

BAB VI

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kalsium dari tulang sapi terhadap kekerasan dan kekasaran enamel gigi. Sebelumnya, tulang sapi dikalsinasi dan diuji dengan X-Ray Fluorosensi (XRF) untuk mengetahui unsur dalam bahan secara kualitatif dan kuantitatif.

Pada penelitian ini tulang sapi di kalsinasi pada suhu 1000°C selama 5 jam yang akan menghasilkan bubuk CaO dengan warna putih keabu-abuan yang tidak berbau. Perubahan warna yang terjadi disebabkan karena perubahan komposisi unsur pengisi pada saat proses kalsinasi berlangsung, yang dimana CaCO_3 (kalsium karbonat) pada tulang sapi akan terurai menjadi CaO (kalsium oksida) sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Darjito *et al* (2014). Berdasarkan hasil uji XRF terbukti bahwa tulang sapi yang diteliti memiliki kandungan kalsium yang tinggi yaitu sebesar 85,01%.

Konsentrasi kalsium yang tinggi dapat berpengaruh terhadap sifat mekanis dari email gigi, berkurangnya konsentrasi kalsium dari email gigi dapat merubah sifat mekanis dari email gigi. Kadar kalsium yang tinggi juga dapat mencegah karies, hal tersebut dikarenakan kalsium mempunyai peranan yang penting dalam proses remineralisasi enamel gigi (Xiaoxe, 2014). Kalsium merupakan penyusun utama rigiditas dan kekuatan pada enamel gigi. Kehilangan kalsium dapat menyebabkan terputusnya lapisan interprismatik enamel yang akan menyebabkan ketidakteraturan dan kekasaran enamel gigi, sehingga membentuk retensi yang baik untuk bakteri dan akan meningkatkan resiko terjadinya karies gigi (Verisqa, 2008). Sifat mekanis enamel gigi dapat dilihat dari kekerasan dan kekasarannya, apabila kandungan mineral didalam nya rendah maka hal tersebut akan membuat

enamel gigi menjadi lebih kasar dan berkurang kekerasannya, begitu juga sebaliknya (Dianti, 2014). Hilangnya ion-ion mineral pada enamel gigi akan menyebabkan perubahan pada sifat mekanis enamel gigi, yang akan menyebabkan penurunan kekerasan dan peningkatan kekasaran enamel. Menurunnya kekerasan enamel gigi dan berkurangnya mineral akan menyebabkan erosi pada permukaan enamel gigi, yang dapat diukur dengan menggunakan berbagai teknik fisik seperti uji kekerasan mikro, analisis tampilan email, atau analisis kandungan kimia (Seow, 2005).

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa pada kelompok kontrol terjadi peningkatan kekasaran enamel gigi, sedangkan pada kelompok perlakuan ke-1, ke-2 dan ke-3 terjadi penurunan kekasaran. Kelompok kontrol mengalami penurunan kekerasan, sedangkan pada kelompok ke-1, ke-2, dan ke-3 terjadi peningkatan kekerasan. Penurunan kekerasan dan peningkatan kekasaran pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan sebelum direndam dengan larutan kalsium disebabkan oleh larutan *pH-cycling* yang bersifat asam sehingga mengakibatkan terbentuknya lesi dibawah permukaan enamel yang bersifat menyerupai lesi karies, yang masih berupa mikroporositas, lesi awal tersebut masih bersifat reversibel, yang berarti pembentukan lesi tersebut masih bisa dihentikan apabila ion-ion mineral bisa digantikan, sesuai dengan penelitian tentang *pH-Cycling* yang dilakukan oleh Dogan (2004) menyebutkan bahwa proses *pH-Cycling* merupakan suatu simulasi yang menyerupai proses karies pada rongga mulut yang sebenarnya, oleh karena itu proses *pH-cycling* dapat digunakan dalam berbagai penelitian agar terciptanya evaluasi yang baik. Menurut Estebanz *et al* (2005) lesi yang terbentuk dikarenakan pengeroposan yang diakibatkan *pH* yang rendah, sehingga ion-ion mineral akan terlepas dan

menyebabkan lembah pada enamel gigi berjarak semakin lebar. Proses demineralisasi mengakibatkan ion hidrogen berikatan dengan ion fosfat pada hidroksiapatit sehingga menjadi HPO_4^{2-} dimana ion tersebut tidak dapat seimbang dengan ikatan hidroksiapatit normal, karena hidroksiapatit normal mengandung PO_4^{3-} dibandingkan dengan HPO_4^{2-} sehingga sebagian kristal hidroksiapatit enamel akan larut. Demineralisasi yang terus menerus akan membentuk pori-pori atau porositas pada permukaan enamel yang sebelumnya tidak ada (Widyaningtyas, 2014). Menurut Prasetyo (2005) erosi gigi yang terjadi akan menyebabkan kehilangan sebagian prisma enamel yang apabila terus berlanjut akan membentuk porositas. Porositas akan menyebabkan penurunan kekerasan gigi.

Berdasarkan hasil uji *Post Hoc Tukey* didapatkan bahwa Perlakuan 1 memberikan perbedaan kekasaran yang signifikan dengan perlakuan 2, perlakuan 3, dan kontrol karena memiliki nilai sig. atau p-value < 0,05. Namun Perlakuan 3 memberikan perbedaan yang tidak signifikan dengan kontrol karena memiliki nilai sig. > 0,05. Terjadinya nilai yang signifikan dan tidak signifikan dilihat dari perbedaan antar kelompok, dikatakan signifikan apabila nilai perbedaan antar dua kelompok tersebut memenuhi batas nilai signifikansi, walaupun perlakuan 3 mengalami penurunan kekasaran namun nilai perubahannya jika dibandingkan dengan kontrol nilainya tidak mencapai batas nilai signifikansi, sehingga dinilai sama atau tidak signifikan dengan kontrol, seperti yang didapatkan dari hasil penelitian bahwa penurunan kekasaran pada kelompok 3 tidak memberikan hasil yang optimal. Uji *Post Hoc Tukey* kekerasan didapatkan bahwa Perlakuan 1 memberikan perbedaan kekerasan yang signifikan dengan perlakuan 3, dan kontrol karena memiliki nilai sig. atau p-value < 0,05. Namun hanya perlakuan 1

memberikan perbedaan yang tidak signifikan dengan perlakuan 2 karena memiliki nilai sig. > 0,05. Nilai peningkatan kekerasan perlakuan 1 jika dibandingkan dengan perlakuan 3 dan kontrol menunjukkan perbedaan yang besar dan memenuhi batas nilai signifikansi dikarenakan pada perlakuan 3 tidak menunjukkan peningkatan kekerasan yang optimal begitu juga dengan kontrol, perlakuan 1 dengan perlakuan 2 tidak menunjukkan perubahan yang besar dikarenakan perlakuan 1 dan perlakuan 2 sama sama mengalami peningkatan kekerasan yang perbedaannya tidak terlampau jauh sehingga didapatkan nilai dibawah batas signifikansi atau dinilai sama. Dari penjelasan sebelumnya dapat diartikan bahwa kelompok ke-2 dengan konsentrasi kalsium 3 mM menunjukkan penurunan kekasaran terbanyak, dan didapatkan peningkatan kekerasan terbanyak pada kelompok ke-1 dengan konsentrasi kalsium 1 mM. Perbedaan nilai kekasaran dan kekerasan bisa terjadi karena terdapat perbedaan jumlah kandungan kalsium pada setiap kelompok. Dosis kalsium yang optimal untuk remineralisasi enamel gigi yaitu 1-3 mM, karena konsentrasi kalsium yang berada pada saliva sebanyak 1-2,5 mM/L (Selviani, 2016). Sehubungan dengan jumlah kandungan kalsium yang terkandung dalam saliva, kandungan kalsium berlebih pada mulut tidak akan diserap namun akan berdifusi ke lingkungan, oleh karena itu dosis kalsium 5 mM kurang optimal sebagai larutan remineralisasi, sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Flaits *et al* (1996) yang telah membuktikan bahwa dosis larutan remineralisasi yang efektif yaitu 1-3 mM. Penelitian tersebut membuktikan bahwa kalsium yang dibutuhkan untuk remineralisasi enamel adalah sebanyak 1-3 mM, pada konsentrasi 5 mM tetap terjadi penurunan kekasaran dan peningkatan kekerasan namun tidak sebanyak pada konsentrasi 1-3 mM. Penelitian yang dilakukan oleh Hasanah (2014) juga menyebutkan apabila ion

kalsium yang hilang saat proses demineralisasi pada rongga mulut sudah cukup tergantikan maka kelebihan nya akan berdifusi ke lingkungan. Namun, pada penelitian yang sudah dilakukan oleh Walupi (2014) telah membuktikan dosis kalsium 1-3 mM dapat meningkatkan kekerasan enamel gigi tapi tidak terbukti dapat menurunkan kekasaran enamel gigi. Pada penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa penurunan kekasaran tidak di ikuti dengan peningkatan kekerasan, hal ini bisa terjadi karena terdapat kemungkinan permukaan enamel yang direndam asam akan jauh lebih halus daripada permukaan enamel normal, hal tersebut dikarenakan terdapat destruksi permukaan enamel yang menyeluruh sehingga sudah tidak terbentuk puncak dan lembah pada permukaan enamel karena terpapras. Menurut Estebanz *et al* (2005) destruksi masif tersebut kemungkinan dikarenakan waktu perendaman dengan asam asetat cukup lama yang menyebabkan proses pengetsaan non-selektif permukaan enamel dan terjadi demineralisasi sama rata sehingga menyebabkan permukaan enamel semakin halus. Penelitian yang telah dilakukan oleh Walupi (2014) juga mendapatkan kesimpulan bahwa peningkatan kekerasan enamel gigi tidak di ikuti dengan penurunan kekasaran enamel gigi.

Proses remineralisasi yang terjadi pada kelompok perlakuan ke-1, ke-2 dan ke-3 bisa terjadi karena larutan kalsium dari tulang sapi akan melepaskan ion kalsium, ion kalsium tersebut pada awalnya akan terdeposit pada permukaan mikroporositas, lalu akan berpenetrasi kedalam mikroporositas enamel, dan nantinya akan terserap oleh *hypomineralized enamel* yaitu enamel yang telah mengalami proses demineralisasi, sehingga proses demineralisasi bisa terhentikan dan akan menginisiasi terjadinya proses remineralisasi. Menurut Walupi (2014), mikroporositas enamel akan terisi dengan ion kalsium dari larutan

remineralisasi dikarenakan ion mineral yang hilang hanya bisa digantikan dengan ion mineral yang memiliki jari-jari ionik yang sama. Setelah ion kalsium berdifusi kedalam lesi enamel, aktivitas ion kalsium dan fosfat meningkat, peningkatan Dikalsium Fosfat ($CaHPO_4$) akan mengimbangi turunnya nilai *pH* sehingga akan mencegah demineralisasi email (Vashisht, 2010).

Berdasarkan hasil uji dari *Paired T-Test* terdapat perbedaan bermakna hasil uji kekasaran dan kekerasan enamel gigi sebelum dan sesudah dilakukan perendaman pada larutan kalsium dari tulang sapi secara *in vitro*. Jika dibandingkan hasil pengukuran kekasaran dan kekerasannya, kelompok kontrol mempunyai tingkat kekerasan yang lebih rendah dan kekasaran yang lebih tinggi dibandingkan kelompok perlakuan hal ini dikarenakan proses demineralisasi yang terjadi pada sampel enamel gigi kelompok kontrol terus berlangsung, karena ion-ion kalsium yang hilang dalam enamel gigi tidak tergantikan sehingga proses remineralisasi tidak dapat terjadi, larutan akuades tidak mampu mengembalikan kalsium yang hilang akibat terpaparnya enamel dengan asam dari larutan *pH-cycling*, walaupun sampel enamel gigi sudah direndam dalam larutan akuades selama 14 hari, tetap tidak dapat membuat enamel gigi menjadi lebih halus dan keras. Pada kelompok perlakuan 1, 2, dan 3, telah terjadi peningkatan kekerasan dan penurunan kekasaran yang menandakan telah terjadinya pengembalian ion kalsium yang hilang, yang ditandai dengan kalsium yang berpenetrasi ke dalam lapisan interprismatik enamel, Menurut Liwang dkk (2014), kandungan ion kalsium yang terdapat pada larutan remineralisasi berguna sebagai penyedia cadangan ion kalsium yang akan bekerja untuk menggantikan ion kalsium yang hilang pada saat proses demineralisasi terjadi. Mikroporositas yang terbentuk sebelumnya akan mempermudah difusi ion kalsium, sesuai dengan penelitian yang dilakukan

oleh Widyaningtyas *et al* (2014) yang mengatakan bahwa mikroporositas yang terbentuk karena asam akan mengakibatkan enamel gigi memiliki energi tegangan permukaan yang tinggi sehingga memungkinkan ion kalsium masuk ke dalam mikroporositas. Hasil analisa korelasi *pearson* kekerasan bernilai negatif yaitu -0,739 yang artinya saat variabel X (dosis semakin rendah, maka variabel Y (Kekerasan) akan semakin meningkat, dengan nilai r (koefisien korelasi) sebesar 0,739, nilai korelasi ini menunjukkan bahwa hubungan antara variabel Dosis dengan kekerasan termasuk kategori yang kuat. Hubungan variabel Dosis dengan Kekerasan memiliki hubungan yang signifikan karena memiliki p-value ($0,000 < 0,05$ (5%). Korelasi Kekasaran dengan dosis bernilai positif yaitu 0,524 yang artinya saat variabel X (Dosis semakin tinggi, maka Variabel Y (Kekasaran) akan semakin meningkat, dengan nilai r (koefisien korelasi) sebesar 0,524. Nilai korelasi ini menunjukkan bahwa hubungan antara variabel Dosis dengan Kekasaran termasuk kategori yang kuat. Hubungan variabel Dosis dengan Kekasaran memiliki hubungan yang signifikan karena memiliki p-value ($0,025 < 0,05$ (5%). Hasil uji korelasi *pearson* yang didapatkan menerangkan bahwa pada kekasaran dan kekerasan enamel gigi, semakin kecil dosis kalsium maka nilai kekasaran semakin kecil dengan kata lain enamel semakin halus, dan enamel semakin keras, dengan pemberian dosis kalsium standar 1 mM dan 2 mM jika dibandingkan dengan kelompok dosis 5 Mm. Penurunan kekerasan dan peningkatan kekasaran yang bermakna pada kelompok kontrol menandakan telah terjadinya proses demineralisasi dan telah hilangnya ion-ion mineral pada enamel gigi, hal tersebut terus berlanjut karena tidak terdapat proses pengembalian ion kalsium yang hilang, sehingga setelah dilakukan pengukuran kembali terhadap sampel enamel gigi kelompok kontrol, didapatkan nilai kekasaran yang terus meningkat, dan

kekerasan yang terus menurun. Sebaliknya dengan kelompok perlakuan 1, 2 dan 3 yang mengalami peningkatan kekerasan dan penurunan kekasaran dikarenakan telah terjadinya proses pengembalian kalsium yang hilang karena proses demineralisasi, mikroporositas yang terbentuk pada permukaan akan terisi dengan kalsium, sehingga menyebabkan permukaan gigi semakin halus serta semakin keras. Telah dibuktikan dari penelitian ini, bahwa konsentrasi kalsium yang optimal adalah 1-3 mM, pada kelompok yang direndam dengan dosis tersebut menunjukkan selisih yang lebih banyak dibandingkan dengan kelompok yang direndam dengan dosis 5 mM. Kalsium dengan dosis 5 mM akan meninggalkan kandungan kalsium yang berlebih pada rongga mulut, sehingga kalsium tersebut tidak akan terserap namun akan berdifusi ke lingkungan, hal itu menyebabkan kalsium dengan dosis yang lebih tinggi dari 1-3 mM tidak lebih optimal sebagai larutan remineralisasi enamel gigi.