

INFO – TEKNIK

Volume 9 No. 1, Juli 2008 (99-112)

KAJIAN KONTROL GEOGEN KANDUNGAN YODIUM, SELENIUM, DAN BAHAN ORGANIK TOTAL PADA DAERAH ENDEMIK GANGGUAN AKIBAT KEKURANGAN YODIUM DI KECAMATAN DUKUN, KABUPATEN MAGELANG, JAWA TENGAH

STUDY ON GEOGENIC CONTROL FOR IODINE, SELENIUM, AND TOTAL ORGANIC MATTER CONTENTS AT IDD AREA, DUKUN DISTRICT, MAGELANG REGENCY, CENTRAL JAVA

Uyu Saismana^{1,2}, Agung Harijoko²

Program Studi Teknik Geologi
Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

Abstract

The result of TGR survey on students in Indonesia at 2003 by Health Department, *Total Goiter Rate* (TGR) 11.1%. In Magelang regency, from 600 students was surveyed, 482 (80.3%) normal, and 118 (19.7%) goitre. Iodine Deficiency Disorders (IDD) is mostly found on hilly region. Iodine deficient caused goitre and cretinism. The research on geogen control at IDD area is aimed to determine the geological condition; contents and distribution of iodine, selenium, and total organic matter (TOM) in rainwater, groundwater, and soil; influence of rainfall to yodium (I) and selenium (Se) contents in groundwater and soil; and geogen control to distribution of TGR and distribution of I and Se contents in groundwater and soil.

Data collection include geology, rainwater, groundwater, soil, and rock. Then test in laboratory to determine iodine, selenium, and total organic matter contents. Next, these data are made maps: distribution of I, Se, and TOM, geological map, geomorphological map, and TGR distribution map. And finally is analyzed and evaluated with compare between geological condition than distribution of TGR and distribution of I and Se in groundwater and soil.

Geomorphology of studied area is a volcanic landscape. Slope class can be divided into 3 unit: a). Gently sloping, b). Sloping, and c). Steep. Lithologically research area is occupied by young Merapi sediments (Holocene) consisting of tuff, ash, breccia, agglomerate, and andesite lava flow. Breccia with andesite fragments is dominant. I and Se in andesite fragments are 50 ppb and 14.01-15.78 ppm. I and Se in groundwater are < 0.01-3.21 ppb and < 0.28-2.87 ppm. Distribution of I and Se in groundwater have trend northeast part higher than southwest. I dan Se in rainwater are 1.07-2.19 ppb and 2.02-2.51 ppm. I, Se, and TOM in soil are 11.59-17.53 ppb, < 0.28-70.36 ppm, and 0.95-4.27%. Distribution of I, Se, and TOM in soil have trend southwest lower than northeast. Geogen control (slope, rock, soil, and groundwater) influenced distribution of TGR, and also influenced distribution of I and Se contents in groundwater and soil. Deficiency iodine in research area is caused by leaching, volatisation, depletion, and also fixed by TOM. Andesite breccia unit as source rock of iodine have low content 50 ppb, this causes distribution low content of iodine in groundwater and soil. Iodine was very low in groundwater and soil, resulted goitre endemic.

Key Words: Iodine Deficiency Disorders (IDD), Iodine, Selenium, Total Organic Matter, Rainwater, Groundwater, Soil, Depletion, Andesite.

¹Mining Engineering Department, Engineering Faculty, Lambung Mangkurat University, South Kalimantan.

²Geological Engineering Department, Engineering Faculty, Gadjah Mada University, Yogyakarta.

PENDAHULUAN

Daerah penelitian merupakan wilayah Kecamatan Dukun yang terletak di Kabupaten Magelang, Propinsi Jawa Tengah. Pada tahun 1971-1973, Goslings *et al* melakukan penelitian tentang endemik penyakit gondok dan kretin di Kabupaten Magelang. Obyek penelitian adalah penduduk dengan umur 5-20 tahun dan sampel yang dikoleksi adalah *urine* dan serum darah, kemudian diukur kandungan yodiumnya. Dari kedua sampel ini diperoleh data: Kecamatan Dukun 59% endemik berat, Kec. Sawangan 71% endemik berat, dan Kecamatan Srumbung 95% endemik berat, khusus di Kecamatan Dukun Desa Sengi terdapat 6% kretin (Goslings *et al*, 1977). Hasil pemetaan penderita defisiensi yodium tahun 2003 pada anak sekolah di seluruh kabupaten dan kota di seluruh Indonesia oleh Departemen Kesehatan RI, diperoleh data: *Total Goitre Rate* (TGR) rata-rata di Indonesia 11,1%. Di Kabupaten Magelang dari 600 anak sekolah yang didata, terdapat 482 anak (80,3%) normal, dan 118 anak (19,7%) mengidap gondok (*Ministry of Health*, 2003).

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menentukan kondisi geologi daerah penelitian, 2) menentukan kandungan dan menggambarkan penyebaran yodium, selenium, dan bahan organik total (BOT) dalam air hujan, airtanah, dan tanah di daerah penelitian, 3) menentukan pengaruh curah hujan terhadap kandungan yodium dan selenium dalam airtanah dan tanah, dan 4) menentukan kontrol geologi yang berpengaruh terhadap penyebaran penderita GAKY dan penyebaran yodium dan selenium dalam airtanah dan tanah.

Untuk mencapai tujuan penelitian ini, maka perlu dilakukan pemetaan geokimia terhadap kandungan yodium, selenium, dan bahan organik total (BOT) dengan melakukan pengambilan sampel air hujan, airtanah, dan tanah dan diujikan di laboratorium untuk mengetahui kandungannya dalam air hujan, airtanah dan tanah.

Daerah penelitian terletak di Kecamatan Dukun, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah dan terletak di lereng sebelah Barat Daya Gunung Merapi dengan ketinggian 405-2.912 m dari permukaan laut. Kecamatan Dukun mempunyai luas daerah 53,4 km², terdiri dari 15 Desa dan 143 Dusun (BPS Kabupaten Magelang, 2006).

Geomorfologi daerah penelitian merupakan bentang alam vulkanik dan berdasarkan pada pengamatan pola kerapatan kontur pada peta topografi dan pengamatan langsung di lapangan, maka daerah penelitian dapat dikelompokkan dalam beberapa kelas kelerengan yang mengacu pada klasifikasi menurut van Zuidam (1983) yang mendasarkan pada

kemiringan lereng dan beda tinggi. Kelas kelerengan daerah penelitian dapat dibagi menjadi 3 kelas, yaitu (Gambar 1):

- a. Kelas kelerengan landai, kemiringan lereng 2-7%. Luas kelas ini 36%.
- b. Kelas kelerengan miring, kemiringan lereng 7-15%. Luas kelas ini 55%.
- c. Kelas kelerengan curam, kemiringan lereng 30-70%. Luas kelas ini 14%.

Daerah penelitian termasuk Endapan vulkanik merapi muda berumur Holosen, terdiri dari batuan vulkanik dan tersusun atas: tuf, abu, breksi, aglomerat, dan aliran lava andesit, serta merupakan daerah aliran guguran dan piroklastik (Rahardjo dkk, 1984). Litologi yang dijumpai secara dominan tersusun oleh breksi hasil letusan Gunung Merapi. Tingkat pelapukan satuan breksi ini bervariasi, dari mulai segar sampai lapuk lanjut. Pada umumnya breksi ini berfragmen andesit dengan ukuran butir kerikil-bongkah, kemas terbuka, dan sortasi sedang (Gambar 2).

METODE

Kajian dan metode analisa dalam penelitian ini adalah survey lapangan dan hasil analisa laboratorium. Sampel yang dikoleksi adalah batuan, airtanah, tanah, dan air hujan. Masing-masing sampel dianalisis untuk menentukan kandungan yodium dan selenium dalam airtanah dan tanah, serta Bahan Organik Total (BOT) dalam tanah.

Survey Lapangan

Pengambilan sampel dan informasi lapangan dikumpulkan pada saat survey lapangan. Sampel yang dikoleksi: 24 sampel untuk air tanah, 30 sampel untuk tanah (kedalaman $\pm 10-15$ cm), 4 sampel untuk batuan, dan 6 sampel untuk air hujan.

Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium untuk kandungan yodium dan selenium dalam: air hujan, airtanah, tanah dan batuan diujikan di Laboratorium LPPT UGM, sedangkan untuk kandungan bahan organik total dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UGM.

Metode yang digunakan untuk analisis yodium adalah Metode Spektrofotometer *UV-Visible*, dengan limit deteksi 0,01 ppb (berdasarkan regresi linear, kemudian diperoleh nilai a dan b). Limit deteksi dihitung dengan rumus $LOD = (2)^{0.5} \cdot a - a/b$. Standar yodium menggunakan Standar KIO_3 (kalium yodat). Ada 27 sampel yang dianalisis, terdiri dari 3 sampel air hujan, 12 sampel airtanah, 10 sampel tanah, dan 2 sampel batuan.

Metode yang digunakan untuk analisis bahan organik total adalah Metode AAS-Hidrida, dengan limit deteksi 0,28 ppm (berdasarkan regresi linear, kemudian diperoleh

nilai a dan b). Limit deteksi dihitung dengan rumus $LOD = (2)^{0.5} \cdot a - a/b$. Standar selenium menggunakan Standar Selenium Murni. Ada 27 sampel yang dianalisis, terdiri dari 3 sampel air hujan, 12 sampel airtanah, 10 sampel tanah, dan 2 sampel batuan.

Metode yang digunakan untuk analisis Bahan Organik Total (BOT) adalah Metode *Walkley and Black*, dengan limit deteksi 0,07%. Standar BOT menggunakan Blanko. Ada 10 sampel tanah yang dianalisis.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan penelitian Goslings *et al* tahun 1971-1973, daerah Kecamatan Dukun merupakan daerah endemik berat penyakit gondok dengan *Total Goitre Rate* (TGR) > 30% (Goslings *et al*, 1977) dan survey terakhir oleh Departemen Kesehatan Tahun 2003, Kabupaten Magelang secara umum TGR 19,7% (*Ministry of Health*, 2003). Peta penyebaran TGR dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1, 2, dan 3 menunjukkan lokasi dan kandungan yodium, selenium, dan bahan organik total dalam air hujan, airtanah dan tanah. Di batuan asalnya yang merupakan breksi andesit (US 1 dan US 10) dijumpai kandungan yodium ± 50 ppb dan selenium sekitar 14,01 dan 15,78 ppm. Dari Tabel 1 dan 2 terlihat yodium dan selenium pada airtanah dan tanah relatif lebih rendah dari batuan asalnya.

Tabel 1. Lokasi dan Kandungan Yodium dan Selenium dalam Airtanah

No. Sampel	LS (UTM)	BT (UTM)	I (ppb)	Selenium (ppm)
US 1	432,369.368	9,169,161.160	1.58	1.90
US 2	432,482.019	9,167,502.987	1.23	1.30
US 4	429,832.705	9,168,494.208	1.84	2.51
US 6	434,687.070	9,168,611.573	0.78	< 0.28
US 7	433,805.190	9,168,057.597	1.11	1.42
US 8	432,260.432	9,168,166.009	0.21	< 0.28
US 9	426,966.452	9,166,942.167	< 0.01	1.30
US 10	424,103.167	9,163,621.026	0.03	< 0.28
US 11	424,542.191	9,165,058.961	1.11	2.87
US 12	427,742.561	9,164,400.538	3.21	1.42
US 13	430,720.274	9,165,068.259	2.60	1.66
US 14	430,829.007	9,166,173.974	0.44	1.66

Tabel 2. Lokasi dan Kandungan Yodium, Selenium, dan BOT dalam Tanah

No. Sampel	LS (UTM)	BT (UTM)	I (ppb)	Se (ppm)	BOT (%)
US 1	432,038.374	9,169,160.696	17.53	70.36	4.27
US 2	432,813.156	9,167,392.894	16.30	64.35	2.73
US 5	429,722.857	9,168,162.381	12.84	52.20	1.65
US 6	434,687.070	9,168,611.573	13.61	<0.28	1.64
US 7	433,805.190	9,168,057.597	15.84	< 0.28	3.43
US 9	427,297.934	9,166,610.998	11.59	24.00	1.09
US 10	424,103.167	9,163,621.026	15.75	13.70	0.96
US 11	424,542.191	9,165,058.961	11.70	31.00	2.46
US 12	427,742.561	9,164,400.538	14.61	55.00	1.78
US 13	430,720.274	9,165,068.259	16.34	29.24	0.95

Tabel 3. Lokasi dan Kandungan Yodium dan Selenium dalam Air Hujan

Lokasi	I (ppb)	Se (ppm)
Desa Krinjing	1.07	2.02
Desa Sumber	1.40	2.51
Desa Banyubiru	2.19	2.02
Rata-Rata	1.55	2.18

Penyebaran kandungan yodium dan selenium dalam airtanah menunjukkan kecenderungan di bagian Timur Laut lebih tinggi daripada di bagian Barat Daya daerah penelitian (Gambar 4 dan 5).

Penyebaran kandungan yodium, selenium, dan BOT dalam tanah menunjukkan kecenderungan di bagian Timur Laut lebih tinggi daripada di bagian Barat Daya daerah penelitian (Gambar 6, 7, dan 8).

PEMBAHASAN

1. Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kandungan Yodium dan Selenium dalam Airtanah dan Tanah

Air hujan yang mengandung yodium dan selenium dalam jumlah tertentu, dapat memberikan jumlah yang cukup signifikan. Tetapi air hujan juga bisa mengakibatkan pelapukan dan pencucian yang intensif pada yodium dan selenium.

Kandungan yodium dalam airtanah: < 0,01-3,21 ppb, tanah: 11,59-17,53 ppb, dan batuan: 0,05 ppm = 50 ppb. Secara umum terlihat bahwa kandungan yodium dalam airtanah dan tanah lebih rendah daripada dalam batuan. Bahkan di airtanah < 0,01 ppb, sedangkan

dalam air hujan 1,07-2,19 ppb. Curah hujan yang tinggi dapat mempengaruhi kandungan yodium dalam airtanah dan tanah. Curah hujan tinggi mempunyai kisaran 250-300 mm/bulan atau 3.000-3.600 mm/tahun (BPS Kabupaten Magelang, 2006 dan LAPAN, 2006). Di daerah penelitian terdapat pada Bulan Nopember, Januari, Pebruari, dan Maret, curah hujannya 365-623 mm/bulan. Yodium yang dijumpai dalam airtanah, tanah, dan batuan bisa menyusut kadarnya karena pencucian oleh air hujan dan curah hujan yang tinggi, kemudian mengalami volatisasi dan deplesi sehingga keterdapatannya dalam tanah dan airtanah lebih rendah daripada batuan asalnya. Volatisasi yodium terjadi karena pada suhu kamar dan tekanan 1 atm yodium mudah berubah bentuk menjadi gas yodium (I_2). Fuge (2005) menyatakan gas I_2 mudah terbentuk pada suhu kamar ($25^\circ C$) dan tekanan 1 atm dan senyawa volatil metil yodida (CH_3I) terbentuk sebagai hasil reaksi fotokimia dan aktifitas rumput laut dan fitoplankton dalam air laut. Dissanayake and Chandrajith (1999) menyatakan bahwa pada daerah tropis mempunyai curah hujan yang intensif, temperatur dan musim kemarau yang panjang, tingginya pelapukan kimia dan pencucian pada batuan, dan pencucian yang ekstensif pada batuan akan menyebabkan deplesi yodium.

Kandungan selenium dalam airtanah: $< 0,28-2,87$ ppm, tanah: $< 0,28-70,36$ ppm, batuan: $14,01-15,78$ ppm. Terlihat kandungan selenium dalam airtanah lebih rendah daripada dalam batuan, sedangkan dalam tanah secara umum lebih tinggi. Curah hujan mempengaruhi kandungan selenium dalam airtanah dan tanah. Selenium hilang karena pencucian oleh air hujan, kemudian mengalami volatisasi sehingga keterdapatannya dalam airtanah lebih rendah daripada batuan asalnya. Volatisasi selenium terjadi karena aktifitas *methylation microbial* di tanah, air permukaan, dan tumbuhan, sedangkan dalam tanah, selenium relatif mengalami pengayaan karena selenium terikat oleh BOT (Fordyce, 2005).

2. Hubungan antara Kandungan Yodium dan Selenium dalam Airtanah dan Tanah dengan Endemik GAKY

Kandungan yodium dalam air tanah sangat rendah berkisar $< 0,01 - 3,21$ ppb, sedangkan selenium $< 0,28 - 2,87$ ppm. Kandungan yodium dan selenium dalam airtanah ini merupakan geoavailabilitas, yaitu yodium dan selenium yang tersedia di dalam airtanah. Besarnya kandungan yodium dalam airtanah supaya tidak terjadi defisiensi yodium minimal 166,67 ppb, dengan kandungan yodium dalam airtanah hanya $< 0,01-3,21$ ppb, maka seluruh wilayah Kecamatan Dukun merupakan daerah defisiensi yodium. Untuk selenium, di daerah penelitian hanya di Desa Paten dan Desa Ketunggeng saja yang kandungan seleniumnya normal ($< 0,33$ ppm), desa yang lain kelebihan bahkan dapat

mengalami keracunan selenium ($> 0,67$ ppm). Berdasarkan keterdapatan yodium dan selenium dalam airtanah, maka kandungan yodium di daerah penelitian sangat rendah, sedangkan kandungan selenium relatif normal-sangat tinggi. Endemik GAKY yang terjadi pada daerah penelitian jika ditinjau dari kandungan yodium dan selenium dalam airtanah lebih dominan dikarenakan rendahnya kandungan yodium, sedangkan selenium relatif normal-sangat tinggi. Selenium dapat menyebabkan endemik GAKY jika *intakenya* kurang dari 0,006 m.gram/hari (WHO, 1987).

Kandungan yodium dalam tanah sangat rendah berkisar 11,59 – 17,53 ppb, sedangkan selenium $< 0,28 - 70,36$ ppm. Kandungan yodium dan selenium dalam tanah ini merupakan geoavailabilitas, yaitu yodium dan selenium yang tersedia di dalam tanah. Besarnya kandungan yodium dalam tanah supaya tidak terjadi defisiensi yodium minimal 2.666,7 ppb, dengan kandungan yodium dalam tanah hanya 11,59-17,53 ppb, maka seluruh wilayah Kecamatan Dukun merupakan daerah defisiensi yodium. Untuk selenium, di daerah penelitian hanya di Desa Paten dan Desa Krinjing saja yang kandungan seleniumnya normal ($< 5,33$ ppm), desa yang lain kelebihan bahkan dapat mengalami keracunan selenium ($> 10,67$ ppm). Berdasarkan keterdapatan yodium dan selenium dalam tanah, maka kandungan yodium di daerah penelitian sangat rendah, sedangkan kandungan selenium relatif normal-sangat tinggi. Endemik GAKY yang terjadi pada daerah penelitian jika ditinjau dari kandungan yodium dan selenium dalam tanah lebih dominan dikarenakan rendahnya kandungan yodium, sedangkan selenium relatif normal-sangat tinggi.

Dengan memfokuskan pada kandungan yodium dan selenium dalam airtanah dan tanah, maka endemik GAKY di daerah penelitian lebih didominasi oleh rendahnya kandungan yodium, sehingga *intake* dari air minum dan makanan tidak dapat mencukupi kebutuhan yodium tiap hari yang berkisar antara 100 – 200 μ .gram/hari (WHO, 1996), sehingga perlu dilakukan upaya lain, misalnya dengan menggunakan garam beryodium, memperbanyak variasi makanan, mengkonsumsi kapsul yodium, dan lain-lain.

3. Kontrol Geologi Terhadap Penyebaran Penderita GAKY dan Penyebaran Yodium dan Selenium dalam Airtanah dan Tanah

Dari peta geomorfogi dan peta penyebaran TGR dapat diketahui ada korelasi yang positif yaitu: pada kelerengan 2-7%, penderita GAKY $< 30\%$, sedangkan pada kelerengan 7-15%, penderita GAKY $> 30\%$. Pada lereng topografi yang lebih curam, terjadi proses pencucian yang lebih intensif karena air hujan dan air permukaan, kemudian mengalami volatisasi dan deplesi (Dissanayake and Chandrajith, 1999).

Litologi satuan breksi andesit mempunyai kandungan yodium yang kecil sekitar 50 ppb. Kandungan yodium yang rendah dalam batuan breksi andesit ini telah mengakibatkan terjadinya endemik GAKY. Untuk kandungan selenium sangat tinggi sekitar 14,01-15,78 ppm, hanya saja tidak mengakibatkan penyakit gondok atau kretin. Muramatsu and Wedepohl (1998) menyatakan bahwa batuan beku dan batuan metamorf mempunyai konsentrasi yodium yang sangat rendah.

Tanah yang dijumpai di daerah penelitian merupakan tanah *insitu*. Kandungan yodium dalam tanah cukup rendah berkisar 11,59-17,53 ppb. Dibandingkan batuan asalnya (50 ppb) terjadi penghilangan yodium 65-76%. Kandungan yodium yang rendah ini mengakibatkan endemik GAKY. Yodium yang terdapat di dalam tanah terikat oleh bahan organik tanah, sehingga keterdapatannya yodium pada daerah TGR > 30% lebih tinggi daripada daerah TGR < 30%.

Kandungan selenium dalam tanah cukup tinggi berkisar < 0,28-70,36 ppm. Dibandingkan batuan asalnya ($\pm$ 14,01-15,78 ppm atau rata-rata 14,9 ppm) relatif terjadi pengurangan 98% kandungan selenium dan pengayaan 372% selenium. Akan tetapi kandungan selenium yang relatif tinggi ini tidak mengakibatkan endemik GAKY.

Kandungan bahan organik total (BOT) dalam tanah untuk tanah mineral seperti dijumpai di daerah penelitian masih termasuk normal untuk tanah mineral karena kandungannya < 5%. BOT yang tinggi pada zona TGR > 30% karena tumbuhan dan fauna mikro lebih banyak dijumpai daripada di TGR < 30%. BOT berpengaruh langsung pada endemik GAKY karena BOT mengikat yodium dalam tanah.

Airtanah yang dijumpai di daerah penelitian berasal dari mataair dan air sumur. Kandungan yodium dalam airtanah sangat rendah berkisar < 0,01-3,21 ppb. Dibandingkan batuan asalnya (50 ppb) terjadi penghilangan yodium 94-99,98%.

Kandungan selenium dalam airtanah relatif tinggi berkisar < 0,28-2,87 ppm. Dibandingkan batuan asalnya (14,01-15,78 ppm atau rata-rata 14,9 ppm) terjadi pengurangan kandungan selenium 81,8-99,9% (karena pencucian dan volatilisasi). Penyebaran kandungan selenium dalam airtanah pada zona TGR > 30%: < 0,28-2,51 ppm, dan pada zona TGR < 30%: < 0,28-2,87 ppm. Pada zona TGR > 30% kandungan selenium relatif lebih tinggi daripada zona TGR < 30%.

Penyebaran kandungan yodium dan selenium dikontrol oleh kelerengan, karena penyebaran yodiumnya di kelas kelerengan miring relatif lebih tinggi daripada kelas kelerengan landai. Relatif tingginya yodium dan selenium dikarenakan pada kelas

kelerengan miring banyak ditumbuhi oleh tumbuhan, sehingga terikat dalam bahan organik yang bahan asalnya dari komponen tumbuhan tersebut.

Litologi yang dijumpai di daerah penelitian didominasi oleh batuan breksi, dengan fragmen andesit. Kandungan yodium dalam andesit 50 ppb. Akan tetapi di airtanah kandungan yodium sangat rendah antara $< 0,01-3,21$ ppb dan kandungan yodium dalam tanah juga relatif rendah antara $11,59-17,53$ ppb. Rendahnya kandungan yodium dalam airtanah dan tanah dikarenakan breksi andesit sebagai batuan asalnya mengandung yodium yang sedikit juga.

Kandungan selenium dalam batuan andesit relatif tinggi sekitar $14,01-15,78$ ppm. Kandungan selenium di airtanah relatif rendah antara $< 0,28-2,87$ ppm sedangkan kandungan selenium dalam tanah secara umum relatif tinggi yaitu: $< 0,28-70,36$ ppm.

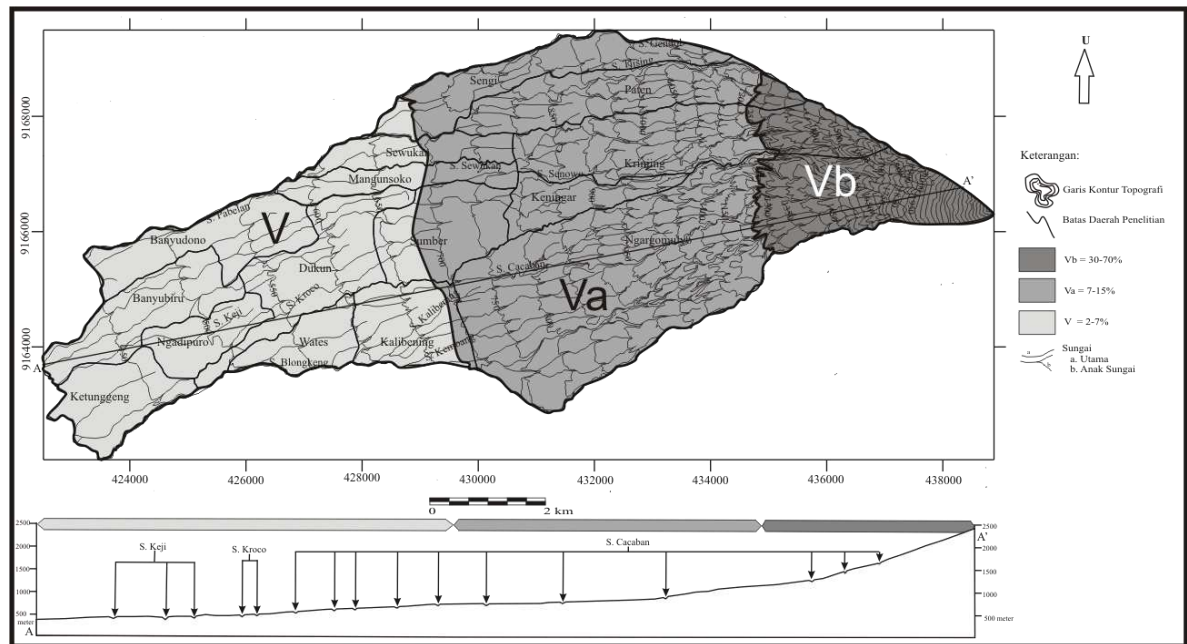
KESIMPULAN

1. Geomorfologi daerah penelitian merupakan bentang alam vulkanik. Kelas kelerengan dapat dibagi menjadi 3, yaitu: landai ($2-7\%$), miring ($7-15\%$), dan curam ($30-70\%$), sedangkan litologi yang dominan adalah breksi dengan fragmen andesit. Kandungan yodium dalam fragmen andesit ± 50 ppb, sedangkan selenium sekitar $14,01-15,78$ ppm.
2. Kandungan yodium dan selenium dalam airtanah $< 0,01-3,21$ ppb dan $< 0,28-2,87$ ppm. Penyebaran kandungan yodium dan selenium dalam airtanah mempunyai kecenderungan di bagian Timur Laut lebih tinggi daripada di bagian Barat Laut daerah penelitian. Kandungan yodium dalam air hujan $1,07-2,19$ ppb, sedangkan kandungan selenium $2,02-2,51$ ppm. Kandungan yodium dalam tanah $11,59-17,53$ ppb, kandungan selenium $< 0,28-70,36$ ppm, dan kandungan bahan organik total (BOT) dalam tanah $0,95-4,27\%$. Penyebaran kandungan yodium, selenium, dan bahan organik total dalam tanah menunjukkan kecenderungan di bagian Timur Laut lebih tinggi daripada di bagian Barat Daya daerah penelitian.
3. Curah hujan mempengaruhi kandungan yodium dan selenium dalam airtanah dan tanah. Kandungan yodium dan selenium dalam airtanah dan tanah yang rendah dikarenakan terjadi proses pencucian, volatisasi, dan deplesi. Bahan organik total juga dapat mengikat yodium dan selenium dalam tanah.
4. Kontrol geologi (kelerengan, batuan, tanah, dan airtanah) mempengaruhi penyebaran penderita GAKY dan penyebaran yodium dan selenium dalam airtanah dan tanah. Kandungan yodium dalam tanah dan airtanah cukup rendah, sehingga mengakibatkan endemik GAKY. Yodium dan selenium juga terikat oleh bahan organik total dalam

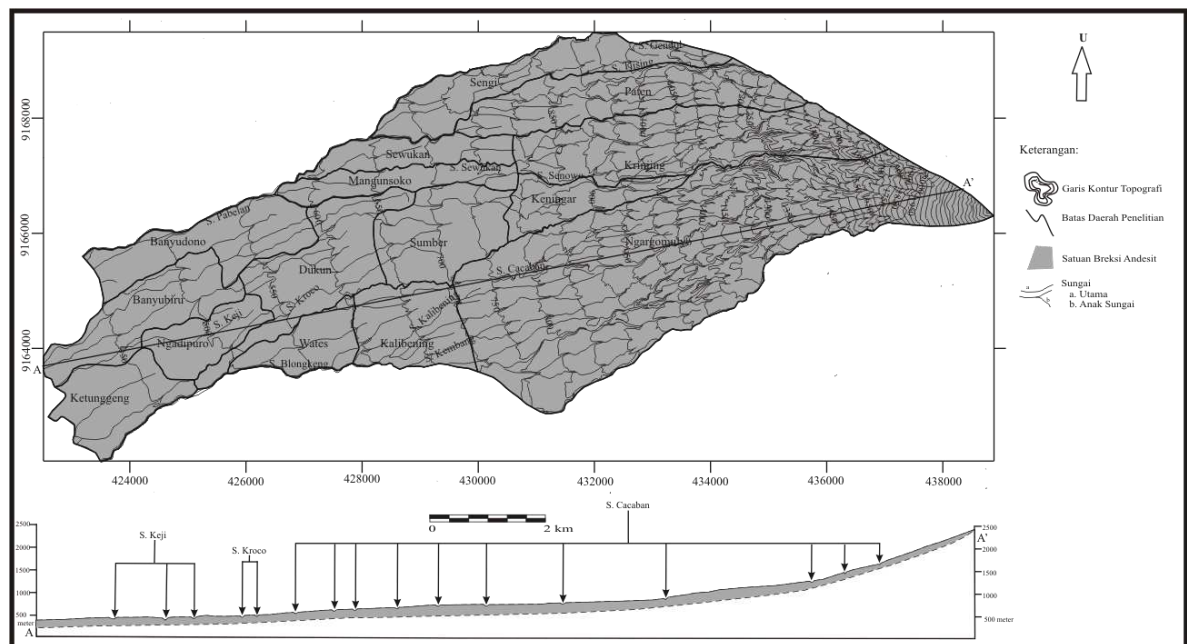
tanah. Rendahnya kandungan yodium dalam tanah dan airtanah dikarenakan satuan breksi andesit yang merupakan batuan beku mempunyai kandungan yodium yang rendah juga.

Daftar Pustaka

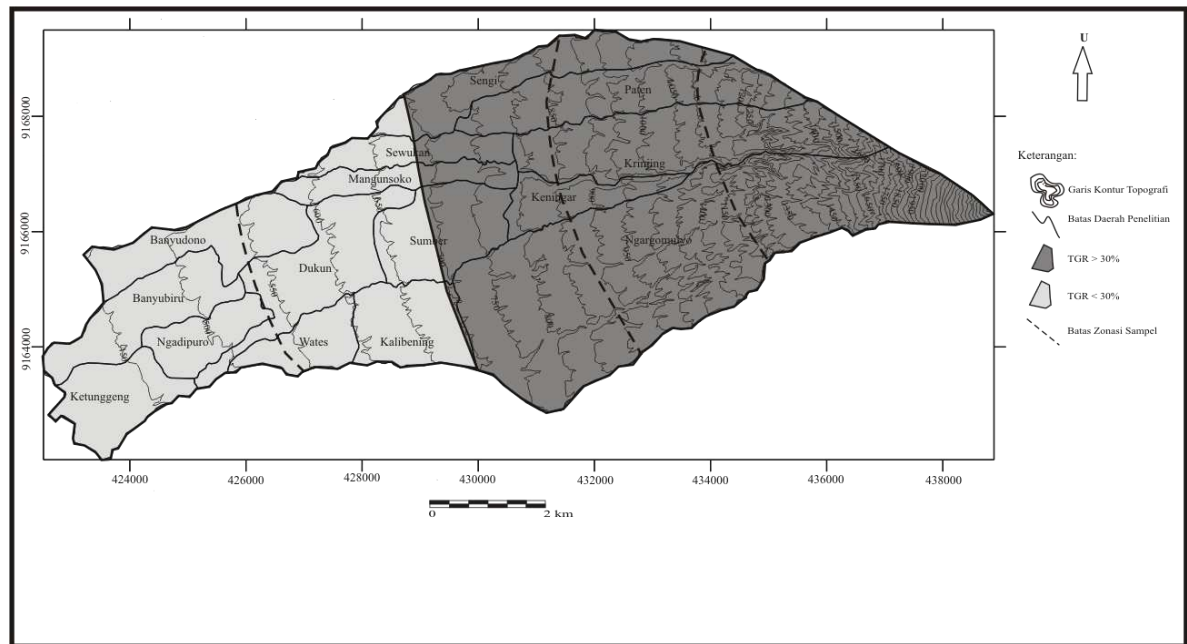
- BPS Kabupaten Magelang, 2006, *Kabupaten Magelang dalam Angka Tahun 2005*, Jawa Tengah, p. 7-26.
- Dissanayake C.B., and Chandrajith R., 1999, "Medical Geochemistry of Tropical Environments", *"Earth Science Reviews 47"*, Elsevier Science B.V., U.K., p. 219-258.
- Fordyce, F., 2005, "Selenium Deficiency and Toxicity in the Environment", *"Essentials of Medical Geology: Impacts of the Natural Environment on Public Health"*, Ed. Selinus, Aloy, Centeno, Finkelman, Fuge, Lindh, and Smedley, Elsevier Inc., China, p. 417-433.
- Fuge, R., 2005, "Soils and Iodine Deficiency", *"Essentials of Medical Geology: Impacts of the Natural Environment on Public Health"*, Ed. Selinus, Aloy, Centeno, Finkelman, Fuge, Lindh, and Smedley, Elsevier Inc., China, p. 373-415.
- Goslings, B.M., Djokomoeljanto, R., Docter, R., van Hardeveld, C., Hennemann, G., Smeenk, and Querido, A., 1977, Hypothyroidism in an Area of Endemic Goitre and Cretinism in Central Java, Indonesia, *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Endocrine Society, USA, Volume 44, p. 481-490.
- LAPAN, 2006, Prediksi Curah Hujan di Indonesia Selama Februari 2006, URL://www.lapanrs.com/SMBA/pdf/WFP-LAPAN%20Early%20Warning%20Bulletin%20February%202006.pdf. Diakses tgl. 11 Maret 2007.
- Ministry of Health, 2003, *Technical Assistance for Evaluation on Intensified Iodine Deficiency Control Control Project, Final Report*, Jakarta.
- Muramatsu, Y., and Wedepohl K.H., 1998, "The Distribution of Iodine in the Earth's Crust", *"Chemical Geology 147"*, Elsevier Science B.V., U.K., p. 201-216.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi, dan Rodisi, H.M.D., 1995, *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa Skala 1 : 100.000.*, Edisi 2, PPPG, Bandung.
- van Zuidam, R.A., 1983, *Guide To Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping*, ITC, Enschede, The Netherlands, 324 p.
- World Health Organization, 1987, *Environment Health Criterion 58-Selenium*, World Health Organization, Geneva.
- World Health Organization, 1996, *Trace Elements in Human Nutrition and Health*, World Health Organization, Geneva.



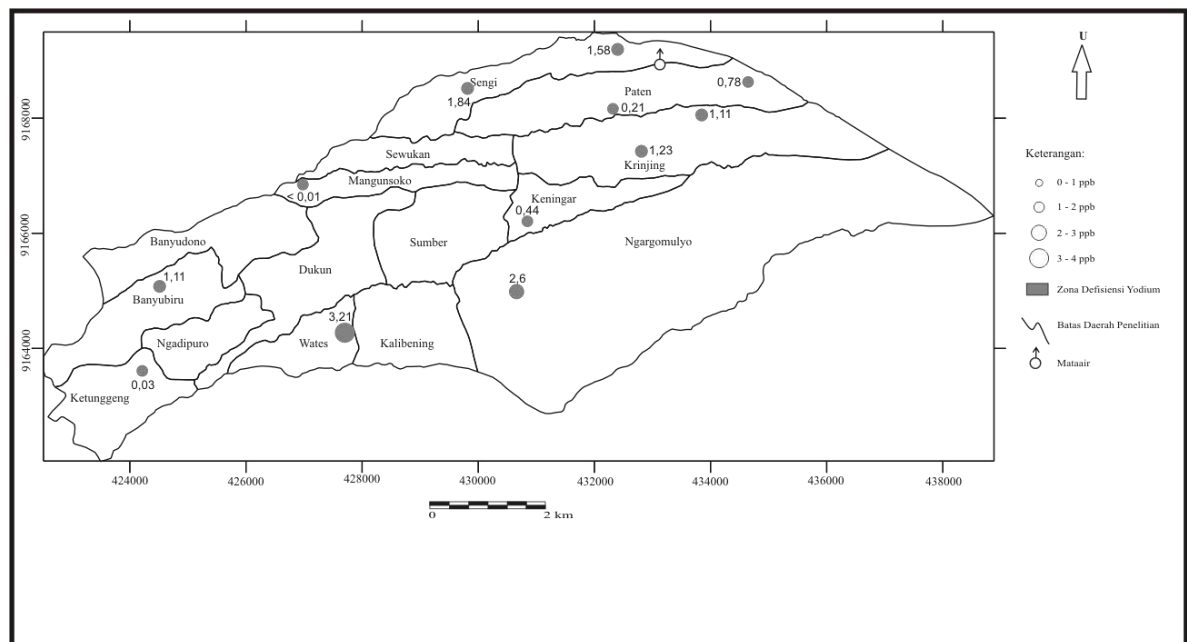
Gambar 1. Peta Geomorfologi Kecamatan Dukun



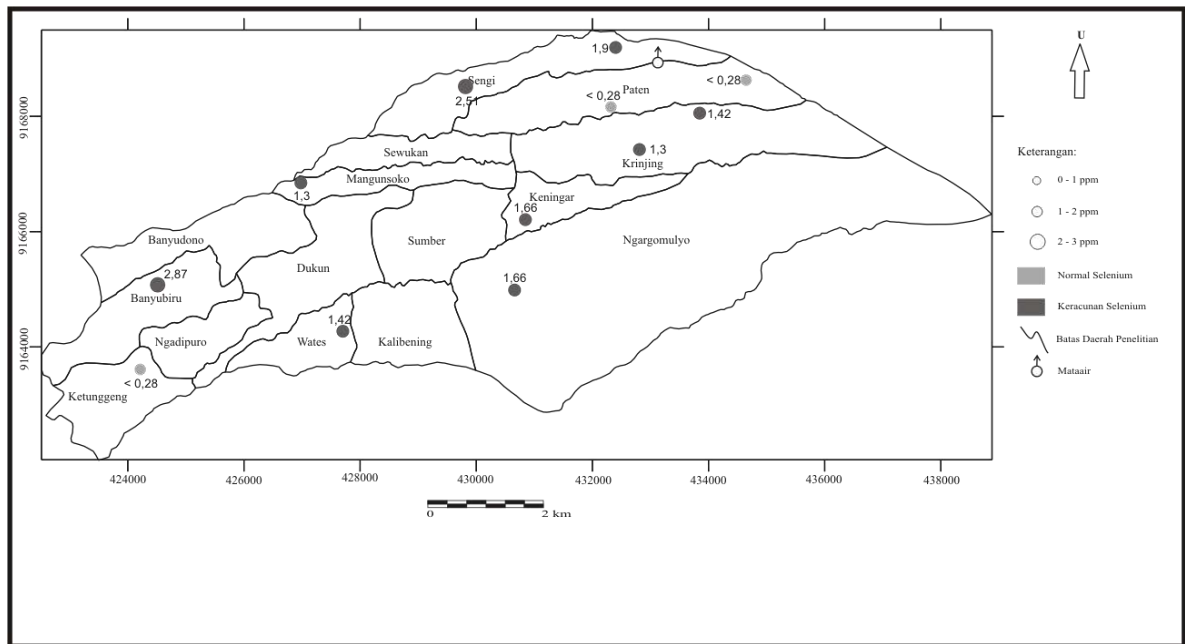
Gambar 2. Peta Geologi Kecamatan Dukun



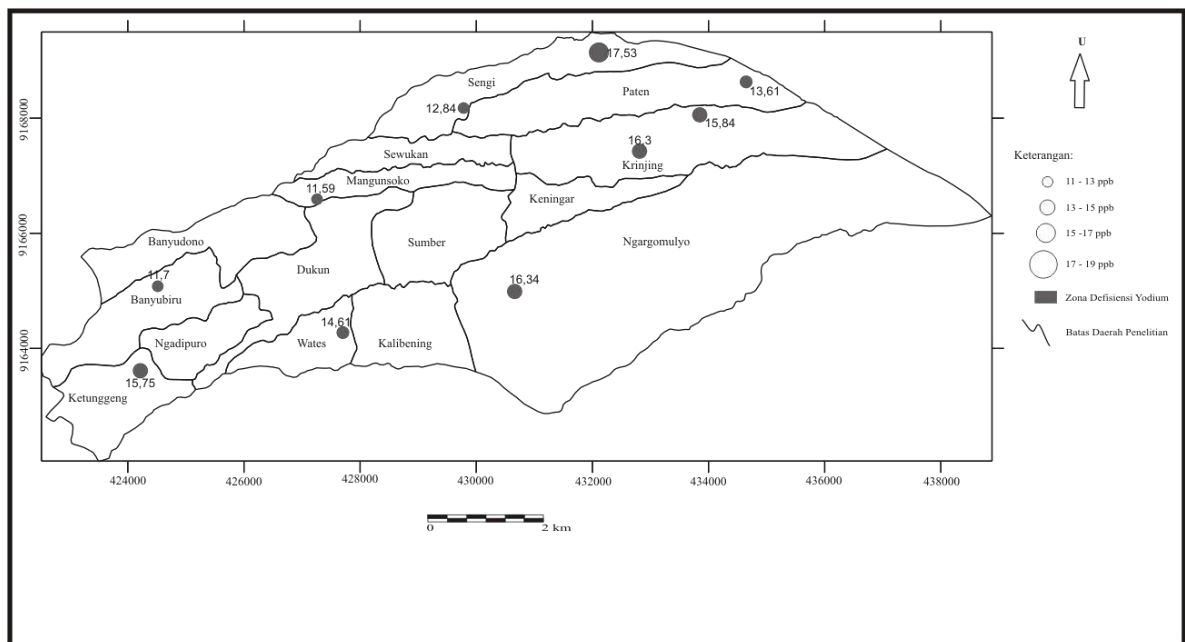
Gambar 3. Peta Penyebaran *Total Goitre Rate* (TGR) Kecamatan Dukun



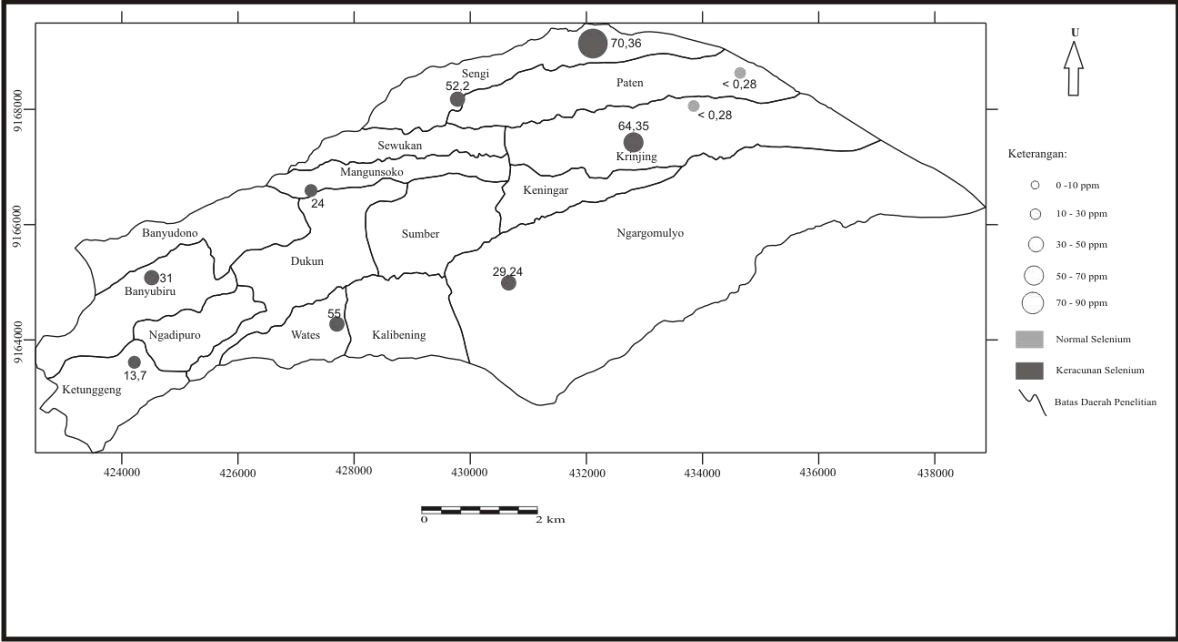
Gambar 4. Peta Penyebaran Kandungan Yodium dalam Airtanah Kecamatan Dukun



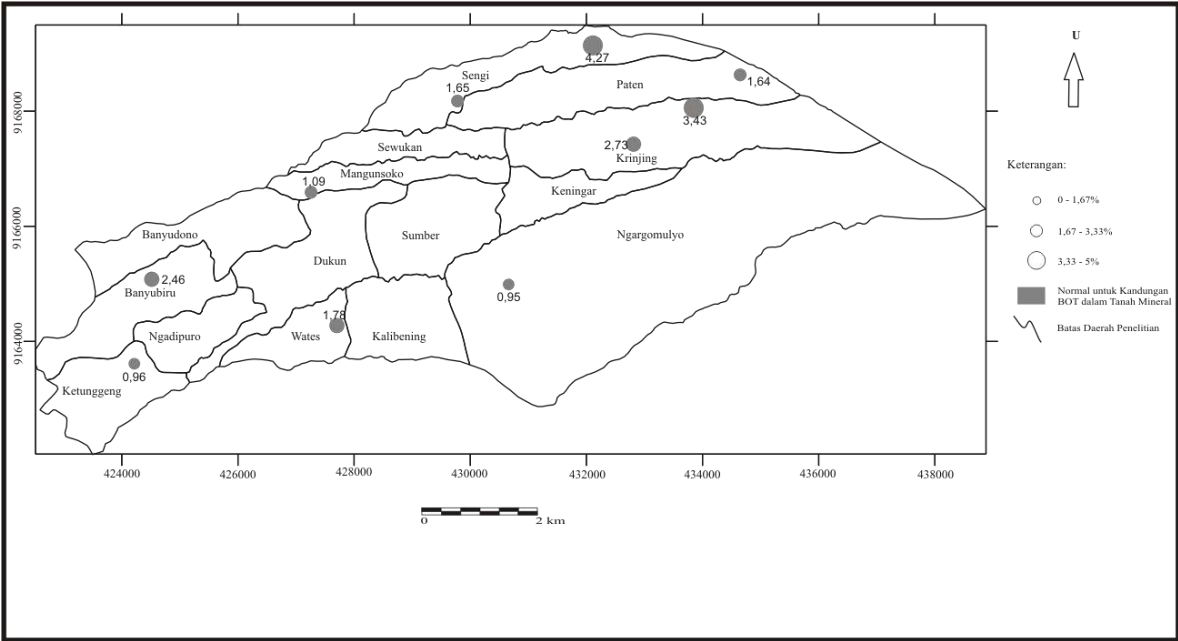
Gambar 5. Peta Penyebaran Kandungan Selenium dalam Airtanah Kecamatan Dukun



Gambar 6. Peta Penyebaran Kandungan Yodium dalam Tanah Kecamatan Dukun



Gambar 7. Peta Penyebaran Kandungan Selenium dalam Tanah Kecamatan Dukun



Gambar 8. Peta Penyebaran Kandungan BOT dalam Tanah Kecamatan Dukun