

## **PENGARUH IONTOFORESIS NaF 2% DAN KCl TERHADAP KADAR MMP-8 PADA *Gingival Crevicular Fluid (GCF)* DENTIN HIPERSENSITIF KELOMPOK USIA DEWASA**

Tjahajawati, S., Maskoen, A.M., dan Adhita, H.D.

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran

E-mail: wina\_lucky@yahoo.co.id

### **ABSTRAK**

Dentin hipersensitif merupakan masalah utama dalam bidang kedokteran gigi. Pada umumnya lebih dari 90% area hipersensitif adalah terbukanya dentin di daerah akar gigi, biasanya di permukaan bukal gigi. Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh efektivitas iontoforesis NaF 2% dan KCl terhadap nilai ambang nyeri dan kadar matrix metalloproteinase (MMP-8). Penelitian eksperimental dilakukan dengan cara mengukur nilai ambang nyeri gigi menggunakan *vitalytester* dan mengambil cairan gusi (*GCF*) menggunakan *paper point* sebelum dan sesudah iontoforesis pada gigi yang mengalami resesi gusi yang diamati selama 2 minggu dengan indikator kadar MMP-8 menggunakan metode ELISA. Sampel penelitian dibagi dalam beberapa kelompok perlakuan yaitu dilakukan iontoforesis dengan NaF 2%, KCl 2%, KCl 3%, KCl 3,5%, KCl 4%. Rancangan analisis untuk ambang nyeri dan kadar MMP-8 sebelum dan sesudah iontoforesis dengan *paired T-test* dan *analysis of varians*. Untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi bahan terhadap nilai ambang nyeri dan MMP-8 yang dipengaruhi oleh waktu digunakan *multivariate of analysis*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat keterkaitan antara konsentrasi larutan, waktu, nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8. Konsentrasi larutan memengaruhi perubahan nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8. Waktu perawatan mempengaruhi nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8. Konsentrasi larutan yang tinggi dan waktu perawatan yang singkat belum tentu memengaruhi nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8. Interaksi antara konsentrasi larutan dan pemeriksaan klinis serta laboratoris berpengaruh pada perubahan nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8. Ion kalium dalam larutan desensitasi lebih efektif dalam mengatasi dentin hipersensitif.

Kata kunci: dentin hipersensitif, kadar MMP. 8, iontoforensis, KCl, GCF.

## **THE EFFECTIVENESS OF SODIUM FLUORIDE 2% AND POTASIAM CHLORIDE IONTOPHORESIS OF *GINGIVAL CREVICULAR FLUIDS* MMP-8 LEVEL IN ADULT HYPERSENSITIVE DENTIN**

### **ABSTRACT**

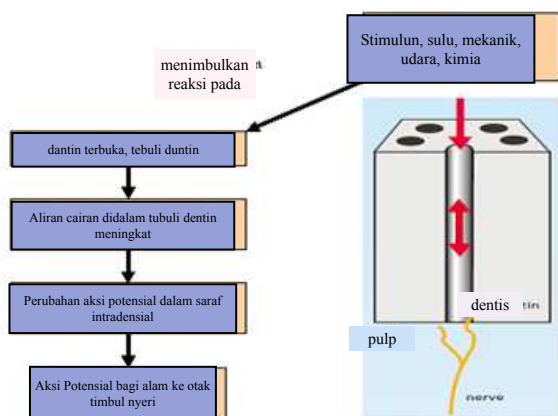
Hypersensitive dentin is one of the main problems in dentistry. In general, more than 90 percent of the hypersensitive area is the opening of dentin in dental root area, usually on the surface of dental buccal. The purpose of this research was to determine the effectiveness of iontophoresis NaF 2% and KCl on the threshold value of pain and the content of matrix metalloproteinase (MMP-8). An experimental research was conducted by measuring the threshold value of dental pain using *vitalytester* and taking gums fluid (*GCF*) by using *paper point* both before and after iontophoresis on the teeth that suffer gums recession observed for 2 weeks. The research samples were divided into some treatment groups, namely iontophoresis by NaF 2%, KCl2%, KCl3%, KCl3.5%, and KCL4%.The analytical design for the pain threshold and the content of MMP-8 before and after iontophoresis was paired T-test and analysis of variants. To determine the influence of various concentrations of materials on the threshold of pain and MMP-8 influenced by time, multivariate of analysis was used. The findings of research showed that solution concentration, time, threshold value, and the content of MMP-8 were interrelated. Solution concentration changed affect the excitatory threshold value and the levels of MMP-8. Treatment time affected the value of threshold excitatory and MMP-8 levels. High solution concentration and short treatment time might not affect the value of excitatory threshold and MMP-8 levels. The interaction between solution concentration and clinical examination and laboratory affected changes in excitatory

threshold values and level of MMP-8. Potassium ion in a desensitized solution was more effective in overcoming hypersensitive dentin

Key words: Hypersensitive dentin, MMP-8 value, iontophoresis, KCl, GCF.

## PENDAHULUAN

Dentin hipersensitif merupakan masalah utama dalam bidang kedokteran gigi. Atrisi, abrasi, *clinical occlusal adjustment*, fraktur mahkota, resesi gusi, restorasi iatrogenik, trauma ortodontik, dapat menjadi penyebab dentin hipersensitif (Cox, 2005; Zahradnik, 2003). Pada umumnya lebih dari 90% area hipersensitif adalah terbukanya dentin di daerah akar gigi, biasanya di permukaan bukal gigi (Dunitz, 2000). Gigi dengan akar terbuka pada Gambar 1 sering terjadi pada kaninus dan premolar. Daerah permukaan bukal gigi akan terasa ngilu bila terkena rangsang manis, dingin, atau aliran udara yang melewati mulut ketika bernafas atau berbicara. Kasus seperti ini dikenal dengan istilah dentin hipersensitif. Bila keadaan ini dibiarkan maka kerusakan gigi dapat menjadi parah. Hipersensitivitas gigi dan cara mengatasinya merupakan masalah yang masih diteliti (Debabneh *et al.*, 1999).



Gambar 1. Rasa nyeri akibat hipersensitivitas dentin (Orchardson & Gillam, 2006)

Hipersensitivitas gigi atau lebih tepatnya dentin hipersensitif merupakan suatu keadaan yang digambarkan sebagai rasa nyeri akut yang bersifat tajam dan berlangsung singkat. Keadaan ini disebabkan oleh respon tubulus dentin yang terbuka terhadap rangsang yang datang dari luar gigi. Prevalensi dentin hipersensitif berkisar antara 4-74% dari populasi, nilai ini

didapat dari studi epidemiologi mengenai dentin hipersensitif yang dilakukan oleh beberapa peneliti di berbagai negara termasuk Indonesia mulai tahun 1964 hingga tahun 2003. Insidensi dentin hipersensitif berkisar pada usia 20-40 tahun, dengan puncak di akhir usia dekade ke-3 dan menurun pada usia dekade ke-4 sampai ke-5. Hal ini berhubungan dengan menurunnya permeabilitas dentin dan sensitivitas saraf sesuai peningkatan usia (Bartold, 2006).

Perawatan pada pasien yang mengeluh tentang dentin hipersensitif dianjurkan iontophoresis karena lebih efektif. Penelitian yang membandingkan antara fluor yang diaplikasikan secara iontophoresis dan topikal sebagai cara untuk merawat dentin hipersensitif memperlihatkan hasil yang signifikan dalam mengurangi hipersensitivitas pada hari ke 7 dan hari ke 14 setelah perawatan dengan  $p < 0,05$ . Penelitian ini juga mendapatkan bahwa fluor sebagai bahan desensitasi lebih efektif dengan aplikasi iontophoresis dibanding dengan cara topikal (Arowojulu, 2002). Iontoforesis merupakan teknologi elektronik yang dapat mendorong ion-ion ke dalam dentin. Gangarosa (1989) melaporkan bahwa natrium fluorida (NaF) dengan iontophoresis pada perawatan dentin hipersensitif dapat segera menghilangkan nyeri setelah 1x aplikasi.

Ion kalium (KCl) dalam pasta gigi sering digunakan sebagai bahan desensitasi. Ion kalium (KCl) yang diaplikasikan secara iontophoresis belum pernah dilakukan. Penelitian tentang sensitivitas dengan penggunaan ion kalium (KCl) yang diaplikasikan pada dentin yang terbuka pada tekanan 150 mmHg di bawah permukaan atmosfer telah dilakukan. Hasil penelitian ini menyatakan ion kalium dapat menghambat konduksi atau memblokir impuls secara sementara pada akhiran saraf dentin atau pulpa sehingga sensitivitas dapat diatasi (Ajcharakunul, dkk., 2007). Kalium nitrat dalam bentuk larutan dengan konsentrasi 15%, 10%,

5%, 2% dan 1% serta dalam bentuk pasta dengan konsentrasi 10% ternyata semuanya efektif menghilangkan dentin hipersensitif (Priyantojo,1996).

Rasa nyeri yang digambarkan karena dentin hipersensitif oleh penderita memicu reaksi neurogenik dan diekspresikan melalui neuropeptida proinflamasi di *gingival crevicular fluid (GCF)*. Neuropeptida ini mengaktifkan sel imunofektor dan memengaruhi sekresi matrix metalloproteinase MMP-8 sebagai *major tissue destructive* di *GCF*. MMP-8 juga diduga berperan dalam organisasi matriks dentin selama pembentukan dentin dan pembentukan dentin sekunder. Pengukuran tingkat MMP-8 dari cairan periapikal dapat digunakan sebagai indikator biokimia/marker molekuler untuk memonitor keberhasilan perawatan akar gigi (Wahlgren, 2002; Avellen, *et al*, 2005; Sulkala, *et al.*,2006). Untuk mengetahui keberhasilan iontoforesis dalam perawatan dentin hipersensitif dengan NaF 2% maupun KCl dapat dilakukan pengukuran nilai ambang nyeri dengan vitalitester, serta pemeriksaan kadar MMP-8 dari *gingival crevicular fluid (GCF)* (Wahlgren, 2002).

## BAHAN DAN METODE

Subjek penelitian adalah pasien berusia 20-40 tahun dengan dentin hipersensitif pada gigi Premolar atau Caninus serta bersedia dirawat di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Unpad dengan iontoforesis. Populasi penelitian adalah pasien yang datang ke klinik Rumah Sakit Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Unpad bagian Periodontologi dan Konservasi Gigi pada bulan Maret-Oktober 2009.

Bahan penelitian adalah NaF 2% dan KCl. Alat penelitian adalah Desensitron II, alat ini digunakan untuk melakukan iontoforesis dengan bahan NaF 2% dan KCl berbagai konsentrasi pada dentin hipersensitif pasien yang diaplikasikan selama 2 menit. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) diperiksa kadarnya dari *GCF* penderita (Gambar 2) dengan metoda ELISA.

Jenis penelitian adalah quasi eksperimental pada pasien yang mengalami dentin hipersensitif pada gigi Premolar atau Caninus. Digunakan untuk menghitung jumlah sampel.



Gambar 2 Pengambilan Cairan Gusi (GCF)

$$\text{Rumus } N = \frac{2(Z_{1-\alpha/2})^2 \sigma^2}{d^2}$$

Diperoleh nilai 75, kemudian dibagi ke dalam kelompok perlakuan yaitu kelompok pasien dilakukan iontoforesis NaF 2% dan kelompok pasien dilakukan iontoforesis dengan KCl dalam berbagai konsentrasi. Rancangan analisis untuk ambang nyeri dan kadar MMP-8 sebelum dan sesudah iontoforesis dengan *paired T-test* dan *analysis of varians*. Untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi bahan terhadap nilai ambang nyeri dan MMP-8 yang dipengaruhi oleh waktu digunakan *multivariate of analysis*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Peningkatan nilai ambang rangsang yang berarti berkurangnya rasa nyeri merupakan perubahan proses biologi yang terjadi dalam gigi dan jaringan pendukungnya. Pengaruh ion kalium adalah terhadap eksitabilitas neuromuscular. Iontoforesis meningkatkan penetrasi ion sebagai larutan desensitasi akan lebih banyak dan efektif. Iontoforesis adalah metode transport ion secara elektrik ke dalam jaringan lunak maupun keras (Gangarosa, 1989; Jacobsen & Bruce, 2001).

Desensitasi dentin hipersensitif merupakan suatu usaha untuk menghilangkan

atau mengurangi terjadinya rasa nyeri akibat adanya rangsang. Cara untuk menghambat pergerakan cairan dalam tubulus dentin adalah dengan cara merangsang mineralisasi dentin peritubuler sehingga saluran dalam tubulus dentin mengecil dan aliran cairan dalam tubulus dentin menjadi berkurang. Cara lain adalah dengan menutup *orifice* pembuluh dentin (Bartold, 2006).

Kalium tidak menyebabkan perubahan warna gigi dan tidak mengiritasi gusi. Larutan yang berisi ion kalium lebih efektif dalam mengatasi dentin hipersensitif. Larutan kalium merupakan larutan yang *reversibel*, karena itu tidak merusak dentin sehingga dapat digunakan sebagai bahan desensitasi. Pada minggu kedua dan selanjutnya efek kalium akan meningkat. Pada minggu keempat mencapai 92% dan akhirnya dentin hipersensitif akan menghilang (Priyantojo, 1996; Pareira, *et all* 2001; Ajcharanukul, *et al*, 2007). Terbukanya akar gigi karena resesi gusi dapat menimbulkan keluhan dentin hipersensitif. Keluhan terjadi karena adanya rangsang yang berkontak dengan dentin, selanjutnya menyebabkan timbulnya

pergerakan cairan dalam tubulus dentin dan merangsang saraf sensoris (Brannstrom, 1996; Cohen & Burns, 2002). Sebagai upaya untuk menurunkan dentin hipersensitif dapat dilakukan desensitasi dengan iontoforesis (Arawojulu, 2002).

Reaksi *crystal complex* yang terbentuk pada garam *insoluble* menjadi bahan desensitasi dengan jangka pendek (15') dan jangka panjang (6-12 bulan). Formasi kalium klorida akan meningkatkan kemampuan desensitasi dalam efek depolarisasi saraf pada gigi (Jacobsen & Bruce, 2001; Pareira, 2001; Ajcharanukul, dkk. 2007). Tabel 1 menunjukkan bahwa pada nilai kepercayaan 95%, nilai larutan 1, 3, 6, 7, 8, 10,11,12 mempunyai rentang batas bawah dan batas atas yang lebar. Hal ini menunjukkan bahwa nilai minimum dan maksimum nilai ambang rangsang maupun kadar MMP-8 yang berbeda pula. Artinya larutan di atas mempunyai pengaruh terhadap dentin hipersensitif.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perbedaan nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8 sebelum dan sesudah iontoforesis

Tabel 1 Nilai perhitungan kelompok larutan KCl secara deskriptif

No	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	11	2,818182	0,7507572	0,2263618	2,313816	3,322547	2,0000	4,0000
2	11	1,676818	0,0440041	0,0132677	1,647256	1,706381	1,6450	1,7900
3	9	1,666667	0,5000000	0,1666667	1,282333	2,051001	1,0000	2,0000
4	11	1,669091	0,0469477	0,0141553	1,637551	1,700631	1,6400	1,8050
5	9	0,799400	0,0067104	0,0022368	0,794242	0,804558	0,7942	0,8166
6	9	2,444444	1,4240006	0,4746669	1,349861	3,539028	1,0000	6,0000
7	29	1,250359	0,4480273	0,0831966	1,079938	1,420779	0,6850	1,8500
8	28	2,392857	0,7373268	0,1393417	2,106952	2,678763	1,0000	4,0000
9	10	0,821000	0,0618246	0,0195507	0,776773	0,865227	0,6580	0,8918
10	10	3,200000	1,8135294	0,5734884	1,902679	4,497321	2,0000	8,0000
11	13	0,777815	0,0795234	0,0220558	0,729760	0,825871	0,6000	0,8310
12	14	4,357143	2,5901334	0,6922423	2,861644	5,852641	2,0000	10,0000
	164	1,991351	1,4286774	0,1115610	1,771060	2,211642	0,6000	10,0000

Keterangan: N= Jumlah sampel KCl berbagai konsentrasi

Tabel 2. Hasil Uji Larutan KCl dua kelompok berpasangan

Pair	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
1 preARkc3.5 - osARkc3.5	0,-1,64286	2,23975	0,59860	-2,93605	-,34966	-2,745	13	0,017
2 premp8 - postmp8	0,0384571	,1782661	0,0476436	-,0644706	0,1413849	0,807	13	0,434
3 preARkl3 - posARkc3	-1,7000000	1,7669811	0,5587685	-2,9640221	-,4359779	-3,042	9	0,014
4 prempk83 - posmpk83	0,-0214600	0,0209374	0,0066210	-,0364377	-,0064823	-3,241	9	0,010
5 premp82 - posmp82	0,1284710	0,4526449	0,0812974	-,0375605	0,2945025	1,580	30	0,125
6 preARnf2 - posARnf2	-,2758621	0,7018624	0,1303326	-,5428363	-,0088879	-2,117	28	0,043
7 preARkc2 - posARkc2	-,8888889	0,9279607	0,3093202	-1,6021826	-,1755951	-2,874	8	0,021
8 premp81 - posmp81	-,0005556	0,0092481	0,0030827	-,0076643	0,0065532	-,180	8	0,861
9 premp4 - posmp4	0,0304545	0,1257071	0,0379021	-,0539966	0,1149057	0,804	10	0,440
10 arkl4 - arkc4	-,7272727	0,4670994	,1408358	-1,0410744	-,4134711	-5,164	10	0,000
11 prempkno33 - posmpkno3	0,1629167	0,4714217	0,1360877	-,1366104	0,4624437	1,197	11	0,256
12 prekno33 - poskno33	-,4166667	0,9003366	0,2599048	-,9887133	0,1553799	-1,603	11	0,137

Tabel 3. Hubungan Konsentrasi KCl dengan interaksi waktu dan pemeriksaan klinis

Sumber Varian	F
Rata-rata	
Bahan/ konsentrasi(K)	10,7698*
Waktu (W)	24,2997*
Interaksi(KW)	1,5740
Pemeriksaan (P)	138,2600*
Interaksi(KP)	19,1587*
Interaksi(PW)	76,5401*
Interaksi(KPW)	4,3806*
Kekeliruan	

yang signifikan adalah untuk ambang rangsang larutan KCl 3,5%, KCl 3%, NaF 2%, KCl 2%, KCl 4%. Perbedaan kadar MMP-8 sebelum dan sesudah iontoforesis yang signifikan adalah dengan larutan KCl 3%.

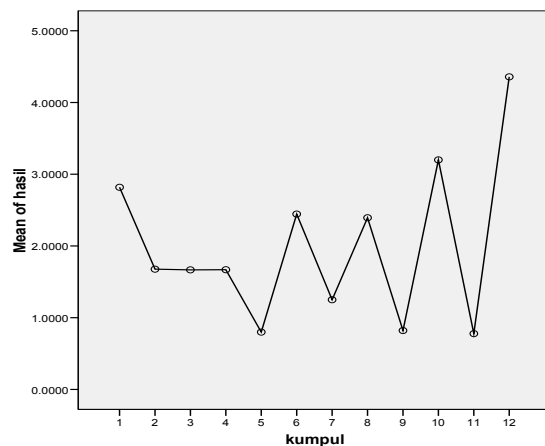
Untuk mengetahui apakah dari seluruh kelompok larutan dengan berbagai konsentrasi mempunyai perbedaan hasil dilakukan uji Anova. Sebelum dilakukan uji

anova dilakukan uji homogenitas varians, hasilnya signifikan berarti bahwa setiap konsentrasi larutan mempunyai variasi berbeda. Hasil ujian ovasignifikan ( $p=0.00$ ) maka untuk melihat kelompok mana yang berbeda dan kelompok mana yang sama dilanjutkan dengan uji Tukey. Untuk melihat efek larutan terhadap ambang rangsang dan MMP-8 dilakukan uji manova.

Dari Tabel 3 Nilai F hitung dengan tanda bintang merupakan nilai yang signifikan pada  $\alpha= 5\%$  menunjukkan bahwa konsentrasi, waktu, pemeriksaan nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8 sangat berkaitan dan memengaruhi satu sama lain. Konsentrasi larutan memengaruhi perubahan nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8. Waktu perawatan memengaruhi nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8. Interaksi antara konsentrasi dan waktu tidak signifikan, berarti konsentrasi larutan yang tinggi terhadap waktu yang singkat belum tentu memengaruhi nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8, demikian sebaliknya konsentrasi rendah dan waktu pemeriksaan

panjang tidak mempengaruhi nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8. Interaksi antara konsentrasi larutan dan pemeriksaan klinis maupun laboratoris berpengaruh pada perubahan nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8. Interaksi antara pemeriksaan klinis dan laboratoris serta waktu berpengaruh terhadap nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8. Interaksi antara konsentrasi, pemeriksaan dan waktu berpengaruh terhadap nilai ambang rangsang dan kadar MMP-8.

Gambar 3 memperlihatkan ambang rangsang bahan yang digunakan yang memperlihatkan kenaikan ambang rangsang adalah KCl 3% dan KCl 3,5%, sedangkan kecenderungan kadar MMP-8 rendah adalah KCl 2%, KCl 3%, dan KCl 3,5%.



Gambar 3. Hasil rata-rata peningkatan ambang rangsang larutan KCl

### SIMPULAN

Jenis dan konsentrasi larutan KCl serta waktu memengaruhi hasil pemeriksaan klinis nilai ambang nyeri maupun laboratoris kadar MMP-8. Larutan KCl 3% adalah larutan iontoforesis yang paling efektif karena meningkatkan nilai ambang nyeri dan menurunkan kadar MMP-8.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih pada Kementerian Pendidikan Nasional yang telah memberikan dana melalui Penelitian Hibah Bersaing

### DAFTAR PUSTAKA

- Avellan, N.L. Sorsa, T. & Tervhartiala, T. 2005. Painful tooth stimulation elevates matrix metalloproteinase-8 levels locally in human gingival crevicular fluid. <http://jdr.iadrjournals.org/cgi/contnt/full>. (diakses 10 Januari 2008).
- Ajcharanukul, O, Kraivaphan, P., & Wanachantararak, S. 2007. Effect of Potassium ion on dentin Sensitivity in Man. *Archive of Oral Biology*, 52 (7).
- Arawojolu, M.O. 2002. Fluoride Iontophoresis Versus Topical Application In The Treatment Of Dentine Hyper-sensitivity. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 5(2): 87-90.
- Bartold, P.M. 2006. Dentinal hypersensitivity: a review. *Australian Dental Journal*, 51(3): 212-218.
- Brannstrom. 1996. The hydrodynamics of the dentinal tubule and of fluid. *Caries Res.*, 1:310
- Cox C.F. 2005. Dentin sensitivity: A historical and scientific review. Michigan: Phoenix dental Inc; p.1-32.
- Cohen, S; R.C. Burns. 2002. Pathways of The Pulp. Missouri: Mosby. 15-16.
- Debabneh, R.H., A.T. Khouri., & M. Addy. 1999. Dentine hypersensitivity an enigma? A review of terminology, epidemiology, mechanisms, aetiology, and management. *Brit Dent J*, 187:606-611.
- Dunitz, M. 2000. Tooth Wear and Sensitivity. United Kingdom. Martin Dunitz Ltd. 19-29, 239-327.
- Gangarosa, L.P. 1989. Double blind evaluation of duration of dentin sensitivity. *Gen-Dent*. Juli-Agustus. 316-319.

- Jacobsen, P.L., & G. Bruce, 2001. Clinical dentin hypersensitivity: Understanding the causes and prescribing a treatment. [www.thejcdp.com/issue005/Jacob/jacobsen.pdf](http://www.thejcdp.com/issue005/Jacob/jacobsen.pdf). Diakses 1 Oktober 2006.
- Orchardson, R. & Gillam, DG. 2006. Managing dentin hypersensitivity. *J Am Dent Assoc*, 137(7): 990-98.
- Prijantojo. 1996. Evaluasi klinis perawatan hiper sensitivitas dentin dengan potasium nitrat. *Cermin Dunia Kedokteran*, 109:58-61.
- Pereira, J.C., Martinelli. A.C.B.F, & Santiago S.L..2001. Treating hypersensitive dentin with three different potassium-oxalate-based gel formulations: a clinical study. [www.fob.usp.br/Revista/conteudos/PDF](http://www.fob.usp.br/Revista/conteudos/PDF). Diakses 26 Februari 2007.
- Rensburg, B.G.J. 1995. *Oral Biology*. Warsawa. Quintessence Pub. Co. Inc. 435-440.
- Sulkala, M., Tervahartiala, T., & Sorsa, T. 2006. Matrix metalloproteinase-8 is the major collagenase in human. *Arch Oral Biol*. Oct 11 .
- Walters, P.A. 2005. Dental hypersensitivity: a review. <http://www.thejdb.com/issue/022/walter/01/walter.htm>. Diakses 13 Oktober 2006.
- Wahlgren, J., Salo, T., & Teronen, O. 2002. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) in pulpal and periapical root canal exudates. *Int. Endod J.*, 35 (11):897-904.
- Zahradnik, R.T. 2003. *Dentin Sensitivity: Causes, mechanism of pain and treatment*. Rota-Dent Clinical Service. Prodentec for dental professional. Htm.