5	82.7	44.6

Komposisi Unsur Mineral	PCC Aceh (%)	MTA Angelus (%)	MTA Rootdent (%)
Titanium (Ti)	0.1	0.002	0.07
Krom (Cr)	ND	ND	0.003
Aluminium (Al)	2.1	1.6	12.7
Zirkonium (Zr)	0.5	0.1	35.9
Sulfur (S)	1.4	0.05	2.3
Silika (Si)	5.8	14.5	3.7
Bismuth (Bi)	ND	0.003	0.01
Strontium (Sr)	0.1	0.1	0.03

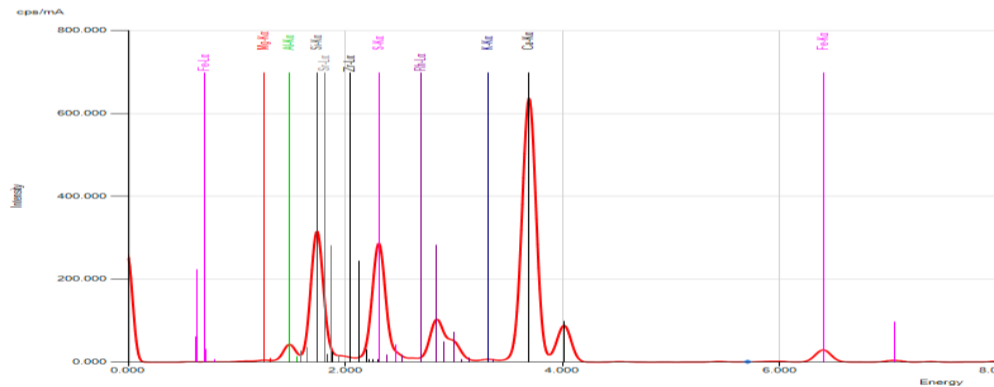
Hasil dari karakterisasi elemen unsur mineral pada XRF dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya serapan energi radiasi yang diterima, letak elemen unsur serta jarak yang ditempuh oleh sinar x. Berdasarkan hal tersebut, karakterisasi XRF pada penelitian ini diperoleh hasil dengan kandungan unsur mineral terbanyak pada semen Portland Aceh jenis PCC secara berurutan dimulai dari kalsium (Ca) 80.5%, besi (Fe) 8.1%, silika (Si) 5.8% dan aluminium (Al) 2.1%. Karakterisasi XRF pada MTA Angelus hanya terdapat tiga unsur elemen mineral yang dominan berturut-turut kalsium (Ca) 82.7%, silika (Si) 14.5% serta aluminium (Al) 1.6%. Karakterisasi XRF untuk material MTA Rootdent terdapat unsur mineral yang dominan berturut-turut yaitu kalsium (Ca) 44.6%, zirkonium (Zr) 35.9%, aluminium 12.7%, silika 3.7% serta elemen mineral sulfur (S) 2.3%. Ketiga material tersebut juga terkandung beberapa unsur mineral dengan presentase dibawah 1% yang disebut sebagai *trace element*.



Gambar 1. Diagram grafik MTA Rootdent



Gambar 2. Diagram grafik MTA Angelus



Gambar 3. Diagram grafik Semen PCC Aceh

DISKUSI

Unsur mineral yang terdapat pada suatu material secara garis besar dapat mempengaruhi sifat fisik, kimia dan *biological*. Oleh karena itu, komposisi unsur mineral yang terkandung di dalam material menjadi penentu pemilihan standar material yang digunakan untuk bahan aplikasi klinis.⁹

Penelitian ini menggunakan semen portland jenis PCC yang memperoleh bahan baku utama yang berasal dari pegunungan batu kapur di area sekitar pabrik. Batu kapur (*limestone*) merupakan sumber utama pembuatan semen portland, material ini memiliki kandungan senyawa kalsium karbonat (CaCO_3) dan magnesium (Mg) yang secara alami ditemukan dalam bentuk mineral batu kapur atau endapan mineral. Oleh karena itu, pada pemeriksaan karakterisasi XRF yang dilakukan pada PCC diperoleh kadar mineral magnesium sebesar 0.4%. Kandungan magnesium ini dapat mempengaruhi stabilitas dimensional suatu material. Kadar magnesium yang tinggi yaitu di atas 6% (SNI 15-7064-2004) pada material semen dapat menyebabkan terjadinya ekspansi sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi bangunan. hal ini juga harus menjadi pertimbangan untuk beberapa bahan klinis kedokteran gigi.⁹⁻¹²

Berdasarkan pada hasil temuan yang tertera pada tabel 4.1 di atas terlihat dengan jelas kandungan unsur mineral yang terbesar ditemukan pada PCC yaitu unsur mineral kalsium (Ca) sebesar 80.5%, lebih tinggi dibandingkan dengan kadar kalsium pada MTA Rootdent dengan selisih sekitar 35,9% serta hampir setara dengan kadar kalsium yang dimiliki oleh MTA Angelus. Kadar kalsium

yang tinggi dimiliki oleh PCC menunjukkan bahwa potensi terbentuknya kalsium hidroksida lebih besar ketika material ini mengalami proses hidrasi. Kandungan unsur mineral kalsium yang dimiliki oleh material PCC dengan kadar yang tinggi mencapai 80.5% menjadikan material PCC ini berpotensi sebagai alternatif material kedokteran gigi.

Kalsium hidroksida berperan penting pada *alkalization* dan efek *bioactive* pada jaringan vital serta membantu proses penyembuhan dan regenerasi jaringan. Kalsium hidroksida yang dihasilkan akan terurai menjadi ion kalsium (Ca^{2+}) dan ion hidroksil (OH^-). Ion hidroksil (OH^-) merupakan radikal bebas aktif yang mampu menaikkan tingkat alkalinitas pH hingga 12,9 dan memberikan efek terhambatnya pertumbuhan mikroorganisme. Bhavana (2015) juga menyatakan MTA mengandung kalsium oksida dan ketika berkontak dengan air maka akan membentuk kalsium hidroksida dan meningkatkan pH naik dari 10,2 sampai mencapai 12,5 dalam waktu 3 jam.⁴ Ion kalsium yang terurai tersebut dan peningkatan pH yang terjadi berhubungan dengan hidrasi material *bioactive*. Material *bioactive* dihidrasi melalui terurainya beberapa ion termasuk ion kalsium. Reaksi hidrasi yang terjadi pada permukaan material dapat menguraikan, selanjutnya mengubah konsentrasi pada ion yang terurai sehingga menginduksi terjadinya respon intraseluler dan ekstraseluler serta menghasilkan pembentukan jaringan keras melalui meningkatkan proses osteogenesis dengan regulasi proliferasi osteoblast, diferensiasi serta *gene expression*.^{4,6,14}

Unsur mineral Besi (Fe) memiliki kadar yang lebih tinggi pada PCC dibandingkan dengan material MTA lainnya. Kandungan bahan bangunan unsur Fe dibutuhkan sebagai penguat struktur bangunan, namun kadar Fe yang berlebih apabila digunakan pada material kedokteran gigi dapat menjadi penyebab terjadinya perubahan warna pada gigi dikarenakan unsur mineral Fe merupakan salah satu *chromophore* terkuat. Unsur Alumina juga ditemukan pada material PCC, namun dengan kadar yang berbeda jika dibandingkan dengan MTA Angelus dan MTA Rootdent. Berdasarkan hasil karakterisasi XRF ditemukan pula unsur alumina (Al) pada material PCC. Unsur ini berfungsi sebagai bahan tambahan pada material bahan baku pembuatan semen portland. Kandungan alumina di dalam sebuah material semen menentukan komposisi cairan dalam *clinker* dan penambahan unsur ini mempengaruhi *setting time* pada material semen tersebut. Kadar kandungan Al_2O_3 maksimum dalam semen portland adalah 3-8% (SNI 15-7064-2004).^{15,16} Berdasarkan hasil dari karakterisasi tersebut dapat disimpulkan bahwa material PCC memiliki *setting time* yang cepat. Karakterisasi XRF juga ditampilkan dalam bentuk diagram grafik, sinar XRF yang ditangkap oleh unsur-unsur mineral yang terbanyak akan memiliki puncak grafik yang tinggi seperti yang ditunjukkan masing-masing pada gambar 1,2 dan 3. Karakterisasi yang dihasilkan pada ketiga gambar tersebut, menunjukkan unsur mineral kalsium yang terbanyak dengan tampilan puncak grafik yang tinggi diantara unsur mineral yang lain.

Hasil karakterisasi XRF yang terlihat berbeda pada ketiga material penelitian yaitu tidak ditemukannya unsur bismuth (Bi) pada material PCC, namun terdapat pada kedua material MTA. Bismuth merupakan material logam yang memiliki toksisitas rendah serta, serta dapat ditemukan di alam dalam bentuk *bismuthine* dan *bismuth oxide*. Pada bidang kedokteran gigi, unsur ini ditambahkan pada suatu material untuk menambah tingkat radiopasitas sehingga dapat dibedakan dengan struktur jaringan sekitar dan menunjukkan area kosong serta bentuk yang tidak sempurna pada suatu hasil radiograf. Penambahan material ini menurut beberapa penelitian dapat mempengaruhi *physicochemical properties*

seperti *setting time*, reaksi hidrasi dan porisitas serta densitas suatu material.¹⁶⁻²⁰

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan konsentrasi kalsium yang dimiliki semen portland Aceh lebih tinggi dari Rootdent dan hampir setara dengan MTA Angelus. Persentase konsentrasi berbeda juga ditunjukkan pada unsur Besi (Fe) yang lebih besar pada semen portland Aceh. Perbedaan pada ketiga material ini hanya terletak pada unsur bismuth yang tidak terdeteksi pada semen portland Aceh, karena bismuth merupakan material yang ditambahkan sebagai peningkat radiopasitas suatu material.

DAFTAR PUSTAKA

1. Raghavendra SS, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramic in Endodontics A Review. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017. 51(3):128-137.
2. Iffat N, Sanchit J, Shradha S, Ashik AL, Kashish j, Neha S. Bioceramic in operative dentistry and endodontic. *International Journal of medical and Oral Research*. 2016;1(2):1-8.
3. Kajol R, Manoj C, Pradnya N, Pooja C. Bioceramic : A Modern Approach to Cements in Endodontic. *International Journal of Current research And Review*. 2021;13(10):57-61.
4. Irawan RM, Margono A, Djauhari N. The comparison of calcium release and pH change from modified MTA and bioceramics in regeneration. *IOP Conf.Series: Journal of Physics*. 2017;10(1):1-6.
5. Tawil PZ, Galicia J. Mineral Trioxide Aggregate (MTA): Its History, Composition, and Clinical Applications. *Journal of Compendium*. 2015.36(4): 247-254.
6. Neto S, Schnaider TB, Gragnani A, Paiva AP, Novo NF, Ferreira LM. Portland Cement with Additives in The Repair of Furcation Perforation in Dogs. *Acta Cirurgia Brasileira*. 2012;27(11). 809-14
7. Viola NV, Filho MT, Cerri PS. MTA versus Portland Cement:A Review of Literature. *RSBO*. 2011;4(1):446-52.
8. Sutar SN, Patil PV, Chavan RV, Maske MM. Study and Review Ordinary

- Portland Cement. *ASEAN Journal of Science and Engineering*. 2021.1(3):153-160.
9. Jafari, F & Jafari, S. Composition and Physicochemical Properties of Calcium Silicate Based Sealers : A Review Article. *Journal section: Operative dentistry and Endodontics*. 2017;9(10):1249-55.
10. Maura C, Matheus CB, Fabio LM, Luiz ER, Orlando A, Ricardo D, et al. Analysis of Metal Contents in Portland Type V and MTA Based Cements. *The Scientific World Journal*. 2014; 10(1): 1-6.
11. Khan S, Kaleem M, Fareed M, Habib A, Iqbal K, Aslam A, et al. Chemical and morphological characteristics of mineral trioxide aggregate and portland cements. *Dental Material Journal*. 2016. 35(1): 112-7.
12. Lierena HC, Rodriguez VM, Mariana G, Faria G, Tanomar JM, Filho MT. Physicochemical Properties of Bioceramic Repair Material-Bio MTA. *Brazilian dental Journal*. 2020;31(5):511-515.
13. Nicholson T, Kahler B, Walsh LJ. Mineral Trioxide Aggregate A review of Properties and Testing Methodologies. *Journal Materials*. 2017;10(12) 1-18.
14. Irawan, RR. Kajian Sifat Kimia, Fisika dan Mekanik Semen Portland di Indonesia. *Jurnal Jalan Jembatan*. 2017;34(2): 79-90.
15. Ni Nyoman K, Rawiana S, Ni Putu RD. Characteristic of Pozzolan and Composite Portland Cements for Sustainable Concrete's Material. *Aceh International Journal of Science and Technology*. 2020;9(1):40-49.
16. Primathena I, Nudin D, Adang RAH, Cahyanto A. Composition and Functional Groups Evaluation of Indonesian Grey Portland Cements ad Material for Dental Application. *Key Engginering Materials*. 2018;782: 256-261.
17. Oyedotun T, Temitope D. X-ray fluorescence (XRF) in the investigation of the composition of earth materials: a review and an overview. *Geology, Ecology andLandscape Open Access*. 2018. 10(1):1-8.
18. Jamaludin A, Adiantoro D. Analisis Kerusakan X ray Fluorescence (XRF). *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*. 2012. 9(5):19-28.
19. Chang SW, Baej SH, Yang HC, Seo DG, HongST, et al. Heavy Metal Analysis of Ortho MTa and ProRoot MTA. *Journal of endodontic*. 2011. 8(20):1-4.
20. Borges AH, Guedes OA, Dorileo MC,Bandeca MC, Estrela CR, Estrela C. Analysis of Chemical Elements and Heavy Metals in MTA Fillapex and AH Plus. *OHDM*. 2014. 13(4):1007-12.
21. Dorileo MC, Bandeca MC, Pedro FL, Volpato LE, Guides OA, Villa RD, et al. Analysis of Metal Contents in Portland Type V and MTA Based Cements. *The Scientific World Journal*. 2014:1-6.