

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

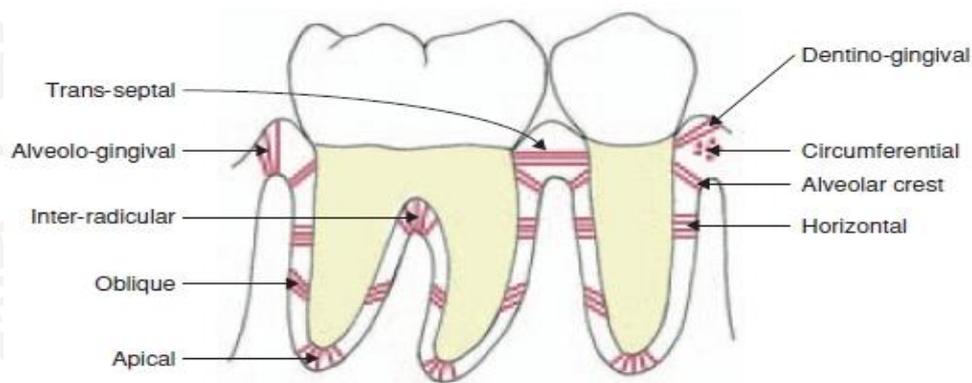
#### 2.1 Ligamen Periodontal

Serat periodontal atau ligamen periodontal, biasa disingkat PDL adalah sekelompok serat jaringan ikat khusus yang pada dasarnya melekatkan gigi ke tulang alveolar. Serat ini membantu gigi mengatasi gaya tekan alami substansial yang terjadi selama mengunyah dan tetap tertanam dalam tulang. Fungsi dari PDL antara lain pendukung jaringan, sensori, suplai nutrisi, homeostatis dan erupsi (Wolf&Rateitschak, 2005 : 12)

Struktur dari PDL terdiri dari sel, dan fiber ekstraseluler. Sel nya meliputi fibroblas, epitel, *undifferentiated mesenchymal cells*, sel tulang dan sementum. Kompartemen ekstraseluler terdiri dari serat bundel kolagen . Substansi PDL telah diperkirakan menjadi 70% air dan diperkirakan memiliki efek yang signifikan pada kemampuan gigi untuk menahan tekanan. PDL adalah bagian dari periodonsium yang menyediakan lekatan dari gigi ke tulang alveolar sekitarnya. Tampilan PDL ialah ruang periodontal 0,4-1,5 mm pada radiografi, area radiolusen antara radiopak lamina dura dari tulang alveolar dan radiopak sementum. (Wolf&Rateitschak, 2005)

##### 2.1.1 Jenis Serat Ligamen Periodontal

Serat kolagen ligamen periodontal dikelompokkan menurut orientasi serat tersebut dan lokasi di sepanjang gigi. Ada 5 serat kolagen utama yang langsung menempel pada gigi, antara lain :



**gambar 2.1 Serabut pada ligamen periodontal secara keseluruhan (sumber :**  
<http://www.neuronarc.com/development-and-structure-of-the-periodontal-ligament.html>  
 diakses: 27 Januari 2012)

**a) Serat Alveolar Crest**

Serat puncak alveolar memanjang secara miring dari arah sementum di bawah pertemuan epitel ke arah *alveolar crest*. Serat ini mencegah ekstrusi gigi dan menahan gerakan gigi ke arah lateral.

**b) Serat Horizontal**

Serat horizontal melekat pada sementum apikal pada serat *alveolar crest* dan tegak lurus dari akar gigi ke tulang alveolar.

**c) Serat Oblique**

Serat Oblique adalah serat paling banyak di ligamen periodontal, dimulai dari sementum dalam arah miring sampai ke dalam tulang koronal.

**d) Serat Apikal**

Memancar dari sementum sekitar apeks dari akar tulang membentuk dasar soket.

### e) Serat Interradikular

Serat interradikular hanya ditemukan diantara akar dari gigi berakar multipel seperti molar. Serat ini juga melekatkan dari sementum sampai ke dalam tulang alveolar terdekat.

#### 2.1.2 Komponen Ligamen Periodontal

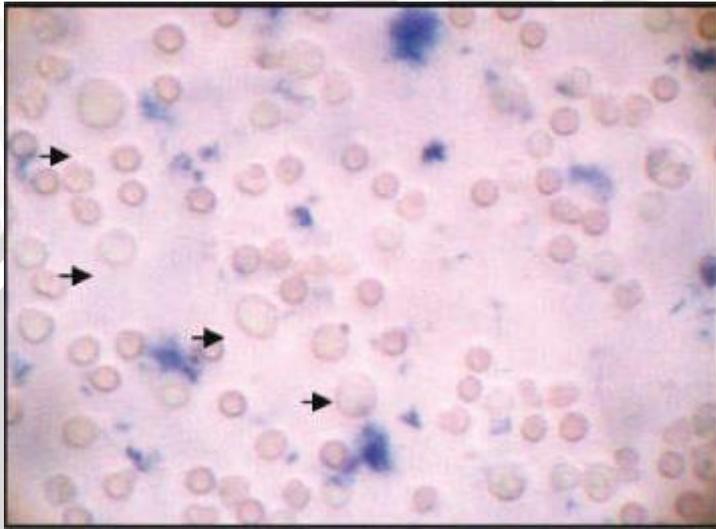
Ligamen periodontal adalah sebuah jaringan ikat yang memiliki seluruh komponen dari seluruh jaringan ikat seperti interseluler, sel-sel, dan serabut (Balogh dan Fahrenbach, 2006). Jaringan ikat berfungsi sebagai penunjang struktural dan metabolit untuk jaringan dan organ lain serta sebagai media pertukaran metabolit antara jaringan dan sistem sirkulasi. Komponen mayor dari jaringan ikat adalah sel dan material ekstraseluler (Wheater, 1979).

Ligamen periodontal juga memiliki suplai vaskular limfatik, dan suplai saraf, yang mana memasuki foramen apikal gigi untuk mensuplai gigi. Terdapat dua tipe saraf yang ditemukan di ligamen periodontal; yaitu aferen atau sensoris yang bermielin dan meneruskan sensasi yang terjadi di dalam ligamen periodontal dan simpatis otonom yang mengatur pembuluh darah (Balogh dan Fahrenbach, 2006).

#### 2.1.3 Fibroblas Ligamen Periodontal dan Fungsinya

Fibroblas (*L.fibra*, serat : Yunani. *Blastos*, benih : Latin) adalah sel yang menghasilkan serat dan substansi dasar amorf jaringan ikat biasa. Pada saat sedang aktif menghasilkan substansi internal, sel ini memiliki juluran sitoplasma lebar atau tampak berbentuk kumparan. Sitoplasma yang banyak bersifat basofil dan anak intinya sangat jelas, yang menandakan adanya sintesis protein secara

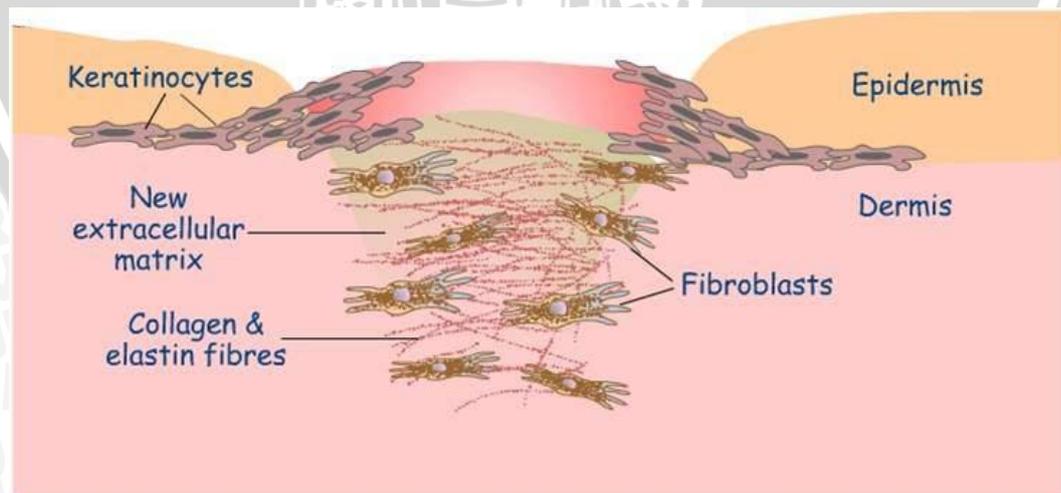
aktif. Fibroblas merupakan salah satu sel jaringan ikat dalam rongga mulut yang paling khas dan berperan penting dalam perkembangan dan pembentukan struktur.



**gambar 2.2 Struktur mikroskopis fibroblas pada jaringan ikat longgar dengan pengecatan *trypan blue*. (sumber : Marcello P., et al, 2010)**

Fibroblas paling banyak terdapat dalam ligamen periodontal dan secara rapat memenuhi populasi, bentuknya gelondong atau *disk flat* (pipih) dan mempunyai inti yang panjang dan ovoid, serta banyak proses sitoplasmik yang panjangnya bervariasi. Struktur sitoplasmiknya berhubungan dengan fibroblas lain dalam jaringan ikat manusia. Fibroblas membawa banyak vakuola sitoplasmik yang berisi serat-serat kolagen yang pendek dan enzim *proteolytic*, membuktikan bahwa fibroblas juga turut serta dalam pembentukan badan serat melalui resorpsi dari kolagen yang telah dibentuk (Carranza, 2002). Fibroblas merupakan sel dengan bentuk tidak beraturan, agak gepeng dengan banyak cabang dan dari samping terlihat berbentuk gelondong atau fusiform. Sitoplasmanya bergranula halus dan mempunyai inti lonjong, besar di tengah

dengan satu atau dua anak inti yang jelas. Fibroblas adalah sel yang paling banyak terdapat dalam jaringan ikat, berfungsi menghasilkan serat dan substansi interseluler aktif amorf. Fibroblas merupakan sel induk yang berperan membentuk dan meletakkan serat-serat dalam matrik, terutama serat kolagen. Sel ini mensekresikan molekul tropokolagen kecil yang bergabung dalam substansi dasar membentuk serat kolagen. Kolagen akan memberikan kekuatan dan integritas pada semua luka yang menyembuh dengan baik. Fibroblas merupakan sel yang menghasilkan serat-serat kolagen, retikulum, elastin, glikosaminoglikan, dan glikoprotein dari substansi interseluler amorf (Eroschenko, 2003). Pada orang dewasa, fibroblas dalam jaringan mengalami perubahan. Mitosis hanya tampak jika organisme memerlukan fibroblas tambahan, yaitu jika jaringan ikat cedera. Fibroblas lebih aktif mensintesis komponen matriks sebagai respon terhadap luka dengan berpoliferasi dan peningkatan fibrinogenesis. Oleh sebab itu, fibroblas menjadi agen utama dalam proses penyembuhan luka.



**gambar 2.3 Peran fibroblas dalam membentuk dan meletakkan serat-serat dalam matrik, terutama serat kolagen (sumber : Purnami, T. 2003)**

Pada saat jaringan mengalami jejas yang menyebabkan terbentuknya lesi atau perlukaan, maka proses penyembuhan luka tersebut merupakan fenomena yang kompleks dan melibatkan beberapa proses. Penyembuhan luka sebagai salah satu prototip dari proses perbaikan jaringan merupakan proses yang dinamis, secara singkat meliputi proses inflamasi, diikuti oleh proses fibrosis atau fibriplasia, selanjutnya remodeling jaringan dan pembentukan jaringan parut (Purnami, T. 2003) .

Proses fibrosis atau fibroplasia dan pembentukan jaringan parut merupakan proses perbaikan yang melibatkan jaringan ikat yang memiliki empat komponen : a) pembentukan pembuluh darah, b) migrasi dan proliferasi fibroblas, c) deposisi ECM (*extracellular matrix*), dan d) maturasi dan organisasi jaringan fibrous (remodelling). Dari keseluruhan proses yang telah disebutkan di atas, fibroblas memiliki peran penting pada proses fibrosis yang melibatkan dua dari keempat komponen di atas, fibroblas memiliki peran penting pada proses fibrosis yang melibatkan dua dari keempat komponen di atas yaitu migrasi dan fibronectin, serta peningkatan deposisi ECM oleh fibroblas. Pada proses inflamasi terjadi perubahan vaskuler yang mempengaruhi besar, jumlah, dan permeabilitas pembuluh darah dan perubahan seluler yang menyebabkan kemotaksis ke arah jejas setelah proses inflamasi berkurang, dilanjutkan dengan proses fibrosis tahap awal yaitu migrasi dan proliferasi di daerah jejas. Migrasi dan proliferasi terutama dipacu oleh transforming growth factor- $\beta$  (TGF- $\beta$ ), yaitu faktor pertumbuhan yang dihasilkan oleh jaringan granulasi yang terbentuk selama proses inflamasi (Kiristsy & Lynch, 1993). Migrasi dan peningkatan proliferasi fibroblas di daerah jejas akan meningkatkan sintesis kolagen dan fibronectin, serta peningkatan deposisi matriks ekstraseluler. Pada tahap

selanjutnya terjadi penurunan proliferasi sel endotel dan sel fibroblas, namun fibroblas menjadi lebih progresif dalam mensintesis kolagen dan fibronektin sehingga meningkatkan jumlah matriks ekstraselular yang berkurang selama inflamasi. Selain TGF- $\beta$ , beberapa faktor pertumbuhan lain yang ikut mengatur proliferasi fibroblas juga membantu menstimulasi sintesis matriks ekstraselular. Pembentukan serabut kolagen pada daerah jejas merupakan hal yang penting untuk meningkatkan kekuatan penyembuhan luka. Sintesis kolagen dan fibroblas dimulai relatif awal pada proses penyembuhan (hari ke 3-5) dan berlanjut terus sampai beberapa minggu tergantung ukuran luka. Menurut Soder & Saleh (1999), sintesis kolagen oleh fibroblas mencapai puncaknya pada hari ke-5 sampai ke-7. Proses sintesis ini banyak bergantung pada vaskularisasi dan perfusi di daerah lunak, dan mencapai hasil optimal dalam lingkungan yang sedikit asam. Pada proses akhir dari penyembuhan luka adalah pembentukan jaringan parut, yaitu jaringan granulasi yang berbentuk spindel, kolagen, fragmen dari jaringan elastik dan berbagai komponen matriks ekstraselular. Jadi, pada saat jaringan mengalami perlukaan, maka fibroblas yang akan segera bermigrasi ke arah luka, berproliferasi dan memproduksi matriks kolagen dalam jumlah besar yang akan membantu mengisolasi dan memperbaiki jaringan yang rusak.

## **2.2 Avulsi**

### **2.2.1 Definisi**

Gigi avulsi menurut Tsukiboshi (2000) adalah lepasnya gigi secara utuh dari tulang alveolar dengan hilangnya suplai aliran darah pulpa secara menyeluruh. Mekanisme keluarnya gigi dari soket dapat terjadi karena dampak

kekuatan frontal yang menyebabkan avulsi dengan kerusakan pulpa dan ligamen periodontal (Andreasen dan Andreasen, 2007). Avulsi gigi yang merupakan kelas V Ellis dan Davey adalah lepasnya gigi dari soket alveolar secara utuh akibat trauma injuri. Ligamen periodontal putus dan patahnya tulang alveolus ada kemungkinan terjadi.

### **2.2.2 Diagnosis**

Untuk diagnosis, secara tampilan klinis dan radiografi menunjukkan bahwa gigi tidak berada pada soket atau gigi telah direplantasi. Penilaian radiografi akan memverifikasi bahwa gigi tersebut tidak mengalami intrusi ketika gigi tidak ditemukan (Andreasen and Andreasen, 2000)

### **2.2.3 Perawatan**

Tujuan perawatan dibagi menjadi 2, untuk gigi sulung dan gigi permanen. Pada gigi sulung perawatan ditujukan untuk mencegah trauma lebih lanjut yang akan mengenai gigi penggantinya. Avulsi gigi sulung seharusnya tidak perlu direplantasi karena potensial dari kerusakan berikutnya akan membentuk bakteri gigi permanen. Pada gigi permanen replantasi secepatnya dan menstabilisasikan gigi pada lengkung anatomi yang benar agar proses penyembuhan dari ligamen periodontal dan suplai neurovaskular berjalan optimal seiring dengan menjaga estetik dan integritas fungsi kecuali dimana replantasi menjadi suatu kontraindikasi bagi

1) pada masa anak dari perkembangan gigi (resiko terjadinya ankylosis dimana pertumbuhan alveolar harus mengambil tempat tersebut.

2) Bahaya dari kondisi medis

### 3) Bahaya dari integritas gigi yang avulsi atau jaringan pendukung

#### Replantasi

Istilah replantasi ini diartikan sebagai menempatkan kembali gigi pada soketnya, dengan tujuan mencapai pengikatan kembali bila gigi telah terlepas sama sekali dari soketnya karena kecelakaan (McDonald, Avery, & Dean, 2004).

Syarat replantasi antara lain :

1. Gigi yang avulsi sebaiknya sehat, tidak terdapat karies yang luas, untuk mencegah kerusakan ligamen periodontal.
2. Tulang alveolar harus tetap utuh agar dapat menahan gigi, tidak ada fraktur atau penyakit jaringan periodontal.
3. Gigi yang avulsi sebaiknya berada pada posisi yang baik dalam lengkungnya tanpa kelainan orthodonti. Gigi yang berjejal atau berada pada posisi lingual atau bukal yang terkunci tidak baik untuk dilakukan replantasi.
4. Lamanya gigi di luar mulut harus dipertimbangkan. Gigi yang sudah lebih dari dua jam berada di luar mulut dapat menyebabkan mudahnya terjadi resorpsi akar dan sebainya dipertimbangkan sebagai gigi dengan resiko yang buruk.
5. Cara penyimpanan gigi yang avulsi sebelum replantasi sangat mempengaruhi kesuksesan perawatan. Hal ini berhubungan dengan pencegahan terhadap terjadinya dehidrasi sisa ligamen periodontal pada akar gigi setelah keluar dari soket sampai menuju tempat praktek dokter gigi.

Diindikasikan *Flexible Splinting* untuk 2 minggu. Tetanus profilaksis dan antibiotik untuk menghindari inflamasi yang mungkin terjadi sebagai hasil luka perlekatan gigi dan atau infeksi pulpa ( Barrett & Kenny, 1997)

#### **2.2.4 Prognosa**

Prognosis pada gigi permanen bergantung pada formasi dari pembentukan akar dan waktu kering extraoral. Gigi mempunyai prognosis yang sangat baik jika direplantasi segera. Jika gigi tidak bisa direplantasi dalam waktu 5 menit, gigi tersebut harus disimpan dalam sebuah media yang membantu menjaga vitalitas dari fiber periodontal ligamen, apabila gigi avulsi dibiarkan dalam extra alveolar lebih dari 5 menit , maka semakin kecil persentase viabilitas sel fibroblas dan menyebabkan nekrosis (Nikoui, Kenny, & Barrett, 2003).

#### **2.3 Media Penyimpanan**

Pertimbangan perawatan awal gigi avulsi adalah untuk mempertahankan vitalitas jaringan ligamen periodontal pada permukaan akar. Semakin lama gigi berada di luar mulut, semakin jelek prognosanya untuk dapat bertahan hidup. Hal ini terjadi karena gigi tersebut menjadi kering sehingga banyak ligamen periodontal yang mati (McTigue, 2001).

Ligamen periodontal perlu dipertahankan karena fungsi ligamen periodontal adalah untuk mempertahankan gigi di dalam soket gigi; menahan tekanan dalam arah aksial; melindungi pembuluh darah, limfe, dan saraf yang menyuplai gigi; membantu menahan gigi agar tidak miring atau berputar; dan mencegah luksasi gigi (Daliemunthe, 2001).

Media penyimpanan gigi merupakan media tempat gigi avulsi disimpan, bila replantasi segera tidak dapat dilakukan (Jacobsen, & Andreasen, 2003). Media ini dapat memelihara ligamen periodontal selama perjalanan ke klinik gigi (Sigalas *et al.*, 2004). Beberapa jenis media penyimpanan berdasarkan urutan yang paling baik digunakan adalah larutan garam isotonik, susu, saliva, dan air (Krasner, 2005).

### 2.3.1 Larutan garam Isotonik

#### a. Eagle

*Eagle's Minimal Essential Medium (MEM)* mengandung 4 ml dari L-Glutamine; 105 IU/L penisilin; 100 mikrogram/ml streptomycin. 10 mikrogram/mL dari nistatin dan serum *calf* (10%v/v). Banyak penelitian menunjukkan bahwa larutan Eagle pada 37° Celcius dapat menjaga fibroblas ligamen periodontal untuk waktu yang cukup lama sebelum replantasi gigi. Seperti yang dikemukakan Ashkenazi *et al.*, media Eagle memiliki viabilitas cukup tinggi, *mitogenic* dan *clonogenic* sampai dengan 8 jam pada suhu 4° Celcius. Ketika penyimpanan sampai 24 jam, Eagle tidak seefektif susu ataupun *Hank's Balanced Salt Solution* (Flores MT *et al.*, 2007).

Ashkenazi menyimpulkan bahwa ada kemungkinan temperatur rendah menginduksi agregasi yang menurunkan kapasitas fungsional sel dan Ashkenazi juga menyimpulkan bahwa rendahnya kapasitas fungsional ditemukan pada fibroblas ligamen periodontal yang disimpan pada media Eagle dibandingkan dengan *Hank's Balanced Salt Solution* dan *ViaSpan*. Media Eagle terdapat suplemen faktor pertumbuhan dan antibiotik (Langer & Sherwood, 2005).

Dalam hasil penelitian peneliti lain mengemukakan bahwa media Eagle dalam hal kapasitas menjaga viabilitas, *mitogenic* dan *clonogenic* setelah 24 jam pada suhu ruangan kedua terbaik setelah *Hank's Balanced Salt Solution* dikarenakan faktor pertumbuhan yang ada di dalamnya. Eagle bersifat biokompatibel dengan sel-sel ligamen periodontal karena mempunyai osmolalitas yang ideal yaitu 270 sampai 320 Mosm, pH yang seimbang, non-toksik, dan mengandung berbagai nutrisi yang penting, seperti kalsium, fosfat, kalium, dan glukosa yang diperlukan untuk mempertahankan metabolisme sel yang normal untuk waktu yang lama (Langer & Sherwood, 2005).

#### **b. Salin Fisiologis**

Salin fisiologis merupakan larutan lain yang juga baik digunakan sebagai media penyimpanan. Ralph E. McDonald *et al.*, mengatakan bahwa salin lebih baik digunakan sebagai media penyimpanan daripada air atau saliva, apabila gigi harus disimpan untuk waktu yang lama (lebih dari 30 menit sebelum replantasi). Salin fisiologis mempunyai konsentrasi yang sama dengan sel-sel akar gigi sehingga tidak akan menyebabkan pembengkakan struktur sel. Namun kebutuhan metabolit dan glukosa untuk mempertahankan metabolisme sel yang normal tidak dapat terpenuhi oleh karena salin secara normal, sel yang menerima metabolit dan glukosa dari darah yang beredar dalam tubuh.

Langer mengatakan bahwa larutan salin dapat merusak sel apabila gigi tersebut direndam selama lebih dari satu atau dua jam. Hal ini disebabkan karena kebutuhan sel untuk mempertahankan metabolisme tidak terpenuhi.

Cvek *et al.*, menganjurkan bahwa gigi yang terlepas dan telah kering selama 15 menit sebaiknya dimasukkan ke dalam saline fisiologis selama kira-kira 30 menit sebelum replantasi, untuk menyegarkan kembali sel-sel tersebut.

### **c. Larutan Lensa Kontak**

Larutan lensa kontak merupakan larutan salin isotonik steril yang mengandung natrium klorida, suatu sistem buffer antimikroba yang terdiri dari natrium boraks, asam boraks, dan natrium perboraks (membangkitkan sampai 0,006% hidrogen peroksida) distabilkan dalam asam fosfor.

Larutan lensa kontak dapat digunakan sebagai media penyimpanan, berdasarkan penelitian oleh Sigalas *et al.*, yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang berarti mengenai kemampuan larutan-larutan lensa kontak dalam mempertahankan viabilitas sel-sel ligamen periodontal. Larutan tersebut dapat mempertahankan sel-sel fibroblas ligamen periodontal yang vital lebih banyak dibandingkan penyimpanan dengan susu murni pada temperatur ruangan ataupun temperatur dingin.

Larutan lensa kontak dapat digunakan sebagai media penyimpanan sementara untuk gigi avulsi selama satu jam bila larutan penyimpanan yang dapat diterima seperti HBSS atau susu dingin belum dapat diperoleh. Meskipun demikian Huang *et al.*, tidak meyetujui pemakaian larutan lensa kontak sebagai pengganti salin pada berbagai situasi darurat.

### **d. Gatorade**

Suatu media penyimpanan potensial yang umum ditemukan pada acara-acara olahraga adalah cairan rehidrasi mulut gatorade, yang komposisinya

meliputi air, garam, natrium sitrat, kalium fosfat, dan asam sitrat. Minuman ini mempunyai pH3 dan osmolalitasnya berada pada tingkat 280 sampai 360 mOsmL.

Menurut penelitian Sigalas *et al.*, gatorade dengan es (pada temperatur 0 derajat celcius) dapat digunakan sebagai media penyimpanan sementara gigi avulsi selama maksimal satu jam sebelum mendapatkan media penyimpanan lainnya.

### 2.3.2 Susu

Blomlof dan Otteskog (1980) dalam suatu penelitian laboratorium menyatakan 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 temperatur 39 derajat fahrenheit. Keuntungan yang lain yaitu susu mudah didapat(susu yang telah diambil kepala susunya atau susu rendah lemak, akan lebih baik). Susu merupakan larutan fisiologis yang dapat berfungsi sebagai bahan aseptik dan tekanan osmolalitasnya dapat mempertahankan vitalitas sel ligamen periodontal dibandingkan saliva, salin dan air.

Susu mempunyai kemampuan mendukung kapasitas klonogenik sel-sel ligamen periodontal pada temperatur ruang sampai 60 menit. Pada temperatur yang lebih rendah, susu dapat mengurangi pembengkakan sel. Hal ini didukung oleh penelitian fisiologi sel yang menunjukkan efek perlindungan terhadap sel-sel ligamen periodontal di permukaan akar gigi pada media penyimpanan dengan temperatur yang rendah. Kapasitas klonogenik dapat dipertahankan terus pada tingkat yang sama selama penambahan waktu 45 menit dengan cara menjaga

suhu tetap dingin yaitu dengan memasukkan gigi tersebut ke lemari pendingin. Hal ini didukung juga oleh penelitian yang dilakukan Sigalas *et al.*, yang mengatakan bahwa susu akan melindungi sel-sel ligamen periodontal selama dua jam.

### 2.3.3 Saliva

Saliva dapat digunakan sebagai media penyimpanan karena mempunyai suhu yang sama dengan suhu kamar. Beberapa penelitian mendukung bahwa penyimpanan yang masih dapat diterima di dalam saliva adalah sampai 30 menit. Lewat waktu tersebut, menurut Paul Krasner, saliva sebagai media penyimpanan dapat menimbulkan masalah karena saliva secara alamiah mengandung mikroorganisme yang dapat menyebabkan infeksi berat pada akar gigi. Akibat infeksi tersebut, sel-sel ligamen periodontal mempunyai kemampuan untuk berikatan, mengadakan proliferasi dan kolonisasi kembali dengan permukaan akar (kapasitas klonogenik 7,6%) selama 30 menit berada dalam saliva. Setelah 30 menit kapasitas fungsional ligamen periodontal akan menurun dengan cepat.

Beberapa penelitian telah menganjurkan bahwa menyimpan gigi dalam mulut pasien (saliva) adalah baik bagi kelangsungan hidup ligamen periodontal. Gigi dapat ditahan pada vestibulum bukal atau di bawah lidah. Tetapi penyimpanan gigi dalam mulut dapat menimbulkan masalah bagi anak, seperti tertelannya gigi, terhirup atau kemungkinan anak menguyah giginya. Untuk menghindari keadaan tersebut, saliva (bersama dengan darah yang mungkin juga ada di dalamnya) dikumpulkan di dalam sebuah wadah kecil sehingga gigi dapat dimasukkan ke dalamnya (McDonald, Avery, & Dean, 2004).

### 2.3.4 Air

Menurut David J.Kenny dan Edward J.Barret, air dapat diterima sebagai media penyimpanan sampai 15 menit apabila tidak ada pilihan lain. Kerusakan sel oleh karena imbibisi tidak dapat dihindarkan tapi dapat dikurangi dengan memasukkan gigi ke dalam media penyimpanan, yaitu air. Tapi penelitian oleh Sigalas *et al.*, menunjukkan bahwa sangat sedikit sel-sel ligamen periodontal yang dapat bertahan hidup dalam air pada temperatur ruangan maupun temperatur dingin.

Menurut J.R. Pinkham *et al.*, air bukanlah media penyimpanan yang efektif karena merupakan larutan hipotonik yang dapat menyebabkan sel-sel ligamen periodontal membengkak dan menjadi pecah. Penelitian oleh paul Krasner, air dapat menyebabkan kerusakan pada sel-sel akar karena tingkat metabolit dan pH yang rendah pada air. Ketika gigi avulsi ditempatkan ke dalam air, sel-sel ligamen periodontal akan beradaptasi sama dengan lingkungan sekitarnya dalam hal pH dan temperatur, dan pecah.

## 2.4 Air Kelapa

### 2.4.1 Definisi

Air kelapa adalah suatu cairan bening yang berada di dalam buah kelapa muda. Dalam buah kelapa terdapat jaringan endosperm yang nantinya akan berkembang menjadi daging dan air kelapa. Selama perkembangan buah kelapa, bersamaan dengan bertambahnya usia buah kelapa, maka air kelapa akan terserap dalam daging buah kelapa. Air kelapa merupakan minuman yang sangat penting dan menyehatkan, oleh karena itu air kelapa merupakan

minuman yang digemari oleh banyak orang di daerah tropis, khususnya pada daerah tropis Asia dan Trinidad Tobago yang banyak tersedia dalam bentuk segar maupun sudah dikemas dalam botol. Air kelapa secara natural tidak mengandung lemak dan rendah kalori. (Campbell et al, 2000). Air kelapa memiliki tingkat osmolalitas tinggi, yaitu 372 mOSM/L dan ph 5,6 (W.H. Jean, 2009).

### 2.4.2 Komponen

Secara umum, komposisi air kelapa adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.1** Komponen air kelapa

Inorganic ions	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	
Calcium, Ca		24		27.35	31.64
Iron, Fe	0.01	0.29	0.01	0.02	0.02
Magnesium, Mg	30	25	30	6.40	9.44
Phosphorus, P	37	20	37	4.66	12.77
Potassium, K	312	250	312	203.70	257.52
Sodium, Na	105	105	105	1.75	16.10
Zinc, Zn		0.1		0.07	0.02
Copper, Cu	0.04	0.04	0.04	0.01	0.03
Manganese, Mn		0.142		0.12	0.08
Selenium, Se		0.001			
Chlorine, Cl	183		183		
Sulfur, S	24		24	0.58	
Aluminium, Al				0.07	0.06
Boron, B				0.05	0.08
Vitamins	(mg/mL)	(mg/100g)	(mg/L)	(mg/100 dm <sup>3</sup> )	
Vitamin C, total ascorbic acid		2.4		7.41	7.08
Thiamin (B1)		0.03	Trace	Trace	0.01
Riboflavin (B2)		0.057	0.01	0.01	0.01
Niacin (B3)		0.08	0.64	ND*	ND*
Pantothenic acid (B5)	0.52	0.043	0.52		
Pyridoxine (B6)		0.032	Trace	ND*	ND*
Folate, total		0.03			
Folic acid	0.003	0	0.003		
Folate, food		0.003			
Folate, Dietary Folate Equivalent (DFE)		3 (µg_DFE)			
Biotin	0.02		0.02		
Nicotinic acid (Niacin)	0.64		0.64		

Source information	[20]	[31]	[29]				[30]	
Coconut type		young	young green	mature green	mature	mature (autoclaved)	young	mature
Average Weight of Coconut (g)		206 (water)					565	393
Age of coconut							6 months	12 months
Source of coconut			Deerfield Beach, FL		Dominican Republic			
Proximates		(g/100g)					(g/100g)	
Water		94.99					94.18	94.45
Dry		5.01					5.82	5.55
Energy value		19 kcal (79 kJ)						
Protein		0.72					0.12	0.52
Total lipid (fat)		0.2					0.07	0.15
Ash		0.39					0.87	0.47
Carbohydrate, by difference		3.71					4.76	4.41
Fiber, total dietary		1.1					ND*	ND*
Sugars	(mg/mL)	(g/100g)	(mg/mL)				(g/100g)	
Total		2.61	9.16	21.68	13.87	15.20	5.23	3.42
Sucrose	9.18		0.93	9.18	8.90	10.70	0.06	0.51
Glucose	7.25		3.93	7.25	2.46	2.02	2.61	1.48
Fructose	5.25		4.30	5.25	2.51	2.48	2.55	1.43
Sugar alcohols	Present *		(mg/L)					
Mannitol	0.8		0.80					
Sorbitol	15 <sup>d</sup>		15.00					
Myo-inositol	0.01		0.01					
Scyllo-inositol	0.05		0.05					

#### 2.4.2.1 Ion Inorganik

Ion inorganik pada hewan dan tanaman adalah ion yang sangat berguna dan bermanfaat bagi kegiatan dan kehidupan sel. Dalam jaringan tubuh, ion dapat juga disebut dengan elektrolit yang dimanfaatkan untuk aktifitas yang berhubungan dengan kelistrikan, seperti pendukung pergerakan otot yang kontraksi maupun aktifitas saraf (Institute of medicine, 2000).

Komposisi ion dalam air kelapa dapat menggantikan elektrolit pada tubuh manusia yang tersekresi melalui keringat, seperti ion natrium, potasium, magnesium, dan kalsium. Konsentrasi elektrolit dalam air kelapa memiliki tekanan osmosis yang mirip dengan tekanan darah (J.C.B. Fernandes, 2000)

serta tidak menyebabkan hemostasis (pembekuan plasma darah), sehingga air kelapa dapat digunakan sebagai pengganti cairan infus dalam keadaan darurat (F. Campbell, 2000).

#### 2.4.2.2 Vitamin

Vitamin adalah sekelompok senyawa organik yang berbobot kecil namun memiliki fungsi vital dalam metabolisme dalam tubuh. Vitamin tidak dapat diproduksi oleh tubuh. Walaupun tubuh membutuhkan vitamin dalam jumlah yang kecil, namun bila tidak mencukupi akan menyebabkan gangguan dalam metabolisme karena fungsi dari vitamin tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Kekurangan vitamin ini dikenal sebagai *avitaminosis*. (Gillman, et al, 1995).

Kandungan vitamin juga dapat diperoleh dalam air kelapa. Air kelapa mengandung vitamin B1, B2, B3, B5, B6, B7, dan B9. Vitamin B ini larut dalam air dan dibutuhkan dalam reaksi enzim koenzim yang penting untuk fungsi sel (F. Depeint, 2006). Konsumsi air kelapa secara rutin juga baik untuk mengurangi resiko menderita penyakit jantung, stroke, serta kanker pada mulut, faring, esofagus, paru-paru, dan usus halus (K.J. Joshipura, 2001).

Vitamin B6 (termasuk pyridoxal, pyridoxine dan pyridoxamine) tersaji dalam bentuk koenzim dalam reaksi enzimatik, seperti reaksi *transaminasi* dan *dekarboksilasi* (R.H. Garret, 2005). Kekurangan vitamin B6 dalam tubuh dapat menyebabkan berbagai masalah dalam tubuh seperti inflamasi dan gangguan ginjal (F. Depeint, 2006).

Air kelapa juga mengandung vitamin B9, atau yang biasa dikenal dengan folat. Pada akhir tahun 1930 ditemukan bahwa sebenarnya vitamin B9 dapat

mengurangi resiko anemia pada masa kehamilan (Y.I. Goh, 2008). Kekurangan vitamin B6 dan B9 dalam darah dapat meningkatkan resiko atherosclerosis dan kelainan darah lainnya (Robinson et al,1998). Dalam studi lainnya dibuktikan bahwa kandungan B6 dan B9 yang tinggi dalam darah dapat mengurangi resiko kanker payudara (S.M. Zhang, 2003). Selain vitamin B, air kelapa juga mengandung vitamin c (ascobic acid) yang bermanfaat sebagai antioksidan (A. Shenkin, 2006).

