

STUDI FASIES AIR TANAH DI KAMPUS LAPANGAN PPSDM GEOMINERBA DAERAH CIPATAT, KABUPATEN BANDUNG BARAT, PROVINSI JAWA BARAT

Iwan Fahlevi Setiawan, Nendi Rohaendi, Wahyudi

Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Geominerba

Email Penulis : iwan.fahlevi@esdm.go.id

Naskah Diterima: September 2023/Revisi: November 2023 /Disetujui: November 2023

ABSTRAK

Kampus Lapangan PPSDM Geominerba merupakan pusat kegiatan praktik diklat yang terletak di Cipatat, Kecamatan Padalarang, Kab. Bandung Barat. Keberadaan air tanah berperan penting dalam menunjang kegiatan praktik diklat dan kebutuhan sehari-hari bagi masyarakat sekitar. Tulisan ini dibuat untuk mengetahui fasies air tanah berdasarkan kandungan kimia air. Sampel diambil dari 5 lokasi mata air untuk dianalisis di laboratorium dan dianalisis kembali menggunakan diagram trilinear piper. Tingkat keasaman mata air < 7 , dengan nilai bervariasi antara 4,99 – 6,31, *Total Dissolved Solid* (TDS) berada pada kisaran 0,12 – 0,37 mg/l, nilai Daya Hantar Listrik (DHL) atau *Electric Conductivity* (EC) yaitu 0,25 – 0,74 μS . Berdasarkan hasil pengeplotan dari diagram piper diperoleh bahwa daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi 2 fasies air tanah, yaitu Fasies Ca, HCO_3^- dan Fasies *No Dominant*, HCO_3^- .

Kata Kunci: Fasies air tanah, Sifat Fisik, Sifat Kimia, Diagram Piper

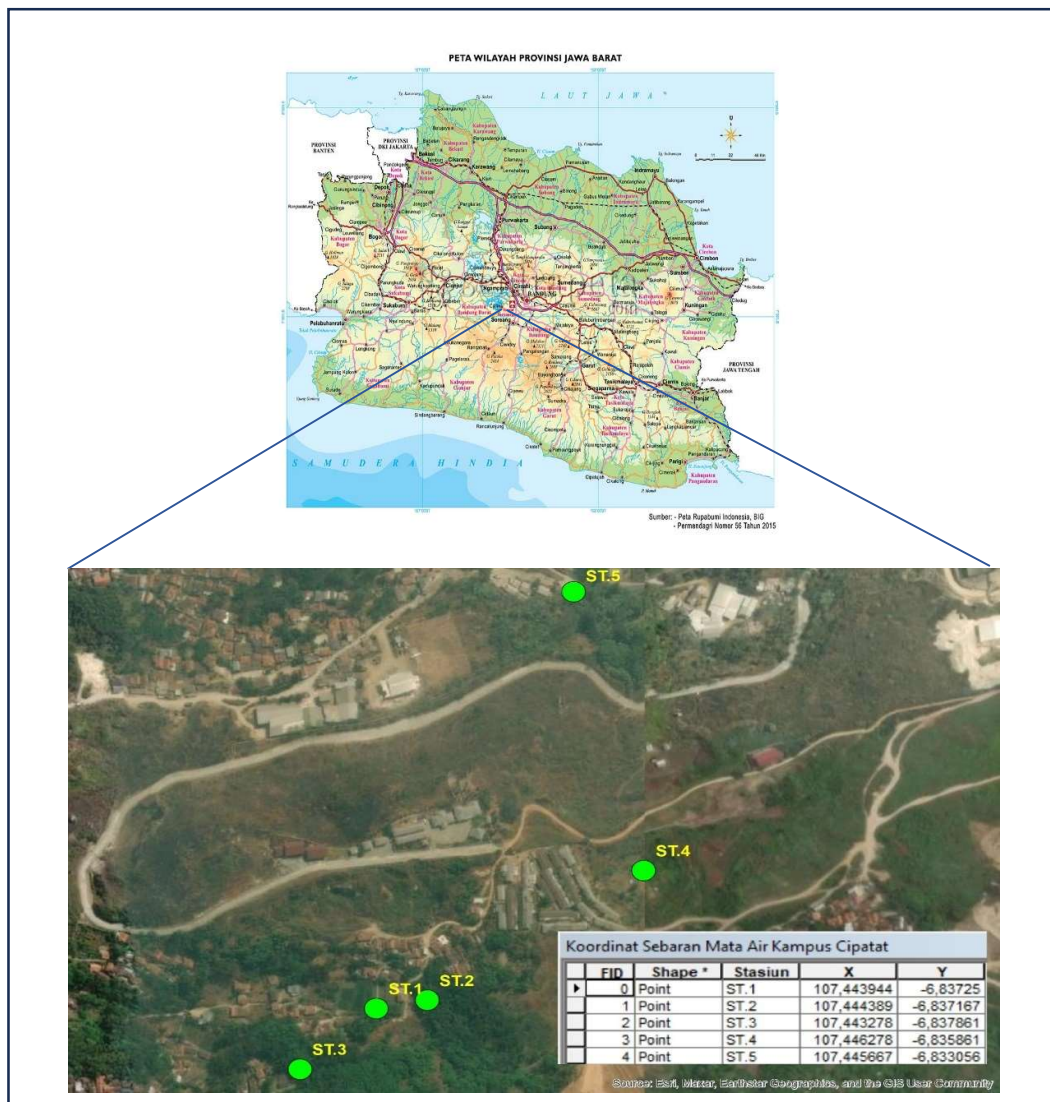
ABSTRACT

*PPSDM Geominerba Field Campus is a center for training practice activities located in Cipatat, Padalarang District, Kab. Bandung Barat. The existence of groundwater plays an important role in supporting training practices and daily needs for the surrounding community. The aim of this research is to determine the facies of groundwater based on data on chemical properties. Samples were taken from 5 spring locations to be analyzed in the laboratory and re-analyzed using the trilinear piper diagram. The acidity level of spring water is < 7 , with values varying between 4.99 – 6.31, *Total Dissolved Solid* (TDS) is in the range of 0.12 – 0.37 mg/l, *Electrical Conductivity* value (EC) between 0.26 – 0.74 μS . Based on the plotting results from the piper diagram, it was found that the research area could be grouped into 2 groundwater facies: *Facies Ca, HCO₃⁻* and *Facies No Dominant, HCO₃⁻**

Keyword: Groundwater facies; Physical properties; chemical properties; and piper diagrams

PENDAHULUAN

Air tanah merupakan sumber air bersih yang sangat diperlukan bagi kehidupan manusia. Pemanfaatan air tanah saat ini, terutama di kota-kota besar di Indonesia digunakan oleh pihak swasta dan pemerintah. Sekitar 50% populasi manusia yang ada di dunia menggunakan air tanah sebagai sumber kebutuhan untuk air minum dan sekitar 43% dari keberadaan air yang ada di dunia digunakan untuk irigasi pertanian (ONU, 2015). Kampus lapangan PPSDM Geominerba berada di daerah Cipatat, Kab. Bandung Barat yang batuanannya didominasi oleh batugamping. Selain batugamping, di daerah penelitian terdapat batuan sedimen dan batuan produk gunung api. Kondisi ini menjadi suatu hal yang menarik untuk dilakukan penelitian mengenai fasies air tanah di daerah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui fasies air tanah berdasarkan kandungan kimia air.



Gambar 1 Daerah Penelitian Kampus Lapangan PPSDM Geominerba (Sumber : *Google Earth* 2023)

Air tanah menurut Todd (2005) adalah semua air yang mengisi lubang/pori yang ada di lapisan geologi. Lubang/pori di lapisan geologi yang di isi seluruhnya oleh air tanah disebut zona jenuh (*Saturated Zone*). Perilaku air di dalam kawasan kars membentuk sistem hidrologi yang khas dan rumit yang berkembang melalui sistem rekahan dan saluran bawah permukaan sehingga sulit untuk diketahui potensi dan pemanfaatannya (Setiawan et al., 2008). Karakteristik air tanah secara alamiah akan memiliki sifat yang unik, yang dapat tercermin dari kondisi hidrogeokimianya. Kondisi hidrogeokimia ini dapat mengetahui waktu dan sumber imbuhan air tanah, mengestimasi keberadaan air tanah dalam suatu akifer, mengidentifikasi mineral serta dampaknya terhadap air tanah, menjelaskan bagaimana proses pencampuran yang telah terjadi antara air tanah dan batuan di sekitarnya, dan mengevaluasi tipe proses (bio)geokimia selama perjalanan air tanah di dalam akifer (Cahyadi & Hidayat, 2017). Kualitas dan kuantitas air tanah banyak dipengaruhi oleh adanya kondisi geologi serta interaksi antara air tanah dengan batuan yang dilaluinya. Sifat kimia air tanah dapat diperoleh dari kesadahan, jumlah padatan terlarut (TDS), Daya Hantar Listrik (DHL), keasaman dan kandungan ion (Afriyani et al., 2020). Kandungan ion air tanah terbagi atas kation, anion, dan bukan ion (Davis & Dewiest, 1966). Komponen utama terlarut air tanah berupa 6 ion major yaitu ion Sodium (Na^+), Kalsium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}), Kloride (Cl^-), Bicarbonate (HCO_3^-) dan Sulfate (SO_4^-) serta ion minor yaitu Potassium (K^+), Besi terlarut (Fe^{2+}), Strontium (Sr^{2+}) dan Fluoride (F^-). Kandungan kation dan anion ini meliputi hampir 90% dari material terlarut dalam suatu air tanah (Hiscock & Bense, 2014). Sedangkan anion yang sering dijumpai adalah Chloride (Cl^-), Bicarbonate (HCO_3^-), Nitrate (NO_3^-) dan Sulfate (SO_4^-) (Davis & Dewiest, 1966).

METODOLOGI

Penelitian dilakukan dengan 2 metode yaitu pengambilan data di lapangan dan analisis laboratorium. Sampel air tanah diambil dari 5 (lima) sumber mata air yang terdapat di sekitar lokasi Kampus Lapangan PPSDM Geominerba (Gambar 1). Dari masing-masing sumber mata air diambil sampel sebanyak 2 botol masing-masing 250 ml, sampel air tanah dimasukkan ke dalam botol yang terlindung dari sinar matahari dan harus dipastikan bahwa tidak ada gelembung udara yang masuk. Sampel dikirim ke Laboratorium Hidrogeologi dan Hidrogeokimia, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan ITB untuk dianalisis kation dan anion menggunakan ion *chromatography*.

Hasil dari laboratorium selanjutnya akan dianalisis kembali untuk melihat fasies air tanah menggunakan diagram trilinear piper. Metoda diagram trilinear piper merupakan metoda yang terpenting untuk studi genetika air tanah, efektif dalam pemisahan analisis data bagi studi kritis terutama mengenai sumber unsur penyusun terlarut dalam air tanah, perubahan atau modifikasi sifat-sifat air yang melewati suatu wilayah tertentu serta hubungannya dengan problema-problema geokimia. Diagram ini terdiri dari dua segitiga sama sisi yang terletak di bawah kanan dan kiri segitiga untuk pengeplotan kation dan anion. Kandungan kation dan anion dalam suatu air tanah harus sama, sehingga hasil analisis dari laboratorium harus dievaluasi terlebih dahulu menggunakan keseimbangan ion (*Charge Balance Error/CBE*) yang didasarkan pada kandungan ion dalam air tanah (Afriyani et al., 2020). CBE merupakan perhitungan untuk menguji kesetimbangan antara kation dan anion dalam suatu senyawa. Sebelum dianalisis,

sampel yang sudah diuji di laboratorium dihitung tingkat penyimpangan kesetimbangannya. Tingkat penyimpangan kesetimbangan beban yang masih dapat diterima adalah $\pm 5\%$, hingga 10% (Hossain & Patra, 2020). Satuan hasil analisis dari laboratorium berupa *parts per million* (ppm) atau mg/l sehingga diperlukan konversi satuan unsur menjadi meq/l supaya dapat di plot pada diagram trilinear piper.

$$x \text{ mg/l Na}^+ = \left[\left(\frac{x}{\frac{\text{Berat Atom Na}}{\text{Valensi Na}}} \right) \right] \text{ meq/l}$$

$$e = \frac{(\sum K - \sum A)}{(\sum K + \sum A)} \times 100\% \leq 5\%$$

e atau % CBE = Faktor Kesalahan

A = Konsentrasi Anion

K = Konsentrasi Kation

Selain pengambilan sampel air, pada saat di lapangan dilakukan pengamatan dan pengukuran parameter fisik seperti tingkat keasaman (pH), *Total Dissolved Solid* (TDS), dan Daya Hantar Listrik (DHL), menggunakan alat portable Hanna Instrument GPS Muliparameter. Pengamatan yang dilakukan berupa jenis batuan, lokasi mata air, ketinggian muka air tanah, bau dan rasa dari air tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa (Sudjatmiko, 1972) bahwa daerah penelitian disusun oleh batuan dari Formasi Rajamandala dan Formasi Citarum. Batugamping (Formasi Rajamandala) menyebar hampir di seluruh area kampus lapangan, sedangkan penyebaran breksi, batupasir dan batulanau (Formasi Citarum) berada di bagian Selatan dari lokasi penelitian (berada di luar area kampus). Keterdapatan mata air di sekitar penelitian berada pada ketinggian 715 m – 815 m dan muncul pada batuan Formasi Citarum. Hasil pengamatan di lapangan, mata air yang keluar merupakan mata air depresi, yaitu kemunculan mata air akibat terpotong (*intersect*) oleh topografi (Todd, 2004). Tingkat keasaman < 7 , dengan nilai bervariasi antara 4,99 – 6,31 yang diukur dengan pH meter. *Total Dissolved Solid* (TDS) berada pada kisaran 0,12 – 0,37 mg/l yang masuk kategori *fresh water* (Todd, 2004). Daya Hantar Listrik atau *Electric Conductivity* (EC) yaitu sifat menghantarkan listrik dari air. Daya hantar listrik ini diukur pada suhu standard yaitu 25°C , apabila dilakukan pada suhu di bawah atau di atas maka harus dilakukan koreksi (Todd, 2004). Terdapat 3 stasiun yang pada saat pengambilan sampel suhunya di bawah 25°C yaitu ST. 1, ST. 2 dan ST. 3 (Tabel 1). Setelah dikoreksi nilai EC untuk semua mata air tersebut yaitu 0,25 – 0,74 μS dan masuk kedalam kategori jenis air murni (Mandel & Shiftan, 1981)

Tabel 1 Data Lapangan Sifat Fisik Air Tanah

ID	Koordinat	Elevasi	pH	Temp. Air (°C)	TDS	EC
ST.1	-6, 83725 LS 107, 443944 BT	804 m	6,31	23,6 ⁰ C	0,23 ppm	0,46 µS
ST. 2	-6, 837167 LS 107, 444389 BT	807 m	5,50	24,3 ⁰ C	0,21 ppm	0,42 µS
ST. 3	-6, 837861 LS 107, 443278 BT	807 m	4,99	23,6 ⁰ C	0,12 ppm	0,25 µS
ST. 4	-6,835861 LS 107, 446278 BT	815 m	6,03	25,8 ⁰ C	0,25 ppm	0,50 µS
ST. 5	-6, 833056 LS 107, 445667 BT	715 m	5,62	25,3 ⁰ C	0,37 ppm	0,74 µS

Tabel 2 Data Lapangan Sifat Kimia Air Tanah

ID	Koordinat	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁻ (mg/l)
ST.1	-6, 83725 LS 107, 443944 BT	1.222	13.757	14.799	44.353	4.116	261.446	4.478	26.084
ST. 2	-6, 837167 LS 107, 444389 BT	1.707	7.821	13.432	44.151	5.84	204.96	8.409	15.313
ST. 3	-6, 837861 LS 107, 443278 BT	0.631	6.937	10.361	20.547	3.231	119.072	<0.001	10.406
ST. 4	-6,835861 LS 107, 446278 BT	1.123	2.556	3.427	60.461	3.873	273.768	<0.001	13.83
ST. 5	-6, 833056 LS 107, 445667 BT	1.375	15.918	18.904	73.662	12.297	335.988	<0.001	47.559

Kandungan ion air tanah daerah penelitian yang telah dikonversi satuannya dapat dilihat di Tabel 3. Salah satu diagram yang bermanfaat untuk melakukan analisis kualitas air adalah diagram trilinear yang dibuat oleh Piper (Todd, 2004). Untuk dapat di plot nilai unsur dikonversi ke satuan meq/l (Tabel 3), kemudian dihitung persentase nya untuk dapat di plot pada diagram trilinear piper (Gambar. 2).

Tabel 3 Data Lapangan Ion Air Tanah (meq/l).

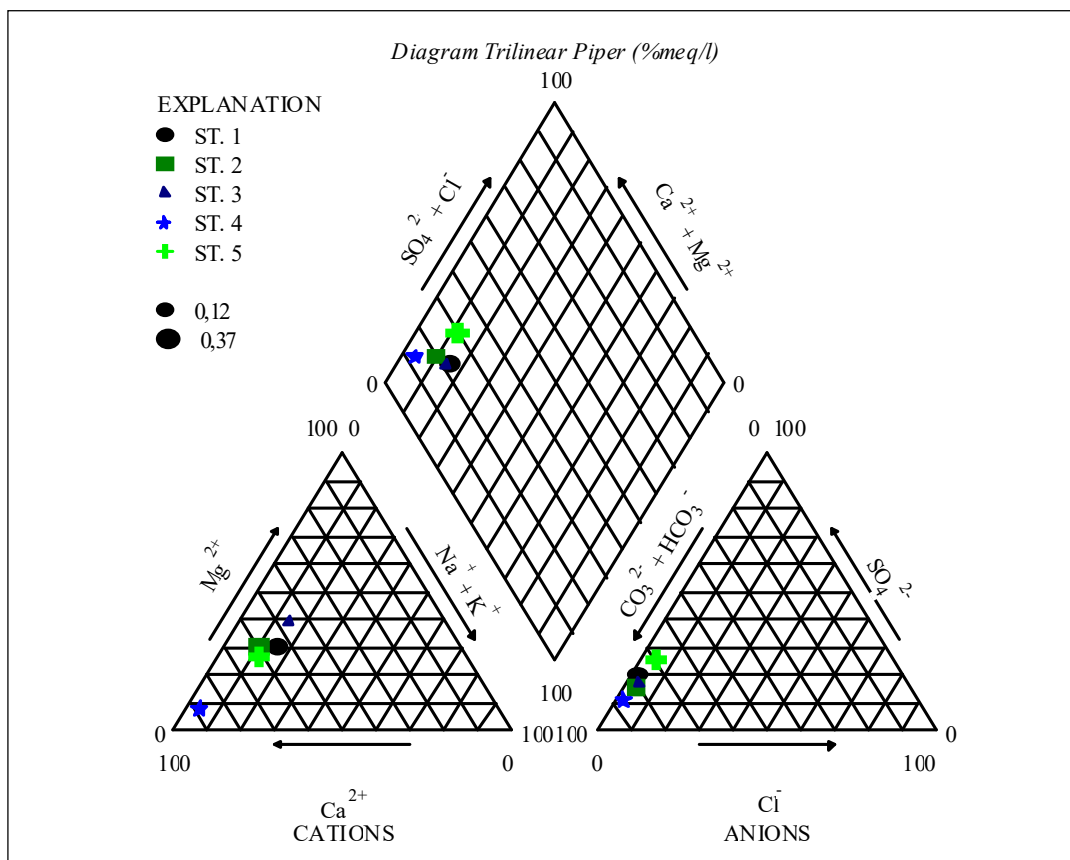
ID	Koordinat	K ⁺ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	Mg ²⁺ (meq/l)	Ca ²⁺ (meq/l)	Cl ⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)	NO ₃ ⁻ (meq/l)	SO ₄ ⁻ (meq/l)	CBE (e)
ST.1	-6, 83725 LS 107, 443944 BT	0.031	0.598	1.218	2.213	0.116	4.285	0.144	1.086	-0.16
ST. 2	-6, 837167 LS 107, 444389 BT	0.044	0.340	1.105	2.203	0.165	3.359	0.271	0.638	-0.09

**STUDI FASIES AIR TANAH DI KAMPUS LAPANGAN PPSDM GEOMINERBA DAERAH CIPATAT,
KABUPATEN BANDUNG BARAT, PROVINSI JAWA BARAT**

ST. 3	-6, 837861 LS 107, 443278 BT	0.016	0.302	0.853	1.025	0.091	1.951	0	0.433	-0.06
ST. 4	-6,835861 LS 107, 446278 BT	0.029	0.111	0.282	3.017	0.109	4.487	0	0.576	-0.20
ST. 5	-6, 833056 LS 107, 445667 BT	0.035	0.692	1.556	3.676	0.347	5.506	0	1.980	-0.14

Nilai CBE di seluruh sampel bernilai negatif, hal ini menandakan bahwa kandungan anion lebih dominan dibandingkan dengan kation (K. Nag & Das, 2014). Nilai ion balance hasil penghitungan yang dibawah -5% atau 10% yaitu di ST. 2 dan ST. 3, sisanya nilainya diatas -10% yaitu ST. 1. ST. 4 dan ST. 5. Besarnya nilai tingkat penyimpangan kesetimbangan dapat diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu (1) peralatan yang digunakan, (2) pengamatan lapangan dan (3) penanganan sampel (Fritz, 1994). Berdasarkan diagram piper dari hasil pengeplotan dengan menggunakan software GW_Chart Version 1.30.0 dari USGS (<https://water.usgs.gov/water-resources/software/GW-CHART/>), diperoleh bahwa daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi 2 fasies air tanah, yaitu:

1. Fasies Ca, HCO_3^- pada sampel ST. 1, ST. 2, ST. 4, dan ST. 5
2. Fasies *No Dominant*, HCO_3^- pada sampel ST. 3



Gambar 2 Hasil Plot Diagram Piper Unsur Kimia Hasil Uji Laboratorium

Secara umum fasies air tanah di daerah penelitian adalah fasies Tipe Ca - HCO_3^- , tipe ini mempunyai karakteristik nilai EC yang rendah ($<1,000\mu\text{S}$). Kondisi seperti ini membuat hidrogeokimia air tanah tipe bikarbonat mempunyai kandungan kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) dan tinggi akan kandungan bikarbonat (HCO_3^-), rendah sampai medium untuk kandungan sodium (Na^+) dan potassium (K^+), serta nilai *Total Dissolved Solid* (TDS) dan pH yang relatif rendah (Thin et al., 2018). Ion bikarbonat (HCO_3^-) dapat berasal dari karbondioksida yang berada di atmosfer, tanah atau pelarutan dari batuan karbonat (Davis & Dewiest, 1966). Karena adanya dominasi kandungan bikarbonat di dalam air tanah sebagai akibat kontak dengan udara, maka dapat disimpulkan bahwa air tanah di daerah penelitian merupakan air tanah dangkal.

KESIMPULAN

Jenis air tanah daerah penelitian berdasarkan sifat fisik tergolong kedalam *fresh water* yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari. Berdasarkan hasil dari analisis sifat kimia air tanah, air tanah di daerah penelitian merupakan air tanah dangkal karena mempunyai kandungan bikarbonat yang dominan sebagai akibat adanya pengaruh karbondioksida dari atmosfer. Kemunculan air tanah berada pada Formasi Citarum yang disusun oleh breksi, batupasir dan batulanau.

Kampus lapangan PPSDM Geominerba merupakan salah satu tempat yang digunakan sebagai lokasi Praktik kerja Lapangan (PKL) Pelatihan bidang Hidrogeologi. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai studi kasus pada kegiatan belajar mengajar, sehingga proses *transfer knowledge* dapat berjalan dengan efektif. Dengan melihat secara langsung kondisi riil di lapangan dan permasalahan yang dihadapi serta bagaimana menyelesaikannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyani, M. P., Langgeng, W., Santosa, T., & Nugroho, A. (2020). *Analisis Genesa Hidrogeokimia Airtanah Menggunakan Diagram Piper Segiempat Di Wilayah Pesisir*. <https://doi.org/10.23887/mkg.v20i2.213>
- Cahyadi, A., & Hidayat, W. (2017). Analisis Karakteristik Hidrogeokimia Airtanah Di Pulau Koral Panggal, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *JURNAL GEOGRAFI*, 9(2). <https://doi.org/10.24114/jg.v9i2.6052>
- Davis, S. N., & Dewiest, R. J. M. (1966). *Hydrogeology*. John Wiley and Sons Inc.
- Fritz, J. S. (1994). A Survey of Charge - Balance Errors on Published Analyses of Potable Ground and Surface Water. *Groundwater*, 32.
- Hiscock, M. K., & Bense, F. V. (2014). *Hydrogeology Principles and Practice* (Second Edition). John Wiley and Sons Inc.
- Hossain, M., & Patra, P. K. (2020). Hydrogeochemical characterisation and health hazards of fluoride enriched groundwater in diverse aquifer types. *Environmental Pollution*, 258. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113646>

- K. Nag, S., & Das, S. (2014). Quality Assessment of Groundwater with Special Emphasis on Irrigation and Domestic Suitability in Suri I & II Blocks, Birbhum District, West Bengal, India. *American Journal of Water Resources*, 2(4), 81–98. <https://doi.org/10.12691/ajwr-2-4-2>
- Mandel, S., & Shiftan, Z. L. (1981). *Groundwater Resources : Investigaton and Development*. Academic Press Inc. .
- ONU. (2015). The United Nations world water development report 2015: water for a sustainable world - UNESCO Biblioteca Digital. In *Future of Food - Journal on Food, Agriculture and Society* (Vol. 4, Issue 2).
- Setiawan, T., P Juanda, D., 'Brahmantyo, B., & Irawan Erwin, D. (2008). Interpretasi Sistem Hidrogeologi Kars Berdasarkan Analisis Kelurusan Morfologi (Studi kasus kawasan kars Cijulang, Kab. Ciamis, Jawa Barat). *Jurnal Geoaplika*, 3(1), 001–009.
- Sudjatmiko. (1972). *Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa*.
- Thin, P. P., Hendrayana, H., Wilopo, W., & Kawasaki, S. (2018). Assessment of groundwater facies in Wates Coastal Area, Kulon Progo, Yogyakarta, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 5(4), 1389–1401. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2018.054.1389>
- Todd, D. K. (2004). *Ground Water Hydrology*. John Wiley.