

**IDENTIFIKASI DAN KARAKTER HIDROKIMIA
KELUARAN AIRTANAH LEPAS PANTAI (KALP)
DI PULAU LOMBOK, KABUPATEN LOMBOK UTARA
PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT**

**Hendra Bakti¹, Rachmat Fajar Lubis¹, Wilda Naili¹,
Robert M. Delinom¹, Wahyu Purwoko¹**

¹Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI
Jl. Sangkuriang, Bandung 40135
Email: hendra.bakti@geotek.lipi.go.id

Sari

Telah dilakukan identifikasi dan analisis hidrokimia keluaran airtanah lepas pantai (KALP) di daerah Pantai Papak, Kabupaten Lombok Utara, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Identifikasi KALP dilakukan dengan pengukuran daya hantar listrik (DHL), *tracer* ²²²Rn, hidrokimia dan kandungan kadar nutrien air laut. Kehadiran KALP di daerah penelitian dijumpai dalam bentuk mata air dasar laut dengan kedalaman 8 –10 meter yang diperkuat dengan adanya kandungan ²²²Rn yang relatif lebih tinggi pada air laut di titik pemunculan KALP bila dibandingkan dengan titik identifikasi yang lainnya. Kisaran DHL air laut di daerah penelitian >40.000 us/cm dan memiliki kandungan nutrient NO₃-N (0,24 mg/L), N_{total} (0,18 mg/L), PO₄ (0,54 mg/L), P_{anorganik} (0,05 mg/L), P_{total} (0,55 mg/L), sedangkan untuk kandungan NO₂-N dan NH₄-N tidak terdeteksi.

Kata kunci: keluaran airtanah lepas pantai, radon (²²²Rn), daya hantar listrik, nutrien.

Abstract

Identification and hydrochemycal analized of “submarine groundwater discharge (SGD)” at Papak Beach, North Lombok Residence, West Nusa Tenggara Province to be done. Methodological of identification are measured of water conductivity, ²²²Rn tracer and nutrient content. SGD on the locattion present as springs submarine with 8-10 m depth which the radon concentrations are more relative higher than the other point location at surrounding area. Range of sea water conductivity is > 40.000 us/cm and the nutrients concentration are NO₃-N (0,24 mg/L), N_{total} (0,18 mg/L), PO₄ (0,54 mg/L), P_{annorganic} (0,05 mg/L), P_{total} (0,55 mg/L) with a lack of NO₂-N and NH₄-N.

Keyword: submarine groundwater discharge, radon (²²²Rn), water conductivity, nutrient.

PENDAHULUAN

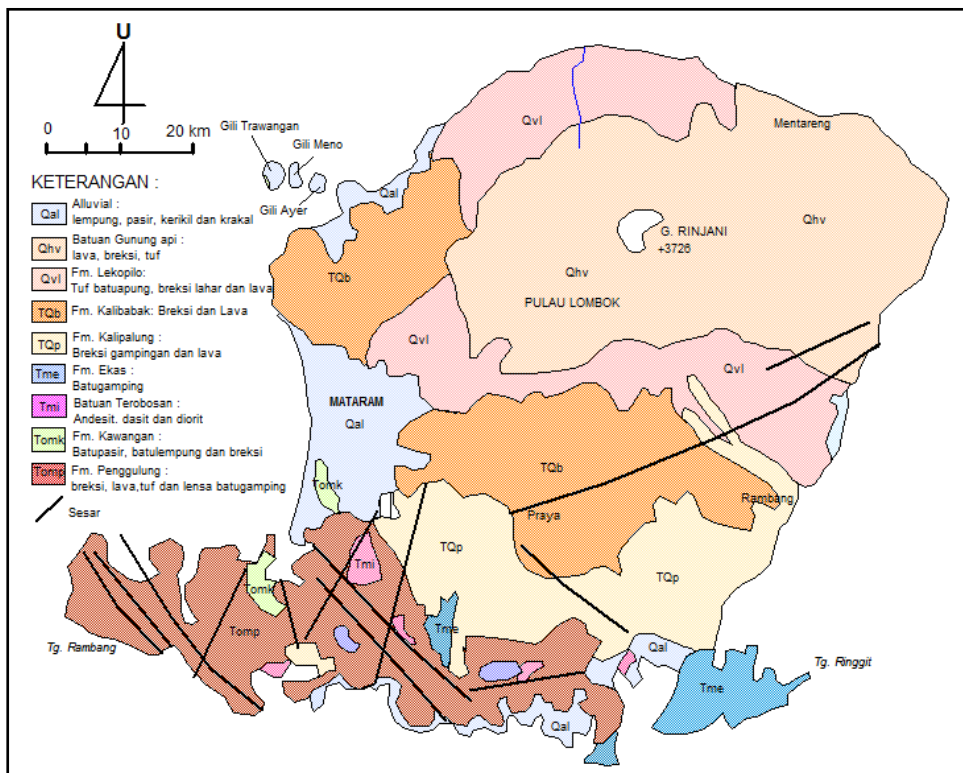
Kementerian Pariwisata dan Pemerintah Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat telah menetapkan tahun 2010 sebagai tahun pariwisata dengan tema “*Visit to Lombok and Sumbawa, 2012*”. Salah satu daerah yang dipromosikan diantaranya adalah wilayah pantai di bagian utara Pulau Lombok, Pulau Gili Trawangan, Pulau Gili Air dan Pulau Gili Meno. Selain pantainya yang indah, tujuan wisata ke daerah tersebut adalah penyelaman dasar laut untuk menikmati keindahan aneka ragam biota laut dan terumbu karang. Pendayagunaan sumber daya wilayah lautan untuk tujuan wisata tersebut seyogyanya sejalan dengan usaha pelestarian lingkungannya. Sehingga manfaat ekonomi terus meningkat dengan ekologi di lingkungan laut juga tetap lestari.

Menurut Simmons (1992), keseimbangan habitat ekologi laut dapat terjaga dengan adanya kehadiran suplai air tawar ke wilayah laut melalui keluaran airtanah di lepas pantai (KALP) atau

dikenal sebagai *submarine groundwater discharge (SGD)*. KALP juga berperan sebagai sumber nutrisi dalam keseimbangan nitrogen pada lingkungan terumbu karang (D'Elia dkk., 1981; Umezawa dkk., 2002 dalam Taniguchi dkk., 2005), berpotensi sebagai pencemaran ke laut dan ekosistemnya (Unesco, 2004; Taniguchi dkk., 2005; Burnett dkk., 2006) dan menjadi sumber air bersih bagi penduduk (Kohout, 1966 dalam Taniguchi, 2006) dan pertanian (Unesco, 2004).

Sejalan dengan hal tersebut diatas maka pemahaman karakter fisik maupun kimia KALP dalam berbagai kondisi lingkungan pantai yang berbeda mempunyai arti penting dalam pengelolaan sumber daya wilayah pesisir maupun pengelolaan sumber daya air wilayah pesisir terutama untuk menunjang pariwisata bahari khususnya di lokasi penelitian. Pemahaman mengenai interaksi sumberdaya air di daratan dan lepas pantai merupakan suatu ilmu yang baru berkembang di dunia ilmu kebumihan, khususnya di Indonesia.

Untuk memahami karakter fisik maupun kimia KALP di Indonesia. Telah dilakukan penelitian di Pantai Papak, Desa Genggelang, Kecamatan Gangga, Kabupaten Lombok Tengah. Pantai Papak merupakan pantai datar bergelombang landai yang disusun oleh endapan aluvial dan terumbu karang (Gambar 1) kearah daratan didominasi oleh endapan vulkanik berumur Tersier hingga Kuartar dari Formasi Kalibabak (TQb) berupa breksi dan lava, Formasi Lekopiko (Qvl) berupa tuf berbatuapung, breksi lahar dan lava serta Satuan Batuan Gunungapi Tak Terpisahkan (Qhv) hasil vulkanisme Gunung Rinjani (+3726 m) yang terdiri dari lava breksi dan tuf (Mangga dkk., 1994). Hubungan antara endapan gunungapi ini dengan endapan aluvial dan terumbu karang merupakan hubungan yang bersifat erosional.



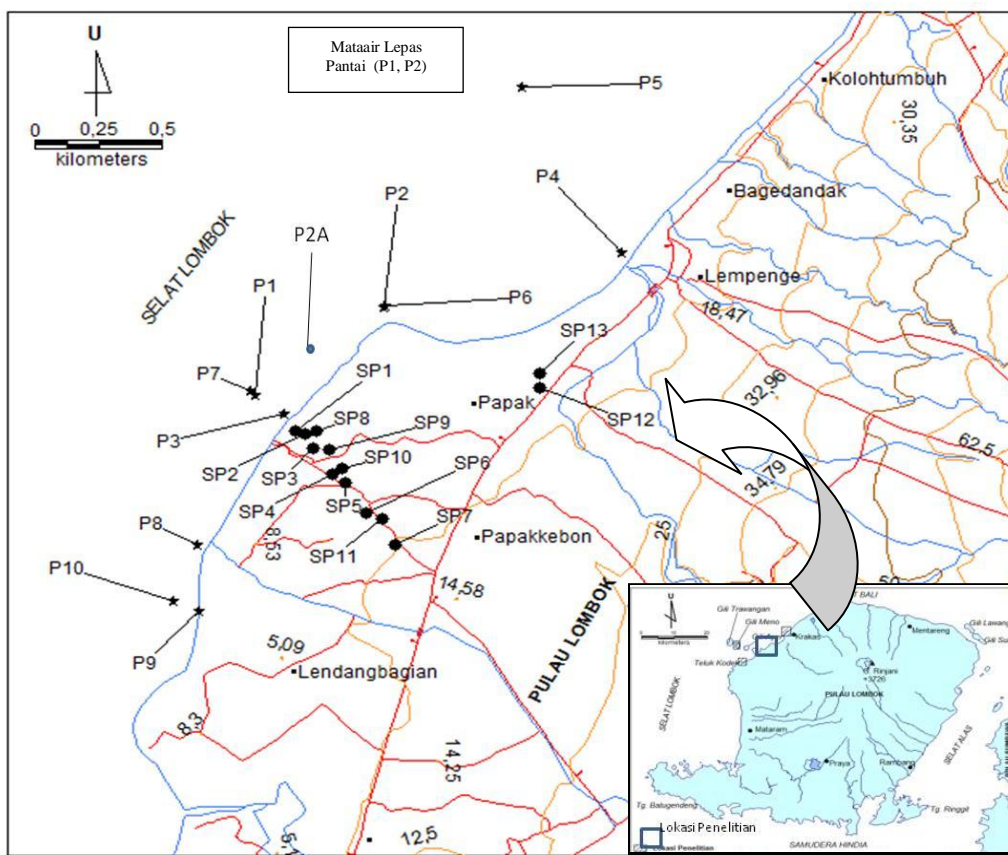
Gambar 1. Peta Geologi P. Lombok (Mangga dkk., 1994)

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi keluaran airtanah lepas pantai dan mengetahui karakter kimianya sebagai masukan dalam pengelolaan sumberdaya air dan pengelolaan wilayah pesisir yang berkesinambungan yang menunjang konservasi lingkungan.

METODOLOGI

Melalui kontrol gravitasi, air di daratan baik air permukaan maupun airtanah akan mengalir menuju titik terendah yaitu lautan. Keluaran airtanah di daerah lautan dapat terjadi di wilayah pesisir dan di lepas pantai. Menurut Burnett dkk. (2000; 2006), bentuk KALP bisa terjadi dalam bentuk rembesan dekat garis pantai (*near shore seepage*), rembesan di dasar laut (*seepage*) dan mata air bawah laut (*spring discharge*).



Gambar 2. Titik lokasi pengamatan dan pengukuran KALP dan airtanah preatik di Pantai Papak, Desa Genggelang, Kec. Gangga, Kabupaten Lombok Utara

Sedangkan identifikasi KALP dilaksanakan dengan melakukan pengukuran sifat fisik air di lapangan dan analisis hidrokimia di laboratorium meliputi kandungan nutrisi dan beberapa unsur mayor serta analisis radon (^{222}Rn). Pengukuran hidrokimia di lapangan meliputi pengukuran daya hantar listrik (DHL), suhu dan pH dengan titik-titik lokasi pengukuran di sekitar daerah Pantai Papak (Gambar 2). P1 hingga P10 adalah titik lokasi identifikasi

pengukuran hidrokimia KALP pada air laut dan SP1 hingga SP13 merupakan titik pengukuran airtanah bebas pada sumur gali penduduk.

Analisis radon (^{222}Rn) dilakukan dengan bantuan dari peneliti Universitas Hiroshima di Jepang. Menurut Dulaiova dkk. (2008) konsentrasi radon lebih banyak dua sampai empat kali lipat pada airtanah bila dibandingkan dengan air permukaan, sehingga konsentrasi ini dapat dipakai sebagai penjejak (*tracer*) KALP secara kualitatif maupun kuantitatif. Radon merupakan gas yang dapat ditemukan di udara maupun air. Radon berasal dari peluruhan uranium maupun radium dengan waktu paruh radon relatif singkat yaitu 3,82 hari (Simeonidis, 1995). Beberapa peneliti yang telah mencoba melakukan identifikasi KALP menggunakan unsur radon telah mendapatkan hasil identifikasi yang baik (Segovia dkk., 1992; Burnett dkk., 2008; Duailova dkk., 2008; Umezawa dkk., 2009).

HASIL/DISKUSI

Pemetaan dan pengukuran hidrokimia pada titik-titik minat hidogeologi meliputi wilayah lepas pantai dan daratan. Di lepas pantai jumlah contoh air laut yang dianalisis ^{222}Rn sebanyak 6 (enam) buah. Disamping itu dilakukan analisis kimia airtanah dari sumur gali penduduk untuk beberapa parameter air.

Batimetri di sekitar Pantai Papak berkisar antara -1 m s/d -15 m, dimana secara visual pada kedalaman 8 – 10 m dari muka laut dengan jarak ± 50 m dari garis pantai dijumpai dua lokasi KALP dalam bentuk mata air dasar laut (*springs submarine/springs discharge*) yaitu pada titik P1/P7 dan P2 /P6. Di titik P2/P6 terdapat enam buah titik pemunculan mata air dasar laut yang saling berdekatan membentuk kompleks mata air. Mata air dasar laut tersebut keluar dari terumbu karang dimana disekitar titik pemunculannya membentuk morfologi cekungan yang cukup dalam akibat gerusan air.

Kehadiran KALP diperkuat dengan konsentrasi ^{222}Rn yang cukup tinggi pada air laut di wilayah Pantai Papak. Nilai error hasil analisis ^{222}Rn terlalu besar sehingga kemungkinan tidak menggambarkan perilaku ^{222}Rn yang sebenarnya. Pola sebaran nilainya menunjukkan kecenderungan konsentrasi ^{222}Rn yang sangat besar pada air laut di dua titik lokasi munculnya KALP, bila dibandingkan dengan titik identifikasi lain pada lokasi yang semakin jauh dari kedua titik tersebut. Nilai ^{222}Rn pada titik identifikasi P4, P8 dan P10 dipengaruhi oleh suplai air permukaan. Mengingat lokasi titik-titik tersebut berdekatan dengan muara sungai atau mata air yang berada di daratan. Kisaran konsentrasi ^{222}Rn pada air laut untuk semua titik identifikasi antara $20043,03 \text{ Bq/m}^3$ - $50587,73 \text{ Bq/m}^3$. Selengkapnya hasil analisis ^{222}Rn dan titik lokasi identifikasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Hubungan antara nilai konsentrasi ^{222}Rn dan daya hantar listrik (DHL) air laut mempunyai kecenderungan yang sama, dimana konsentrasi radon naik seiring dengan kenaikan DHL air. Hal ini kemungkinan terjadi karena adanya sirkulasi air laut yang sangat cepat dimana dalam waktu yang relatif singkat KALP bercampur dengan air laut. Sementara itu hasil analisis nutrien pada air laut di titik kemunculan mata air dasar laut (P2/P6) adalah $\text{NO}_3\text{-N}$ (0,24 mg/L), N_{total} (0,18 mg/L), PO_4 (0,54 mg/L), $\text{P}_{\text{anorganik}}$ (0,05 mg/L), P_{total} (0,55 mg/L), $\text{NO}_2\text{-N}$ dan $\text{NH}_4\text{-N}$ tidak terdeteksi, sedangkan SiO_2 (120,4 mg/L), Na (7319,7 mg/L), K (204,04 mg/L), Ca (265,2 mg/L), Mg (980,9 mg/L), HCO_3 (118,9 mg/L). SO_4 (2625 mg/L), Cl (15655,5 mg/L), Fe (0,07 mg/L), Mn (0,07 mg/L) dan $\text{pH} > 7$. Hasil pengukuran sifat fisik air laut terdapat pada Gambar 3.

Hasil pengukuran muka air pada sumur gali penduduk menunjukkan variasi muka airtanah yang berbeda antara muka airtanah yang berada pada akuifer preatik aluvial pasir lepas dengan muka airtanah pada akuifer vulkanik dalam jarak yang relatif dekat. Rata-rata muka airtanah pada dataran aluvial kurang dari 5m dari muka tanah setempat (bmt) sedangkan pada akuifer vulkanik kedalaman muka airnya mencapai 9 m bmt. Sedangkan hasil analisis kimia unsur mayor

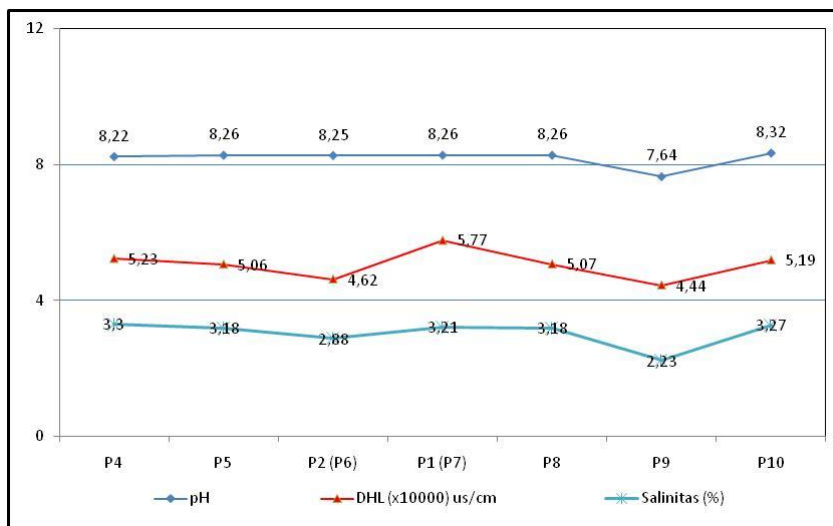
maupun minor lainnya pada periode penelitian ini belum bisa membandingkan antara airtanah pada mata air bawah laut dengan airtanah yang ada di daratan, mengingat pengambilan conto air untuk mata air bawah laut harus langsung pada sumber mata airnya yang saat penelitian ini berlangsung dalam kondisi pasang puncak tahunan. Dimana menurut informasi penduduk pengambilan conto tersebut bisa langsung dari sumber mata air pada saat surut puncak tahunan di bulan September. Hasil analisis kimia air di laboratorium dari air sumur gali penduduk pada lokasi conto SP3 dan SP7 terdapat pada tabel 2. Dimana konsentrasi SO₄, Cl, Fe dan Mn masih dibawah ambang batas bagi keperluan air bersih sesuai standar peraturan menteri kesehatan No. 416/Menkes/Per/IX/1990. Sementara itu hasil pengukuran sifat fisik airtanah preatik terdapat pada Gambar 4.

Tabel 1. Hasil analisis radon (²²²Rn) di Pantai Papak, Desa Ganggalang, Kec. Gangga, Kabupaten Lombok Utara

No Lapangan	No Lab	²²² Rn activity	2σ error	²²² Rn activity	2σ error	Keterangan
		Bq/m ³	Bq/m ³	dpm/L	dpm/L	
P4	R1	27120,74	57671,85	1627,24	3460,31	Muara Sungai Papak
P2 /P6	R2	46247,62	64436,70	2774,86	3866,20	Air Laut di Papak, SGD6, springs submarine
P2A	R3	27650,70	51462,06	1659,04	3087,72	Air Laut di Papak
P7/P1	R4	50587,73	61236,47	3035,26	3674,19	Air Laut di Papak, SGD1, springs submarine
P8	R5	20043,03	54070,72	1202,58	3244,24	Sungai Kering
P10	R6	34717,67	61846,96	2083,06	3710,82	Air laut di Papak, Depan Mata air Pantai

Bq = Becquerel

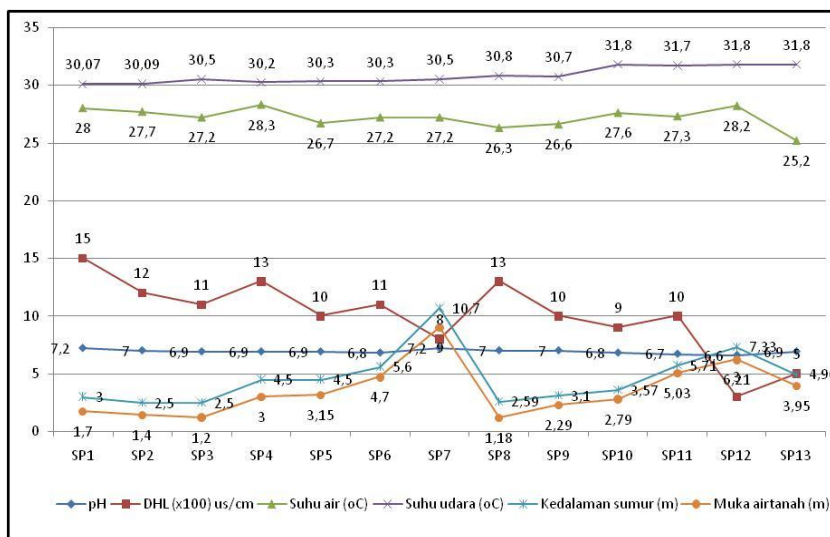
dpm = disintegrations per minute



Gambar 3. Hasil pengukuran sifat fisik air laut di Pantai Papak Desa Ganggalang, Kec. Gangga, Kabupaten Lombok Utara

Tabel 2. Hasil analisis kimia conto air sumur gali penduduk di Pantai Papak, Desa Genggelang Kec. Gangga Kabupaten Lombok Utara

Parameter	Satuan	No. Conto		Baku mutu air bersih Permenkes RI No.416/MENKES/PER/IX/1990
		SP3	SP7	
pH	-	6,9	7,2	6,5 - 9
Suhu	oC	27,2	27,2	suhu udara ±3 oC
Na	mg/L	87,83	67,81	-
K	mg/L	6,53	4,98	-
Ca	mg/L	32,26	22,85	-
Mg	mg/L	20,13	26,39	-
HCO ₃	mg/L	194,29	159,06	-
SO ₄	mg/L	40,00	16,25	400
Cl	mg/L	238,56	149,10	600
Fe	mg/L	0,073	0,098	1,0
Mn	mg/L	0,086	ttd	0,5



Gambar 4. Hasil pengukuran sifat fisik airtanah preatik pada sumur gali penduduk di Pantai Papak, Desa Genggelang, Kec. Gangga, Kabupaten Lombok Utara

KESIMPULAN

KALP yang dijumpai di Pantai Papak berupa mata air dasar laut yang muncul pada dua titik lokasi P1(P7) dan P2(P6) dengan kedalaman 8 –10 dibawah muka airlaut. Kehadiran KALP diperkuat dengan adanya konsentrasi radon (²²²Rn) yang relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan titik lokasi lainnya. Dengan kandungan nutrisi NO₃-N (0,24 mg/L), N_{total} (0,18 mg/L), PO₄ (0,54 mg/L), P_{anorganik} (0,05 mg/L), P_{total} (0,55 mg/L) sedangkan kandungan NO₂-N dan NH₄-N tidak terdeteksi. Kualitas airtanah pada endapan aluvial yang diambil dari sumur gali

penduduk sepanjang yang dianalisis masih dibawah ambang batas persyaratan air bersih (Peraturan menteri kesehatan No. 416/Menkes/Per/IX/1990).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI dan unsur pimpinan lainnya yang telah mengizinkan penelitian ini. Ir. Igna Hadi S. selaku penelaah serta rekan-rekan di UPT Biota Laut Lombok Pusat Penelitian Oseanografi yang telah membantu penelitian di lapangan. Dr. Sinichi Onodera dan rekan-rekan yang telah menganalisis kandungan ^{222}Rn di Universitas Hiroshima Jepang.

DAFTAR PUSTAKA

- Burnett, W.C., M. Taniguchi, dan J. Oberdorfer, 2000. *Measurement and Significance of the Direct Discharge of Groundwater into the Coastal Zone*. Jour. Sea Research
- Burnett W.C, Peterson R, Moore W.S dan Oliveira J, 2008, *Radon and Radium Isotopes as Tracers of Submarine Groundwater Discharge Results from the Ubatuba, Brazil SGD Assessment Intercomparison*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 76, p.501-511, Elsevier
- Burnett W.C., Aggarwal P.K., Aureli A., Bokuniewicz H., Cable J.E., Charette M.A., Kontar E., Krupa S., Kulkarni K.M., Loveless A., Moore W.S., Oberdorfer J.A., Oliveira J., Ozyurt N, Povinec P., Privitera A.M.G, Rajar R., Ramessur R.T, Scholten J., Stieglitz T., Taniguchi M. dan Turner J.V., 2006. *Quantifying Submarine Groundwater Discharge in the Coastal Zone via Multiple Methods*. Science of the Total Environment 367 (2006) 498–543. Elsevier
- Dulaiova H., Gonnea M.E., Henderson P.B. dan Charette M.A., 2008. *Geochemical and Physical Sources of Radon Variation in a Subterranean Estuary — Implications for Groundwater Radon Activities in Submarine Groundwater Discharge Studies*. Marine Chemistry 110 (2008) 120–127, www.elsevier.com/locate/marchem.
- Mangga, S.A, Atmawinata S, Hermanto B, Setyogroho B dan Amin T.C, 1994. *Peta Geologi Lembar Lombok Nusa Tenggara Barat*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Peraturan Menteri Kesehatan RI, No. 416/Menkes/Per/IX/1990. *Tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih*.
- Taniguchi M, Burnett W.C, Dulaiova H, Siringan F, Foronda, J.M, Wattayakorn G, Rungsupa S, Kontar E.A, Shirshov P.P. dan McManus L., 2005. *Groundwater Discharge as an Important Land-Sea Pathway in Southeast Asia*. Final Report for APN Project 2004-16NSY
- Taniguchi M, Burnett W.C, Dulaiova H, Kontar E.A, Povinec P.P dan Moore W.S, 2006. *Submarine Groundwater Discharge Measured by Seepage Meters in Sicilian Coastal Waters*. Continental Shelf Research 26 (2006) p. 835–842, Elsevier
- Umezawa Y, Onodera S, Ishitobi T, Hosono H, Delinom R, Burnett W.C dan Taniguchi M, 2009. *Effect of Urbanization on the Groundwater Discharge into Jakarta Bay , Trends and Sustainability of Groundwater in Highly Stressed Aquifers*. Proc. of Symposium JS.2 at the Joint IAHS & IAH Convention, Hyderabad, India, September 2009, IAHS Publ. 329, 2009.

- Unesco, 2004. *Submarine Groundwater Discharge, Management implications, Measurements and Effects*. Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR), Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ) IHP-VI, Series on Groundwater No.5, IOC Manual and Guides No.44, ISBN 92-9220-006-2
- Segovia N. dan Bulbulian S, 1992. *Radon Determination in Groundwater*. Revista Mexicana de Física 38, Suplemento 1 (1992) 242-248
- Simeonidis A, 1995. *Radon in Groundwater - Evaluation and Formulation of a Groundwater Policy, Models for Assessing and Monitoring Groundwater Quality*. Proceedings of a Boulder Symposium, July 1995, IAHS Publ. No. 227, 1995.
- Simmons, G. M, 1992. *Importance of Submarine Groundwater Discharge (SGD) and Seawater Cycling to Material Flux Across Sediment Water Interfaces in Marine Environments*. Marine Ecology Progress Series, Vol. 84: 173-184. Department of Biology, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia 24061, USA