

## Analisis Kalsium Gigi Desidui Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom Akibat Konsumsi Air Pdam Di Kecamatan Pagak Sebagai Faktor Penyebab Karies Gigi

Waode Rifa Adhiani<sup>1</sup>, Yully Endang Hernani<sup>2</sup>, Ambar Puspitasari<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya

<sup>2</sup> Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Masyarakat - Pencegahan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya, Malang

<sup>3</sup> Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya, Malang

E-mail: [waoderifaadhiani@gmail.com](mailto:waoderifaadhiani@gmail.com)

### Article History:

Received: 01 Agustus 2025

Revised: 10 Agustus 2025

Accepted: 12 Agustus 2025

**Keywords:** Analisis Kalsium; gigi desidui; Metode Spektrofotometri Serapan Atom; Air PDAM; Kecamatan Pagak, Karies Gigi.

**Abstract:** Masalah karies gigi masih perlu diperhatikan dengan melihat sekitar 60-70% anak sekolah dasar di Pagak, Kabupaten Malang mengalami karies. Kejadian karies di Pagak dihubungkan dengan masalah konsumsi air minum dengan kandungan kalsium yang sangat tinggi yaitu 165 mg/L. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kalsium gigi desidui akibat konsumsi air PDAM Pagak dan menghubungkannya dengan kejadian karies gigi anak di Kecamatan Pagak. Penelitian ini menggunakan data hasil screening berupa indeks SiC dan 20 sampel gigi desidui yang kemudian dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok sampel dengan konsentrasi HNO<sub>3</sub> 8,125%, 16,25%, 32,5% dan 65%. Hasil uji statistik dengan uji Kruskal Wallis didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,002 yang berarti terdapat perbedaan yang bermakna kandungan kalsium antar empat kelompok. Berdasarkan uji korelasi Spearman didapat nilai signifikansi 0,00 dan koefisien korelasi sebesar 0,853 yang berarti terdapat hubungan yang sangat kuat dan searah antara kandungan kalsium gigi desidui dengan karies gigi anak. Untuk melihat pengaruhnya didapatkan nilai r<sup>2</sup> sebesar 0,853 artinya pengaruh kalsium gigi desidui terhadap kejadian karies gigi anak di Kecamatan Pagak sebesar 85,3%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat hubungan kandungan kalsium gigi desidui akibat konsumsi air PDAM Pagak dengan kejadian karies anak di kecamatan Pagak.

### PENDAHULUAN

Kecamatan Pagak termasuk wilayah Malang Selatan yang merupakan daerah pegunungan berkapur. Kandungan kalsium yang terdapat pada air di wilayah Pagak sangat tinggi. Hal ini dibuktikan dengan dilakukannya pemeriksaan pada air PDAM Pagak yang menunjukkan

kandungan kalsium pada air PDAM Pagak sebesar 165 mg/L dengan kadar kalsium layak konsumsi pada air minum sebesar 150mg/L<sup>1</sup>.

Kelebihan kalsium dapat berpengaruh negatif terhadap kesehatan yaitu dapat menimbulkan pembentukan batu ginjal dan gejala hiperkalsemia. Hiperkalsemia dapat terjadi apabila mengkonsumsi kalsium lebih dari 2500 mg sehari dan dapat berlanjut menjadi hiperkalsuria yaitu kondisi dimana kadar kalsium dalam urin melebihi 300 mg/hari. Disamping itu, kelebihan kalsium juga dapat menyebabkan konstipasi (susah buang air besar). Kelebihan kalsium bisa terjadi bila menggunakan suplemen kalsium berupa tablet atau bentuk lain<sup>2</sup>. Kelebihan kalsium yang dikonsumsi dapat berpengaruh negatif terhadap penyerapan seng, zat besi dan mangan. Hal ini berpengaruh pada kesehatan gigi dimana seng merupakan bahan dasar untuk membuat kolagen pada tulang dan gigi apabila penyerapan seng terhambat, maka kesehatan gigi terganggu<sup>3</sup>. Selain itu, zat besi juga memiliki peranan penting sebagai penghambat penempelan bakteri *Streptococcus mutans* pada permukaan gigi sehingga menghambat terjadinya karies akibat metabolisme bakteri dalam plak gigi<sup>4</sup>.

Karies gigi merupakan penyakit infeksi multifaktorial yaitu terjadinya karies gigi melibatkan banyak faktor. Karies gigi terjadi karena sejumlah faktor (*multiple factor*) yang saling mempengaruhi yaitu tiga faktor utama yakni gigi, mikroorganisme serta substrat dan waktu sebagai faktor tambahan. Keempat faktor tersebut digambarkan sebagai lingkaran, apabila keempat faktor tersebut saling tumpang tindih maka akan terjadi karies gigi<sup>5</sup>.

Tanda terjadinya karies yaitu diawali dengan adanya demineralisasi jaringan keras gigi yang kemudian diikuti oleh kerusakan bahan organiknya. Akibatnya, terjadi invasi bakteri dan kematian pulpa serta penyebaran infeksinya ke jaringan periapiks yang dapat menyebabkan nyeri<sup>5</sup>.

Demineralisasi merupakan proses penguraian mineral gigi karena keadaan asam sebagai akibat proses metabolisme bakteri kariogenik. Pada keadaan normal kadar hidroksiapatit (HA) akan seimbang dengan komponen ion saliva  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$ . Demineralisasi terjadi pada pH dibawah 5,5 ketika ion  $\text{H}^+$  (asam) bereaksi dengan grup fosfat yang berada pada permukaan kristal. Sehingga merubah  $\text{PO}_4^{3-}$  menjadi  $\text{HPO}_4^{2-}$ .  $\text{HPO}_4^{2-}$  ini bersifat lebih tidak seimbang dibandingkan  $\text{PO}_4^{3-}$  sehingga menyebabkan kristal HA menjadi rapuh dan larut<sup>6</sup>.

Kalsium merupakan komponen utama dalam struktur gigi dan demineralisasi email terjadi akibat pelepasan ion kalsium dari email gigi, maka pengaruh asam pada email gigi merupakan reaksi penguraian. pH yang rendah akan meningkatkan konsentrasi ion hidrogen dan ion ini akan merusak hidroksiapatit email gigi. Demineralisasi yang terus menerus akan membentuk pori-pori kecil atau porositas pada permukaan email gigi sehingga dapat menyebabkan larutnya mineral kalsium<sup>7</sup>.

Didalam gigi banyak terdapat kandungan mineral dalam matriks yang cukup kompleks salah satunya kalsium, sehingga sulit untuk dilakukan analisis mineral di dalam gigi. Untuk menganalisis jumlah mineral kalsium dalam gigi diperlukan metode yang spesifik dan selektif yaitu metode spektrofotometer serapan atom. Spektrofotometer serapan atom merupakan salah satu metode analisis berdasarkan pada pengukuran banyaknya intensitas sinar yang diserap oleh atom-atom bebas dari logam yang dianalisis. Atom-atom yang menyerap energi radiasi pada SSA adalah atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*)<sup>8</sup>.

Tujuan Penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan kalsium pada gigi desidui dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom dan menghbungkannya dengan tingkat kejadian karies gigi akibat konsumsi air PDAM Pagak yang memiliki kandungan kalsium yang tinggi.

## **METODE PENELITIAN**

.....

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *analitik observational* dengan metode *experimental*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Polinema dan Laboratorium Jasa Tirta.

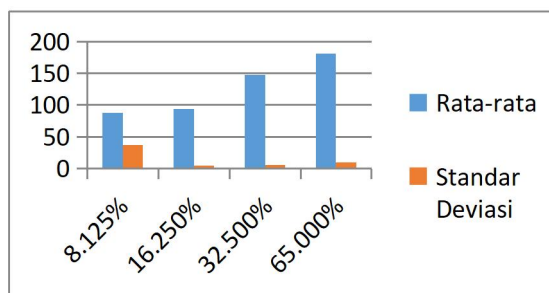
Penelitian ini menggunakan data hasil *screening* pada siswa kelas 1 di Kecamatan Pagak berupa indeks SiC dan 20 sampel gigi desidui yang kemudian dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok sampel dengan konsentrasi  $\text{HNO}_3$  8,125%, 16,25%, 32,5% dan 65%. Pada penelitian ini untuk menganalisis mineral kalsium dalam gigi diperlukan metode yang spesifik dan selektif yaitu metode spektrofotometri serapan atom. Sebelum dilakukan analisis, gigi desidui dipreparasi terlebih dahulu. Preparasi sampel dilakukan dengan metode pengabuan kering atau biasa disebut destruksi kering. Pada destruksi kering terjadi perombakan organik logam di dalam sampel menjadi logam-logam anorganik dengan jalan pengabuan sampel dalam *muffle furnace* selama kurang lebih 4 jam dengan suhu  $800^\circ\text{C}$ . Kemudian sampel hasil pengabuan dilarutkan ke dalam pelarut asam kuat yaitu  $\text{HNO}_3$  dan diencerkan dengan aquadest, setelah itu dianalisis menurut metode yang digunakan yaitu metode Spektrofotometer Serapan Atom. Tujuan penambahan  $\text{HNO}_3$  ini adalah untuk melarutkan logam yang telah terdestruksi dari sampel organik dalam proses kalsinasi (pengabuan), yaitu Ca.

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan konsentrasi  $\text{HNO}_3$  yang diberikan pada sampel sehingga terdapat empat kelompok sampel yaitu, sampel dengan konsentrasi  $\text{HNO}_3$  65%, 32,5%, 16,25% dan 8,125%. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kalsium yang terlarut dan terbaca dengan alat AAS dengan ditambahkan konsentrasi  $\text{HNO}_3$  yang berbeda dan pH yang berbeda.  $\text{HNO}_3$  yang memiliki konsentrasi lebih tinggi memiliki kandungan pH yang lebih asam dan begitu pula sebaliknya<sup>9</sup>.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1. Hasil perhitungan rerata kandungan kalsium pada gigi desidui yang telah dianalisis**

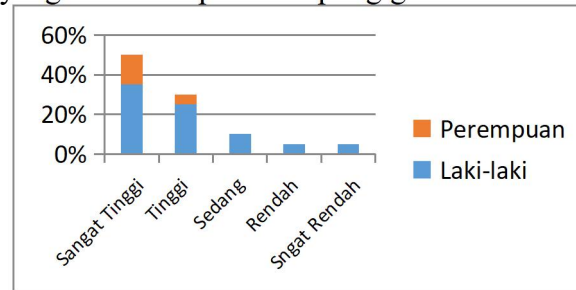
Kelompok	Rerata kadar kalsium yang terbaca (mg/L)	Standar Deviasi
Konsentrasi $\text{HNO}_3$ 8,125%	88,2140	37,48702
Konsentrasi $\text{HNO}_3$ 16,25%	94,0880	5,13883
Konsentrasi $\text{HNO}_3$ 32,5%	147,2840	5,83569
Konsentrasi $\text{HNO}_3$ 65 %	180,9680	10,15289



**Gambar 1. Diagram rata-rata kandungan kalsium gigi desidui yang terbaca alat AAS pada masing-masing kelompok**

Tabel 1 dan gambar 1 menunjukkan rerata kandungan kalsium gigi desidui yang terbaca oleh AAS. Secara keseluruhan, terjadi peningkatan kandungan kalsium yang terbaca AAS dengan

kenaikan konsentrasi  $\text{HNO}_3$  yang diberikan pada sampel gigi desidui.



**Gambar 2. Diagram Penilaian Indeks def-t**

Gambar 2 menunjukkan hasil pemeriksaan indeks def-t pada 20 responden yang terbagi menjadi laki-laki sebanyak 80% dan perempuan 20% dari jumlah responden. Tingkat kejadian karies berdasarkan hasil pemeriksaan indeks def-t menyatakan bahwa sebanyak 50% responden memiliki tingkat kejadian karies yang sangat tinggi, 30% responden memiliki tingkat kejadian karies yang tinggi, 10% responden memiliki tingkat kejadian karies sedang dan responden yang memiliki tingkat kejadian karies rendah dan sangat rendah masing-masing sebanyak 5% dari jumlah responden. Dalam populasi ini telah dilakukan penghitungan indeks SiC yang nilainya didapatkan sebesar 7,8 artinya tingkat kejadian karies pada populasi ini sangat tinggi.

Sebelum dilakukan pengujian non parametrik dilakukan pengujian normalitas dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Hasil dari uji normalitas diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,045 dan 0,002 maka dapat disimpulkan bahwa nilai signifikansi lebih kecil daripada 0,05. Sehingga, dari pengujian ini dapat diketahui bahwa uji normalitas tidak terpenuhi dan data tidak berdistribusi normal. Dengan demikian dapat dilakukan uji non parametrik yaitu pada analisa data ini menggunakan uji *Kruskal Wallis* dan korelasi *Spearman*.

Uji *Kruskal Wallis* dilakukan untuk mengetahui perbedaan nilai kandungan kalsium gigi desidui yang terbaca oleh alat AAS. Nilai signifikansi yang dipat dari uji *Kruskal Wallis* sebesar 0,002 sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna kandungan kalsium antar empat kelompok.

Uji *Korelasi Spearman* didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,00 yang berarti terdapat hubungan antara kandungan kalsium gigi desidui dengan karies gigi anak. Selain itu, didapatkan nilai koefisien korelasi untuk hubungan antara kandungan kalsium gigi desidui dengan tingkat kejadian karies gigi anak adalah sebesar 0,853. Angka 0,853 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat dan searah antara kandungan kalsium gigi desidui akibat konsumsi air PDAM Pagak dengan kejadian karies gigi anak di daerah Pagak.

Perhitungan statistik yang menggunakan metode Regresi Logistik didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,043 yang berarti nilai signifikansi yang didapat kurang dari 0,05 sehingga terdapat pengaruh antara kandungan kalsium gigi desidui akibat konsumsi air PDAM Pagak terhadap kejadian karies gigi anak di Kecamatan Pagak. Selain itu, didapatkan nilai koefisien determinasi (*R square*) sebesar 0,853 yang artinya bahwa pengaruh kalsium gigi desidui akibat konsumsi air PDAM Pagak terhadap kejadian karies gigi anak di Kecamatan Pagak sebesar 85,3% artinya pengaruh kalsium gigi desidui terhadap kejadian karies gigi anak di Kecamatan Pagak tinggi.

Perbedaan pada keempat kelompok sampel yang terbaca oleh alat AAS terjadi dikarenakan terdapat perbedaan pH pada setiap sampelnya dimana konsentrasi  $\text{HNO}_3$  yang diberikan memiliki pH yang berbeda-beda yaitu  $\text{HNO}_3$  dengan konsentrasi 8,125% memiliki pH 5,5,  $\text{HNO}_3$  dengan konsentrasi 16,25% memiliki pH 5,  $\text{HNO}_3$  dengan konsentrasi 32,5% memiliki pH 4,5 dan  $\text{HNO}_3$  dengan konsentrasi 65% memiliki pH 4. Oleh karena itu, diketahui sampel yang diberi  $\text{HNO}_3$

dengan konsentrasi yang lebih tinggi lebih mampu melarutkan abu gigi sehingga kalsium lebih bisa terbaca oleh alat AAS dibandingkan dengan sampel yang diberikan HNO<sub>3</sub> dengan konsentrasi yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan asam pada HNO<sub>3</sub> merupakan asam kuat dimana asam memiliki kemampuan untuk merusak dan melarutkan suatu zat seperti kalsium yang terdapat pada gigi. Semakin banyak kalsium yang terlarut maka semakin besar kalsium yang terbaca pada alat AAS. Asam kuat dengan konsentrasi yang lebih tinggi lebih cepat melarutkan kalsium gigi karena bersifat lebih korosif. Ketika gigi atau abu gigi diberi asam kuat seperti pada penelitian ini yaitu HNO<sub>3</sub>, kalsium karbonat pada gigi bereaksi dengan HNO<sub>3</sub> membentuk garam kalsium karbonat yang larut sehingga yang tersisa adalah protein pengikat yang elastis. Gigi yang bereaksi dengan asam menyebabkan gigi mengalami demineralisasi<sup>10</sup>.

Hubungan antara kandungan kalsium gigi desidui akibat konsumsi air PDAM Pagak dengan kejadian karies anak di kecamatan Pagak merupakan hubungan yang kuat dan searah artinya semakin banyak kandungan kalsium gigi desidui maka, semakin besar tingkat kejadian karies gigi anak. Selain itu, Pengaruh kandungan kalsium gigi desidui terhadap kejadian karies gigi anak di Kecamatan Pagak kuat dan signifikan. Hal ini terjadi dikarenakan kelebihan kalsium dalam gigi dapat berpengaruh negatif terhadap penyerapan seng, zat besi dan mangan dimana seng merupakan bahan dasar untuk membuat kolagen pada tulang dan gigi. Apabila penyerapan seng terhambat maka, hal ini membuat kandungan mineral pada gigi tidak seimbang dan membuat gigi rapuh. Apabila proses ini tidak dihentikan atau dibalik menjadi remineralisasi, maka akan terbentuk kavitas pada enamel, yaitu karies<sup>11</sup>. Selain itu zat besi pada saliva di rongga mulut sangat berperan dalam perlekatan bakteri dimana zat besi dapat menghalangi perlekatan bakteri pada permukaan gigi. Hal ini disebabkan karena besi memiliki fungsi untuk menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* dengan cara mengurangi tingkat keasamannya dan mengganggu metabolisme sukrosa dalam mulut lalu menyebabkan jumlah polisakarida berkurang<sup>4</sup>.

Zat besi pada saliva di rongga mulut sangat berperan dalam perlekatan bakteri dimana zat besi dapat menghalangi perlekatan bakteri pada permukaan gigi dikarenakan didalam saliva terdapat enzim laktoferin yang dapat mengikat ion besi bebas dan menghambat pertumbuhan mikroba yang bergantung kepada ion besi seperti bakteri *Streptococcus mutans* dalam rongga mulut. Laktoferin mengikat ion besi bebas pada saliva dan memiliki efek bakterisid dan bakteriostatik terutama pada grup *Streptococcus mutans*<sup>12</sup>. Apabila kandungan zat besi ini terhambat maka bakteri lebih mudah untuk melekatkan dirinya pada permukaan gigi sehingga bakteri tersebut melakukan metabolisme dalam plak gigi yang menyebabkan demineralisasi akibat interaksi produk-produk mikroorganisme, ludah dan bagian-bagian yang berasal dari makanan dan enamel gigi. Dampaknya, terjadi karies pada gigi<sup>13</sup>.

Hasil dan pembahasan pada penelitian ini menunjukkan hipotesis bahwa terdapat kandungan kalsium yang tinggi pada gigi desidui di Kecamatan Pagak dan terdapat hubungan serta pengaruh yang kuat kandungan kalsium gigi desidui akibat konsumsi air PDAM Pagak dengan tingkat kejadian karies gigi di Kecamatan Pagak Kabupaten Malang.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil analisis kalsium gigi desidui dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom menyatakan bahwa kandungan kalsium gigi desidui di Kecamatan Pagak memiliki nilai yang cukup tinggi.
-



2. Terdapat hubungan antara kandungan kalsium pada gigi desidui dengan kejadian karies gigi di Kecamatan Pagak Kabupaten Malang.
3. Terdapat pengaruh kandungan kalsium gigi desidui akibat konsumsi air PDAM Pagak terhadap kejadian karies gigi di Kecamatan Pagak Kabupaten Malang

#### SARAN

1. Bagi Institusi Sekolah, perlu adanya peningkatan pendidikan dan pelatihan kesehatan gigi dan mulut di sekolah dasar di Kecamatan Pagak Kabupaten Malang dengan mengadakan kegiatan edukasi berkelanjutan tentang kesehatan gigi dan mulut yang bisa diberikan melalui program sekolah UKS, UKGS, maupun kegiatan yang lain.
2. Bagi masyarakat, dianjurkan bagi setiap rumah warga dipasangkan alat penyaring kalsium pada air yang masyarakat konsumsi berbasis elektrolisis sebagai tindakan preventif penyakit sistemik akibat kelebihan kalsium yang dikonsumsi yaitu batu ginjal dan hiperkalsemia.
3. Bagi Petugas Kesehatan (Puskesmas Pagak), tetap memantau kesehatan gigi dan mulut masyarakat di Kecamatan Pagak dan memberikan pendidikan kesehatan mengenai dampak konsumsi air minum dengan kandungan kalsium yang tinggi dan cara mengatasi hal tersebut serta mengedukasi cara menjaga kesehatan gigi dan mulut yang baik dan benar. Selain itu, perlu melakukan pemeriksaan secara berkala terkait kesehatan gigi dan mulut mengingat masih kurangnya pengetahuan anak tentang menjaga kesehatan gigi dan mulut.
4. Bagi peneliti lainnya, Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai faktor penyebab terjadinya karies gigi anak lainnya di Kecamatan Pagak Kabupaten Malang seperti pola jajan atau pola menjaga kesehatan gigi dan mulut pada anak sekolah dasar di Kecamatan Pagak dan Diharapkan peneliti selanjutnya dapat mengembangkan penelitian ini dan melakukan penelitian lebih lanjut serta solusi untuk memecahkan masalah yang ada di Kecamatan Pagak Kabupaten Malang seperti membuat alat penyaring kalsium pada air untuk mengatasi kelebihan kalsium pada air minum PDAM Pagak.

#### DAFTAR REFERENSI

1. Wibowo H.K.A, dkk. 2014. *Hubungan Asupan Kalsium Dan Pendidikan Ibu Dengan Kejadian Stunting Pada Anak Di Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah, Kartasura*. Tugas Akhir. Tidak Diterbitkan, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
  2. Esmaeilzadeh, M. Study Relationship between Conflict Management Styles and Marital Life Quality among Spouses, Parents of Elementary School Students of 3 District in Esfahan City. 2015 , 2(1): 88–93.
  3. Notoatmodjo, S. 2010. *Promosi Kesehatan Teori Dan Aplikasi*. Edisi 1. Jakarta: Rineka Cipta. Hal.45.
  4. [Jenssen](#) and [Hancock](#). 2009. *Biochemie*. Vancouver: Elsevier.
  5. Panigoro, S., Pangemanan, D.H.C. dan Juliatri. Kadar Kalsium Gigi Yang Terlarut Pada Perendaman Minuman Isotonik. *Jurnal e-GiGi (eG)*, 2015, 3(2): 356-360.
  6. Andari, S. Perbandingan Penetapan Kadar Ketoprofen Tablet Secara Alkalimetri Dengan Spektrofotometri UV. *Jurnal Edu Health*, 2013, 3(2): 114-119.
  7. Damayanti I. 2015. *Validasi Metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Untuk Penetapan Kadar Kalsium Dalam Tulang Femur Tikus*. Tidak diterbitkan, Fakultas Kedokteran
-

Universitas Jember, Jember.

8. Ramayanti, S. dan Purnakarya, I. Peran Makanan Terhadap Kejadian Karies Gigi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2013, 7(2) : 89-93.
  9. Batubara F.Y. 2011. *Demineralisasi dan Remineralisasi Struktur Gigi*, (Online), (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/29644/1/DEMINERALISASI%20DAN%20REMINERALISASI%20STRUKTUR%20GIGI.pdf>), diakses 14 April 2017).
  10. Kidd E.A.M., et al. 2012. *Dasar-Dasar Karies Penyakit dan Penanggulangan*. Edisi 2. Jakarta: EGC. Hal: 66-96.
  11. Wibowo H.K.A, dkk. 2014. *Hubungan Asupan Kalsium Dan Pendidikan Ibu Dengan Kejadian Stunting Pada Anak Di Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah, Kartasura*. Tugas Akhir. Tidak Diterbitkan, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
-