

## BAB 2

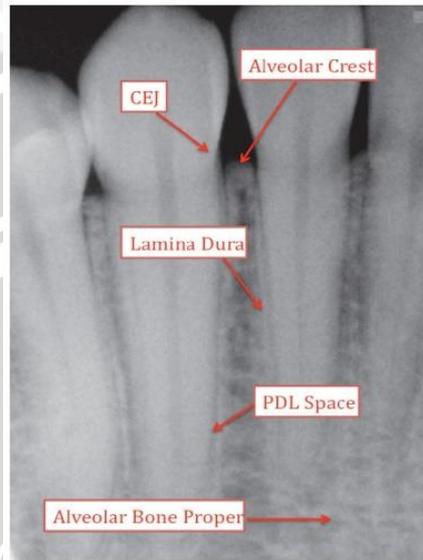
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Ligamen Periodontal

Ligamen periodontal (PDL) adalah lapisan pelekat berupa jaringan ikat yang mengandung serat kolagen yang melekatkan gigi pada tulang alveolar dan terhubung dengan jaringan ikat gingiva. Kumpulan serat yang membentuk lapisan pelekat ini adalah serat gingival, *transeptal*, *alveolar crest*, horisontal, *oblique*, apikal dan *interradicular* (Vandersall, 2007). Ligamen periodontal memiliki fungsi fisik seperti melindungi pembuluh darah dan saraf dari tekanan mekanis, transmisi tekanan oklusal dari gigi ke tulang alveolar, melekatkan gigi ke tulang alveolar, mempertahankan jaringan gingiva pada gigi, resistensi terhadap tekanan oklusal; fungsi formatif dan remodeling; fungsi memasok nutrisi; dan fungsi sensoris (Carranza, 2012).

Struktur PDL terdiri atas 4 tipe sel yaitu sel jaringan ikat seperti fibroblas yang merupakan jenis sel paling banyak ditemui pada PDL, sementoblas dan osteoblas; *epithelial rest cell*; sel sistem imun seperti neutrofil, limfosit, makrofag, sel *mast*, dan eusinofil; serta sel yang berhubungan dengan elemen neovaskular. Ligamen periodontal juga mengandung substansi dasar dalam jumlah besar yang mengisi ruang diantara serat dan sel. Substansi ini terdiri atas 2 komponen utama yaitu *glycosaminoglycans* seperti *hyaluronic acid* dan *proteoglycans*; serta glikoprotein seperti *fibronectin* dan *laminin*. Ligamen periodontal juga mengandung kurang lebih 70% air (Carranza, 2012). Tampilan PDL adalah

ruang periodontal selebar 0,4 – 1,5 mm pada radiografi, area radiolusen antara radiopak lamina dura dari tulang alveolar dan radiopak sementum seperti pada gambar 2.1 (Wolf & Rateitschak, 2005).



**Gambar 2.1 Ruang Ligamen Periodontal Pada Gambaran Radiografi (Sumber: Panagakos, 2011)**

### 2.1.1 Jenis Serat Ligamen Periodontal

Serat kolagen utama pada ligamen periodontal dikelompokkan kedalam 6 tipe yang berkembang secara berurutan pada akar yang sedang berkembang, yaitu:

#### a) Serat *transseptal*

Serat *transseptal* meluas ke arah interproksimal melewati puncak tulang alveolar dan tertanam dalam sementum gigi. Serat ini akan direkonstruksi bila terjadi kerusakan pada tulang alveolar akibat penyakit periodontal. Serat ini diperkirakan termasuk dalam gingiva karena tidak memiliki perlekatan *osseous* (Carranza, 2012).

b) Serat *alveolar crest*

Serat *alveolar crest* meluas secara oblik dari sementum tepat di bawah *junctional epithelium* ke puncak tulang alveolar atau *alveolar crest*. Serat juga melebar dari sementum melintasi *alveolar crest* dan ke lapisan fibrosa periosteum yang melapisi tulang alveolar. Serat *alveolar crest* mencegah ekstrusi gigi dan menahan pergerakan gigi arah lateral. Insisi serat ini saat bedah periodontal tidak akan meningkatkan mobilitas gigi kecuali bila terdapat kehilangan perlekatan yang signifikan (Carranza, 2012).

c) Serat horisontal

Serat horisontal meluas secara tegak lurus dengan sumbu panjang gigi dari sementum ke tulang alveolar (Carranza, 2012).

d) Serat *oblique*

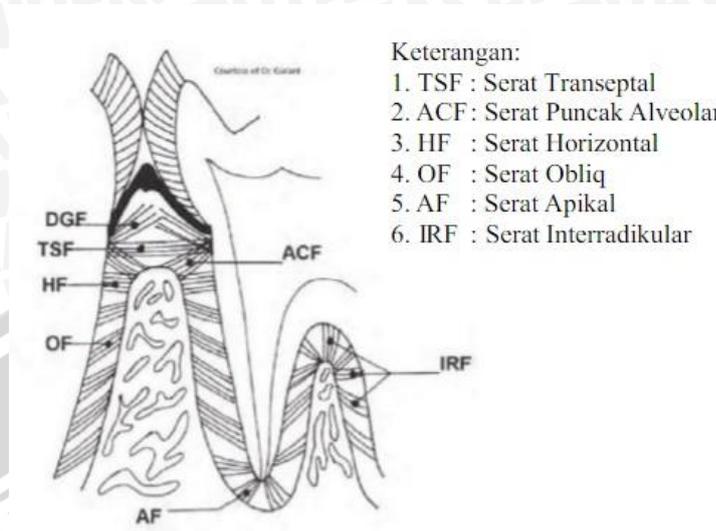
Serat oblik adalah serat terbanyak pada ligamen periodontal, meluas dari sementum ke arah koronal yang miring (*oblique*) ke arah tulang. Serat ini menahan tekanan vertikal mastikasi dan merubah tekanan menjadi tegangan pada tulang alveolar (Carranza, 2012).

e) Serat apikal

Serat apikal melebar secara radier dari sementum ke tulang pada regio apikal soket. Tidak terbentuk pada akar yang belum terbentuk sempurna (Carranza, 2012).

f) Serat *interradicular*

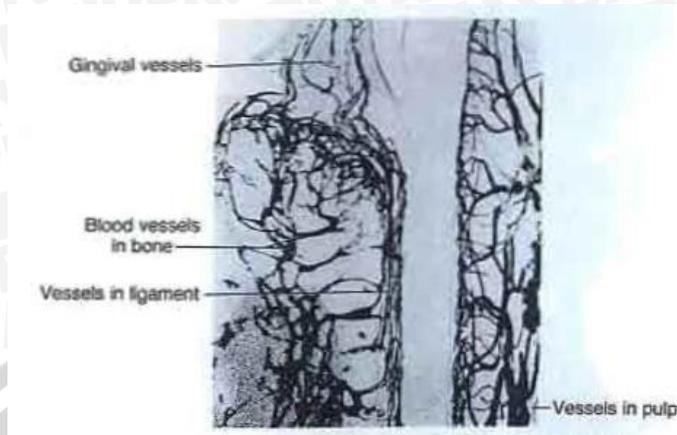
Serat ini muncul dari sementum ke daerah furkasi pada gigi berakar banyak.



**Gambar 2.2 Ilustrasi Serabut pada Ligamen Periodontal (sumber:Panagakos, 2011)**

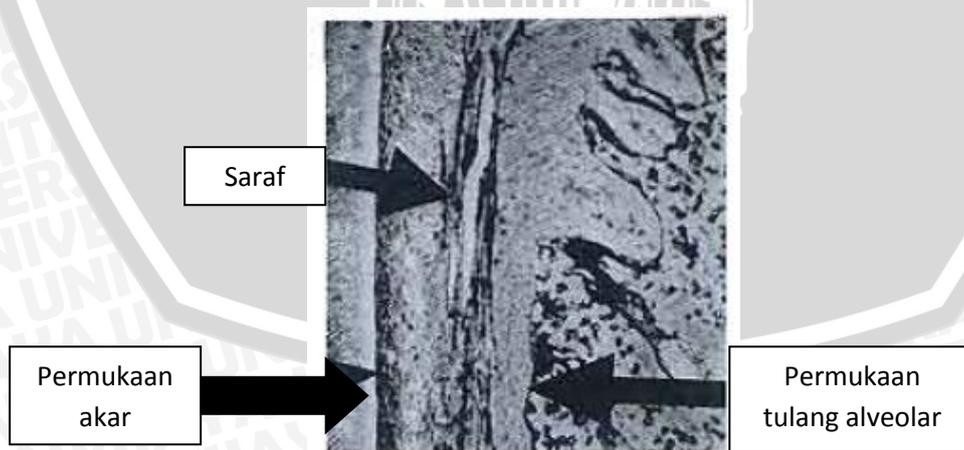
### 2.1.2 Vaskularisasi dan Inervasi

Ruang antar serat utama pada ligamen periodontal disebut “*interstitial spaces*” berisi pembuluh darah, saluran limfatik, serta saraf bermielin dan tidak bermielin. Struktur ini menjaga vitalitas periodontium. Pembuluh darah dan saraf mengelilingi gigi dan terhubung dengan pembuluh lain yang meluas secara vertikal dari apeks gigi ke gingiva. Susunan pembuluh darah ini dapat diamati pada spesimen yang dijernihkan setelah injeksi *India-ink*. Pada gambar 2.2 dapat diamati pembuluh darah yang memasuki ligamen periodontal dari tulang alveolar. Terlihat pleksus pembuluh darah yang memanjang secara longitudinal dalam ligamen periodontal. Pada sisi kanan pleksus terdapat area yang transparan yaitu dentin. Pada sisi kanan dentin terdapat pembuluh darah pulpa. Pembuluh darah sirkular dan longitudinal pada PDL menyediakan jaringan yang berfungsi untuk suplai nutrisi dan “meredam” perubahan bentuk PDL yang terjadi ketika gigi beroklusi.



**Gambar 2.3** Penampang gigi dan tulang; pembuluh darah diinjeksi dengan *India-ink* (Sumber: Avery, 2002)

Percabangan saraf juga terdapat pada ruang interstisial. Cabang yang lebih besar melintasi PDL dalam zona sentral, seperti yang terlihat pada potongan longitudinal PDL pada gambar 2.3. Perbesaran yang lebih tinggi pada potongan ini menunjukkan beberapa arteri dan vena, bersama dengan saraf yang memasuki ruang *interstitial*. Pada PDL terdapat reseptor tekanan yaitu pacini (Avery, 2002).



**Gambar 2.4** Penampang longitudinal saraf pada ligamen periodontal. Panah atas kiri, saraf; panah bawah kiri, permukaan akar; panah bawah kanan, permukaan tulang alveolar (Sumber: Avery, 2002)

### 2.1.3 Fibroblas Ligamen Periodontal dan Fungsinya

Fibroblas adalah sel yang paling banyak ditemukan pada PDL karena PDL tersusun atas kolagen dengan densitas yang tinggi (Avery, 2002). Sel ini memiliki bentuk sel ovoid atau elongasi yang terorientasi disepanjang serat utama, dan menunjukkan prosesus seperti pseudopodia. Fibroblas memiliki nukleus yang oval dan besar dengan nukleolus yang menonjol, atau berbentuk duri dan menampakkan struktur kromatin yang sangat halus (Kuehnel, 2003).

Fibroblas mensintesis kolagen dan memiliki kemampuan untuk memfagosit serat kolagen yang sudah “tua” dan merusaknya dengan enzim hidrolisis (Carranza, 2012). Satu sisi sel aktif memfagosit kolagen dan mengandung lisosom; sisi yang lain pada sel yang sama aktif dalam membentuk rantai prokolagen atau molekul *superhelix* dengan bantuan vitamin C sehingga hidroksilasi asam amino prolin dan lisin dapat terjadi. Fibroblas menjaga keseimbangan serat kolagen pada PDL dengan menyeimbangkan laju pembentukan dan destruksi kolagen (Avery, 2002). Pergantian kolagen diatur oleh fibroblas dalam proses degradasi interseluler kolagen yang tidak melibatkan kolagenase (Carranza, 2012).

Terdapat perbedaan fenotip dan subpopulasi dari fibroblas PDL pada orang dewasa dibanding pada anak-anak. Sel terlihat identik pada mikroskop cahaya dan elektron, tetapi memiliki fungsi yang berbeda seperti sekresi tipe kolagen yang berbeda dan produksi kolagenase (Carranza, 2012).

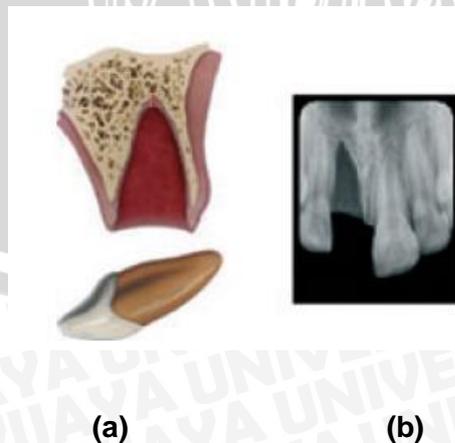
## 2.2 Avulsi

### 2.2.1 Definisi

Avulsi adalah cedera traumatik dentoalveolar yang ditandai dengan keluarnya seluruh bagian gigi dari soketnya, dengan kerusakan ligamen periodontal, sementum, tulang alveolar, gingiva dan jaringan pulpa (Gomes,2009). Menurut Ellis, avulsi adalah adalah keluarnya seluruh bagian gigi dari soketnya yang dapat berhubungan dengan fraktur dinding alveolar (Hupp,2008). Menurut Ellis dan Davey avulsi termasuk klasifikasi trauma dentoalveolar kelas lima (Andreasen, 2007).

### 2.2.2 Diagnosis

Secara klinis gigi tampak keluar seluruhnya dari soket. Soket terlihat kosong atau terisi gumpalan darah. Secara radiografis soket alveolar terlihat kosong. Pemeriksaan radiografis penting untuk memastikan bahwa gigi tidak intrusi total. Proyeksi yang dipilih adalah oklusal dan periapikal (Andressen,2012).



**Gambar 2.4** Gambar (a) adalah ilustrasi gambaran klinis gigi avulsi; gambar (b) adalah gambaran radiografis gigi avulsi (Sumber: Gomes, 2009)

### 2.2.3 Perawatan

Menurut *Dental Traumatology* mengenai panduan penanganan gigi avulsi, perawatan yang dilakukan adalah replantasi atau penanaman kembali gigi ke dalam soketnya (Andersson et al., 2012). Replantasi disarankan untuk tidak dilakukan pada gigi desidui karena beresiko menimbulkan trauma pada benih gigi penggantinya (Malmgren et al., 2012). Replantasi pada gigi permanen menjadi kontraindikasi pada kondisi seperti karies dan penyakit periodontal yang parah, pasien tidak kooperatif, serta kondisi medis yang parah seperti pasien dengan immunosupresi dan pasien yang memiliki penyakit jantung yang parah (Adersson et al., 2012).

#### 2.2.3.1 Replantasi Gigi dengan Apeks Tertutup

##### 2.2.3.1.1 Gigi Telah Direplantasi Sebelum Pasien Datang ke Klinik

1. Biarkan gigi pada tempatnya
2. Bersihkan area dengan semprotan air, salin atau klorheksidin
3. Jahit laserasi gingiva bila ada
4. Memastikan posisi gigi normal baik secara klinis maupun radiografik
5. Splinting selama 2 minggu
6. Berikan antibiotik
7. Cek imunisasi tetanus
8. Berikan instruksi pada pasien untuk menghindari kegiatan olahraga, memakan makanan lunak selama 2 minggu, menyikat gigi dengan sikat yang halus setiap selesai makan dan berkumur dengan Klorheksidin 0,1% dua kali sehari selama seminggu

### 2.2.3.1.2 Durasi Ekstra-Alveolar Kurang dari 60 Menit

1. Bilas permukaan akar dan foramen apikal dengan salin yang mengalir atau rendam gigi dalam salin untuk menghilangkan kontaminasi dan sel mati dari permukaan akar.
2. Beri anestesi lokal
3. Irigasi soket dengan salin
4. Periksa soket alveolar. Apabila terdapat fraktur dinding soket, reposisikan dengan instrumen yang sesuai
5. Masukkan gigi kembali ke dalam soket secara perlahan dengan tekanan ringan
6. Apabila terdapat laserasi gingiva maka diperlukan penjahitan
7. Pastikan posisi gigi yang telah direplantasi normal, baik secara klinis maupun radiografis
8. *Splinting* gigi selama 2 minggu
9. Berikan antibiotik
10. Berikan instruksi pada pasien untuk menghindari kegiatan olahraga, memakan makanan lunak selama 2 minggu, menyikat gigi dengan sikat yang halus setiap selesai makan dan berkumur dengan Klorheksidin 0,1% dua kali sehari selama seminggu
11. Lakukan perawatan saluran akar 7 – 10 hari setelah replantasi dan sebelum melepas *splint*.

### 2.2.3.1.3 Durasi Ekstra-Alveolar Lebih dari 60 Menit

Replantasi yang tertunda memiliki prognosis jangka panjang yang buruk. Ligamen periodontal nekrosis dan tidak ada harapan sembuh. Tujuan replantasi

yang tertunda adalah mengembalikan estetik, fungsi, alasan psikologis dan menjaga kontur tulang alveolar. Hasil yang diharapkan adalah terjadinya ankilosis. Teknik replantasi tertunda adalah sebagai berikut:

1. Hilangkan jaringan lunak non-vital yang menempel dengan hati-hati menggunakan alat seperti *gauze*
2. Lakukan perawatan saluran akar, perawatan saluran akar dapat dilakukan sebelum replantasi atau 7 – 10 hari setelah replantasi
3. Berikan anestesi lokal
4. Irigasi soket dengan salin
5. Periksa soket alveolar. Apabila terdapat fraktur dinding soket, reposisikan dengan instrumen yang sesuai
6. Replantasi gigi
7. Apabila terdapat laserasi gingiva maka diperlukan penjahitan
8. Pastikan posisi gigi yang telah direplantasi normal, baik secara klinis maupun radiografis
9. Splinting gigi selama 4 minggu
10. Berikan antibiotik
11. Cek apakah pasien sudah mendapatkan injeksi untuk perlindungan terhadap tetanus
12. Berikan instruksi pada pasien untuk menghindari kegiatan olahraga, memakan makanan lunak selama 2 minggu, menyikat gigi dengan sikat yang halus setiap selesai makan dan berkumur dengan Klorheksidin 0,1% dua kali sehari selama seminggu.

### 2.2.3.2 Replantasi Gigi dengan Apeks Terbuka

Tujuan replantasi gigi dengan apeks terbuka (imatur) pada anak-anak adalah memungkinkan revaskularisasi pulpa. Bila revaskularisasi tidak terjadi maka perawatan saluran akar dilakukan.

#### 2.2.3.2.1 Durasi Ekstra-Alveolar Kurang dari 60 Menit:

1. Bilas permukaan akar dan foramen apikal dengan aliran salin
2. Bila tersedia, aplikasikan antibiotik topikal untuk meningkatkan kemungkinan revaskularisasi pulpa
3. Berikan anestesi lokal
4. Periksa soket alveolar. Apabila terdapat fraktur dinding soket, reposisikan dengan instrumen yang sesuai
5. Hilangkan gumpalan darah dari soket dan replantasi gigi secara perlahan dengan tekanan ringan
6. Jahit bila terdapat laserasi gingiva terutama pada area servikal
7. Pastikan posisi gigi yang telah direplantasi normal, baik secara klinis maupun radiografis
8. *Splinting* gigi selama 2 minggu
9. Berikan antibiotik
10. Cek apakah pasien sudah mendapatkan injeksi untuk perlindungan terhadap tetanus
11. Berikan instruksi pada pasien untuk menghindari kegiatan olahraga, memakan makanan lunak selama 2 minggu, menyikat gigi dengan sikat yang halus setiap selesai makan dan berkumur dengan Klorheksidin 0,1% dua kali sehari selama seminggu.

### 2.2.3.2.2 Durasi Ekstra-Alveolar Lebih dari 60 Menit:

1. Hilangkan jaringan lunak non-vital yang menempel dengan hati-hati menggunakan alat seperti *gauze*
2. Lakukan perawatan saluran akar, perawatan saluran akar dapat dilakukan sebelum replantasi atau 7 – 10 hari setelah replantasi
3. Berikan anestesi lokal
4. Hilangkan gumpalan darah dari soket dengan aliran salin. Periksa soket alveolar. Apabila terdapat fraktur dinding soket, reposisikan dengan instrumen yang sesuai
5. Replantasi gigi secara perlahan dengan tekanan ringan. Jahit bila terdapat laserasi gingiva.
6. Pastikan posisi gigi yang telah direplantasi normal, baik secara klinis maupun radiografis
7. Stabilkan gigi dengan *splinting* selama 4 minggu
8. Berikan antibiotik
9. Cek apakah pasien sudah mendapatkan injeksi untuk perlindungan terhadap tetanus
10. Berikan instruksi pada pasien untuk menghindari kegiatan olahraga, memakan makanan lunak selama 2 minggu, menyikat gigi dengan sikat yang halus setiap selesai makan dan berkumur dengan Klorheksidin 0,1% dua kali sehari selama seminggu.

### 2.2.4 Prognosa

Faktor terpenting dalam menentukan keberhasilan perawatan adalah lamanya gigi berada di luar soket, keadaan gigi dan jaringan periodontal, dan

cara gigi disimpan sebelum replantasi. Semakin cepat gigi di replantasi, semakin baik prognosinya (Hupp, 2008). Prognosis juga ditentukan oleh eksistensi sel PDL yang vital dan dapat berproliferasi di area yang mengalami kerusakan pada akar. Bagian PDL yang menempel pada tulang alveolar tetap hidup dan tidak membutuhkan perawatan, sementara PDL yang melekat pada gigi berkaitan dengan proses perbaikan setelah direplantasi. Kemungkinan sel PDL yang melekat pada gigi untuk tetap vital menjadi kecil bila gigi berada dalam keadaan kering, oleh karena itu gigi harus tetap berada ditempat yang lembab. (Gomes,2009).

### **2.3 Media Simpan**

Media simpan yang ideal harus mampu menjaga vitalitas sel PDL, sehingga sel dapat bermitosis dan membentuk fibroblas baru yang telah rusak serta sel pembentuknya. Hal ini penting agar permukaan akar yang terbuka dapat di repopulasi dengan fibroblas untuk mencegah menempelnya osteoklas pada area ini. Media simpan yang ideal memiliki pH dan osmolalitas fisiologis. Pertumbuhan sel dapat terjadi pada osmolalitas antara 290 sampai 330 mOsm/kg dengan pH diantara 7,2 dan 7,4, namun pertumbuhan sel dapat terjadi pada pH diantara 6,6 sampai 7,8 (Gomes, 2009).

#### **2.3.1 Hank's Balanced Salt Solution (HBSS)**

*Hank's balanced salt solution* adalah larutan salin standar yang banyak digunakan pada penelitian biomedik untuk menunjang pertumbuhan dari berbagai macam tipe sel. Larutan ini non-toksik; biokompatibel dengan sel ligamen periodontal, memiliki pH 7,2 dan osmolalitas 320 mOsm/kg.

Larutan ini terdiri atas 8 g/L sodium klorida; 0,4 g/L *D-glucose*; 0,4 g/L potasium klorida; 0,35 g/L sodium bikarbonat; 0,09 g/L sodium fosfat; 0,14 g/L potasium fosfat; 0,14 g/L kalsium klorida; 0,1 g/L magnesium klorida dan 0,1 g/L magnesium sulfat (Industri Biologik, *Beit Haemek*). Larutan ini juga mengandung glukosa, kalsium dan ion magnesium yang dapat menyokong dan menyusun kembali komponen seluler ligamen periodontal.

Menurut Krasner, HBSS adalah larutan terbaik untuk menyimpan gigi yang avulsi. HBSS tidak membutuhkan pendinginan, dapat disimpan sampai 2 tahun, telah direkomendasikan dan berhasil digunakan sebagai media simpan oleh klinisi dan peneliti. Larutan ini efektif dalam menjaga viabilitas sel ligamen periodontal pada gigi yang avulsi, memperbaiki sel ligamen periodontal yang rusak dan mempertahankan tingkat keberhasilan yang tinggi jika gigi yang avulsi disimpan di dalamnya selama 30 menit. HBSS tersedia secara komersial dengan nama dagang *Save-A-Tooth™* (*Save-A-Tooth™, Inc., Pottstown, PA*) dengan osmolalitas dan pH ideal (Gomes *et al*, 2009).

### 2.3.2 Larutan Salin

Saline fisiologis merupakan larutan yang mengandung 0.9% NaCl yang dapat digunakan sebagai media penyimpanan gigi avulsi (Arriza, 2010). Larutan salin memiliki pH dan osmolalitas fisiologis, tetapi tidak mengandung ion esensial, magnesium, kalsium, dan glukosa yang penting untuk sel dan karena itu disarankan hanya sebagai media simpan sementara sampai 4 jam (Poi *et al*, 2013 dan Gomes *et al*, 2013). Moreira-Neto *et al* mengevaluasi viabilitas kultur sel dan ditemukan 55% sel vital setelah penyimpanan selama 4 jam. Pileggi *et al* juga mengevaluasi viabilitas sel ligamen periodontal yang disimpan pada medium

ini selama 45 menit dan hanya ditemukan 20% mortalitas. Menggunakan metode yang serupa, Martin-Pileggi menemukan bahwa larutan salin tidak lebih baik dari pada HBSS dan susu sebagai media simpan gigi avulsi. Menggunakan metode *Tripa Blue*, Ozan *et al* menyimpulkan bahwa air lebih buruk sebagai media simpan gigi avulsi. Berdasarkan hal di atas, larutan salin bukan media yang adekuat namun dapat digunakan dalam periode waktu yang singkat (Poi *et al*,2013).

### 2.3.3 Air

Air memiliki karakteristik yang tidak adekuat untuk digunakan sebagai media simpan gigi avulsi karena kontaminasi bakteri, hipotonis, serta memiliki pH dan osmolalitas non-fisiologis yang membuat sel ligamen periodontal lisis. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sel yang disimpan dalam air morfologinya berubah dengan adanya destruksi serta kematian sel yang cepat. Berdasarkan hal di atas maka air hanya digunakan untuk mencegah dehidrasi sel tetapi tidak adekuat untuk konservasi gigi yang avulsi (Poi *et al*,2013)

### 2.3.4 Saliva

Saliva digunakan sebagai media simpan karena ketersediaanya, tetapi saliva memiliki karakteristik yang tidak menguntungkan seperti memiliki pH dan osmolalitas non-fisiologis, kontaminasi bakteri yang tinggi karena terdapat berbagai macam mikrobiota dalam rongga mulut, serta hipotonis. Penelitian menunjukkan bahwa saliva tidak efisien dalam menjaga viabilitas sel, tetapi tetap lebih baik digunakan daripada meletakkan gigi dalam kondisi kering karena efek resorpsi yang ditimbulkan akan semakin parah seiring dengan berjalannya waktu. Terdapat bukti yang menyatakan bahwa artefak pada saliva juga tidak baik untuk

gigi avulsi. Sousa *et al.* juga menemukan disorganisasi serat kolagen yang dapat merubah kualitas ligamen periodontal.

### 2.3.5 Susu

Penelitian laboratorium pada tahun 2005 menunjukkan bahwa susu merupakan suatu media optimal untuk menyimpan gigi avulsi. Hal ini didukung kuat oleh suatu penelitian terhadap transport organ dan sel yang disimpan di dalam susu dengan temperature 39° F. Keuntungan lain adalah susu mudah didapat sehingga gigi dapat segera ditempatkan di media susu. Tekanan osmolalitas gigi dapat mempertahankan vitalitas sel ligamen periodontal dibandingkan saliva, saline dan air.

Susu mempunyai kemampuan mendukung kapasitas klonogenik sel-sel ligamen periodontal pada suhu ruang sampai 60 menit. Pada temperature yang lebih rendah, susu dapat mengurangi pembengkakan sel, meningkatkan viabilitas sel dan perbaikan penyembuhan sel. Hal ini didukung oleh penelitian fisiologi sel yang menunjukkan efek perlindungan susu terhadap sel-sel ligamen periodontal yang disimpan di media penyimpanan pada temperature rendah. Kemampuan susu temperatur rendah untuk mendukung klonogenik sel ligamen periodontal pada gigi avulsi lebih lama 45 menit dibandingkan dengan media simpan susu pada temperatur ruang yang melindungi viabilitas sel selama 60 menit (Arrizza, 2010).

### 2.3.6 Putih Telur

Khademi *et al.* telah membandingkan susu dan putih telur sebagai media simpan gigi avulsi dan hasilnya menunjukkan bahwa gigi yang disimpan dalam putih telur selama 6 sampai 10 jam memiliki prognosa yang lebih baik daripada

gigi yang disimpan dalam susu pada waktu yang sama ( $p < 0,05$ ). Putih telur memiliki osmolalitas 251 – 298 mOsm/kg.

Sousa *et al.* telah menganalisa secara mikroskopik ligamen periodontal yang menempel pada gigi yang diekstraksi dengan durasi ekstra-alveolar 1 jam, dibandingkan di media simpan susu, putih telur dan saliva. Gigi yang disimpan pada susu dan putih telur menunjukkan hasil serupa dalam susunan serat kolagen dan jumlah sel vital. Berdasarkan pertimbangan diatas maka putih telur dapat dijadikan media simpan gigi avulsi yang baik (Gomes, 2009).

### 2.3.7 Air Kelapa

Air kelapa (*Cocos nucifera*), pada umumnya dikenal sebagai "*Tree of Life*", adalah minuman alami yang dihasilkan secara biologis dan dikemas kedap udara di dalam buah kelapa. Komposisi elektrolit dari air kelapa menyerupai cairan intraseluler yang lebih erat dari plasma ekstraseluler. Zat-zat utama yang terkandung dalam air kelapa antara lain kalium, kalsium, dan magnesium. Sedangkan natrium, klorida, dan fosfat, ditemukan dalam jumlah konsentrasi yang lebih rendah. Air kelapa merupakan cairan hipotonik dibandingkan plasma, dan memiliki gravitasi spesifik sekitar 1,020 sebanding dengan plasma darah. Air kelapa memiliki osmolaritas tinggi karena adanya kandungan gula didalamnya, terutama glukosa dan fruktosa, juga kaya akan banyak asam amino esensial antara lain lisin, sistin, fenilalanin, histidin, dan tryptophan (Gopikrishna, 2008). Air kelapa mudah diterima oleh tubuh manusia dan merupakan sarana yang aman untuk rehidrasi terutama pada pasien yang menderita defisiensi kalium (Endah, 2005). Air kelapa juga unggul dalam melakukan pemeliharaan untuk kelangsungan hidup sel-sel ligamen periodontal karena adanya berbagai nutrisi

di dalamnya seperti protein, asam amino, vitamin, dan mineral (Gopikrishna,2008).

### 2.3.8 Gatorade

*Gatorade* adalah minuman yang digunakan untuk rehidrasi (Poi *et al.*,2013). Menurut Harkacz *et al.*, *gatorade* tidak adekuat sebagai media simpan gigi avulsi karena memiliki pH 2,91 dan osmolalitas 407 mOsm/kg (Gomes *et al.*,2009). Selain itu *gatorade* menyebabkan kerusakan sel karena pH yang rendah dan hipertonis yang dapat menyebabkan sel lisis (Poi *et al.*, 2013). Sigalas *et al.*, meneliti *gatorade* sebagai media simpan gigi avulsi dan hasilnya menunjukkan bahwa pada suhu 37° *gatorade* menjadi toksik untuk sel; tetapi *gatorade* dapat dijadikan sebagai alternatif selain HBSS dan susu jika dalam suhu yang dingin dan dalam periode yang singkat (Poi *et al.*, 2013)

### 2.3.9 Cairan Lensa Kontak

Avaibilitas cairan lensa kontak di rumah, sekolah dan pusat olahraga meningkat seiring dengan bertambahnya pengguna lensa kontak. Cairan ini terdiri atas campuran asam lemak *monoester* dan kation antimikroba. Sigalas *et al.*, meneliti efikasi berbagai macam cairan lensa kontak dalam mempertahankan viabilitas kultur sel ligamen periodontal dengan metode *Tripán Blue* dan hasilnya menunjukkan bahwa bahan pengawet pada cairan dapat merusak sel. Namun, bila tidak ada media simpan lain, cairan ini dapat digunakan untuk merendam gigi avulsi dalam jangka waktu singkat dan lebih baik daripada air atau salin (Poi *et al.*,2013).

### 2.3.10 *Viaspan*

*Viaspan* telah digunakan secara luas sebagai larutan simpan dan transportasi organ yang akan direplantasi. Pada kedokteran gigi *viaspan* digunakan sebagai media simpan gigi avulsi karena dapat menjaga vitalitas sel ligamen periodontal, sehingga prognosinya baik. Penelitian terbaru membuktikan efikasi *viaspan* dalam penyimpanan jangka panjang karena osmolalitasnya 320 mOsm/kg dan memiliki pH 7,4 yang menguntungkan bagi pertumbuhan sel, menjaga sel ligamen periodontal tetap vital (Poi *et al.*, 2009).

Kapasitas klonogenik sel yang disimpan dalam *viaspan* selama 8 jam tinggi dan sebanding dengan HBSS serta lebih superior daripada susu. Kapasitas ini menurun sebanyak 65% setelah 24 jam ketika dibandingkan dengan kontrol. Sel ligamen periodontal yang disimpan dalam *viaspan* selama 24 jam dan pada suhu 4° C menunjukkan vitalitas yang rendah (Gomes *et al.*, 2013). Secara umum *viaspan* dianggap sebagai media yang ideal tetapi aksesnya terbatas, terutama saat terjadinya kecelakaan, sehingga sulit untuk digunakan sebagai media simpan gigi avulsi (Poi *et al.*, 2009).

### 2.3.11 *Eagle*

Medium *eagle* mengandung 4 mL L-Glutamin; penisilin 10<sup>5</sup> IU/L; streptomisin 100µg/mL; nistatin 10 µg/mL dan *calf serum* (10% v/v). *Eagle* memiliki viabilitas, mitogenisitas dan kapasitas klonogenik yang relatif tinggi hingga 8 jam pada suhu penyimpanan 4°C. *Eagle* dengan tambahan growth factors adalah media simpan terbaik kedua setelah HBSS dalam mempertahankan viabilitas, mitogenisitas dan kapasitas klonogenik setelah 24 jam pada suhu ruang (24° C) (Gomes, 2009).

#### 2.4 Obat Kumur *Chlorine Dioxide*

Salah satu produk obat kumur komersial dengan pH netral yaitu 7,5 adalah yang berbahan dasar *Chlorine dioxide* murni dan terstabilisasi (Mani S.,2012). *Chlorine dioxide* ( $\text{ClO}_2$ ) adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau yang dapat distabilkan pada larutan air. Bila  $\text{ClO}_2$  distabilkan dalam air dan digunakan pada konsentrasi yang rendah maka akan efektif untuk menetralsir senyawa *volatile sulfur* dalam rongga mulut, senyawa *volatile sulfur* dapat menyebabkan bau nafas tidak sedap dan penyakit periodontal (Mani S.,2012). Bahan dasar utama dari obat kumur ini adalah air yang di deionisasi, *Sodium citrate*, konsentrat *Chlorine dioxide* (larutan 15%), *xylitol*, *Metha piperita* (*Peppermint*) *oil*, Sodium hidroksida. Obat kumur ini juga tidak mengandung alkohol dan pewarna (Saini, 2015).

Nishikori dan kawan-kawan telah menguji toksisitas *Chlorine dioxide* sebagai desinfektan untuk irigasi saluran akar dan jaringan lunak dengan mengambil sampel sel fibroblas dari gingiva manusia. Hasilnya *Chlorine dioxide* tidak menginduksi apoptosis sel fibroblas pada konsentrasi berapa pun (Nishikori *et al.*, 2008).