

**SIFAT KIMIA AIR TANAH DAN AIR PERMUKAAN
DI SEPANJANG ALIRAN SUNGAI JILU*****CHEMICAL CHARACTERISTICS OF GROUNDWATER AND SURFACE
WATER ALONG THE JILU RIVER FLOW*****Frida Rani Yuniar¹⁾, Hari Siswoyo²⁾, Dasapta Erwin Irawan³⁾**^{1,2}Departemen Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang³Departemen Teknik Geologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan,

Institut Teknologi Bandung, Bandung

²e-mail : hari_siswoyo@ub.ac.id**ABSTRAK**

Pola interaksi air tanah dengan air permukaan di Sungai Jilu adalah air tanah mengalir masuk ke sungai. Hal ini menimbulkan dugaan bahwa air tanah dan air permukaan memiliki sifat kimia yang identik. Studi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi sifat kimia air tanah dari sumur gali milik penduduk dan air permukaan dari Sungai Jilu. Lokasi studi ini berada di sepanjang aliran Sungai Jilu yang mengalir di wilayah Kecamatan Pakis Kabupaten Malang dan Kecamatan Kedungkandang Kota Malang. Pengambilan contoh air dilaksanakan di 9 lokasi yang terdiri atas 3 lokasi sumur gali yang berada di sisi kanan aliran sungai, 3 lokasi sumur gali yang berada di sisi kiri aliran sungai, dan 3 lokasi di badan Sungai Jilu. Sifat kimia air ditentukan dengan menggunakan Model Diagram Trilinier Piper. Berdasarkan model tersebut, dapat diidentifikasi bahwa sifat kimia air tanah dan air permukaan di sepanjang aliran Sungai Jilu secara umum adalah identik. Baik air tanah maupun air permukaan di lokasi studi secara umum memiliki fasies $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$.

Kata kunci: air permukaan; air tanah; sifat kimia; Sungai Jilu

ABSTRACT

The interaction pattern of groundwater and surface water in the Jilu River was that groundwater flows into the river. This raises the suspicion that groundwater and surface water have the identical chemical characteristics. The purpose of this study was to identify the chemical characteristics of groundwater from dug wells belonging to residents and surface water from the Jilu River. The location of this research was along the Jilu River which flows in the Pakis District, Malang Regency and Kedungkandang District, Malang City. Water samples were taken from 9 locations consisting of 3 dug wells on the right side of the river, 3 dug wells on the left side of the river, and 3 locations on the Jilu River body. The chemical characteristics of water were determined using the Piper Trilinear Diagram Model. Based on these models, it can be identified that the chemical characteristics of groundwater and surface water along the Jilu River are generally identical. Both groundwater and surface water in the study area generally have a facies of $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$.

Keywords: chemical characteristics; groundwater; Jilu River; surface water

PENDAHULUAN

Sungai Jilu memiliki aliran yang melintasi wilayah Kabupaten Malang dan wilayah Kota Malang. Beberapa wilayah yang dilintasi Sungai Jilu adalah Kelurahan Sekarpuro (berada di Kecamatan Pakis yang merupakan wilayah Kabupaten Malang), Kelurahan Cemorokandang, Kelurahan Madyopuro, Kelurahan Sawojajar, Kelurahan Lesanpuro, dan Kelurahan Kedungkandang (berada di Kecamatan Kedungkandang yang merupakan wilayah Kota Malang). Pada tahun 2019 tercatat sebanyak 32.359 keluarga masih memakai air dari sumur untuk mencukupi kebutuhan air sehari-hari (Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang, 2019). Muka air tanah di daerah setempat bervariasi pada kedalaman 3,25 – 24,47 m di bawah permukaan tanah. Aliran air tanah secara umum memiliki pola aliran dari arah Timur (sisi kanan aliran sungai) menuju ke arah Barat (sisi kiri aliran sungai). Hubungan antara air tanah dengan air permukaan di Sungai Jilu adalah aliran air tanah masuk ke badan sungai (Yuniar *et al.*, 2022). Berdasarkan deskripsi tersebut, dapat diduga bahwa sifat kimia air tanah dan air permukaan Sungai Jilu adalah identik.

Secara alamiah, air tanah memiliki sifat yang unik. Sifat ini diantaranya dapat diidentifikasi berdasarkan karakteristik hidrokimianya. Hidrokimia dapat didefinisikan sebagai ilmu yang membahas tentang komposisi dan karakteristik kimia dari air tanah (Tikhomirov, 2016). Salah satu sifat utama air tanah adalah sifat kimia, dimana sifat tersebut dapat mempengaruhi kualitas air tanah. Sifat kimia sangatlah berperan dalam penentuan kualitas serta kelayakan air tanah (Agniy & Cahyadi, 2015). Hasil analisis sifat kimia air tanah bisa dipakai untuk menentukan proses pembentukan, sejarah, maupun evolusi air tanah. Air tanah dengan kandungan unsur kimia tertentu mengikuti sistem alirannya.

Sifat kimia air bisa diinterpretasikan berdasarkan Model Diagram Trilinier Piper (Piper, 1984). Model ini banyak digunakan dalam studi genetika air tanah dan sangat efektif untuk studi kritis mengenai sumber unsur-unsur yang terlarut dalam air tanah, perubahan atau modifikasi sifat-sifat air yang melewati suatu daerah tertentu, serta hubungannya dengan problem-problem geokimia (Suharyadi, 1984). Model ini telah dipakai oleh para peneliti terdahulu untuk

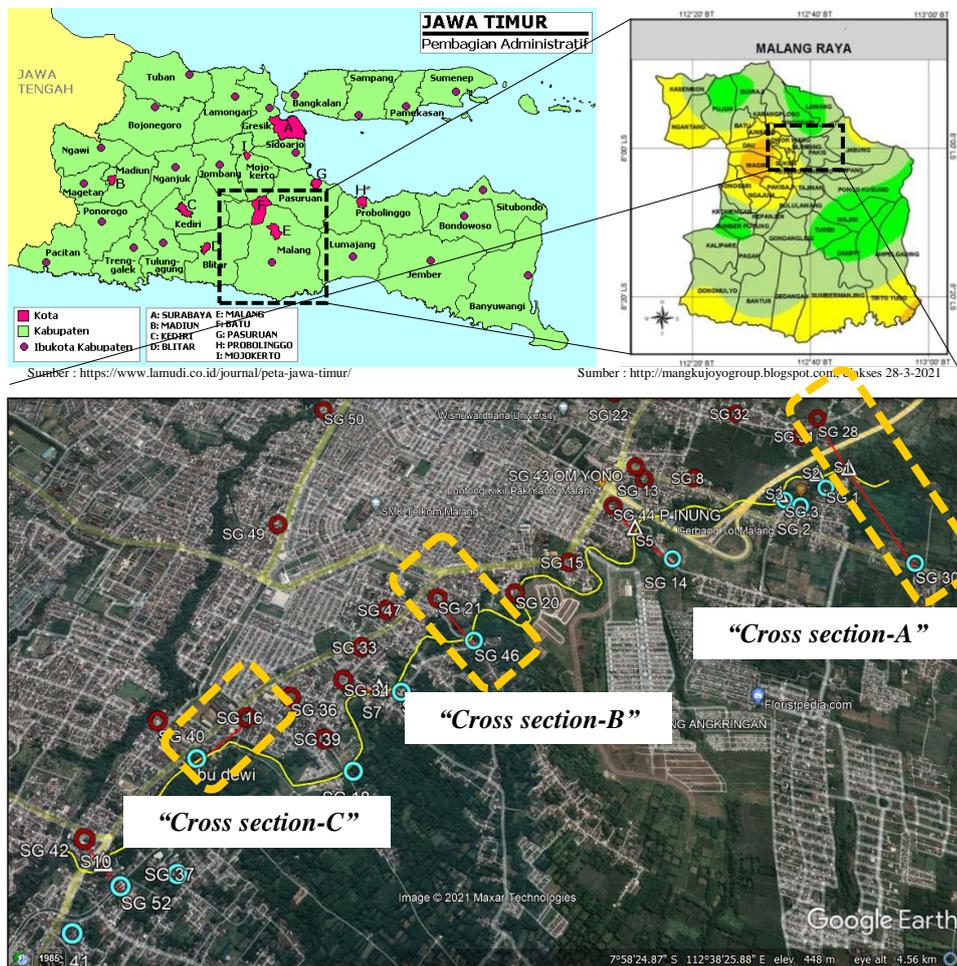
mengidentifikasi sifat kimia air tanah di sejumlah lokasi penelitian (Siswoyo *et al.*, 2013; Wijayanti *et al.*, 2013; Siswoyo *et al.*, 2016; Cahyadi & Hidayat, 2017; Dianardi *et al.*, 2018; Yuliani & Pradana, 2019; Igibah & Tanko, 2019; Darwesh *et al.*, 2019; Evintia & Hariyanto, 2019; Siswoyo *et al.*, 2019). Sejauh ini, belum banyak penerapan model tersebut untuk pembuktian keidentikan sifat kimia air tanah dan air permukaan. Studi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi sifat kimia air tanah dan air permukaan di Sungai Jilu sehingga dugaan keidentikan sifat kimia air tanah dan air permukaan dapat dibuktikan.

METODE

Studi ini dilakukan di sepanjang aliran Sungai Jilu (7 km) yang secara administratif berada wilayah Kabupaten Malang (Kecamatan Pakis) dan Kota Malang (Kecamatan Kedungkandang). Contoh air yang diamati sejumlah 9 contoh. Sebaran pengambilan contoh air adalah 3 contoh air diambil dari sumur gali di sisi kanan aliran sungai (SG-28, SG-21, dan SG-16), 3 contoh air diambil dari sumur gali di sisi kiri aliran sungai (SG-30, SG-46, dan SG-19), dan 3 contoh air di badan sungai (S-1, S-6, dan S-9). Contoh air SG-28, S-1, dan SG-30 berada pada *cross section-A* yang mewakili bagian hulu sungai di lokasi studi. Contoh air SG-21, S-6, dan SG-46 berada pada *cross section-B* mewakili bagian tengah sungai. Contoh air SG-16, S-9, dan SG-19 berada pada *cross section-C* mewakili bagian hilir sungai. Lokasi studi dan lokasi pengambilan contoh air disajikan dalam Gambar 1.

Peralatan yang dipakai dalam studi ini meliputi: ember bertali sepanjang 50 m untuk mengambil contoh air dari dalam sumur dan air permukaan Sungai Jilu, botol plastik berbahan poli etilen bervolume 1 liter sejumlah 9 buah untuk wadah contoh air yang akan diujikan di laboratorium, kotak pendingin yang diisi dengan es gel untuk mengawetkan contoh air secara fisika, pH meter *model PH-009(I)* digunakan untuk mengukur pH air, TDS dan EC meter *model AI* untuk mengukur temperatur air, total zat padat terlarut dalam air (TDS), dan daya hantar listrik dalam air (DHL). Bahan yang dipakai di dalam studi ini adalah contoh air tanah

sejumlah 6 contoh dan contoh air permukaan (air sungai) sejumlah 3 contoh. Volume tiap-tiap contoh air adalah 1 liter.

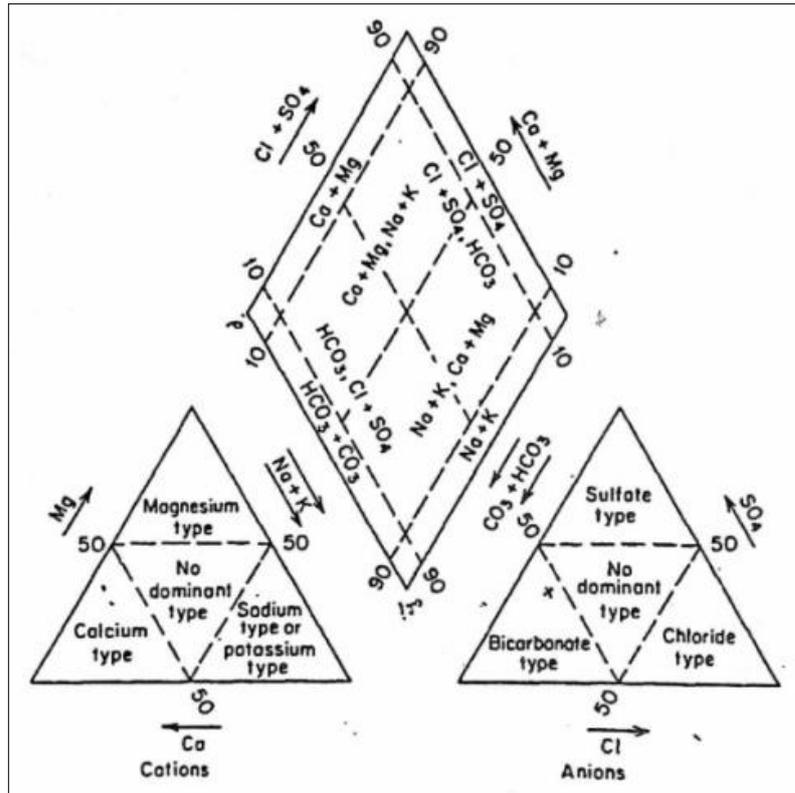


Gambar 1. Lokasi studi dan lokasi pengambilan contoh air

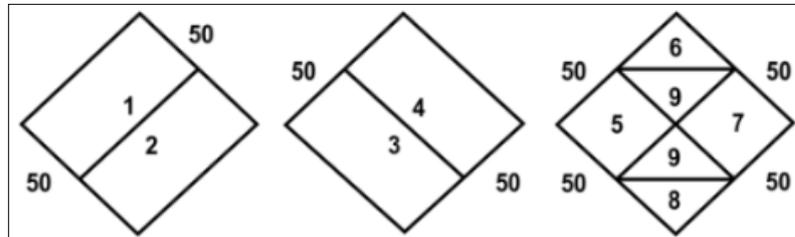
Pelaksanaan pengambilan contoh air dan pengawetannya secara fisika sesuai dengan SNI 6989.58:2008 tentang Air dan Air Limbah–Bagian 58: Metode Pengambilan Contoh Air Tanah (Badan Standardisasi Nasional, 2008). Parameter-parameter fisik-kimiawi air yang diidentifikasi adalah: temperatur air (t), pH air, TDS, DHL, dan konsentrasi kation-anion yang terlarut dalam contoh air seperti Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , dan Cl^- . Parameter t, pH, TDS, dan DHL diukur secara langsung di lokasi penelitian. Identifikasi kandungan kation-anion yang terlarut dalam contoh air dilakukan melalui pengujian di Laboratorium Lingkungan milik Perusahaan Umum Jasa Tirta I.

Pengujian parameter Na^+ dan K^+ dilakukan dengan menggunakan metode analisis APHA.3111 B-2017. Parameter Ca^{2+} dianalisis dengan menggunakan metode APHA.3500-Ca.B-2017. Pengujian parameter Mg^{2+} dilakukan dengan menggunakan metode analisis APHA.3500-Mg 8-2017. Pengujian parameter Cl^- dilakukan berdasarkan metode analisis SNI 06-6989.19-2009. Pengujian parameter SO_4^{2-} dilakukan dengan menggunakan metode analisis SNI 6989.20-2009. Parameter HCO_3^- diuji dengan menggunakan metode analisis titrimetri.

Sifat kimia air tanah dan air permukaan diidentifikasi berdasarkan Model Diagram Trilinier Piper dengan menggunakan program komputer *GW_Chart version 1.30* (Winston, 2020). Hasil pemodelan dapat diinterpretasikan seperti ditunjukkan dalam Gambar 2 dan Gambar 3. Sifat kimia air bisa diidentifikasi dengan memperhatikan hasil dari pengeplotan data pada jajaran genjang (Gambar 3), dimana cara menginterpretasinya adalah (Suharyadi, 1984): area (1) kandungan alkali tanah dalam air lebih dari kandungan alkalinnya, area (2) kandungan alkali dalam air lebih dari kandungan alkali tanahnya, area (3) kandungan asam lemah dalam air lebih dari kandungan asam kuatnya, area (4) kandungan asam kuat dalam air lebih dari asam lemahnya, area (5) kekerasan karbonat atau alkalinitas sekunder >50%, sifat kimia air didominasi oleh alkali tanah dan asam lemah, area (6) kekerasan non karbonat atau kegaraman sekunder >50%, area (7) non karbonat alkali atau kegaraman primer >50%, sifat kimia air didominasi oleh alkali dan asam kuat, area (8) karbonat alkali atau alkalinitas primer >50%, dan area (9) pasangan kation dan anion adalah berimbang tidak ada yang >50%.



Gambar 2. Interpretasi Model Diagram Trilinier Piper
 Sumber: Danaryanto *et al.* (2010)



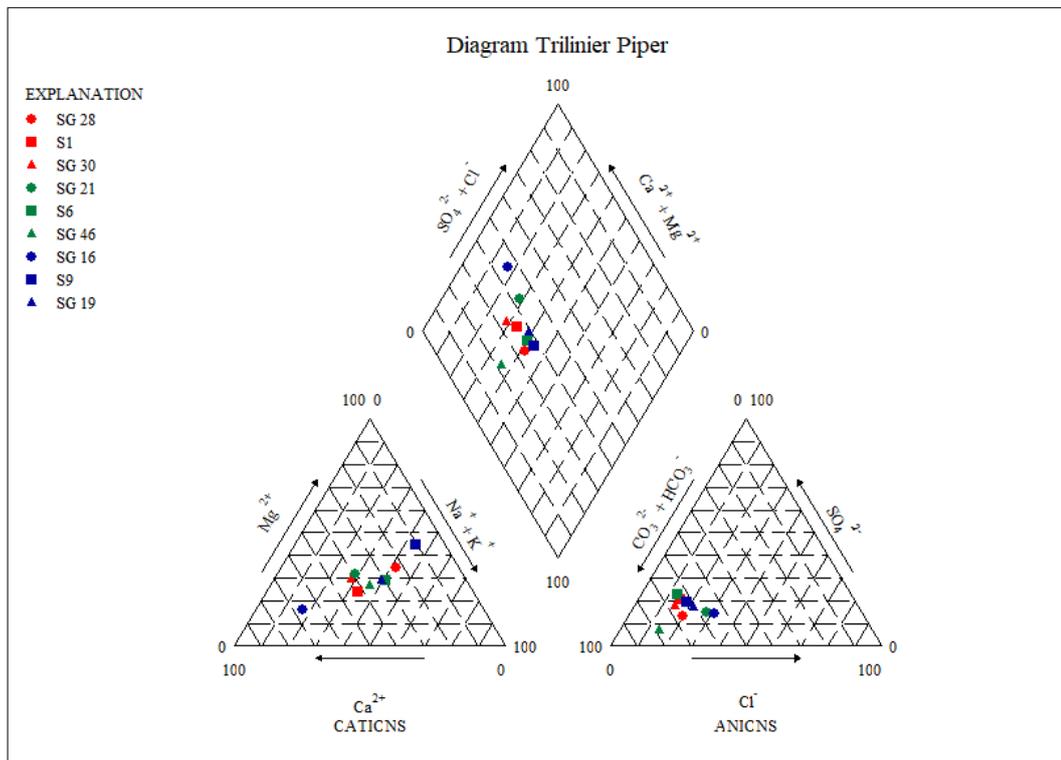
Gambar 3. Pembagian area jajaran genjang pada Diagram Trilinier Piper
 Sumber: Walton (1970) dalam Suharyadi (1984).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengamatan dan pengambilan contoh air dilakukan berdasarkan lokasi yang telah ditentukan. Hasil pengukuran di lapangan dan hasil analisis contoh air di laboratorium disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 tersebut, dapat diidentifikasi nilai-nilai parameter fisik-kimiawi yang terkandung di dalam contoh air. Nilai-nilai parameter tersebut selanjutnya diplot pada Model Diagram Trilinier Piper. Hasil pengeplotan dengan menggunakan model tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.

Tabel 1. Hasil analisis parameter fisik-kimiawi contoh air

Kode Contoh	Kandungan ion-ion terlarut (mg/L)							pH	TDS (ppm)	DHL (µS/cm)	t (°C)
	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻				
SG-28	0,4481	1,215	3,526	1,0700	13,8	11,98	78,7	6,5	169	339	27,7
S-1	0,4497	2,854	3,628	0,9531	14,8	26,56	107,0	7,7	214	430	26,3
SG-30	0,4490	3,264	3,570	1,3570	16,3	25,84	126,0	6,6	290	581	27,3
SG-21	0,4439	3,051	3,570	1,4640	33,5	23,80	119,0	6,2	329	658	27,6
S-6	0,4416	1,543	3,377	0,8909	12,3	27,07	97,5	7,2	221	443	27,1
SG-46	0,4474	2,162	3,490	0,9485	12,8	7,729	116,0	6,3	239	478	28,2
SG-16	0,4547	8,719	3,685	1,2230	33,5	20,67	100,0	6,1	307	615	27,7
S-9	0,4555	0,5521	3,639	1,3670	16,3	23,02	94,2	7,3	214	427	27,3
SG-19	0,4516	1,738	3,638	0,9797	18,7	18,98	87,9	6,1	199	392	27,2



Gambar 4. Hasil pengeplotan contoh air pada Diagram Trilinier Piper

Berdasarkan Gambar 4 di atas, dapat diidentifikasi baik air tanah yang posisinya di sebelah kanan maupun sebelah kiri aliran sungai dan air permukaan Sungai Jilu memiliki sifat kimia air yang identik. Hasil pengeplotan pada area jajaran genjang Diagram Trilinier Piper adalah seluruh data terletak pada area yang sama, yaitu area (1) kandungan alkali tanah dalam air lebih dari kandungan alkalinya, area (3) kandungan asam lemah dalam air lebih dari asam kuatnya, dan area (5) kekerasan karbonat atau alkalinitas sekunder >50%. Sifat kimia air

didominasi oleh alkali tanah dan asam lemah. Interpretasi hasil pengeplotan tiap-tiap contoh air dalam Diagram Trilinier Piper dideskripsikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi hasil pengeplotan contoh air pada Diagram Trilinier Piper

Cross section	Kode Contoh	Tipe		Tipe Kimia Air
		Kation	Anion	
A	SG-28	Tidak ada yang dominan	Tipe bikarbonat	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$
	S-1	Tidak ada yang dominan	Tipe bikarbonat	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$
	SG-30	Tidak ada yang dominan	Tipe bikarbonat	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$
B	SG-21	Tidak ada yang dominan	Tipe bikarbonat	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$
	S-6	Tidak ada yang dominan	Tipe bikarbonat	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$
	SG-46	Tidak ada yang dominan	Tipe bikarbonat	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$
C	SG-16	Tipe kalsium	Tipe bikarbonat	$\text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^-$
	S-9	Tidak ada yang dominan	Tipe bikarbonat	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$
	SG-19	Tidak ada yang dominan	Tipe bikarbonat	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$

Berdasarkan interpretasi seperti ditunjukkan dalam Tabel 2 di atas, air tanah maupun air permukaan Sungai Jilu memiliki tipe anion yang serupa yaitu tipe bikarbonat. Tipe kation secara umum adalah tipe tidak ada kation yang dominan (*no dominant type*) dengan proporsi kation Magnesium (Mg^{2+}) dan kation Kalsium (Ca^{2+}) yang berimbang, kecuali pada contoh SG-16 yang memiliki tipe kalsium. Pada contoh air yang berasal dari sumur gali ini, komposisi kation Kalsium (Ca^{2+}) lebih dominan dibandingkan kation Magnesium (Mg^{2+}) maupun Natrium (Na^+). Perbedaan tipe kation pada contoh air dari SG-16 dengan contoh air lainnya diduga berhubungan dengan lokasi sumur gali tersebut yang berdekatan dengan saluran irigasi, dimana air irigasi dimungkinkan mengandung kalsium berlebih sebagai dampak kegiatan pemupukan pada lahan pertanian.

Air tanah maupun air permukaan di lokasi studi secara umum memiliki fasies $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$. Fasies air yang relatif seragam di sebuah lokasi penelitian juga pernah ditemukan di wilayah Kabupaten Tuban (Siswoyo *et al.*, 2019). Air dengan fasies $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{HCO}_3^-$ dapat diakibatkan oleh adanya interaksi antara batuan dengan air tanah yang cukup lama sehingga terjadi pencampuran yang ditunjukkan dengan jumlah pengayaan kation Ca^{2+} dan kation Mg^{2+} yang berimbang (Dianardi *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Sifat kimia air tanah dan air permukaan Sungai Jilu secara umum adalah identik. Tipe kationnya adalah tipe tidak ada kation yang dominan, sedangkan tipe anionnya adalah tipe bikarbonat. Kandungan alkali tanah dalam air lebih dari kandungan alkalinya, kandungan asam lemah lebih dari asam kuatnya, dan kekerasan karbonat >50%. Baik air tanah maupun air permukaan di lokasi studi secara umum mempunyai fasies $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}-\text{HCO}_3^-$.

DAFTAR PUSTAKA

- Agni, R. F., & Cahyadi, A. (2015). Analisis Evolusi Hidrogeokimia Airtanah di Sebagian Mataair Karst Kabupaten Rembang Bagian Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Innovation in Environmental Management 2015*, II-52–II-56. Diponegoro University dan Queensland University. Semarang, 20 Mei 2015.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang. (2019). *Kecamatan Pakis Dalam Angka 2019*. Malang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.58:2008 tentang Air dan Air Limbah-Bagian 58: Metode Pengambilan Contoh Air Tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Cahyadi, A. & Hidayat, W. (2017). Analisis Karakteristik Hidrogeokimia Airtanah di Pulau Koral Panggang, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Jurnal Geografi*, 9(2), 99–108.
- Danaryanto, Kodoatie, R. J., Hadipurwo, S., & Sangkawati, S. (2010). *Manajemen Air Tanah Berbasis Cekungan Air Tanah*. Bandung: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Darwesh, N., Allam, M., Meng, Q., Helfdhallah, A. A., Ramzy S M, N., El Kharrim, K., Al Maliki, A. A., & Belghyti, D. (2019). Using Piper trilinear diagrams and principal component analysis to determine variation in hydrochemical faces and understand the evolution of groundwater in Sidi Slimane Region, Morocco. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 23(5), 17–30.

- Dianardi, K., Hadian, S. D., Yan W, T., Iskandarsyah, M., & Muhamadsjah, F. (2018). Studi Hidrokimia dan Karakteristik Airtanah di Kecamatan Cibiru dan Cileunyi, Bandung, Jawa Barat, Indonesia. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 16(2), 71–78.
- Evintia, T. L. & Hariyanto, B. (2019). Studi Hidrokimia Air Tanah Dangkal di Desa Jimbaran Wetan Kecamatan Wonoayu Kabupaten Sidoarjo. *Swara Bhumi*, 5(8), 1–6.
- Igibah, C. E. & Tanko, J. A. (2019). Assessment of urban groundwater quality using Piper trilinear and multivariate techniques: a case study in the Abuja, North-central, Nigeria. *Environmental Systems Research*, 8(14), 1–14.
- Piper, A. M. (1944). A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analysis. *Transactions–American Geophysical Union*, 25(6), 914–928.
- Siswoyo, H., Agung, I G. A. M. S., Swantara, I M. D., & Sumiyati. (2016). Chemical Characteristics of Groundwater and its Suitability for Irrigation Purpose in Jombang Regency, East Java, Indonesia. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 2(2), 82–90.
- Siswoyo, H., Bisri, M., Sholichin, M., Yuliani, E., Asmaranto, R., & Anggara, W. W. S. (2013). Sifat Kimia Airtanah di Wilayah Kelurahan Cemorokandang Kota Malang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 4(1), 1–7.
- Siswoyo, H., Bisri, M., Taufiq, M & Pranantya, V. (2019). Karakteristik Hidrokimia Mata Air Karst untuk Irigasi di Kabupaten Tuban. *Jurnal IPTEK*, 23(2), 93–100.
- Suharyadi. (1984). *Geohidrologi*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Tikhomirov, V. V. (2016). *Hydrogeochemistry Fundamentals and Advances, Volume 1: Groundwater Composition and Chemistry*. Massachusetts: Wiley-Scrivener Publishing.
- Wijayanti, P. R., Sholichin, M., & Sisinggih, D. (2013). Analisa Kuantitas dan Kualitas Airtanah di Kecamatan Kubu Kabupaten Karangasem Provinsi Bali. *Jurnal Teknik Pengairan*, 4(2).

Winston, R. B. (2020). *GW_Chart version 1.30 : U.S. Geological Survey Software Release*, 26 June 2020.

Yuliani, E. & Pradana, D. R. A. (2019). Analisis Sifat Kimia Air Tanah Sumur Dangkal pada Tanah Berkapur (Desa Gamping Kecamatan Campurdarat Kabupaten Tulungagung). *Jurnal Teknik Pengairan*, 10(1), 1–10.

Yuniar, F. R., Siswoyo, H., & Irawan, D. E. (2022). Identifikasi Pola Aliran Air Tanah di Wilayah Sekitar Aliran Sungai Jilu. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 5(1), 1–8.