

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Email

Adama merupakan sebutan email gigi dalam bahasa Yunani yang berarti baja (Tarigan, 2013). Email menurut kamus kedokteran gigi merupakan lapisan jaringan keras yang berkilauan yang menutupi mahkota gigi (Babbush, dkk., 2008). Email gigi merupakan lapisan yang sangat keras, putih dan berkilau (Roberson, 2006). Email berfungsi sebagai pelindung mahkota anatomis gigi (Scheid & Weiss, 2013). Email gigi melindungi dentin dan pulpa (Summitt, dkk., 2006).

Email merupakan bagian tubuh yang paling keras dan memiliki ketebalan yang bervariasi pada area yang berbeda (Heymann, dkk., 2013). Menurut Baud dan Labjoie dalam Tarigan (2013) menyatakan bahwa kekerasan email semakin berkurang seiring dengan makin dekatnya ke arah dentin. Orang dengan usia muda diketahui memiliki email gigi yang lebih lunak daripada email gigi pada orang dengan usia yang lebih tua. Email gigi cenderung rentan terhadap demineralisasi asam, seperti karies gigi (Heasman, 2003). Sekali email mengalami kerusakan, email tidak dapat memperbaiki dirinya sendiri (Heymann, dkk., 2013). Email merupakan lapisan yang sangat terkalsifikasi atau teremineralisasi. Kandungan mineral yang dimiliki email adalah kalsium hidroksiapatit

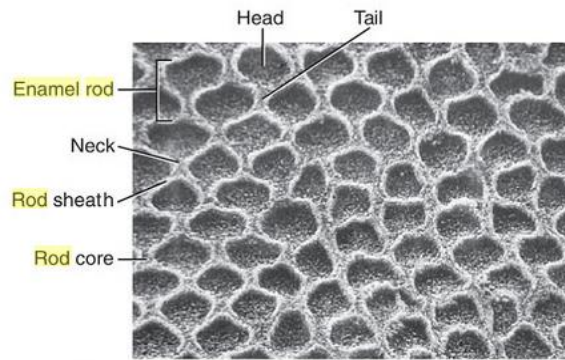
95% dan lainnya merupakan air dan matriks email (Scheid & Weiss, 2013).

a. Struktur

Enamel gigi secara struktural terdiri dari jutaan *enamel rod* atau prisma enamel, *rod sheath* dan *cementing inter-rod substance* (Heymann, dkk., 2013).

1) *Enamel rod* (prisma enamel)

Enamel rod merupakan komponen struktural enamel yang terbesar (Heymann, dkk., 2013). *Enamel rod* memiliki susunan yang saling bertumpuk dalam sebuah barisan. Susunan inilah yang membuat *rod* terlihat seperti lubang kunci bila dilihat dari arah melintang (Darby, 2012). Diameter *rod* dekat batas dentin sekitar 4 μm , sedangkan diameter *rod* pada bagian yang dekat dengan permukaan adalah 8 μm (Ritter, dkk., 2018). Setiap *rod* memiliki sebuah kepala dan ekor. Bagian kepala mengarah ke oklusal dan bagian ekor mengarah ke servikal (Garg & Garg, 2015). Lebar terbesar kepala *rod* adalah 5 μm dan pada ekor sebesar 1 μm . Sedangkan panjang total dari kepala sampai ekor adalah 9 μm (Chiego, Jr., 2018).



Gambar 1 *Enamel Rod* Darby, 2012)

Enamel rod memanjang dari *dentinoenamel junction* sampai ke permukaan gigi (Hand, & Frank, 2014). Kelompok *enamel rod* melengkung ke arah kanan atau kiri dan terdapat sedikit perbedaan pada sudutnya dibandingkan dengan kelompok lain yang berdekatan. Hal inilah yang menyebabkan enamel mampu untuk mastikasi dan menggigit (Chiego, Jr., 20018). Perbedaan arah pada *enamel rod* meminimalisasi potensi terjadinya fraktur ke arah aksial (Ritter, dkk., 2018). Variasi dari mineralisasi dan struktur *enamel rod* menghasilkan garis *Retzius* (Ritter, 2018). Namun, pada beberapa kasus garis ini tidak terlihat (Chiego, Jr., 2018). Garis ritzeus ini membentuk sudut 45° terhadap prisma *enamel* yang satu sama lain paralel. Muara dari garis ini adalah perikyamata (Tarigan, 2013).

2) *Cementing inter-rod substance*

Cementing inter-rod substance atau *interprismatic* berada di sekeliling bagian luar *rod* (Bath-Balogh, & Fehrenbach, 2011). Daerah ini biasanya memiliki lebar kurang dari $1 \mu\text{m}$ (Rao, 2009).

3) *Rod Sheath*

Rod sheath adalah permukaan dari setiap buah *rod*. *Rod sheath* ini mengandung sedikit lebih banyak material organik daripada *rod core* (Chiego, Jr., 2018). Daerah ini merupakan tempat kristal dari *rod* bertemu dengan daerah antar *rod* (Rao, 2009). *Rod sheath* terletak diantara *rod* dan *inter-rod* (Hand, & Frank, 2014).

b. Komposisi

Email gigi memiliki komposisi kimiawi berupa 70% materi anorganik dan 30% materi organik (Brand, dkk., 2017). Mineral yang terkandung dalam email adalah 96% dari berat email (Lussi, 2006). Email gigi berdasarkan volumenya mengandung 90-92% hidroksiapatit (Garg & Garg, 2012). Elemen sisa lainnya yang terkandung dalam email seperti sodium, magnesium, potassium, chloride, zinc (1%), fluoride (0,01-0,05%) serta protein dan lemak (<1%) (Hicks, dkk., 2004).

2. Demineralisasi

Pengertian dari demineralisasi ialah penurunan garam atau mineral anorganik seperti pada tulang atau email gigi yang dapat diukur (Babbush, dkk., 2008). Pada mulut, demineralisasi disebabkan oleh metabolisme aktif dari bakteri yang ada dalam biofilm sehingga terjadi fluktuasi pada pH. Penurunan pada pH inilah yang menyebabkan hilangnya mineral jaringan

dari gigi (Kidd, 2003). Demineralisasi dapat menyebabkan munculnya sebuah kavitas (Heasman, 2008).

Proses demineralisasi terjadi bila terdapat penurunan pada pH mulut dikarenakan produksi asam dari bakteri (Kidd & Joyston-Bechal, 1991). Produk asam tadi berdifusi melewati plak dan mencapai enamel yang telah porus atau dentin yang telah terekspose. Saat mereka melewati dengan sistem ini mereka memisahkan dan memproduksi ion-ion hidrogen yang segera melarutkan komponen mineral pada gigi berupa pembebasan kalsium dan fosfat ke dalam cairan. Karenanya lah proses demineralisasi muncul (Walmsley, *et al.*, 2007). PH yang dibutuhkan untuk terjadinya demineralisasi adalah pH dibawah 5,5. Namun pada pH yang netral pun masih memungkinkan demineralisasi untuk timbul (Heasman, 2008). Demineralisasi pada gigi secara kimia disebabkan oleh serangan asam melalui dua sebab primer yaitu konsumsi makanan atau minuman yang asam dan serangan mikrobial dari bakteri yang telah ada di mulut (Abou Neel, dkk., 2016). Jika tingkat demineralisasi lebih tinggi daripada remineralisasi maka akan terbentuklah sebuah lesi (Duckworth, 2006).

Lesi yang terbentuk pada permukaan email yang mengalami demineralisasi berupa permukaan yang berporus dan fraktur yang serupa dengan permukaan email setelah dilakukan pemberian etsa asam (Mortimer & Tranter, 1971). Secara objektif etsa menyebabkan mikroporositas pada permukaan email gigi (Parihar & Pilania, 2012). Etsa

asam secara selektif mendisolusi inti prisma maupun lapisan periferinya. Pengolesan etsa asam selama 60 detik akan menetsa lebih dalam permukaan gigi sampai ke dentin (Zhu, dkk., 2014). Bahan yang paling umum digunakan untuk menetsa gigi adalah asam fosfat 35-40% dalam bentuk sediaan *liquid* maupun gel. Etsa asam bekerja menghilangkan *smear layer* dan membuat permukaan gigi menjadi kasar. Kasarnya permukaan gigi tersebut disebabkan oleh hilangnya mineral-mineral gigi karena disolusi dari kristal-kristal hidroksiapatit. Semakin lama etsa asam menempel di permukaan gigi maka akan meningkatkan mineral-mineral yang terdisolusi dan meningkatkan kekasaran permukaan (Zafar & Ahmed, 2015). Demineralisasi asam fosfat menyebabkan ion hidrogen berikatan dengan ion fosfat pada hidroksiapatit menjadi HPO_4^{2-} yang tidak seimbang dengan ikatan hidroksiapatit normal yang mengandung PO_4^{3-} dibandingkan HPO_4^{2-} sehingga sebagian kristal hidroksiapatit pada email pun akan larut (Widyaningtyas, dkk., 2014).

3. Remineralisasi

Pengertian remineralisasi menurut kamus kedokteran gigi ialah pengembalian kembali mineral kompleks ke dalam tulang, email, dentin, atau sementum (Babbush, dkk., 2008). Remineralisasi terjadi apabila asam dinetralisasi terlebih dahulu dan konsentrasi dari kalsium dan fosfat diluar gigi lebih tinggi daripada di dalam gigi. Maka, ion kalsium dan fosfat akan berdifusi kembali ke dalam gigi melalui konsentrasi komposisi (Daniel, dkk., 2008). Remineralisasi terjadi saat pH menaikkan konsentrasi mineral,

kalsium, fosfat, dan fluoride untuk membentuk fluoroapatit kembali ke struktur gigi menghasilkan kristal yang baru dengan ukuran yang lebih besar (Hemagaran & Neelakantan, 2014). Proses remineralisasi terus berlangsung sepanjang hidup (Abou Neel, dkk., 2016).

Proses remineralisasi adalah suatu proses yang berlangsung lebih lambat dari proses demineralisasi. Saat remineralisasi mendapatkan cukup waktu, remineralisasi dapat menghilangkan kerusakan yang terjadi saat demineralisasi berlangsung. Namun jika remineralisasi tidak berlangsung, maka proses dari karies akan berkembang dan sebuah lesi akan muncul sebagai hasilnya (Summitt, dkk., 2006). Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk remineralisasi lesi awal karies pada gigi adalah kalsium dan fosfat (Kidd, 2005).

Kalsium yang dioleskan secara topikal akan terhidrolisis pada suhu fisiologis dengan pH 7,4 dan membentuk ikatan *octacalcium phosphate* dan zat antara kemudian apatit permukaan. Jika hal ini terjadi maka lesi dapat termineralisasi yang menyebabkan penurunan porositas permukaan (Walsh, 2009). Adanya kalsium akan menstabilkan kadar kalsium fosfat dan meningkatkan konsentrasi kalsium fosfat. Kalsium akan bertindak sebagai reservoir dari kalsium dan fosfat sehingga mencapai kadar supersaturasi di email dan menetralkan pH. Hal tersebut menyebabkan tersedianya cukup ion-ion untuk remineralisasi gigi (Garg & Garg, 2013). Apabila konsentrasi kalsium naik maka akan menjaga konsentrasi fluoride yang menghambat terjadinya disolusi email (Li, dkk., 2014). Kalsium akan

mencegah demineralisasi dan meningkatkan remineralisasi (Garg & Garg, 2013).

4. Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur adalah sesuatu yang krusial. Cangkang telur merupakan sumber nutrisi terutama kalsium bagi perkembangan embrio (Hunton, 2005). Burley dan Vadhera dalam Hunton (2005) menyatakan bahwa cangkang telur ayam mengandung 97% kalsium karbonat. Berdasarkan penelitian Mony, dkk (2015) didapatkan hasil bahwa cangkang telur ayam memiliki konsentrasi kalsium sebanyak 98% dan fosfat sebanyak 0,46%. Hampir seluruh penelitian menunjukkan fakta ini (Hunton, 2005). Sepertiga komposisi dari cangkang telur ayam kampung dan ras adalah kalsium (Majedi, 2013). Cangkang telur sebagian besar tersusun oleh sedikit jumlah matriks organik (3,5%). Kandungan nutrisi yang ada dalam cangkang telur ayam adalah sebagai berikut:

Nutrisi	Kandungan (%berat)
Air, %	29-35
Protein, %	1,4-4
Kalsium, %	35,1-36,4
CaCO ₃ , % dari total Ca	90,9
Phosphorus, %	0,12
Magnesium, %	0,37-0,40
Potassium, %	0,10-0,13
Sulphur, %	0,09-0,19
Alanine, %	0,45
Arginine, %	0,56-0,57
Asam aspartic, %	0,83-0,87
Cystine, %	0,37-0,41
Asam glutamic, %	1,22-1,26

Glycine, %	0,48-0,51
Histidine, %	0,25-0,30
Isoleucine, %	0,34
Leucine, %	0,57
Lysine, %	0,37
Methionine, %	0,28-0,29
Phenylalanine, %	0,38-0,46
Proline, %	0,54-0,62
Serine, %	0,64-0,65
Thereonine, %	0,45-0,47
Tyrosine, %	0,25-0,26
Valine, %	0,54-0,55

Tabel 1 Kandungan nutrisi cangkang telur ayam kering
(Ockerman & Hansen, 2007)

Kandungan kalsium pada cangkang telur ayam negeri lebih tinggi dibandingkan dengan cangkang telur ayam kampung. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Majedi, dkk. (2013) yang menghasilkan bahwa dengan presentase kalsium pada cangkang telur ayam negeri adalah 73,98%, sedangkan pada cangkang telur ayam kampung adalah 47,73%. Selain itu kandungan kalsium dalam cangkang telur ayam negeri lebih tinggi dibanding beberapa cangkang telur lain seperti cangkang telur bebek yang mengandung kalsium sebanyak 28,26% dan cangkang telur puyuh 33,23% (Azis, dkk., 2018). Kandungan kalsium pada cangkang telur ayam negeri pun lebih tinggi dibandingkan dengan cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) yang hanya mengandung kalsium sebanyak 53% (Hikmah, dkk., 2019).

Adanya kalsium karbonat yang tinggi dalam cangkang telur ayam membuatnya banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah bidang kesehatan. Dalam bidang kesehatan cangkang telur ayam terbukti dapat mempercepat durasi perdarahan (Majedi, dkk., 2013).

Cangkang telur juga merupakan bahan potensial yang dapat digunakan untuk bahan biomaterial tulang (Prabakaran, dkk., 2005). Cangkang telur ayam terbukti dapat meningkatkan kepadatan mineral tulang pada hewan yang telah *menopause* yang mengalami *osteoporosis* (Mony, dkk., 2015). Kalsium karbonat diketahui memiliki fungsi sebagai penguat bagi tulang dan gigi (Warsy, dkk., 2016).

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan Mony, dkk (2015) menyatakan bahwa penggunaan cangkang telur ayam berpotensi remineralisasi gigi. Grup dengan perlakuan CESP menunjukkan secara statistik lebih tinggi dibandingkan permukaan email yang mengalami demineralisasi. Hal tersebut dikarenakan adanya kandungan kalsium yang tinggi (Mony, dkk., 2015). Penggunaan kalsium diketahui dapat menekan proses demineralisasi dan penggunaannya pun lebih efektif daripada penggunaan fosfat (Abou Neel dkk, 2016).

5. *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Mikroskop adalah sistem optik yang mengubah objek menjadi gambar (Goodhew, dkk., 2001). *Scanning electron microscope* (SEM) merupakan sebuah alat yang menggunakan prinsip dasar yang sama dengan mikroskop cahaya. SEM memanfaatkan sinar elektron untuk memperbesar objek sehingga didapatkan informasi dari objek tersebut (Chodhary & Priyanka, 2017). SEM berfungsi memberikan informasi tentang topografi permukaan, kristal struktur, komposisi kimia dan perilaku listrik. Perbesaran yang dimiliki oleh SEM sampai dengan 1.000.000 kali dengan resolusi terakhir

sampai dengan 1 nm (Vernon-Parry, 2000). Selain itu SEM dapat digunakan untuk mengamati sampel yang berukuran besar dengan tingkat ketebalan yang tinggi (Egerton, 2005).

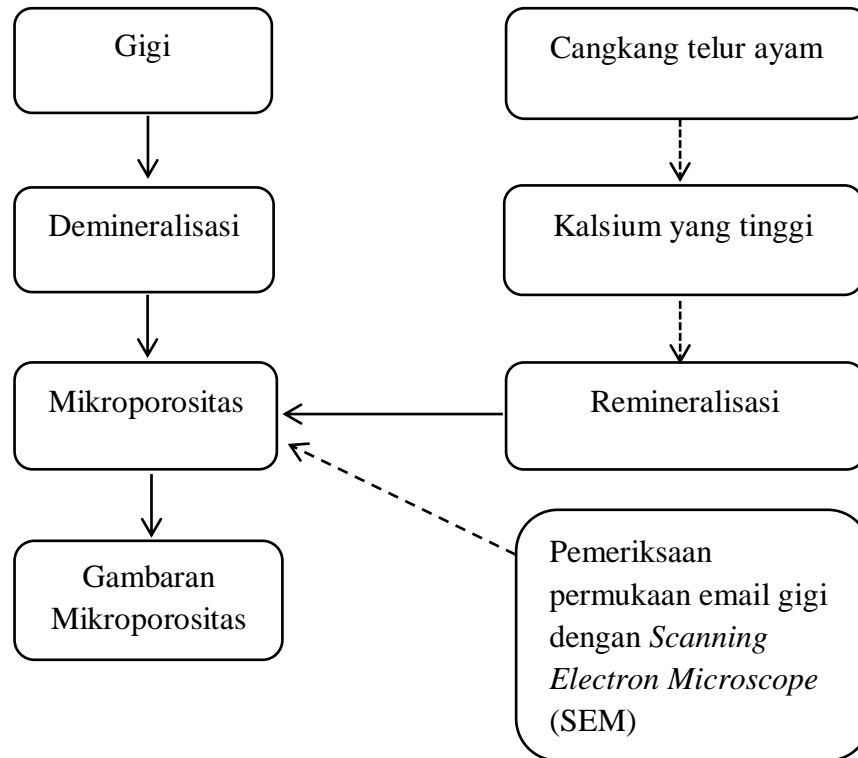
Cara kerja dari alat SEM dimulai dengan *electron gun* yang terletak di bagian atas SEM. *Electron gun* menghasilkan sinar elektron energik yang kemudian melewati serangkaian lensa elektromagnetik. Lensa berbentuk *tube* ini berfungsi untuk mengatur fokus elektron yang masuk ke sampel. Pengaturan ini dapat menyebabkan fluktuasi tegangan dan mengurangi atau meningkatkan kecepatan elektron yang akan bersentuhan dengan sampel yang diletakkan di area *chamber*. Operator dengan menggunakan komputer dapat mengatur area yang akan dipilih untuk diamati dan besarnya perbesaran yang akan digunakan. Sinar elektron kemudian difokuskan pada sampel. Saat sinar elektron tersebut menyentuh sampel, elektron energik akan dilepaskan dari permukaan sampel. Hal tersebut menyebabkan terciptanya pola yang menggambarkan bentuk, ukuran, tekstur, dan komposisi sampel (Choudhary & Priyanka, 2017).

B. Landasan Teori

Email gigi merupakan lapisan paling keras pada tubuh. Email menutupi gigi pada bagian mahkota dan memiliki warna yang putih opak. Secara struktural email terdiri dari jutaan *enamel rod* atau prisma enamel, *rod sheath* dan *cementing inter-rod substance*. Komposisi pada gigi mengandung mineral berupa kalsium hidroksiapatit sebanyak 95%. Hidroksiapatit ini dapat larut atau lepas dari email gigi yang prosesnya dinamakan

demineralisasi. Demineralisasi yang merupakan awal dari karies ini dapat diremineralisasi. Remineralisasi adalah proses pengembalian kembali mineral-mineral ke dalam gigi. Remineralisasi membutuhkan kalsium dan fosfat. Salah satu bahan alam yang mengandung kalsium paling tinggi adalah cangkang kulit telur ayam negeri yang mengandung kalsium karbonat sebanyak 97%. Karena kandungannya tersebut, cangkang telur ayam diharapkan dapat mereminerlisasi gigi kembali. Untuk melihat bagaimana gambaran mikroporositas dari permukaan email tersebut maka dapat dilakukan pengamatan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM). SEM merupakan mikroskop yang memanfaatkan sinar elektron untuk memperoleh informasi sampel yang dapat berupa informasi ukuran, bentuk, terkstur atau bahkan komposisi dari sampel. SEM memiliki kelebihan berupa perbesaran yang tinggi hingga 1.000.000 kali dan dapat digunakan untuk mengamati benda yang besar dan memiliki tingkat ketebalan yang tinggi.

C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat pengaruh aplikasi pasta cangkang telur ayam negeri selama 4 minggu terhadap gambaran mikroporositas email gigi.