

BAB 5 HASIL PENELITIAN

5.1. KOMPOSISI KALSIMUM

Hasil rata – rata pengukuran komposisi kalsium pada sampel adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 1. Rata – rata komposisi kalsium email

	Kontrol	Perlakuan	p
Konsentrasi xylitol 20%	30,08% ± 16,86%	42,80% ± 4,36%	0,424
Konsentrasi xylitol 50%	20,07% ± 14,78%	41,27% ± 1,52%	0,045

Uji normalitas data menunjukkan bahwa data mempunyai distribusi normal. Berdasarkan uji statistik dengan *One Way Anova*, didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan bermakna rata – rata komposisi kalsium email antara kelompok sampel kontrol dengan kelompok sampel perlakuan.

Untuk mengetahui kelompok yang memiliki perbedaan bermakna dilakukan Uji *Post Hoc*, dan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Perbandingan rata – rata komposisi kalsium email antara kelompok sampel kontrol dengan kelompok sampel perlakuan konsentrasi xylitol 20% tidak berbeda bermakna ($p > 0,05$).
2. Perbandingan rata – rata komposisi kalsium email antara kelompok sampel kontrol dengan kelompok sampel perlakuan konsentrasi xylitol 50% berbeda bermakna ($p < 0,05$).

5.2. KOMPOSISI FOSFOR

Hasil rata – rata pengukuran komposisi fosfor pada sampel adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 2. Rata – rata komposisi fosfor email

	Kontrol	Perlakuan	p
Konsentrasi xylitol 20%	19,87% ± 7,09%	25,32% ± 2,13%	0,545
Konsentrasi xylitol 50%	11,69 ± 10,06%	24,82% ± 0,83%	0,047

Uji normalitas data menunjukkan bahwa data mempunyai distribusi normal. Berdasarkan uji statistik dengan *One Way Anova*, didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan bermakna rata – rata komposisi fosfor email antara kelompok sampel kontrol dengan kelompok sampel perlakuan.

Untuk mengetahui kelompok yang memiliki perbedaan bermakna dilakukan Uji *Post Hoc*, dan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Perbandingan rata – rata komposisi fosfor email antara kelompok sampel kontrol dengan kelompok sampel perlakuan konsentrasi xylitol 20% tidak berbeda bermakna ($p > 0,05$).
2. Perbandingan rata – rata komposisi fosfor email antara kelompok sampel kontrol dengan kelompok sampel perlakuan konsentrasi xylitol 50% berbeda bermakna ($p < 0,05$).

5.3. KOMPOSISI SENYAWA KRISTAL

Hasil identifikasi senyawa kristal sampel pasca XRD adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 3. Komposisi senyawa kristal email

Sampel	Komposisi Senyawa Kristal
S1 kontrol positif	Fluorapatit
S1 kontrol negatif	Fluorapatit
S1 perlakuan xylitol 20%	Fluorapatit
S2 kontrol positif	Hidroksiapatit
S2 kontrol negatif	<i>Amorphous</i>
S2 perlakuan xylitol 50%	Fluorapatit

BAB VI PEMBAHASAN

Karies gigi merupakan penyakit multifaktorial yang mempunyai prevalensi yang besar di Indonesia, yaitu 90,05%.⁶ Dampak dari karies tidak hanya terjadi pada struktur gigi, tetapi juga dapat mempengaruhi komponen lain di rongga mulut, kondisi tubuh secara keseluruhan, dan bahkan aktivitas sosial individu. Karies gigi membuat gigi mudah tanggal sebelum waktunya (*premature loss*) dan kemudian berkembang menjadi maloklusi yang dapat mengganggu proses pengunyahan.⁴ Kavitas pada gigi karies juga dapat menjadi *port d'entre* atau *focal infection* dari berbagai macam penyakit pada organ lain seperti penyakit kulit, jantung, dan THT.⁵ Ketika penyakit gigi berkembang lebih jauh, maka aktivitas sosial penderitanya dapat terganggu sehingga mengurangi produktivitas, sedangkan produktivitas sangat menentukan kualitas hidup seseorang. Melihat dampak – dampak tersebut dan mengingat tingkat prevalensi yang tinggi, maka diperlukan upaya penanggulangan, baik secara kuratif maupun preventif. Upaya pencegahan karies dapat mengubah status penyakit progresif ini jika diberdayakan, sehingga diperlukan metode – metode pencegahan yang dapat diakses dan diterapkan oleh masyarakat secara mandiri, sesuai dengan visi Indonesia Sehat 2010.²⁷ Salah satu metode pencegahan yang dinilai efektif antara lain aplikasi agen – agen pencegah karies, seperti fluoride yang sudah cukup lama dikembangkan dan xylitol yang mulai populer di Indonesia.

Xylitol diklaim mempunyai efek *cariostatic* dan *anticariogenic*. Hal ini berkaitan dengan sifat xylitol tidak dapat difermentasi oleh bakteri kariogenik. Karena xylitol tidak difermentasi, maka xylitol tidak akan menghasilkan produksi asam pada plak dan level pH pada mulut akan tetap netral. Xylitol dalam konsentrasi tinggi diketahui membentuk kompleks dengan Ca^{2+} , berpenetrasi ke email terdemineralisasi dan berinterferensi dengan *dissolved ions transport* dari lesi ke *demineralizing solution*.²¹ Efek positif juga terlihat pada pembentukan dan perbaikan kristal apatit pasca remineralisasi.²² Sifat – sifat xylitol tersebut menunjukkan potensi gula alkohol ini sebagai agen pencegah karies. Tidak seperti

fluoride, xylitol dapat dikonsumsi sehari – hari dan tersedia dalam berbagai bentuk seperti permen karet, mint, tablet yang dapat dikunyah, *lozenges*, pasta gigi, *mouthwashes*, obat batuk, dan produk lainnya yang aman bagi tubuh.⁹ Dengan konsumsi xylitol yang adekuat, email gigi akan lebih resisten terhadap proses demineralisasi sehingga karies pun dapat dicegah.

Pada penelitian ini digunakan sampel email yang diambil dari gigi premolar dan molar yang diekstraksi untuk perawatan orthodontik. Perlakuan permukaan email dengan xylitol dilakukan dengan menggunakan larutan remineralisasi yang mengandung 20% dan 50% xylitol, waktu perendaman selama dua minggu dalam suhu 37°C. Larutan remineralisasi terdiri dari Ca²⁺ 1 mM, PO₄³⁻ 0.6 mM, F⁻ 0.05 mM. Komposisi ini disesuaikan dengan sifat larutan remineralisasi yang ideal yaitu hidrofilik, memiliki viskositas yang rendah sehingga memungkinkan untuk berpenetrasi ke dalam lesi *subsurface*, antibakteri, suplemen saliva, dan beraksi cepat (*rapid-acting*).¹¹ Dengan komposisi tersebut, tersedia ion – ion yang dibutuhkan untuk proses remineralisasi. Konsentrasi xylitol 20% dalam larutan remineralisasi berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Takaaki Yanagisawa yang menunjukkan remineralisasi pada email yang mengalami demineralisasi.²² Konsentrasi xylitol 50% berdasarkan rata – rata kandungan xylitol pada permen karet sebagai bentuk yang paling sering dikonsumsi sehari - hari. Perendaman selama dua minggu dilakukan atas dasar penelitian – penelitian oleh Takaaki Yanagisawa et al (*Remineralization effects of xylitol in demineralized enamel*, 2003), Twetman S dan Steckslen-Blicks C (*Effect of xylitol containing chewing gums on lactic acid production in dental plaque from caries active pre-school children*, 2003), serta Scheinin A et al (*xylitol-induced changes of enamel microhardness paralleled by microradiographic observations*, 1983) yang menunjukkan bahwa waktu aplikasi xylitol selama dua minggu terbukti berpengaruh terhadap kondisi email.^{28,29} Suhu 37°C dipilih karena sesuai dengan suhu tubuh manusia.

Proses demineralisasi permukaan email pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan asam asetat 0.01 M dengan pH 4.0 selama 2 hari pada suhu 50°C. Penggunaan asam dengan pH 4.0 diasumsikan akan menyebabkan proses

demineralisasi kristal hidroksiapatit, atau bahkan fluorapatit.¹ Suhu 50°C dipilih karena unsur – unsur logam yang mungkin terkandung di dalam email lebih reaktif pada suhu hangat sehingga demineralisasi dapat terjadi lebih signifikan.²⁸

Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian laboratorik terhadap email yang diberikan perlakuan xylitol maupun tidak. Sebelum direndam di dalam larutan demineralisasi (asam asetat), setiap gigi dibagi menjadi sampel perlakuan dan sampel kontrol. Hal ini dilakukan agar kedua sampel berasal dari spesimen gigi yang sama dan diasumsikan mempunyai profil kimia awal yang relatif sama, baik komposisi kalsium, fosfor maupun senyawa kristal.

Pengukuran komposisi kalsium dan fosfor pada penelitian ini dilakukan menggunakan EDX. Alat ini dapat mengukur komposisi berbagai unsur pada satu sampel yang dinyatakan dalam persen, sehingga dapat memberikan perbandingan komposisi unsur antara kelompok sampel perlakuan dengan kelompok sampel kontrol.

Untuk mengidentifikasi komposisi senyawa kristal sampel, penelitian ini menggunakan metode XRD. Hasil XRD berupa spektrum, sudut 2θ dan *d-spacing*. Setiap kristal material solid mempunyai *d-spacing* yang berbeda – beda. Setelah *d-spacing* didapatkan, maka dilakukan prosedur *search/match*, yaitu mencocokkan *d-spacing* sampel dengan *International Center Diffraction Data* (ICDD) sehingga didapatkan kristal yang terkandung di dalam sampel.

Komposisi kalsium yang diperoleh pada penelitian ini adalah $30,08\% \pm 16,86\%$ pada kelompok sampel kontrol negatif xylitol 20%, $42,80\% \pm 4,36\%$ pada kelompok sampel perlakuan xylitol 20%, $20,07\% \pm 14,78\%$, pada kelompok sampel kontrol negatif xylitol 50%, dan $41,27\% \pm 1,52\%$ pada kelompok sampel perlakuan xylitol 50%.

Komposisi kalsium yang diperoleh pada penelitian ini adalah $19,87\% \pm 7,09\%$ pada kelompok sampel kontrol negatif xylitol 20%, $25,32\% \pm 2,13\%$ pada kelompok sampel perlakuan xylitol 20%, $11,69 \pm 10,06\%$, pada kelompok sampel kontrol negatif xylitol 50%, dan $24,82\% \pm 0,83\%$ pada kelompok sampel perlakuan xylitol 50%.

Komposisi senyawa kristal yang diidentifikasi pada penelitian ini adalah *fluorapatite* untuk sampel S1 kontrol positif, negatif, dan sampel perlakuan xylitol 20%. Pada kelompok sampel S2, ditemukan kristal *hydroxyapatite* pada sampel S2 kontrol positif, material *amorphous* pada sampel S2 kontrol negatif, dan *fluorapatite* pada sampel S2 perlakuan xylitol 50%.

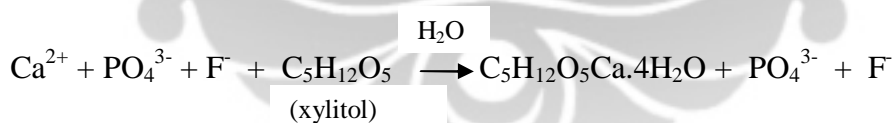
Ketika kristal hidroksiapatit bereaksi dengan asam, ikatan kalsium dan fosfat terlepas menjadi HPO_4^{2-} dan Ca^{2+} yang dijelaskan di reaksi berikut,



Jika tidak terdapat inhibitor, maka kedua ion tersebut akan mengalami pengendapan spontan dalam lingkungan saliva ataupun larutan remineralisasi karena semua senyawa fosfat mempunyai sifat tidak dapat larut di dalam air kecuali jika berikatan dengan golongan logam alkali atau amonium, sedangkan kalsium merupakan anggota golongan alkali tanah yang kurang reaktif dan sulit larut.³⁰ Pengendapan spontan tersebut disebut juga *primary precipitation*. Ca^{2+} dan PO_4^{3-} akan membentuk garam kalsium fosfat yang dapat mengalami *secondary precipitation* atau pembentukan kristal pada larutan tersebut karena sifat tidak dapat larut dari senyawa fosfat.³⁰ Ion – ion yang mengendap tersebut tidak dapat berpenetrasi ke dalam email yang mengalami demineralisasi.

Xylitol merupakan inhibitor pengendapan garam kalsium yang baik. Xylitol membentuk kompleks dengan Ca^{2+} sehingga tidak terbentuk garam kalsium fosfat.³¹ Xylitol membentuk kompleks dengan kalsium dengan cara berkompetisi dengan molekul air pada *primary hydration layer* dari kalsium.³¹ Maka dari itu, ion kalsium (Ca^{2+}) dan fosfat (PO_4^{3-}) dapat berpenetrasi ke dalam email sebagai komponen utama remineralisasi. Syarat suatu material berpenetrasi ke dalam tulang dan gigi adalah biokompatibel, dalam bentuk terlarut (*soluble form*), *bioresorbable*, dan dalam ukuran sekecil mungkin (*nanometer-sized*).³² Kalsium fosfat atau $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ berukuran 0.52 – 3.33 μm atau 5200 – 33.3000 Å.³⁴ Ukuran ini menyebabkan kalsium fosfat tidak dapat masuk ke dalam matriks interkristalin yang berukuran 17 Å ataupun lorong mikro kristal apatit.^{11,12}

Sebaliknya ion kalsium (Ca^{2+}) yang mempunyai jari – jari ion 99 pm atau 0.99 Å dan ion fosfat (PO_4^{3-}) yang mempunyai jari – jari ion 31 pm atau 0.31 Å dapat dengan bebas masuk ke dalam matriks tersebut. Begitu pula dengan ion – ion lain yang mempunyai jari – jari ion yang sama dengan komponen hidroksiapatit, seperti F^- dengan jari – jari ion 1.17 – 1.19 Å atau 117 – 119 pm yang dapat menggantikan gugus OH^- .^{13,14} Hal ini menyebabkan meningkatnya komposisi kalsium dan fosfor pada email yang direndam pada larutan remineralisasi yang mengandung xylitol, terutama xylitol 50%, yang menunjukkan peningkatan komposisi yang signifikan. Hasil ini seiring dengan pernyataan bahwa xylitol dalam konsentrasi tinggi diketahui membentuk kompleks dengan Ca^{2+} , berpenetrasi ke email terdemineralisasi.²² Hasil ini juga senada dengan hasil penelitian efek xylitol terhadap mineral tulang tikus wistar yang menunjukkan bahwa xylitol dalam diet tikus tersebut meningkatkan konsentrasi kalsium dan fosfor tulang.³⁵ Untuk sampel email, kelompok sampel yang direndam dalam larutan remineralisasi dengan konsentrasi xylitol 20% menunjukkan peningkatan komposisi kalsium dan fosfor, tetapi tidak sebermakna peningkatan kelompok sampel yang direndam dalam larutan remineralisasi dengan konsentrasi xylitol 50%. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi xylitol, semakin bermakna peningkatan komposisi kalsium dan fosfor email. Berikut, reaksi yang terjadi dalam eksperimen ini³⁶:



Reaksi ini menunjukkan ikatan antara xylitol dan kalsium dalam reaksi. Reaksi alkohol dan logam alkali tanah tersebut menyebabkan baik ion F^- maupun PO_4^{3-} tidak membentuk garam solid dengan kalsium sehingga ion – ion tersebut dapat berpenetrasi ke dalam matriks interkristalin dan membentuk fluorapatit dengan reaksi:



Bersinergi dengan hasil analisa EDX, hasil analisa XRD menunjukkan salah satu sampel email kontrol negatif (S1 kontrol negatif) mengandung senyawa kristal fluorapatit, sedangkan sampel kontrol negatif lainnya (S2 kontrol negatif) menunjukkan kandungan *amorphous*, yang berarti struktur atomnya tidak tersusun secara beraturan. Susunan ini disebabkan oleh demineralisasi gigi yang menghancurkan struktur kristal hidroksiapatit yang tersusun dengan teratur.

Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh sampel perlakuan. Kedua sampel email yang direndam dalam larutan remineralisasi terbukti mengandung senyawa kristal fluorapatit, yang merupakan kristal yang terbentuk dari kalsium, fosfat, dan fluor. Untuk kelompok S1, hasil ini kurang signifikan karena baik kontrol positif maupun kontrol negatifnya juga diidentifikasi sebagai fluorapatit. Identifikasi tersebut mungkin disebabkan oleh email sampel yang dari awal mengandung fluorapatit yang lebih resisten terhadap asam sehingga perlakuan demineralisasi pada akhirnya kurang berpengaruh. Perlakuan xylitol pun menjadi kurang signifikan karena hal tersebut.

Untuk kelompok S2, kristal yang diidentifikasi dari sampel perlakuan menunjukkan perubahan yang signifikan. Dari sampel S2 kontrol negatif yang *amorphous*, menjadi sampel S2 perlakuan yang merupakan fluorapatit. Sampel S2 kontrol positif sendiri menunjukkan kristal hidroksiapatit, kristal yang secara normal terdapat di email. Kristal hidroksiapatit tersebut menjadi *amorphous* setelah mengalami demineralisasi dan pasca remineralisasi menjadi fluorapatit. Rangkaian ini tidak lepas dari peran xylitol dalam menghambat pengendapan kalsium, fosfat, dan fluor sebagai komponen kristal fluorapatit. Xylitol berikatan dengan Ca^{2+} sehingga ion logam alkali tanah tersebut tidak bereaksi dengan ion PO_4^{3-} ataupun ion F^- untuk membentuk senyawa yang tidak dapat larut dalam air dan berukuran lebih besar dari matriks interkristalin email. Terhambatnya pengendapan kalsium, fosfat, dan fluor mengakibatkan ketiga ion tersebut dapat berpenetrasi ke dalam email. Dengan demikian, xylitol menstabilkan kalsium, fosfat, dan fluor agar dapat merestorasi kristal yang telah terperforasi, membentuk kristal baru dan memelihara pertumbuhan kristal email gigi.³⁷