

## HUBUNGAN ANTARA KESADAHAN AIR MINUM, KADAR KALSIUM DAN SEDIMEN KALSIUM OKSALAT URIN PADA ANAK USIA SEKOLAH DASAR

M. Dody Izhar<sup>1</sup>, Haripurnomo K<sup>2</sup>, Suhardi Darmoatmodjo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dinas Kesehatan Kabupaten Jambi

<sup>2</sup> Minat Epidemiologi Lapangan, FK UGM, Yogyakarta

<sup>3</sup> Bagian Kedokteran Internal, FK UGM Yogyakarta

### ABSTRACT

**Background:** Water hardness containing calcium mineral ( $\text{Ca}^{2+}$ ) is supposed to increase absorption in intestinal lumen and calcium excretion (hyper-calciuria) of urine. Alkalic conditioned urine can cause changes of saturation concentration to become calcium supersaturation leading to the crystalization of calcium oxalate.

**Objective:** To identify the relationship between drinking water hardness, drinking and eating habit to calcium level and urine calcium oxalate sediment.

**Method:** The study was observational with cross sectional design. Examination analysis of drinking water hardness (mg/l), level of urine calcium (mg/dl) and calcium oxalate sediment of first/morning urine samples of 128 elementary school students (6-12 years old) was carried out using one-stage cluster random sampling technique at Sidowangi Subdistrict of Kajoran, District of Magelang, Central Java. Data of drinking and eating habit for bestial protein, vegetable protein, calcium and phospor, uric acid, oxalic acid and citric acid of the subject of the study were obtained from interview using questionnaires and food frequency forms. Data analysis used Stata version 8.0 program for windows at significance level.  $p < 0.05$ .

**Result:** Average value and main deviation of drinking water hardness was  $66.75 + 8.36$ , level of urine was  $10.43 + 6.40$  and there were 52 subjects (40.63%) with calcium oxalate crystal. The result of statistical analysis showed that drinking water hardness did not affect level of urine calcium ( $r_s = 0.004$ ;  $p = 0.967$ ;  $\text{POR} = 1.017$ ; 95%  $\text{CI} = 0.476 - 2.172$ ) and calcium oxalate sediment ( $r_s = -0.007$ ;  $p = 0.937$ ;  $\text{POR} = 0.972$ ; 95%  $\text{CI} = 0.480 - 1.969$ ). Drinking habit ( $p = 0.007$ ;  $\text{POR} = 3.509$ ; 95%  $\text{CI} = 1.339 - 8.802$ ) and eating habit of citric acid sources (adequate  $p = 0.066$ ;  $\text{POR} = 3.037$ ; 95%  $\text{CI} = 0.931 - 9.903$ , less  $p = 0.000$ ;  $\text{POR} = 10.996$ ; 95%  $\text{CI} = 3.533 - 34.218$ ) were 2 predisposition variables of calcium oxalate sediment status.

**Conclusion:** Drinking water hardness had no effect to level of urine calcium and calcium oxalate sediment. Drinking habit and eating habit for citric acid sources were 2 most determining factors, i.e. as protection or inhibitor of calcium oxalate crystalization formation.

**Keywords:** water hardness, calcium level, calcium oxalate sediment

### PENDAHULUAN

Batu saluran kemih merupakan penyakit terbanyak ke tiga dibidang urologi setelah penyakit infeksi saluran kemih dan penyakit kelenjar prostate.<sup>1</sup> Insidensi dan prevalensi setiap negara bervariasi, tertinggi terutama negara kawasan Asia dan Afrika yang dilalui sabuk batu (*stone belt*) yaitu sebesar 4%-20% dan Indonesia termasuk di dalam daerah sabuk batu itu. Penyakit ini diperkirakan menyerang 1.4% dari jumlah keseluruhan penduduk Indonesia.<sup>2</sup>

Komposisi mineral dalam air minum yang bersumber dari air permukaan (dataran tinggi/rendah) didominasi oleh unsur kalsium dan magnesium, kadar kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) inilah diduga dapat mengakibatkan hiperekskresi kalsium urin dan supersaturasi (kristalisasi kalsium oksalat) yang merupakan proses

awal terjadinya batu saluran kemih.<sup>3</sup> Keadaan inilah yang dapat menyebabkan kasus batu saluran kemih banyak terjadi pada anak-anak usia 8 tahun.<sup>4</sup> Proses pembentukan batu saluran kemih dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik.<sup>5</sup> Masukan dari diet memiliki kontribusi cukup besar untuk terjadinya batu saluran kemih, adapun kebiasaan makan yang menjadi predisposisi pembentukan batu saluran kemih antara lain bahan makanan sumber protein hewani, protein nabati, Ca dan P, oksalat, asam urat, dan asam sitrat.<sup>7,8,9</sup> Komponen pembentukan batu saluran kemih 59% merupakan batu kalsium oksalat murni atau campuran dan 41% merupakan batu kalsium fosfat murni atau campuran.<sup>10</sup> Terapi diberikan untuk mengatasi keluhan, mencegah serta mengobati gangguan akibat batu saluran kemih.<sup>11</sup>

Berdasarkan data sistem informasi manajemen puskesmas (SIMPUS) Dinas Kesehatan Kabupaten Magelang tahun 2001-2005, pola penyakit batu saluran kemih terjadi secara fluktuatif per tahunnya dengan total kasus sebanyak 862 orang, sedangkan insiden batu saluran kemih tercatat di 10 kecamatan dari 29 kecamatan se-Kabupaten Magelang, dengan insiden kasus tertinggi terjadi di Kecamatan Kajoran yaitu sebanyak 427 orang (49.54%), sedangkan terendah yaitu di Kecamatan Kota Mungkid 3 orang (0.35%).

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kesadahan air minum, pengolahan air minum, kebiasaan minum dan kebiasaan makan sumber protein hewani, nabati, kalsium dan fosfor, asam urat, asam oksalat dan asam sitrat terhadap kadar kalsium dan sedimen kalsium oksalat urin pada anak usia sekolah dasar serta mengetahui prevalensi gejala kristalisasi kalsium oksalat di wilayah penelitian.

Berdasarkan permasalahan di atas diajukan hipotesis tentang kesadahan air minum, mengkonsumsi bahan makanan sumber protein hewani, protein nabati, kalsium dan fosfor, asam urat, asam oksalat dan asam sitrat serta kebiasaan minum akan berpengaruh terhadap kadar kalsium dan sedimen kalsium oksalat urin.

#### **BAHAN DAN CARA PENELITIAN**

Penelitian dilakukan dengan rancangan potong lintang. Populasi penelitian adalah anak usia sekolah dasar di Desa Sidowangi Kecamatan Kajoran Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah. Sampel penelitian adalah anak usia 6-12 tahun di Desa Sidowangi (RW 2 dan 5) Kecamatan Kajoran Kabupaten Magelang. Besar sampel dihitung dengan menggunakan rumus untuk menduga  $p$  dalam jarak  $d$  persen absolut.<sup>12</sup> Berdasarkan survei pendahuluan diasumsikan bahwa  $P = 0,21$ , untuk kesalahan tipe I ( $\alpha$ ) sebesar 0,05 dan presisi ( $d$ ) sebesar 0,1, maka diperoleh sampel sebesar 64 orang. Karena digunakan sampel klaster dan asumsi efek rancangan: 2, maka besar sampel yang diperlukan

sebanyak 128 orang. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *one-stages cluster random sampling*.

Variabel terikat yaitu sedimen kalsium oksalat. Variabel antara yaitu kadar kalsium urin. Variabel bebas yaitu kesadahan air minum, pengolahan air minum, kebiasaan minum dan kebiasaan makan. Pemeriksaan kesadahan air minum (mg/l) dilakukan di Laboratorium Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular (BBTKL PPM) Yogyakarta dengan metode titrasi *Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA)* berdasarkan SNI 06-2430-1991.<sup>14</sup> Pemeriksaan urin di Laboratorium Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Metode pengukuran kadar kalsium (mg/dl) menggunakan metode *Photometric test using arsenazo III* dengan sensitivitas 0,04 mg/dl dan sedimen kalsium oksalat menggunakan mikroskop binokuler dengan lensa objektif pembesaran 10 x dan 40 x melalui lapangan penglihatan besar (LPB).<sup>15</sup>

Pengumpulan data dengan wawancara menggunakan kuesioner dan format *food frequency*.<sup>6,16,17</sup> Uji coba instrumen penelitian telah dilakukan pada 30 orang anak usia 6-12 tahun. Wawancara tersebut meliputi karakteristik subjek penelitian dan mengidentifikasi konsumsi bahan makanan yang bersumber dari protein hewani, protein nabati, kalsium dan fosfor, asam urat, asam oksalat dan asam sitrat. Analisis data dilakukan secara univariat, analisis bivariat (*spearman rank correlation*, *binary logistic regression*), analisis stratifikasi dan analisis multivariat (*multiple logistic regression*) menggunakan program *Stata for Windows ver. 8,0*.<sup>13,18</sup>

#### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini diikutsertakan sebanyak 128 subjek, 76 orang (59,37) dengan sedimen kalsium oksalat (negatif) dan 52 orang (40,63%) dengan sedimen kalsium oksalat (positif). Dengan demikian, prevalensi subjek penelitian dengan sedimen kalsium oksalat (kristal kalsium oksalat) sebesar 40,63% (Tabel 1).

**Tabel 1. Distribusi Karakteristik Subjek Penelitian Menurut Kelompok Sedimen Kalsium Oksalat**

Karakteristik Subjek	Sedimen kalsium oksalat Negatif (n=76)		Sedimen kalsium oksalat Positif (n=52)		Total	
	n	%	n	%	n	%
	<b>Jenis Kelamin</b>					
Perempuan	30	61,22	19	38,78	49	100,0
Laki-laki	46	58,23	33	41,77	79	100,0
<b>Umur (Mean ± SD)</b>	10,28 ± 1,65		9,88 ± 1,81		10,12 ± 1,72	
<b>Riwayat Batu Saluran Kemih</b>						
Tidak ada	74	61,16	47	38,84	121	100,0
Ada	2	28,57	5	71,43	7	100,0
<b>Status sosial ekonomi</b>						
< Rp470.000,00	39	57,35	29	42,65	68	100,0
≥ Rp470.000,00	37	61,67	23	38,33	60	100,0

Karakteristik subjek penelitian berdasarkan jenis kelamin diketahui bahwa proporsi subjek penelitian berjenis kelamin laki-laki 2/3 lebih banyak dibandingkan dengan perempuan yaitu 79 orang (61,72%). Distribusi umur subjek penelitian menunjukkan bahwa rerata dan simpangan baku umur pada kelompok sedimen kalsium oksalat (negatif) yaitu sebesar  $10,28 \pm 1,65$  lebih tinggi dibandingkan pada kelompok sedimen kalsium oksalat (positif). Riwayat penyakit batu saluran kemih dalam keluarga diketahui hanya 7 subjek penelitian (5,47%) yang mengatakan bahwa dalam keluarganya pernah menderita penyakit batu saluran kemih. Distribusi status sosial ekonomi (penghasilan keluarga = Rp470.000,00) memberikan proporsi terkecil (38,33%) terhadap kejadian sedimen kalsium oksalat positif.

**Tabel 2. Distribusi Frekuensi Subjek Penelitian Menurut Kebiasaan Minum**

Kebiasaan minum	Frekuensi	Persentase (%)
≥ 1,5 liter/hari	45	35,16
< 1,5 liter/hari	83	64,84
Total	128	100,0

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kebiasaan minum subjek penelitian masih < 1,5 liter/hari yaitu sebanyak 83 orang (64,84%) dan 45 orang (35,16%) mempunyai kebiasaan minum = 1,5 liter/hari. Kebiasaan makan subjek penelitian terhadap bahan makanan sumber protein hewani, protein nabati, kalsium dan fosfor, asam urat, asam oksalat dan asam sitrat, distribusi kebiasaan makan tersaji pada Tabel 3.

**Tabel 3. Distribusi Frekuensi Subjek Penelitian Menurut Kebiasaan Makan Sumber Protein Hewani, Protein Nabati, Kalsium dan Fosfor, Asam Urat, Asam Oksalat dan Asam Sitrat (N Total = 128 subjek)**

Sumber Bahan Makanan	Frekuensi Makan						Total	
	Jarang		Cukup		Sering			
	Σ	%	Σ	%	Σ	%		
Protein hewani	7	5,47	87	67,97	34	26,56	128	100,0
Protein nabati	3	2,34	20	15,63	105	82,03	128	100,0
Kalsium dan fosfor	24	18,75	38	29,69	66	51,56	128	100,0
Asam urat	53	41,41	58	45,31	17	13,28	128	100,0
Asam oksalat	8	6,25	26	20,31	94	73,44	128	100,0
Asam sitrat	51	39,84	41	32,03	36	28,13	128	100,0

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa kebiasaan makan pada kategori sering dikonsumsi adalah protein nabati 105 orang (82,03%), sedangkan kebiasaan makan yang jarang dikonsumsi adalah asam urat yaitu sebanyak 53 orang (41,41%).

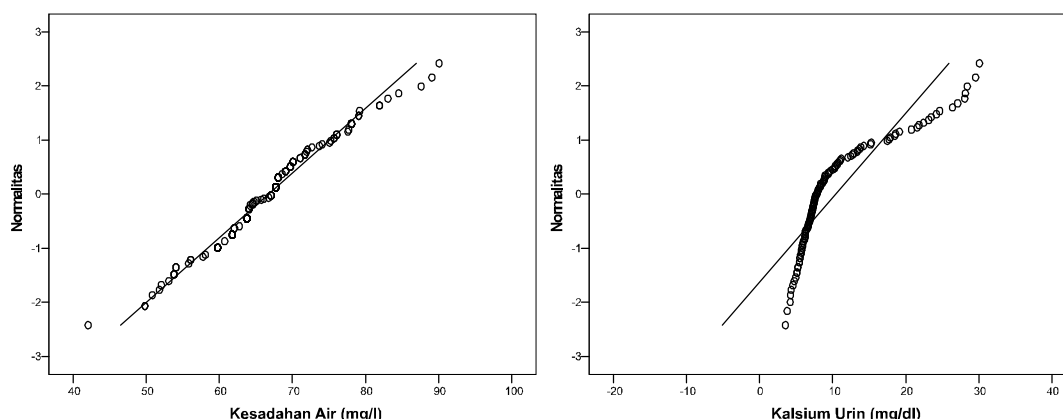
Berdasarkan Tabel 4 hasil pemeriksaan kesadahan air minum dan kadar kalsium urin diketahui bahwa data tidak berdistribusi dengan normal (Gambar 1) melalui metode uji *Kolmogorov-smirnov* dan *Lilliefors* tingkat signifikansi kesadahan air minum sebesar  $p = 0,016$  ( $< 0,05$ ) dan kadar kalsium urin sebesar  $p = 0,000$  ( $< 0,05$ ).

Untuk selanjutnya analisis variabel kesadahan air minum dan kadar kalsium urin dijadikan dua kategori yaitu di bawah rerata dan di atas rerata. Pengujian hubungan kesadahan air minum terhadap kadar kalsium dan sedimen kalsium oksalat urin tersaji pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa kesadahan air minum tidak berpengaruh terhadap kadar kalsium ( $r_s = 0,004$ ;  $p = 0,967$ ;  $POR = 1,017$ ;  $95\%CI = 0,476 - 2,172$ ) dan sedimen kalsium oksalat urin ( $r_s = -0,007$ ;  $p = 0,937$ ;  $POR = 0,972$ ;  $95\%CI = 0,480 - 1,969$ ).

**Tabel 4. Rerata Kesadahan Air Minum Dan Kadar Kalsium Urin Menurut Kelompok Sedimen Kalsium Oksalat (N Total = 128 subjek)**

	Sedimen kalsium oksalat negatif (n=76) <i>Mean ± SD</i>	Sedimen kalsium oksalat positif (n=52) <i>Mean ± SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Kesadahan air minum (mg/l)	66,99 ± 8,39	66,39 ± 8,36	66,75	8,36	42,03	90,07
Kadar kalsium urin (mg/dl)	6,66 ± 1,33	15,93 ± 6,89	10,43	6,40	3,54	30,09
N (%)	<b>76</b> (59,37%)	<b>52</b> (40,63%)				



**Gambar 1. Distribusi Normalitas Kesadahan Air (mg/l) dan Kadar Kalsium Urin (mg/dl)**

**Tabel 5. Hubungan antara Kesadahan Air Minum terhadap Kadar Kalsium dan Sedimen Kalsium Oksalat Urin**

Variabel	Kadar Kalsium			Sedimen Kalsium Oksalat		
	Di bawah rerata (%)	Di atas rerata (%)	Total (%)	Negatif (%)	Positif (%)	Total (%)
Kesadahan air minum						
Di bawah rerata	43 (70,49)	18 (29,51)	61 (100,0)	36 (59,02)	25 (40,98)	61 (100,0)
Di atas rerata	47 (70,15)	20 (29,85)	67 (100,0)	40 (59,70)	27 (40,30)	67 (100,0)
Total (%)	90 (70,31)	38 (29,69)	128 (100,0)	76 (59,37)	52 (40,63)	128 (100,0)
$r_s$	: 0,004			: -0,007		
$P$	: 0,967			: 0,937		
$POR$	: 1,017			: 0,972		
$95\%CI$	: 0,476 - 2,172			: 0,480 - 1,969		

Tabel 6. Hubungan antara Kadar Kalsium dan Sedimen Kalsium Oksalat Urin

Variabel	Sedimen Kalsium Oksalat			$r_s$	p	POR (95%CI)
	Negatif (%)	Positif (%)	Total (%)			
<b>Kadar kalsium</b>						
Di bawah rerata	76 (84,44)	14 (15,56)	90 (100,00)	0,786**	0,000 #	4,67E+08
Di atas rerata	0 (0,00)	38 (100,00)	38 (100,00)			

# : Fisher's exact test

\*\* : korelasi signifikan pada taraf 1%

Pada Tabel 6 terlihat bahwa kadar kalsium rerata berhubungan terhadap sedimen kalsium oksalat ( $r_s = 0,786$ ;  $p = 0,000$ ; POR (95%CI) = (4,67E+08), dalam arti ada perbedaan signifikansi kadar kalsium di atas rerata dibandingkan dengan di bawah rerata terhadap status sedimen kalsium oksalat urin. Analisis juga dilakukan pada pengolahan air minum terhadap kesadahan air minum, hasil analisis tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7 memperlihatkan bahwa pengolahan air minum secara signifikan berpengaruh terhadap tingkat kesadahan air minum ( $r_s = 0,254$ ;  $p = 0,007$ ), dalam arti ada perbedaan yang signifikan antara pengolahan air minum pada kategori air minum yang tidak dimasak sebesar 4,57 kali (95%CI = 1,525-

13,686) dibandingkan dengan air yang tidak dimasak terhadap peningkatan rerata kesadahan air minum.

Berdasarkan kebiasaan minum dan kebiasaan makan terhadap kadar kalsium urin, terdapat 4 variabel diantaranya memiliki nilai signifikansi  $p < 0,05$ , variabel-variabel tersebut bila diurutkan dari nilai koefisien korelasi ( $r_s$ ) yang terbesar sampai yang terkecil yaitu : kebiasaan makan kalsium dan fosfor ( $r_s = 0,329$ ), asam sitrat ( $r_s = 0,305$ ), asam urat ( $r_s = 0,255$ ) dan kebiasaan minum ( $r_s = 0,192$ ). Berdasarkan hasil analisis hubungan terhadap kadar kalsium urin, maka selanjutnya dilakukan pengujian tingkat signifikansi variabel-variabel penelitian terhadap sedimen kalsium oksalat urin. Hasil analisis selengkapnya tersaji pada Tabel 8.

Tabel 7. Hubungan antara Pengolahan Air Minum dan Kesadahan Air Minum Subjek Penelitian

Variabel	Kesadahan Air Minum			$r_s$	p	POR (95%CI)
	Di bawah rerata (%)	Di atas rerata (%)	Total (%)			
<b>Pengolahan air minum</b>						
Dimasak	43 (57,33)	32 (42,67)	75 (100,00)	0,254**	0,151	Reference 1,861 (0,797-4,342)
Kadang-kadang	13 (41,94)	18 (58,06)	31 (100,00)			
Tidak dimasak	5 (22,73)	17 (77,27)	22 (100,00)			

\*\* : korelasi signifikan pada taraf 1%

**Tabel 8. Hubungan Variabel-Variabel Penelitian terhadap Sedimen Kalsium Oksalat Urin [(n) negatif = 76 subjek I (n) positif = 52 subjek]**

Variabel	Sedimen Kalsium Oksalat			$r_s$	p	POR (95%CI)
	Negatif (%)	Positif (%)	Total (%)			
<b>Kebiasaan minum</b>						
≥ 1,5 ltr/hr	36 (80,00)	9 (20,00)	45 (100,0)	0,309**	0,000	4,300 (1,842-10,039)
< 1,5 ltr/hr	40 (48,19)	43 (51,81)	83 (100,0)			
<b>Kebiasaan makan kalsium dan fospor</b>						
Jarang	22 (91,67)	2 (8,33)	24 (100,0)	0,462**	0,140	Reference 3,414 (0,669-17,411)
Cukup	29 (76,32)	9 (23,68)	38 (100,0)			
Sering	25 (37,88)	41 (62,12)	66 (100,0)			
<b>Kebiasaan makan asam urat</b>						
Jarang	39 (73,58)	14 (26,42)	53 (100,0)	0,287**	0,045	Reference 2,263 (1,017-5,039)
Cukup	32 (55,17)	26 (44,83)	58 (100,0)			
Sering	5 (29,41)	12 (70,59)	17 (100,0)			
<b>Kebiasaan makan asam sitrat</b>						
Sering	31 (86,11)	5 (13,89)	36 (100,0)	0,450**	0,072	Reference 2,879 (0,911-9,101)
Cukup	28 (68,29)	13 (31,71)	41 (100,0)			
Jarang	17 (33,33)	34 (66,67)	51 (100,0)			

# : Fisher's exact test

\*\* : korelasi signifikan pada taraf 1%

Berdasarkan Tabel 8, diperoleh data bahwa nilai koefisien korelasi dan signifikansi variabel penelitian bermakna secara statistik ( $p < 0,05$ ) terhadap status sedimen kalsium oksalat urin, variabel-variabel tersebut yaitu kebiasaan makan kalsium dan fospor [ $(r_s = 0,462)$ ; (sering :  $p = 0,000$ )], asam sitrat [ $(r_s = 0,450)$ ; (sering :  $p = 0,000$ )], kebiasaan minum ( $r_s = 0,309$ ;  $p = 0,000$ ), dan asam urat [ $(r_s = 0,287)$ ; (cukup :  $p = 0,045$ ; sering :  $p = 0,002$ )]. Kebiasaan minum < 1,5 liter/hari memiliki risiko 4,30 kali (95%CI: 1,842-10,039) lebih besar dibandingkan dengan kebiasaan minum  $\geq 1,5$  liter/hari terhadap sedimen kalsium oksalat urin.

Menurut kebiasaan makan, pada umumnya kategori sering mengkonsumsi memiliki risiko lebih besar dibandingkan dengan kategori jarang (reference) dan cukup terhadap sedimen kalsium oksalat urin, seperti : sumber bahan makanan kalsium dan fospor kategori sering memiliki risiko 18,04 kali (95% CI : 3,904-83,361) dan asam urat 6,69 kali (95% CI : 1,996-22,395), sedangkan

konsumsi asam sitrat berbanding terbalik yaitu subjek yang jarang mengkonsumsi memiliki risiko 12,40 kali (95% CI : 4,088-37,610).

Analisis stratifikasi dilakukan pada kebiasaan makan sumber asam sitrat, mengingat peran asam sitrat sebagai *inhibitor* terhadap kadar kalsium dalam urin dan sedimen kalsium oksalat. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebiasaan makan sumber asam sitrat bukan merupakan *confounder* terhadap hubungan kadar kalsium urin terhadap sedimen kalsium oksalat urin, karena pada setiap kategori memiliki probabilitas yang sama ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan analisis bivariat dan analisis stratifikasi diketahui bahwa kadar kalsium urin, kebiasaan minum, kebiasaan makan kalsium dan fospor, kebiasaan makan asam urat dan kebiasaan makan asam sitrat berpengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap sedimen kalsium oksalat dan merupakan kovariat atau independen potensial untuk masuk sebagai kandidat dalam analisis multivariat. Hasil akhir analisis multivariat tersaji pada Tabel 9.



**Tabel 9. Hasil Analisis Multivariat Kebiasaan Minum dan Kebiasaan Makan Sumber Asam Sitrat terhadap Sedimen Kalsium Oksalat**

Variabel	$\beta$	P	POR	95% CI
Kebiasaan minum	1,255	0,007	3,509	1,339 - 8,802
Kebiasaan makan asam sitrat		0,000		
Cukup	1,111	0,066	3,037	0,931 - 9,903
Jarang	2,398	0,000	10,996	3,533 - 34,218
Constant	-2,657	0,000	0,070	

Analisis *multiple logistic regression* tahap akhir  
 Variabel terikat : sedimen kalsium oksalat  
 N (total) : 128 subjek

Analisis multivariat tahap akhir menunjukkan bahwa hanya dua variabel yang sangat menentukan terhadap sedimen kalsium oksalat urin yaitu kebiasaan minum dan kebiasaan makan sumber asam sitrat. Pada penelitian ini dapat dibuat suatu persamaan regresi logistik (*best fit model*), yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z = \alpha + \beta_1 \text{kebiasaan minum} + \beta_2 \text{asam sitrat (1)} + \beta_3 \text{asam sitrat (2)}$$

$$Z = -2,657 + 1,255 * \text{kebiasaan minum} + 1,111 * \text{asam sitrat(1)} + 2,398 * \text{asam sitrat(2)}$$

## PEMBAHASAN

Kesadahan air minum tidak berpengaruh terhadap kadar kalsium urin ( $r_s = 0,004$ ;  $p = 0,967$ ) maupun sedimen kalsium oksalat ( $r_s = -0,007$ ;  $p = 0,937$ ). Fenomena ini dimungkinkan oleh kesadahan air di daerah penelitian merupakan kesadahan sementara (batu kapur).<sup>19</sup> Jika dipanaskan akan terjadi interaksi unsur kalsium dan magnesium menjadi garam karbonat  $\text{CaCO}_3$  (tidak larut dan mengendap), diduga garam karbonat inilah yang meningkatkan absorpsi sitrat dan fosfat di lumen intestinal.<sup>11,20</sup>

Kontribusi kesadahan air dengan komposisi kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) terhadap kebutuhan kalsium oleh tubuh dengan rerata 66,75 mg/l yaitu  $(1,5 \text{ l/hari} \times 66,75 \text{ mg/l}) / (1,5 \text{ l/hari} \times 66,75 \text{ mg/l}) + 700 \text{ mg} \times 100\% = 12,53\%$ .<sup>22</sup> Jadi konsumsi kesadahan air per 1,5 liter hanya memberikan kontribusi sebesar 12,53% terhadap pemenuhan kalsium oleh tubuh, sehingga keadaan ini kurang memiliki risiko terhadap peningkatan konsentrasi kalsium urin.<sup>6</sup>

Pada penelitian ini, bila dianalisis antara kontribusi kesadahan air : kalsium ( $1,5 \text{ l/hari} \times 66,75$

mg/l = 100,125 mg/dl) dan 14% intake air yang mengandung kalsium akan diekskresikan ke dalam urin akan terjadi supersaturasi,<sup>3</sup> maka kesadahan air : kalsium yang diekskresikan memiliki probabilitas terjadi supersaturasi sebanyak 14,02 mg/dl, sedangkan rerata kadar kalsium urin pada penelitian ini sebesar 10,43 mg/dl, sehingga diduga beberapa dari subjek penelitian belum terjadi proses supersaturasi kalsium dan sedimen kalsium oksalat. Rerata dan simpangan baku kadar kalsium menurut kelompok sedimen kalsium oksalat didapatkan data bahwa pada sedimen (positif) lebih tinggi ( $15,93 \pm 6,89$ ) dibandingkan dengan subjek sedimen (negatif) yaitu sebesar  $6,66 \pm 1,33$ . Komposisi kalsium dalam urin merupakan salah satu penyebab terjadinya pembentukan batu saluran kemih.<sup>23</sup> Peningkatan kalsium dalam urin disebabkan oleh penurunan absorpsi oksalat oleh lumen intestinal, dengan kata lain diet kalsium yang tinggi tanpa peningkatan absorpsi oksalat dapat meningkatkan absorpsi kalsium intestinal dan ekskresi kalsium (hiperkalsiuria).<sup>11</sup> Pada umumnya air tanah mempunyai tingkat kesadahan yang tinggi hal ini disebabkan oleh karena air tanah mengalami kontak dengan batuan kapur sehingga dapat digolongkan pada kategori kesadahan lunak sampai dengan tinggi.<sup>24</sup> Kesadahan air ini merupakan kesadahan sementara yang dapat dikurangi (pengendapan) dan bahkan dihilangkan dengan cara pemanasan yang mengakibatkan terbentuknya garam kalsium karbonat yang tidak larut dan mengendap.<sup>14</sup>

Kebiasaan minum subjek penelitian berpengaruh terhadap kadar kalsium urin. Berdasarkan hasil analisis ini subjek penelitian yang memiliki kebiasaan minum kurang ( $<1,5 \text{ liter/hari}$ ) memiliki risiko terjadinya sedimen kalsium oksalat sebesar 4.3 kali dibandingkan subjek yang minum 1.5 liter/hari. Minum air = 1.5 liter/hari merupakan

salah satu pencegahan supersaturasi garam-garam yang tidak larut di dalam urin dan sebagai bagian dari fungsi transportasi zat-zat di dalam tubuh.<sup>21</sup> Meningkatnya *intake* cairan akan mengakibatkan bertambahnya volume urin sehingga menyebabkan tingkat saturasi (kejenuhan) kalsium oksalat menurun dan mengurangi kemungkinan pembentukan kristal. *Intake* cairan yang sedikit menurunkan jumlah urin sehingga mengakibatkan peningkatan reaktan (kalsium dan oksalat) dan pengurangan aliran urin.<sup>11,25,26</sup>

Kebiasaan makan sumber protein hewani tidak berpengaruh terhadap kadar kalsium dan sedimen kalsium oksalat di dalam urin. Penurunan konsumsi protein yang berakibat pada penurunan kandungan sulfat (penurunan ekskresi asam) dalam urin sehingga mengurangi kelarutan (supersaturasi) garam-garam yang tidak larut dalam urin.<sup>26</sup> Kebiasaan makan sumber protein nabati juga tidak berpengaruh terhadap kadar kalsium urin dan sedimen kalsium oksalat. Pengaruh penggunaan bahan makanan sumber protein nabati lebih rendah dibandingkan dengan bahan makanan sumber protein hewani. Keadaan ini diduga oleh protein nabati mengurangi sebesar 85% terhadap supersaturasi asam urat dalam urin dan meningkatkan fungsi *hydroxyproline* (reabsorpsi kalsium oleh tulang).<sup>27</sup> Dengan demikian terjadinya penurunan asam urat dalam urin berakibat meningkatnya konsentrasi pH urin dan mengurangi supersaturasi kalsium oksalat dalam urin.<sup>28,29</sup>

Kebiasaan makan sumber kalsium dan fosfor mempengaruhi kadar kalsium urin ( $r_s = 0,329$ ) dengan kebiasaan makan sering memiliki risiko 8,62 kali lebih besar dari kebiasaan makan jarang, dan sedimen kalsium oksalat ( $r_s = 0,462$ ) dengan kebiasaan makan sering memiliki risiko 18,04 kali lebih besar dari kebiasaan makan jarang. Sumber kalsium dan fosfor merupakan promotor terhadap peningkatan kadar kalsium urin (hiperekskresi) yang mengakibatkan peningkatan proses saturasi menjadi supersaturasi garam-garam kalsium.<sup>30,31</sup> Diperkirakan ekskresi kalsium urin 8%-20%,<sup>11</sup> bila mengkonsumsi <500 mg/hari akan diekskresikan sebesar = 4 mg/kg/24 jam (0,8%).<sup>32</sup> Unsur fosfor menurunkan reabsorpsi kalsium oleh ginjal sehingga meningkatkan ekskresi kalsium dalam urin.<sup>33</sup>

Kebiasaan makan asam urat mempengaruhi sedimen kalsium oksalat. Pengaruh kebiasaan makan sumber asam urat diduga disebabkan oleh asam urat merupakan reaktan yang dapat memacu pembentukan batu jenis kalsium oksalat, artinya peningkatan asam urat dalam urin (hiperurikosuria) menyebabkan pembentukan kristal asam urat dengan membentuk nidus untuk presipitasi kalsium oksalat atau presipitasi kalsium fosfat.<sup>11</sup> Peningkatan ekskresi asam urat dalam urin sebesar 4 mmol/hari terjadi pada subjek dengan kebiasaan makan bahan makanan daging dan adanya kandungan purin di dalamnya, kandungan purin memiliki peranan menurunkan reabsorpsi asam urat oleh ginjal dan meningkatkan ekskresi asam urat.<sup>29</sup>

Masukan diet oksalat tidak berpengaruh terhadap sedimen kalsium oksalat dalam urin. Peningkatan oksalat dalam urin tidak berhubungan dengan pola makan, tetapi lebih sering disebabkan oleh faktor genetika dan gangguan absorpsi saluran cerna.<sup>30</sup> Hasil ini diduga disebabkan oleh masukan oksalat dari diet diekskresikan hanya 10%, sedangkan ekskresi tertinggi disebabkan oleh metabolisme glisin (40%) dan asam askorbat (40%).<sup>11,34</sup> Diet kalsium mengurangi absorpsi oksalat dan ekskresi kalsium sebesar 16%, sedangkan peningkatan ekskresi oksalat dimungkinkan oleh perbedaan waktu antara masukan diet oksalat dengan masukan diet kalsium, sehingga oksalat kehilangan kesempatan mengikat kalsium pada lumen intestinal.<sup>35</sup>

Kebiasaan makan sitrat berpengaruh terhadap risiko sedimen kalsium oksalat dalam urin ( $r_s = 0,450$ ), kebiasaan makan jarang memiliki POR sebesar 10,99 (95% CI = 3,533 - 34,218) dan kebiasaan cukup memiliki POR sebesar 3,04 (95% CI = 0,931 - 9,903) lebih besar dari subjek dengan kebiasaan makan sumber asam sitrat sering terhadap sedimen kalsium oksalat. Hasil ini disebabkan oleh asam sitrat memiliki peran sebagai *inhibitor* terhadap supersaturasi kalsium dan sedimen kalsium oksalat dalam urin.<sup>36</sup> Konsumsi jeruk nipis dan jeruk manis sesaat sesudah makan malam, selama 10 hari dilaporkan terjadi peningkatan yang bermakna nilai pH, nilai kadar dan total sitrat, sehingga berdampak pada penurunan konsentrasi kalsium ekskresi dan sedimen kalsium oksalat dalam urin subjek penelitian.<sup>11,37</sup>



## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesadahan air minum tidak berpengaruh terhadap kadar kalsium urin dan sedimen kalsium oksalat pada anak usia sekolah dasar. Kebiasaan minum dan kebiasaan makan sumber asam sitrat merupakan dua hal yang sangat menentukan yaitu sebagai proteksi atau penghambat (*inhibitor*) pembentukan kristalisasi kalsium oksalat.

Untuk mengurangi risiko terhadap sedimen kalsium oksalat diupayakan pada mengkonsumsi air yang telah dimasak = 1,5 liter/hari dan perlunya menambahkan konsumsi sumber asam sitrat dalam kebiasaan makan sehari-hari, kuantitas konsumsi disesuaikan dengan kebutuhan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih atas partisipasi Anak-Anak, Keluarga dan Masyarakat Desa Sidowangi Kecamatan Kajoran Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah, sehingga dapat terselesaikannya dengan baik.

## KEPUSTAKAAN

1. Rizvi, S.A.H. The Management of Stone Disease. *BJU Int*, 2002;89 (1):62-8.
2. Muslim, R. Obat Murah Saluran Kemih Ditemukan. *Suara Merdeka* 2004 [Internet], 7 September. Tersedia Dalam: <<http://www.suara-merdeka.co.id>> [Diakses 3 Februari 2006].
3. Siener, R., Jahnen, A. dan Hesse, A. (2004) Influence of A Mineral Water Rich in Calcium, Magnesium and Bicarbonate on Urine Composition and The Risk of Calcium Oxalate Crystallization: Original Communication. *Eur. J. Clin. Nutr*, 2004;58:270-76.
4. Tjandra, B.S. Batu Ginjal, Rahasia Dokter: Rajin Minum Jeruk Nipis. *Suara Karya* [Internet], 8 Januari 2006 Tersedia dalam: <<http://www.suara-karya.co.id>> [Diakses 3 Februari 2006].
5. Spirnak, J.P. dan Resnick, M.I. Urinary Stone. In: Tanagho, E.A. dan Mc Anich, J.W. *Smith's General Urology*. 13<sup>th</sup> ed. Appleton dan Lange Norwalk Connecticut, California. 1972:279-95.
6. Linder, M.C. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme, dengan Pemakaian Secara Klinis*. Edisi Bahasa Indonesia. UI-Press. Universitas Indonesia, Jakarta. 1992.
7. Drach, G.W. Urinary Lithiasis. In: *Cambell's Urology*. Vol. 2, 4<sup>th</sup> ed. Toronto: WB Saunders Co. 1978.
8. Smith, D.R. Urinary Stone. In: *Smith, D.R. General Urology*. 10<sup>th</sup> ed. Lange Medical Publications, California. 1981:222-43.
9. Stoller, M.L. dan Bolton, D.M. Urinary Stone Disease. In: Tanagho, E.A. dan Mc Anich, J.W. *Smith's General Urology*. 14<sup>nd</sup> ed. Prentice-Hall International Inc, London. 1995:276-304.
10. Widiana, I.G.R. Batu Ginjal Kalsium Oksalat, Aspek Etiopatogenesis dan Peranan Inhibitor. *Medika*, 2000;7 Juli:445-8.
11. Sja'bani, M. Batu Saluran Kemih. Di dalam : *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam*. Edisi ke-4, jilid 1: Pusat Penerbitan Departemen Ilmu Penyakit Dalam FK-UI, . Jakarta. 2006: 574-8.
12. Lemeshow, S., Hosmer, D.W. Jr., Klar, J. dan Lwanga, S.K. *Adequacy of Sample Size in Health Studies*. Edisi Bahasa Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 1990.
13. Ariawan, I. *Analisis Data Kategori*. Jurusan Biostatistik dan Kependudukan UI. Jakarta. 2004.
14. Alaerts, G. dan Santika, S.S. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya. 1984.
15. Gandasoebrata, R. *Penuntun Laboratorium Klinik*. Dian Rakyat. Jakarta. 2001.
16. Tan, M.G., Djumadias, Julfita, Sutedjo dan Sunardjo. *Sosial and Cultural Aspects Food Patterns and Food Habit in Five Rural Areas in Indonesia*. Leknas-LIPPI dan Depart of Health Rep. of Indonesia. Jakarta. 1970
17. Supariasa, I.D.N., Bakri, B. dan Fajar, I. *Penilaian Status Gizi*. Edisi ke-1. Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 2002
18. Siegel, S. *Statistik Nonparametrik: Untuk Ilmu-Ilmu Sosial*. Edisi Bahasa Indonesia. PT. Gramedia. Jakarta. 1994.
19. Marsidi, R. Zeolit untuk Mengurangi Kesadahan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2001;2 (1) Januari:1-10.
20. Bren, A., Kmetec, A., Kveder, R., Pavlovcic, S. K. Magnesium Hydrogen Carbonate Natural Mineral Water Enriched with K<sup>+</sup>-Citrate and Vitamin B6 Improves Urinary Abnormalities in Patients with Calcium Oxalate Nephrolithiasis. *Urol Int*, 1998; 60:105-107.
21. Grandjean, A.C. 3 Water Requirements, Impinging Factors, and Recommended Intakes. In: *WHO. Nutrients in Drinking Water*. Geneva. 2005:25-40.

22. Olivares, M. dan Uauy, R. 4. Essential Nutrients in Drinking Water. In: WHO. Nutrients in Drinking Water. Geneva. 2005: 41-60.
23. Allie, S. dan Rodgers, A. Effects of Calcium Carbonate, Magnesium Oxide and Sodium Citrate Bicarbonate Health Supplements on The Urinary Risk Factor for Kidney Stone Formation. *Clin Chem Lab Med*, 2003;41 (1):39-45.
24. Wilson, A. Water Hardness [Internet]. Virginia: Virginia State University. 1999. Available from: <<http://www.waterhardness.com>> [Accessed 9 October 2006].
25. Borghi, L., Meschi, T., Amato, F., Briganti, A., Novarini, A. dan Giannini, A. Urinary Volume, Water and Recurrences in Idiopathic Calcium Nephrolithiasis: A 5-year Randomized Prospective Study. *J. Urol*, 1996; 155: 839-43.
26. Borghi, L. Relationship between Supersaturation and Calcium Oxalate Crystallization in Normal and Idiopathic Calcium Oxalate Stone Formers. *Kidney Int*, 1999;55:1041-50.
27. Parivar, F., Low, R.K. dan Stoller, M.L. Influence of Diet on Urinary Stone Disease. *J Urol*, 1996;155:432-40.
28. Giannini, S., Nobile, M., Sartori, L., Carbonare, L.C., Ciuffreda, M., Corro, P., D'Angelo, A., Calo, L., Crepaldi, G. Acute Effects of Moderate Dietary Protein Restriction in Patients with Idiopathic Hypercalciuria and Calcium Nephrolithiasis. *Am J Clin Nutr*, 1999;69:267-71.
29. Siener, R. dan Hesse, A. The Effect of Vegetarian and Different Omnivorous Diets on Urinary Risk Factor for Uric Acid Stone Formation. *Eur. J. Nutr*, 2003;42:332-7.
30. Sukandar, E. Nefrologi Klinik. Edisi ke-3. Bandung : Pusat Informasi Ilmiah, Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran UNPAD/RS. Dr. Hasan Sadikin, Bandung. 2006:121-41.
31. Curhan, G.C., Willett, W.C., Rimm, E.B. dan Stampfer, M.J. A prospective Study of Dietary Calcium and Other Nutrients and The Risk of Symptomatic Kidney Stones. *N Engl J Med*, 1993;328 (12) March:833-8.
32. Nishiura, J.L., Martini, L. A., Mendoca, C.O.G., Schor, N. dan Hellberg I.P. Effect of Calcium Intake on Urinary Oxalate Excretion in Calcium Stone-Forming Patients. *Braz J Med Biol Res*, 2002;35(6):669-75.
33. Popovtzer, M.M. Disorders of Calcium, Phosphorus, Vit. D and Parathyroid Hormone Activity. In: Schrier, Robert W. Renal and Electrolyte Disorders. 1<sup>st</sup> ed. United State of America: Little, Brown and Company (Inc), 1976:167-221.
34. Meschi, T. The Effect of Fruit and Vegetables on Urinary Stone Risk Factors. *Kidney Int*, 2004;66:2402-10.
35. Curhan, G.C., Willet, W.C., Speizer, F. E., Spiegelman, D. dan Stampfer, M.J. Comparison of Dietary Calcium with Supplemental Calcium and Other Nutrients as Factors Affecting the Risk for Kidney Stone in Women. *Ann. Intern. Med*, 1997;126 (7) April:497-504.
36. Goldberg, H., Grass, L., Vogl, R., Rapoport, A. dan Oreopoulos, D.G. Urine Citrate and Renal Stone Disease. *Can Med Assoc J*, 1989;141 (3) August: 217-21.
37. Seltzer, M.A., Low, R.K., McDonald, M., Shami, G.S. dan Stoller, M.L. Dietary Manipulation with Lemonade to Treat Hypocitraturic Calcium Nephrolithiasis. *J Urol*, 1996;156:907-909.