

PROSEDING

SEMINAR NASIONAL BASIC SCIENCE II

Tema:

*Kontribusi Sains untuk Pengembangan Pendidikan,
Biodiversitas dan Mitigasi Bencana pada Daerah Kepulauan*



Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pattimura
Ambon 2010

ISBN : 978-602-97522-0-5

PROSEDING

SEMINAR NASIONAL BASIC SCIENCE II

Kontribusi Sains Untuk Pengembangan Pendidikan,
Biodiversitas dan Mitigasi Bencana
Pada Daerah Kepulauan



SCIENTIFIC COMMITTEE:

Prof. H.J. Sohilait, MS
Prof. Dr. Th. Pentury, M.Si
Dr. J.A. Rupilu, SU
Drs. A. Bandjar, M.Sc
Dr.Ir. Robert Hutagalung, M.Si

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PATTIMURA
AMBON, 2010**

2 Juli 2010

**PENENTUAN PARAMETER FISIKA-KIMIA
MATA AIR PANAS DI DESA TIOUW KECAMATAN SAPARUA**

Ferdy Nanlohy, Hellna Tehubijuluw, S.J.Sekewael

*Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Pattimura - Ambon***ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian terhadap parameter fisika dan kimia mata air panas, di mana variabel yang dianalisa adalah suhu, DHL, pH, sulfat, logam Na, K, Mg, Ca, dan klorida, dengan menggunakan dua metode yaitu metode klasik dan instrumen. Sulfat diukur dengan alat Spektrofotometer UV-Vis, logam Na, K, Mg, dan Ca dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) serta klorida menggunakan metode volumetri. Penelitian ini dilakukan pada mata air panas di Desa Tiouw (Tiouw I dan II). Hasil penelitian terhadap parameter fisik dan kimia pada Tiouw I, suhu (55°C); DHL (26,03 mS/cm); pH (5,5); sulfat ($1256,85 \cdot 10^{-4}\%$); Na^+ ($5163,01 \cdot 10^{-4}\%$); K^+ ($226,08 \cdot 10^{-4}\%$); Mg^{2+} ($28,54 \cdot 10^{-4}\%$); Ca^{2+} ($713,86 \cdot 10^{-4}\%$); klorida ($3920,45 \cdot 10^{-4}\%$); Tiouw II, suhu (56°C); DHL (32,43 mS/cm); pH (6,6); sulfat ($2052,41 \cdot 10^{-4}\%$); Na^+ ($5927,35 \cdot 10^{-4}\%$); K^+ ($308,61 \cdot 10^{-4}\%$); Mg^{2+} ($28,75 \cdot 10^{-4}\%$); Ca^{2+} ($737,93 \cdot 10^{-4}\%$); klorida ($10983,30 \cdot 10^{-4}\%$)

Kata kunci : Mata air panas, parameter fisika, parameter kimia

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan alam yang melimpah dan dapat dijadikan sebagai tempat wisata. Salah satunya adalah mata air panas, yang digunakan sebagai objek wisata, sehingga banyak wisatawan mancanegara yang datang ke Indonesia. Mata air panas atau sumber air panas adalah mata air yang dihasilkan akibat keluarnya air tanah dari kerak bumi setelah dipanaskan secara geotermal. Air yang keluar suhunya di atas 37°C, namun sebagian mata air panas mengeluarkan air bersuhu hingga di atas titik didih air (Wikipedia, 2009).

Mata air panas dapat mengencerkan padatan mineral, sehingga air dari mata air panas mengandung kadar mineral tinggi. Kandungan mineral pada mata air panas seperti air sulfur meningkatkan proliferasi limfosit dalam darah pasien. Air yang kaya sulfur juga sangat membantu masalah respirasi. Sumber air mineral dapat merilekskan kejang otot pada saluran bronkial. Membantu meregulasi sifat otot pada saluran respirasi dan merupakan antiseptik (Moore, 2009). Sukenik *et al*, (1999) menunjukkan bahwa mandi di laut mati atau kolam air yang penuh dengan sulfur atau kombinasi kedua-duanya adalah sangat menguntungkan untuk pasien osteoarthritis.

2 Juli 2010

Mineral klorida bermanfaat untuk mengobati rematik, arthritis, gangguan pada sistem saraf pusat, trauma pada kepala dan sistem operasi pada ortopedi dan gangguan ginekologi. Magnesium dapat mengubah gula darah menjadi energi dan menjadikan kulit sehat, sedangkan kalium membantu menormalkan detak jantung dan menurunkan tekanan darah tinggi, membantu menghilangkan racun tubuh dan menjadikan kulit sehat. Natrium dan garam-garam alami membantu meringankan arthritis dan dapat menstimulasi sistem limfa tubuh saat digunakan untuk mandi. Air yang memiliki kandungan kalsium, magnesium dan kalium yang tinggi dapat membantu membersihkan kulit tubuh (Szekely, 2009).

Selain itu manfaat mineral pada mata air panas yaitu dapat menyembuhkan penyakit kulit seperti jerawat, infeksi luka pada kaki dan infeksi jamur. Karena manfaat mineral pada mata air panas sangat besar, di beberapa lokasi pariwisata pemandian air panas, seperti yang terletak di Ciater, Kabupaten Subang, Jawa Barat telah didirikan Pusat Rehabilitasi Medis Ciater Spa Resort (PRMCSR), sehingga dengan sendirinya pendapatan warga sekitar dan daerah akan meningkat.

Maluku merupakan salah satu daerah yang memiliki sumber daya alam mata air panas yakni di Ambon, Seram, Buru, Haruku, Saparua, Nusalaut, Banda dan beberapa pulau di Kabupaten Maluku Tenggara Barat yang sampai sekarang belum didayagunakan oleh Pemerintah Daerah dan masyarakat setempat. Desa Tiouw adalah salah satu dari sekian banyak daerah di Kabupaten Maluku Tengah yang memiliki sumber daya mata air panas, yang sampai sekarang belum didayagunakan, padahal manfaat dari mata air panas ini sangat besar. Untuk bisa didayagunakan maka perlu menentukan parameter fisika dan kimia mata air panas di Desa Tiouw.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari E.Merck dengan kualitas p.a yaitu: HCl pekat, HNO₃ pekat, LaCl₃, K₂CrO₄, AgNO₃, NaCl, KCl, BaCl₂.2H₂O, Gliserol, Isopropil alkohol, Na₂SO₄ anhidrat, Larutan H₂O₂ 30%, larutan buffer pH 7.00, Larutan induk Mg dan Ca 1000 ppm, Kertas indikator pH, dan Akuades dari Laboratorium Kimia Dasar UNIVERSITAS PATTIMURA.

2 Juli 2010**Alat**

Alat-alat gelas laboratorium, Spektrofotometer serapan atom (SSA, Shimadzu dan Buck Scientific 205), pH meter (Hanna), Termometer (Philips Harris), Konduktometer (CDS 5000), Hotplate (Cimarec 2), Timbangan analitis

Prosedur Kerja***Penentuan parameter fisika******Penentuan suhu***

Pemeriksaan suhu di lokasi mata air panas dengan cara menempatkan termometer sedemikian rupa, sehingga tidak kontak langsung dengan cahaya matahari biasanya dilindungi dengan bayangan badan, sampai skala suhu pada termometer menunjukkan angka yang stabil. Dibiarkan 2-5 menit sampai skala suhu pada termometer menunjukkan angka yang stabil.

Penentuan DHL

Kalibrasi elektroda konduktometer, dilakukan dengan cara membilas dengan larutan KCl 0,02 M sebanyak tiga kali kemudian ukur DHL larutan standar KCl 0,02 M dan atur sampai menunjukkan angka 2,78 mS/cm. Penetapan DHL sampel dilakukan dengan cara membilas elektroda dengan sampel sebanyak tiga kali kemudian diukur DHL sampel.

Penentuan parameter kimia***Penentuan derajat keasaman (pH)***

Elektroda pH dibilas dengan larutan buffer pH 7 sebanyak tiga kali kemudian dikeringkan dengan tisu. Kemudian pH larutan buffer diukur dan alat diatur sehingga skala pH menunjukkan angka 7. Pengukuran pH sampel dilakukan dengan memasukkan elektroda pH ke dalam sampel air dan dibiarkan beberapa menit sampai skala pH pada elektroda menunjukkan angka stabil. Pembacaan skala pH dilakukan secara langsung.

2 Juli 2010***Penentuan ion utama******Penentuan sulfat*****a. Pembuatan kurva standar**

Larutan standar sulfat masing-masing 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 mL dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tepat volumenya dan dipindahkan masing-masing larutan standar ke dalam erlenmeyer 250 mL. Selanjutnya ditambahkan 5 mL reagen kondisioning ke dalam masing-masing larutan standar dan dikocok. Kemudian ditambahkan satu sendok kristal $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, pengadukan dilakukan selama satu menit. Diukur absorbansinya pada panjang gelombang 420 nm.

b. Perlakuan sampel

Sampel sebanyak 2 mL dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL, diencerkan dengan akuades hingga tepat volumenya dan dipindahkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Selanjutnya ditambahkan 5 mL reagen kondisioning ke dalam sampel dan dikocok. Kemudian ditambahkan satu sendok kristal $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Pengadukan dilakukan selama satu menit. Diukur absorbansinya pada panjang gelombang 420 nm dan kadar SO_4^{2-} dihitung pada kurva standar.

Penentuan kadar logam Na, K, Mg, dan Ca dengan SSA**a. Perlakuan sampel untuk penentuan kadar logam Mg dan Ca**

Karena sampel tidak dapat dianalisa langsung, maka sampel diawetkan dengan menambahkan HNO_3 pekat sampai pH kurang dari 2. Sampel sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam gelas piala dan dikocok sampai homogen. Setelah itu ditambahkan 2 mL HCl (1+1), kemudian dipanaskan larutan sampai hampir kering (volume 10 mL). Selanjutnya ditambahkan 1 mL larutan lantan klorida, disaring ke dalam labu takar 100 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tepat volumenya.

b. Penyiapan larutan standar

Larutan standar Na, K, Mg, dan Ca 10 ppm dibuat dengan mengambil masing-masing sebanyak 1 mL larutan induk 1000 ppm dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL kemudian diencerkan dengan akuades hingga tepat volumenya.

2 Juli 2010

Hasil dari pembuatan larutan standar 10 ppm, kemudian dibuat deret larutan standar masing-masing.

Na	: 0,1 ppm ; 0,25 ppm ; 0,5 ppm ; 1,0 ppm ; 2,0 ppm ; 4 ppm
K	: 0,05 ppm ; 0,1 ppm ; 0,5 ppm ; 1,0 ppm ; 2,0 ppm ; 4 ppm
Mg	: 0,2 ppm ; 0,4 ppm ; 0,6 ppm ; 0,8 ppm ; 1,0 ppm
Ca	: 0,2 ppm ; 0,4 ppm ; 0,6 ppm ; 0,8 ppm ; 1,0 ppm

c. Penentuan kadar logam Na, K, Mg, dan Ca dalam sampel

Sederetan larutan standar dan cuplikan disiapkan kemudian blanko dimasukkan ke dalam autosampler. Larutan standar diaspirasikan ke dalam autosampler menurut pertambahan konsentrasi masing-masing. Nilai absorbansi yang diperoleh dari setiap larutan standar kemudian dicatat hasilnya. Selanjutnya larutan cuplikan diaspirasikan ke dalam autosampler lalu dicatat absorbansinya.

d. Analisis data

Hasil pengukuran sederetan larutan standar kemudian dibuat kurva standar untuk masing-masing logam. Untuk semua garis lurus pada kurva standar antar absorbans dan konsentrasi diperlukan bantuan garis regresi. Sumbu X adalah konsentrasi dalam ppm, sedangkan sumbu Y adalah absorbans (A).

Persamaan garis linear adalah :

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(1)$$

Penentuan klorida

a. Perlakuan sampel

Sampel sebanyak 100 mL diukur dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Sampel ditambahkan 1 mL H₂O₂ 30% untuk menghilangkan sulfida, sulfit, atau tiosulfat dan diaduk selama 1 menit. pH sampel diatur menjadi pH 8 dengan penambahan NaOH 1 N.

2 Juli 2010**b. Penetapan konsentrasi larutan standar AgNO_3**

Larutan NaCl 0,01 M diukur 25 mL dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL, dan ditambahkan 1 mL larutan indikator K_2CrO_4 5% dan diaduk. Selanjutnya dititrasi dengan larutan AgNO_3 hingga terbentuk warna kuning kemerahan.

c. Pengujian kadar klorida

Ke dalam labu erlenmeyer 250 mL dimasukkan 10 mL sampel Tiouw I dan 5 mL sampel Tiouw II, selanjutnya ditambahkan 1 mL larutan indikator K_2CrO_4 5% dan dikocok sampai homogen. Kemudian dititrasi dengan larutan AgNO_3 0,0141 M hingga terbentuk warna kuning kemerahan. Hal yang sama dilakukan untuk larutan blanko.

HASIL DAN PEMBAHASAN**Keadaan umum lokasi**

Pengambilan sampel di desa Tiouw dilakukan pada siang hari dari jam 13.00-15.00 WIT yang berlangsung pada bulan Juli. Proses pengambilan sampel saat itu berlangsung dengan kondisi cuaca yang cerah.



Gambar 1. Mata air panas (Tiouw I)



Gambar 2. Mata air panas (Tiouw II)

Selama ini mata air panas di desa Tiouw belum terpelihara dan didayagunakan sebagai suatu objek wisata untuk tempat pemandian air panas. Desa Tiouw memiliki dua sumber mata air panas, yang pertama memiliki ukuran kolam yang kecil dan yang kedua memiliki ukuran kolam yang sangat besar dan jarak antara kedua kolam sekitar 10 meter (Gambar 1 dan 2).

2 Juli 2010

Kondisi kedua kolam tersebut sangat tidak terlindungi, kolam yang pertama sering digunakan masyarakat sekitar untuk tempat pemandian dan airnya warna kuning, keruh, berbau belerang dan airnya terasa asin, sedangkan kolam yang kedua sangat luas. Kondisi airnya sama dengan kolam pertama warnanya kekuningan dan keruh.

Parameter Fisika

Suhu

Secara umum setiap penurunan 1 km ke dalam perut bumi suhu naik sebesar 25-30°C, atau setiap kedalaman bertambah 100 m suhu naik sekitar 2,5-3°C. Jadi semakin jauh ke dalam perut bumi suhu batuan akan makin tinggi. Pertambahan panas tersebut dikenal sebagai gradien geotermal (Citrosiswoyo, 2009).

Mata air panas dihasilkan akibat keluarnya air tanah dari kerak bumi setelah dipanaskan secara geotermal (Wikipedia, 2009). Berdasarkan Persamaan 2 menurut Giggenbach (1980), untuk menghitung suhu bawah permukaan, dapat dilihat desa Tiouw memiliki nilai bawah permukaan 55°C(Tiouw I) dan 56°C(Tiouw II) dapat dilihat pada Tabel 1.

$$T^{\circ}C = \frac{1390}{\left(\log \frac{Na}{K} + 1,75\right)} - 273,15 \dots\dots\dots(2)$$

Tabel 1. Hasil penentuan parameter fisika dan kimia mata air panas desa Tiouw

Parameter Yang di ukur	Lokasi Pengambilan Sampel	
	Tiouw (I)	Tiouw (II)
Suhu (°C)	55	56
Ph	5,5	6,6
DHL (mS/cm)	26,03	32,43
SO ₄ ²⁻ (×10 ⁻⁴ %)	1257,00	2002,50
Na ⁺ (×10 ⁻⁴ %)	5163,01	5927,35
K ⁺ (×10 ⁻⁴ %)	226,08	308,61
Mg ²⁺ (×10 ⁻⁴ %)	23,54	28,75
Ca ²⁺ (×10 ⁻⁴ %)	713,86	737,93
Cl ⁻ (×10 ⁻⁴ %)	3920,45	10983,30

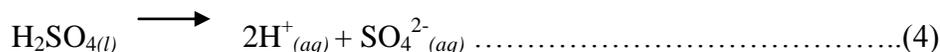
Ket : %(b/b) = ppm x 1×10⁻⁴

Daya hantar listrik (DHL)

2 Juli 2010

Hasil pengukuran DHL pada mata air panas di desa Tiouw (Tiouw I 26,03 mS/cm dan Tiouw II 32,43 mS/cm) menunjukkan hasil yang besar, hal ini karena mata air panas di desa Tiouw mengandung garam-garam terlarut yang dapat terionisasi dalam jumlah yang banyak. Dengan demikian semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL (Effendi, 2003) dan nilai DHL dipengaruhi oleh suhu air (Saeni, 1989).

Ionisasi merupakan peristiwa atau proses suatu zat pecah, dan berada sebagai ion-ionnya. Biasanya terjadi pada proses pelarutan senyawa ion atau senyawa polar (Mulyono, 2006).



Reaktivitas, bilangan valensi, dan konsentrasi ion-ion terlarut sangat berpengaruh terhadap nilai DHL. Asam, basa, dan garam-garam merupakan penghantar listrik (konduktor) yang baik, sedangkan bahan organik yang tidak mengalami disosiasi, merupakan penghantar listrik yang jelek (APHA, 1976; Mackereth *et al*, 1989).

Dari hasil penelitian pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa kandungan Cl⁻ sebanding dengan nilai DHL, artinya semakin tinggi kandungan anion Cl⁻, akan semakin tinggi pula nilai DHL, hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Herdianita (2007).

Parameter kimia

Derajat keasaman (pH)

Air membentuk kesetimbangan seperti yang ditunjukkan pada persamaan reaksi 5 dan 6 (Fresenius *et al*, 1988).



2 Juli 2010



Mackereth *et al*, (1988) berpendapat bahwa pH juga berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas. Larutan yang bersifat asam (pH rendah) bersifat korosif.

Hasil pengukuran pH di desa Tiouw (Tiouw I 5,5 dan Tiouw II 6,6) menunjukkan mata air panas di desa Tiouw bersifat asam lemah.

Ion utama (SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , dan Cl^-)

Berdasarkan hasil penelitian yang terdapat dalam Tabel 1, terlihat bahwa kandungan mineral (ion utama) pada mata air panas di desa Tiouw sangat tinggi. Hal ini disebabkan karena jenis batuan yang terdapat pada lokasi tersebut. Di desa Tiouw memiliki jenis batuan yaitu batu gamping koral yang terdiri dari CaO , MgO , Fe_2O_3 , MnO , P_2O_5 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , TiO_2 , SO_3 , SiO_2 (Tabri, 2006). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Herdianita (2007) yang melihat hubungan antara komposisi batuan reservoir dan kimia air panas.

Mata air panas di desa Tiouw sangat berbau sulfur, hal ini disebabkan oleh adanya gas H_2S . Mata air panas mengandung sulfat akibat oksidasi gas H_2S di dekat permukaan membentuk larutan H_2SO_4 (Herdianita, 2007). Kandungan Cl^- yang tinggi menunjukkan, bahwa mata air panas di desa Tiouw berasal dari aktivitas volkanomagmatif. Dalam hal ini klorida akan terbawa sebagai HCl pada suhu sangat tinggi dan berubah menjadi ion Cl^- pada suhu rendah (Herdianita dan Priadi, 2006). Gas-gas vulkanik seperti HCl , HF , dan H_2S , mempengaruhi komposisi air panas (Herdianita, 2007). Kandungan Na dan K lebih tinggi dari Mg , hal ini disebabkan karena mata air panas di desa Tiouw tidak dipengaruhi oleh pelarutan dengan air tanah (Herdianita, 2007).

2 Juli 2010

Pada Tabel 2 dapat dilihat kandungan mineral yang terdapat di dalam air laut, jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan ternyata kandungan kalsium yang terdapat dalam mata air panas lebih tinggi dari air laut dan kandungan sulfat yang terdapat di desa Tiouw lebih tinggi dari air laut dan dilihat dari efek penyembuhan mata air panas lebih baik jika digunakan untuk balneoterapi karena faktor suhu yang juga turut berpengaruh.

Karena mandi di mata air panas yang memiliki suhu yang tinggi dapat meningkatkan tekanan hidrostatik badan dengan begitu akan meningkatkan peredaran darah (Nathaniel Altman, 2009).

Kegunaan masing-masing mineral dari segi kesehatan adalah sulfur dapat digunakan untuk menyembuhkan berbagai penyakit dengan berbagai cara antara lain, penghirupan uap mata air sulfur yang dapat membantu mengurangi masalah saluran pernafasan dan respirasi termasuk radang selaput lendir kronis dan dapat pula digunakan untuk perawatan kulit (Moore, 2009).

Tabel 2. Komposisi unsur-unsur dalam air laut

Unsur	Simbol	Konsentrasi (mg/L atau ppm)	Spesies yang mungkin terlarut
Klorin	Cl	$1,95 \times 10^4$	Cl^-
Natrium	Na	$1,077 \times 10^4$	Na^+
Magnesium	Mg	$1,290 \times 10^4$	Mg^{2+}
Sulfur	S	$9,05 \times 10^4$	$\text{SO}_4^{2-}, \text{NaSO}_4^-$
Kalsium	Ca	$4,12 \times 10^4$	Ca^{2+}
Kalium	K	$3,80 \times 10^4$	K^+
Bromin	Br	67	Br^-
Karbon	C	28	$\text{HCO}_3^-, \text{CO}_3^{2-}, \text{CO}_2$
Nitrogen	N	11,5	$\text{N}_2 \text{ gas}, \text{NO}_3^-, \text{NH}_4^+$
Stronsium	Sr	8	Sr^{2+}
Oksigen	O	6	$\text{O}_2 \text{ gas}$
Boron	B	4,4	$\text{B(OH)}_3, \text{B(OH)}_4^-, \text{H}_2\text{BO}_3^-$
Silika	Si	2	Si(OH)_4
Fluorin	F	1,3	F^-, MgF^+
Argon	Ar	0,43	Ar gas

Sumber : Agus Supangat dan Umi Muawanah, 2003

2 Juli 2010

Natrium dan garam-garam alami yang terkandung dalam mata air panas dapat membantu meringankan arthritik dan dapat menstimulasi sistem limfa tubuh saat digunakan untuk mandi, kalium membantu menormalkan detak jantung dan menurunkan tekanan darah tinggi, membantu menghilangkan racun tubuh dan menjadikan kulit sehat, magnesium dan kalsium dapat mengubah gula darah menjadi energi dan menjadikan kulit sehat dan klorida yang terkandung di mata air panas bermanfaat untuk mengobati rematik, arthritis, gangguan pada sistem saraf pusat, trauma pada kepala dan sistem operasi juga pada ortopedi dan gangguan ginekologi (Szekely, 2009).

KESIMPULAN

Parameter fisika dan kimia mata air panas di desa Tiouw, yaitu : Tiouw I, suhu (55 °C); DHL (26,03 mS/cm); pH (5,5); sulfat ($1256,85 \times 10^{-4}\%$); Na^+ ($5163,01 \times 10^{-4}\%$); K^+ ($226,08 \times 10^{-4}\%$); Mg^{2+} ($28,54 \times 10^{-4}\%$); Ca^{2+} ($713,86 \times 10^{-4}\%$); klorida ($3920,45 \times 10^{-4}\%$); Tiouw II, suhu (56 °C); DHL (32,43 mS/cm); pH (6,6); sulfat ($2052,41 \times 10^{-4}\%$); Na^+ ($5927,35 \times 10^{-4}\%$); K^+ ($308,61 \times 10^{-4}\%$); Mg^{2+} ($28,75 \times 10^{-4}\%$); Ca^{2+} ($737,93 \times 10^{-4}\%$); klorida ($10983,30 \times 10^{-4}\%$).

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Supangat dan Umi Muawanah., 2003. *Pengantar Kimia dan Sedimen Dasar Laut*. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumber Daya Non Hayati. Jakarta
- American Public Health Association (APHA). 1976. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. four edition. American Public Health Association, Washington DC.
- Citrosiswoyo, W., 2009. *Geothermal: dapat Mengurangi Ketergantungan Bahan Bakar Fosil dalam Menyediakan Listrik Negara*, <http://www.agussuwasono.com/technical-references/iptek/115-geothermal-dapat-mengurangi-kebutuhan-bahan-bakar-fosil-dalam-menyediakan-listri-dapat-mengurangi-ketergantungan-bahan-bakar-fosil-dalam-menyediakan-listrik-negara.html>
- Effendi., 2003. *Telaah Kualitas Air*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

2 Juli 2010

- Fresenius, W., Quentin, K.E. dan Schneider, W. 1988. *Water Analysis*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany
- Giggenbach, W.F., 1988. Geothermal Solute Equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca Geoindicator. *Geochimica et Cosmochimica Acta*.
- Herdianita, N.R. dan Priadi, B., 2006. *Manifestasi Permukaan Sistem Panas Bumi Gunung Kendang – Angkasa, Garut – Pamengpeuk, Jawa Barat*. ITB.
- Herdianita, N.R., 2007. *Manifestasi Panas Bumi Permukaan di Daerah Cidanau dan Sekitarnya, Anyer - Provinsi Banten*. Bandung, ITB. Laporan Penelitian Riset ITB 2007.
- Mackereth, F.J.H., Heron, J. dan Talling, J.F., 1989. *Water Analysis*. Fresh water Biological Association, Cumberia, UK.
- Moore, L. *Healing with Mineral Water*. http://www.fostercottage.org/Menu/healing_with_mineral_water.htm, September, 2009.
- Mulyono, H., 2006. *Kamus Kimia*. Penerbit Bumi Aksara. Jakarta.
- Nathaniel Altman. *The Ultimate Guide to Taking the Waters*. http://www.saltworks.us/salt_info/si_Balneotherapy.asp, September, 2009.
- Saeni, M.S., 1989. *Kimia Lingkungan*, Penerbit PAU IPB, Bogor.
- Sukenik S, Flusser D, dan Abu-Shakar M., 1999. The Role of Spa Therapy in Various Rheumatic Diseases. *Rheum Dis Clin North Am*.
- Szekely E B. *Balneotherapy dan Balneology The Science and of Mineral Water Therapy*, <http://www.eytonsearch.org/balneology-balneotherapy.php>, Juli 2009.
- Tabri, K N., 2006. *Studi Fasies Batugamping dan Pola Kekar dalam Peningkatan Efisiensi Produksi Tambang Batu Ornamen/Marmer Komersial di Daerah Gunung Guha, Desa Cihea Kec. Bojongpicung, Kab. Cianjur*. Bandung. ITB
- Wikipedia, the free encyclopedia, *Mata air panas*, http://id.wikipedia.org/wiki/Mata_air_panas, Juli 2008.