



## **Karakteristik Hidrokimia Mata Air Karst untuk Irigasi di Kabupaten Tuban**

*Hari Siswoyo<sup>1</sup>, Mohammad Bisri<sup>2</sup>, Mohammad Taufiq<sup>3</sup>, Vanadani Pranantya<sup>4</sup>*

*<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya*

### **INFORMASI ARTIKEL**

Jurnal IPTEK – Volume 23  
Nomer 2, Desember 2019

Halaman:  
93 – 100  
Tanggal Terbit :  
31 Desember 2019

DOI:  
[10.31284/j.iptek.2019.v23i2.546](https://doi.org/10.31284/j.iptek.2019.v23i2.546)

### **ABSTRACT**

*Karst springs is one of the potential of water resources in the Tuban Regency which has an important role as a supplier of irrigation water needs on agricultural lands. The objective of this study was to hydrochemically characterize of water from karst springs used as a source of irrigation water. The hydrochemical characterization carried out included the substance identification of the chemical type of water and the appraisal of its quality as an irrigation water source. The chemical type of water was determined by using the Piper trilinear diagram. The feasibility of water quality for irrigation was assessed based on potential salinity hazards and potential alkalinity hazards. Based on the results of this study it can be shown that the hydrochemical characteristics of water from karst springs in the study area were chemical type of  $Ca^{2+}-Mg^{2+}-HCO_3^-$ , medium salinity hazard potential, and low alkalinity hazard potential. All water from karst springs in the study area are water with good quality for irrigation.*

**Kata kunci:** *chemical type; hydrochemical; irrigation; karst springs; water quality*

### **EMAIL**

[hari\\_siswoyo@ub.ac.id](mailto:hari_siswoyo@ub.ac.id)

### **PENERBIT**

LPPM- Institut Teknologi  
Adhi Tama Surabaya  
Alamat:  
Jl. Arief Rachman Hakim  
No.100, Surabaya 60117,  
Telp/Fax: 031-5997244

*Jurnal IPTEK by LPPM-  
ITATS is licensed under a  
Creative Commons  
Attribution-ShareAlike 4.0  
International License.*

### **ABSTRAK**

Mata air karst merupakan salah satu potensi sumber daya air di wilayah Kabupaten Tuban yang memiliki peranan penting sebagai pemasok kebutuhan air irigasi pada lahan pertanian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi secara hidrokimia air dari mata air karst yang digunakan sebagai sumber air irigasi. Karakterisasi hidrokimia yang dilakukan mencakup substansi identifikasi tipe kimia air dan penilaian kelayakan kualitasnya sebagai sumber air irigasi. Tipe kimia air ditentukan dengan menggunakan diagram trilinear Piper. Kelayakan kualitas air untuk irigasi dinilai berdasarkan potensi bahaya salinitas dan potensi bahaya alkalinitasnya. Berdasarkan hasil penelitian dapat ditunjukkan bahwa karakteristik hidrokimia air dari mata air karst di lokasi penelitian adalah memiliki tipe kimia  $Ca^{2+}-Mg^{2+}-HCO_3^-$ , potensi bahaya salinitas sedang, dan potensi bahaya alkalinitas rendah. Seluruh air dari mata air karst di lokasi penelitian merupakan air dengan kualitas yang baik untuk irigasi.

**Kata kunci:** hidrokimia; irigasi; kualitas air; mata air karst; tipe kimia

## **PENDAHULUAN**

Salah satu potensi sumber daya air yang digunakan untuk memasok kebutuhan air irigasi di wilayah Kabupaten Tuban adalah mata air. Berdasarkan data dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban, di wilayah Kabupaten Tuban tercatat sebanyak 57 mata air yang dimanfaatkan sebagai sumber air irigasi/untuk pertanian, dimana 19 mata air diantaranya dalam pengelolaan dinas tersebut. Mata air adalah pelepasan air tanah terkonsentrasi yang muncul ke permukaan tanah sebagai air yang mengalir [1]. Jenis mata air yang banyak terdapat di wilayah Kabupaten Tuban adalah jenis mata air karst. Hal ini tidak terlepas dari kondisi wilayah tersebut yang berada dalam rangkaian Perbukitan Lipatan Rembang yang memiliki bentang lahan karst (kategori karst muda) yang tersusun atas batuan gamping dan terumbu muda [2].

Keberadaan potensi mata air karst sebagai sumber air irigasi selain harus memiliki kuantitas air yang besar dan kontinuitas aliran yang mengalir sepanjang tahun, juga harus memiliki kualitas yang layak dan sesuai untuk irigasi. Kualitas air dari mata air karst yang merupakan wujud pemunculan dari air tanah dapat dinilai berdasarkan karakteristik kimianya, dimana variasi ion-ion kimia dalam air tanah dapat digunakan untuk mengidentifikasi proses geokimia yang mengontrol kualitas air tanah. Keberadaan ion-ion yang dominan baik kation maupun anion dalam air tanah menentukan tipe kimia air tanah tersebut [3].

Tipe kimia air tanah dapat diidentifikasi melalui studi pemisahan sumber unsur penyusun terlarut dalam air tanah serta hubungannya dengan kondisi geokimia dengan menggunakan Model Diagram Trilinier Piper [4]. Untuk dapat digunakan sebagai sumber air irigasi pada lahan pertanian, air dari mata air karst harus memiliki kualitas yang layak sebagai sumber air irigasi. Kelayakan kualitas air untuk irigasi dapat ditentukan berdasarkan potensi bahaya salinitas terhadap tanah dan tanaman yang direpresentasikan berdasarkan besarnya nilai daya hantar listrik (DHL) dan potensi bahaya alkalinitas terhadap tanah yang direpresentasikan berdasarkan nilai rasio serapan natrium (SAR) [5].

Penelitian tentang karakterisasi hidrokimia mata air telah banyak dilakukan oleh para peneliti terdahulu [6–12]. Hasil penelitian hidrokimia terhadap mata air yang bukan mata air karst dan bukan pada daerah dengan kondisi batuan berkapur adalah ditemukannya tipe kimia air yang bervariasi yaitu tipe kimia air  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-Cl}^-$  dan tipe kimia  $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-Cl}^-$  [7], bahkan ditemukan tipe kimia air yang lebih bervariasi yaitu sebanyak 8 tipe kimia air [11]. Tipe kimia air dominan yang ditemukan dalam studi hidrokimia pada mata air karst di daerah dengan kondisi batuan berkapur adalah tipe kimia  $\text{Ca}^{2+}\text{-HCO}_3^-$ , tipe kimia  $\text{Mg}^{2+}\text{-HCO}_3^-$ , dan tipe kimia  $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-HCO}_3^-$  sebagai akibat dari pengaruh mineral kalsit dan mineral dolomit [8,9,12]. Kualitas air yang keluar dari mata air baik mata air karst maupun bukan mata air karst pada umumnya dominan memiliki potensi bahaya salinitas sedang dan potensi bahaya alkalinitas rendah dan termasuk dalam kategori air yang baik untuk irigasi [7,9,12].

Atas dasar peranan penting potensi mata air karst sebagai sumber air irigasi di wilayah Kabupaten Tuban dan temuan-temuan dalam penelitian terdahulu, maka diperlukan suatu penelitian untuk mengidentifikasi karakteristik hidrokimia air dari mata air karst agar mata air tersebut dapat dimanfaatkan sesuai dengan karakteristiknya. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi secara hidrokimia air dari mata air karst yang digunakan sebagai sumber air irigasi. Karakterisasi hidrokimia mata air karst dalam penelitian ini dilakukan dengan mencakup substansi identifikasi tipe kimia air dan penilaian kelayakan kualitasnya sebagai sumber air irigasi. Kelayakan kualitas air tersebut selain dinilai berdasarkan potensi bahaya salinitas (nilai DHL) dan potensi bahaya alkalinitas (nilai SAR), juga dinilai berdasarkan persen natrium terlarut (%Na) dan residu natrium karbonat (RSC) [1,5]. Hasil identifikasi terhadap karakteristik hidrokimia air dari mata air karst tersebut dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penggunaannya sebagai sumber air irigasi pada lahan pertanian yang diairi.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tipe Kimia Air

Komposisi kimia air (kandungan kation dan anion) menentukan tipe kimia air. Tipe kimia air dapat diidentifikasi dengan prinsip interpretasi berdasarkan hubungan ion-ion penyusun air. Penentuan tipe kimia air dapat dilakukan berdasarkan Model Diagram Trilinier Piper. Model Diagram Trilinier Piper merupakan alat bantu yang sangat efektif untuk studi tentang pemisahan sumber unsur terlarut dalam air, perubahan atau modifikasi sifat-sifat air yang melewati suatu wilayah tertentu, serta hubungannya dengan permasalahan geokimia. Prosedur analisis model tersebut didasarkan pada diagram segitiga yang telah dikembangkan secara bertahap melalui percobaan dan modifikasi bentuk [4].

Model Diagram Trilinier Piper terdiri atas dua segitiga sama sisi yang terletak di bawah kanan dan kiri, masing-masing segitiga digunakan untuk pengeplotan kation di satu pihak dan anion di pihak lain. Di atas kedua segitiga itu terdapat jajaran genjang dimana titik-titik kation dan anion

yang telah diplot pada bagian segitiga ditarik ke atas ke dalam jajaran genjang tersebut. Berdasarkan kedudukan titik tersebut dalam jajaran genjang dapat diinterpretasikan tipe kimia air tersebut [13].

Kation dinyatakan sebagai persentase dari total kation dalam satuan meq/l diplot sebagai titik tunggal dalam segitiga bagian kiri, sementara untuk anion juga dilakukan dengan cara yang sama dinyatakan sebagai persentase total anion yang muncul sebagai titik pada segitiga di bagian kanan. Kedua titik ini kemudian diproyeksikan ke dalam jajaran genjang. Dengan demikian, titik tunggal ini secara unik terkait dengan distribusi ion total. Sebuah lingkaran dapat digambarkan pada titik ini dengan luasan proporsional terhadap total padatan terlarut. Diagram Trilinier Piper dengan mudah mengungkapkan kesamaan dan perbedaan antara contoh air, dimana contoh air yang memiliki karakteristik serupa akan cenderung untuk diplot dalam satu kelompok [1].

### **Kualitas Air untuk Irigasi**

Kelayakan kualitas air untuk irigasi dapat ditentukan menurut potensi bahaya salinitasnya berdasarkan nilai DHL dan potensi bahaya alkalinitasnya berdasarkan nilai SAR, %Na, dan RSC. Nilai DHL merupakan suatu nilai untuk menunjukkan konsentrasi total unsur terionisasi dalam air secara alami dan merupakan ukuran bahaya salinitas pada air irigasi. Nilai DHL yang digunakan untuk menentukan potensi bahaya salinitas air irigasi adalah nilai DHL pada suhu 25°C. Kriteria kualitas air irigasi berdasarkan nilai DHL<sub>25°C</sub> adalah: 100–250 µS/cm potensi bahaya salinitas rendah (C1), 250–750 µS/cm potensi bahaya salinitas sedang (C2), 750–2.250 µS/cm potensi bahaya salinitas tinggi (C3), dan >2.250 µS/cm potensi bahaya salinitas sangat tinggi (C4) [5].

Nilai SAR merupakan suatu nilai untuk menunjukkan tingkat bahaya alkalinitas air irigasi yang ditentukan oleh konsentrasi absolut dan relatif kation, yang mengekspresikan aktivitas relatif kation Na<sup>+</sup> dalam reaksi pertukaran dengan tanah. Kriteria kualitas air irigasi berdasarkan nilai SAR adalah: < 10 potensi bahaya alkalinitas rendah (S1), 10–18 potensi bahaya alkalinitas sedang (S2), 18–26 potensi bahaya alkalinitas tinggi (S3), dan >26 potensi bahaya alkalinitas sangat tinggi (S4). Nilai %Na dapat digunakan untuk menyatakan hubungan antara air irigasi dengan tanah, yang mengindikasikan proporsi ion Na<sup>+</sup> dalam larutan dan kaitannya dengan konsentrasi kation keseluruhan. Hal ini berguna dalam menggambarkan karakteristik air, dimana nilai yang tinggi menunjukkan air yang lunak sedangkan nilai yang rendah menunjukkan air yang keras [5]. Kriteria kualitas air irigasi berdasarkan nilai %Na adalah: nilai %Na <20 berarti kualitas air sangat baik, 20–40 kualitas air baik, 40–60 kualitas air diizinkan, 60–80 kualitas air meragukan, dan >80 kualitas air tidak sesuai untuk irigasi [1].

Residu natrium karbonat (RSC) merupakan suatu konsep untuk menentukan kualitas air irigasi berdasarkan konsentrasi ion-ion bikarbonat yang dapat menyebabkan pengendapan ion Ca<sup>2+</sup> dan ion Mg<sup>2+</sup> sebagai karbonat dalam larutan tanah sehingga akan meningkatkan ion Na<sup>+</sup> [14,15]. Air dengan nilai RSC <1,25 meq/liter berarti bahwa air tersebut aman untuk dijadikan air irigasi. Air dengan nilai RSC 1,25–2,5 meq/liter berarti bahwa air tersebut berada dalam ambang kualitas atau memiliki kualitas cukup untuk digunakan sebagai air irigasi. Air dengan nilai RSC >2,5 meq/liter berarti bahwa air tersebut tidak dapat digunakan untuk air irigasi [5,15].

## **METODE**

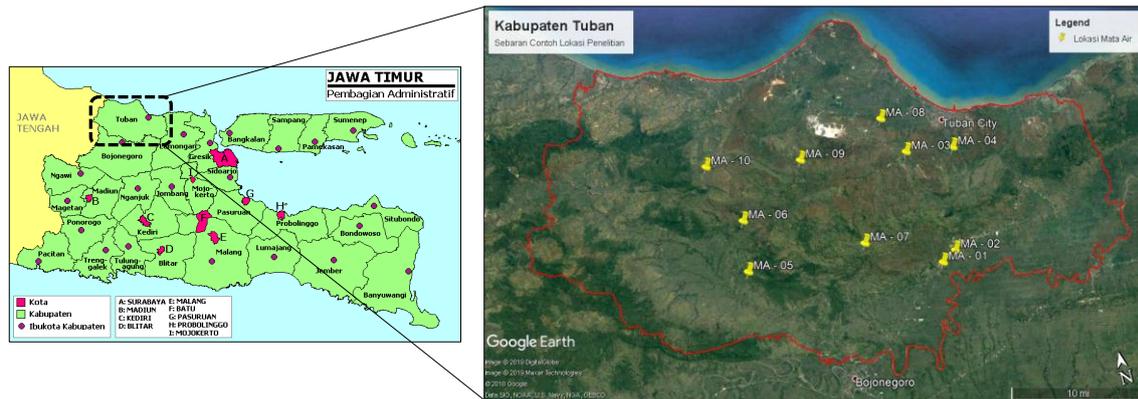
### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur. Mata air karst yang diteliti dalam penelitian ini sejumlah 10 lokasi mata air karst yang memiliki kontinuitas aliran mengalir sepanjang tahun. Lokasi penelitian beserta sebaran contoh penelitian ditunjukkan dalam Gambar 1 dengan deskripsi contoh penelitian seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.

### **Bahan dan Peralatan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh air yang diambil dari mata air karst yang digunakan sebagai sumber air irigasi. Pengambilan contoh air dilakukan pada saat musim kemarau di bulan Juli 2019. Peralatan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini meliputi: termometer model *Digital Thermometer TP 3001* digunakan untuk mengukur suhu air, pH meter model *Pen type pHmeter PH-009(I)* untuk mengukur pH air, TDS meter model *TDS Testers 139*

untuk mengukur total padatan terlarut dalam air (TDS), konduktimeter model  $\mu$ Siemen digital *conductivity tester* digunakan untuk mengukur daya hantar listrik (DHL) dalam air, botol dari bahan poli etilen dengan volume 1 liter (10 botol) digunakan sebagai wadah tempat contoh air, dan kotak pendingin yang diisi dengan es gel balok digunakan sebagai media untuk pengawetan contoh sementara pada saat dilakukan pengambilan contoh di lapangan dan pengiriman contoh ke laboratorium. Penentuan wadah tempat contoh berupa botol yang terbuat dari bahan plastik poli etilen, tata cara pengambilan contoh, dan pengawetan contoh secara fisika melalui pendinginan contoh air pada suhu  $4^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.58:2008 Bagian 58: Metoda pengambilan contoh air tanah [16].



Gambar 1. Peta Lokasi dan Sebaran Contoh Penelitian

Sumber : <https://id.m.wikipedia.org/wiki/Portal:Jawa/Peta> (2018), Google Earth (2019)

Tabel 1. Deskripsi Contoh Penelitian

No	Kode Contoh	Mata Air	Lokasi Mata Air		Observasi GPS	
			Kecamatan	Desa	LS	BT
1	MA-01	Ngerong	Rengel	Rengel	7°03'36,41"	112°00'27,30"
2	MA-02	Beron	Rengel	Sumberejo	7°03'02,83"	112°01'24,38"
3	MA-03	Jadi	Semanding	Jadi	6°55'56,48"	111°59'53,90"
4	MA-04	Bektiharjo	Semanding	Bektiharjo	6°56'29,11"	112°02'54,37"
5	MA-05	Mejiret	Singahan	Kedungjambe	7°01'10,00"	111°47'52,00"
6	MA-06	Kerawak	Montong	Guwoterus	6°57'49,95"	111°48'19,87"
7	MA-07	Lanang	Montong	Maindu	7°01'10,25"	111°55'45,55"
8	MA-08	Srunggo	Merakurak	Tuwiriwetan	6°53'23,45"	111°58'48,17"
9	MA-09	Ngajaran	Kerek	Hargoretno	6°55'51,85"	111°52'59,30"
10	MA-10	Bangkok	Kerek	Gemulung	6°53'45,81"	111°46'47,23"

## Prosedur Penelitian

Parameter fisiko-kimia yang diamati dari tiap contoh air dari mata air meliputi suhu air, pH air, TDS, DHL, kandungan kation-kation terlarut ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), dan kandungan anion-anion terlarut ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ). Parameter-parameter yang nilainya mudah berubah seperti suhu air, pH air, TDS, dan DHL diukur secara langsung di lapangan. Kandungan ion-ion terlarut dalam air seperti  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan  $\text{SO}_4^{2-}$  dianalisis di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang. Penentuan kandungan kation-kation  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan  $\text{Ca}^{2+}$  dalam contoh air dilakukan dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* dengan alat model *Thermo Scientific iCE 3000 Series*. Kandungan anion  $\text{SO}_4^{2-}$  dalam contoh air ditentukan dengan metode spektrofotometri menggunakan alat Spektrofotometer model *Thermo Scientific Genesis 20*. Kandungan anion  $\text{Cl}^-$  dalam contoh air ditentukan dengan metode Argentometri menggunakan *Bured Iwaki Glass 50 ml*. Kandungan anion  $\text{HCO}_3^-$  dalam contoh air dianalisis dengan menggunakan metode Volumetri di Laboratorium Tanah dan Air Tanah Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penentuan tipe kimia air dilakukan dengan menggunakan Model Diagram Trilinier Piper berdasarkan nilai-nilai masukan yang meliputi konsentrasi kation-kation terlarut dalam air ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,

Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>), konsentrasi anion-anion terlarut dalam air (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>), dan TDS. Konsentrasi anion CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> dihitung berdasarkan nilai konsentrasi HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dan nilai pH yang terukur menurut teori distribusi spesies CO<sub>2</sub>-HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> dalam air [17]. Perhitungan konsentrasi anion CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> dan penentuan tipe kimia air menggunakan Model Diagram Trilinier Piper dilakukan dengan bantuan program komputer GW\_Chart version 1.29.0.0 (*freely distributed software*).

Nilai DHL yang digunakan untuk menentukan potensi bahaya salinitas air irigasi adalah nilai DHL pada suhu 25°C (satuan μmhos/cm = μS/cm) yang dihitung berdasarkan persamaan [18]:

$$DHL_{25^{\circ}C} = DHL_t - 0,02x(t - 25) \times DHL_t \quad \dots (1)$$

dimana:

DHL<sub>t</sub> = DHL pada suhu t (μS/cm)

DHL<sub>25°C</sub> = DHL pada kondisi suhu 25°C (μS/cm)

Nilai SAR, %Na, dan RSC untuk menentukan potensi bahaya alkalinitas air irigasi dihitung berdasarkan persamaan-persamaan sebagai berikut [5]:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad \dots (2)$$

$$\%Na = \frac{Na^+ + K^+}{Na^+ + K^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+}} \quad \dots (3)$$

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \quad \dots (4)$$

dimana:

SAR = rasio serapan natrium

%Na = persen natrium

RSC = residu natrium karbonat (meq/liter)

Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> = konsentrasi ion-ion terlarut dalam air (meq/liter)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

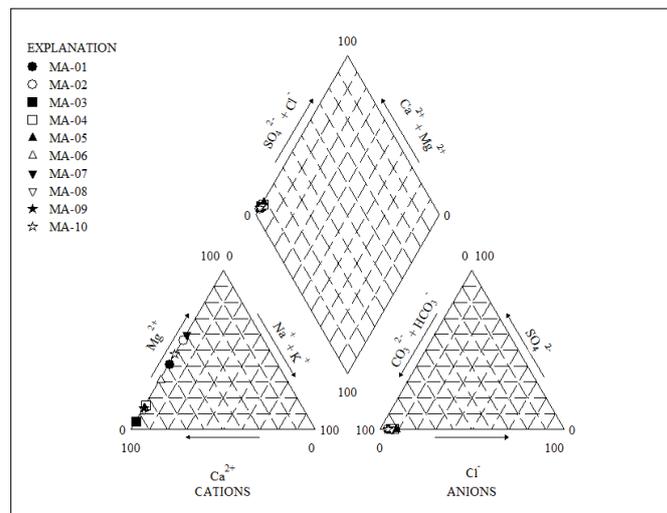
### Tipe Kimia Air dari Mata Air Karst

Hasil pengukuran secara langsung di lapangan terhadap parameter suhu air (t), pH air, TDS, dan DHL, serta hasil pengujian di laboratorium terhadap kandungan ion-ion terlarut dalam contoh air (parameter fisiko-kimia) dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Fisiko-Kimia Contoh Air dari Mata Air Karst di Lokasi Penelitian

No	Kode Contoh	t (°C)	pH	TDS (ppm)	DHL (μS/cm)	Konsentrasi ion-ion terlarut dalam contoh air (mg/l)						
						Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
1	MA-01	27,4	7,3	304	490	0,28	0,46	19,94	47,77	341,60	0,0069	10,65
2	MA-02	27,7	7,2	322	513	0,33	0,51	30,00	38,68	366,00	0,0071	10,65
3	MA-03	27,8	7,3	321	509	0,28	0,47	1,79	61,62	292,80	0,0070	10,65
4	MA-04	28,8	7,2	330	522	0,62	0,70	6,57	61,58	366,00	0,0069	17,75
5	MA-05	28,2	7,0	381	583	0,49	0,12	5,91	63,98	317,20	0,0071	17,75
6	MA-06	26,9	7,2	346	545	0,34	0,56	17,60	64,73	390,40	0,0075	10,65
7	MA-07	25,7	7,3	362	574	0,37	0,39	34,71	38,74	341,60	0,0075	14,20
8	MA-08	28,1	7,1	344	541	0,45	0,43	5,45	64,88	366,00	0,0071	14,20
9	MA-09	27,7	7,2	376	596	0,24	0,29	6,24	68,62	366,00	0,0071	10,65
10	MA-10	27,8	7,2	340	546	0,23	0,25	26,04	47,36	366,00	0,0070	10,65

Komposisi kimia yang terkandung dalam air dari mata air tersebut di atas membentuk karakter dari air tersebut yang dicirikan oleh tipe kimianya. Tipe kimia air dari tiap-tiap contoh di lokasi penelitian dapat diklasifikasikan berdasarkan konsentrasi kation dan anion yang terlarut di dalamnya dengan Model Diagram Trilinier Piper seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Trilinier Piper contoh air dari mata air karst di lokasi penelitian

Berdasarkan hasil pengeplotan dalam Model Diagram Trilinier Piper pada bagian segitiga kation dan anion dapat ditunjukkan bahwa 8 contoh air (MA-01, MA-03, MA-04, MA-05, MA-06, MA-08, MA-09, dan MA-10) memiliki tipe kation dominan Kalsium, 2 contoh air (MA-02 dan MA-07) memiliki tipe kation dominan Magnesium, dan semua contoh memiliki tipe anion dominan Bikarbonat. Berdasarkan kedudukan tiap titik contoh pada bagian jajaran genjang Model Diagram Trilinier Piper dapat ditunjukkan bahwa semua contoh penelitian adalah air yang memiliki kandungan alkali tanah melebihi kandungan alkalinya dan kandungan asam lemah melebihi kandungan asam kuatnya [13,19]. Keberadaan titik-titik contoh pada bagian jajaran genjang Model Diagram Trilinier Piper tersebut dapat dimaknai bahwa seluruh contoh air dari mata air karst di lokasi penelitian merupakan air dengan tipe kimia  $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-HCO}_3^-$  [3,20].

Temuan terhadap tipe kation, tipe anion, dan tipe kimia air dari mata air karst di lokasi penelitian ini identik dengan hasil penelitian terdahulu yang sejenis [8,9,12]. Secara umum, air dari mata air karst di lokasi penelitian memiliki konsentrasi kation  $\text{Ca}^{2+}$ , kation  $\text{Mg}^{2+}$ , dan anion  $\text{HCO}_3^-$  lebih besar dibandingkan dengan ion-ion lainnya. Dominasi konsentrasi ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan  $\text{HCO}_3^-$  dalam air dari mata air, pada umumnya ditemukan dalam air dari mata air di daerah dengan formasi batuan yang mengandung mineral dolomit [9]. Daerah karst tersusun atas batuan karbonat, dimana mineral dolomit merupakan salah satu penyusunnya. Ion-ion utama seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan  $\text{HCO}_3^-$  dihasilkan dari proses hidrogeokimia batuan karbonat yang berupa proses pelarutan [8]. Keberadaan air dengan tipe kimia  $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-HCO}_3^-$  disebabkan oleh adanya interaksi batuan terhadap air tanah yang sudah cukup lama karena telah mengalami pencampuran yang ditunjukkan dengan jumlah pengayaan kation  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang berimbang [21].

### Kualitas Air dari Mata Air Karst

Hasil perhitungan besarnya nilai  $\text{DHL}_{25^\circ\text{C}}$ , SAR, %Na, dan RSC tiap contoh air dari mata air karst di lokasi penelitian ditunjukkan dalam Tabel 3. Nilai  $\text{DHL}_{25^\circ\text{C}}$  dari seluruh contoh penelitian berkisar pada rentang nilai 250–750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sehingga dapat dimaknai bahwa air dari mata air karst di lokasi penelitian memiliki potensi bahaya salinitas sedang (C2) [5] dan tergolong dalam klasifikasi kualitas air yang baik untuk irigasi [1]. Nilai SAR seluruh contoh air dari mata air < 10, yang berarti bahwa seluruh contoh air tersebut memiliki potensi bahaya alkalinitas rendah (S1). Seluruh contoh air di lokasi penelitian merupakan air dengan kategori bahaya salinitas sedang dan bahaya alkalinitas rendah (C2–S1). Air dengan kelas C2–S1 dapat diberikan pada tanaman dengan toleransi sedang terhadap garam tanpa tindakan khusus untuk mengendalikan salinitas, dimana kemungkinan bahaya salinitasnya masih kecil. Air dalam kelas tersebut dapat digunakan untuk irigasi di hampir semua tanah dengan sedikit kemungkinan bahaya terhadap pembentukan kadar  $\text{Na}^+$  yang tinggi. Pada tanaman yang peka terhadap  $\text{Na}^+$  harus dijaga kemungkinan akumulasi natrium [5]. Air dengan kelas C2–S1 merupakan air dengan kualitas baik untuk digunakan sebagai sumber air irigasi.

Tabel 3. Nilai Kualitas Air Contoh Air dari Mata Air di Lokasi Penelitian

No.	Kode Contoh	DHL <sub>25°C</sub> ( $\mu$ S/cm)	SAR	%Na	RSC (meq/l)
1	MA-01	467	0,009	0,59	1,58
2	MA-02	485	0,010	0,62	1,61
3	MA-03	481	0,010	0,74	1,59
4	MA-04	482	0,020	1,23	2,39
5	MA-05	546	0,016	0,66	1,52
6	MA-06	524	0,010	0,62	1,73
7	MA-07	566	0,010	0,54	0,82
8	MA-08	507	0,014	0,82	2,32
9	MA-09	564	0,007	0,45	2,07
10	MA-10	515	0,007	0,37	1,50

Potensi bahaya alkalinitas rendah yang dimiliki oleh contoh air dari mata air karst di lokasi penelitian yang ditentukan berdasarkan nilai SAR, juga diperkuat dengan hasil perhitungan nilai %Na. Seluruh contoh penelitian memiliki nilai %Na yang rendah yaitu <20 yang berada dalam klasifikasi kualitas air sangat baik untuk irigasi [1]. Nilai %Na yang rendah menunjukkan air yang keras sedangkan nilai yang tinggi menunjukkan air yang lunak [5], dimana nilai %Na yang tinggi dalam air irigasi dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan mengurangi permeabilitas tanah [3,22]. Sementara itu, berdasarkan nilai RSC dapat ditunjukkan bahwa sebanyak 9 contoh penelitian memiliki rentang nilai 1,25–2,50 (kategori kualitas air cukup untuk irigasi) kecuali contoh air MA-07 yang memiliki nilai < 1,25 dengan kategori aman untuk irigasi.

Penilaian potensi bahaya alkalinitas air irigasi terhadap tanah pada lahan pertanian yang diairi berdasarkan nilai SAR dan nilai %Na tidak selalu bersesuaian dengan penilaian berdasarkan nilai RSC. Seluruh contoh penelitian berdasarkan nilai SAR merupakan air dengan potensi bahaya alkalinitas rendah dan berdasarkan nilai %Na memiliki kualitas yang sangat baik untuk irigasi. Namun demikian, berdasarkan nilai RSC sebagian besar contoh penelitian tidak menunjukkan kualitas air yang aman untuk irigasi meskipun kualitasnya masih berada dalam kategori cukup. Nilai RSC yang dihitung untuk contoh air dengan dominasi konsentrasi anion  $\text{HCO}_3^-$  yang besar cenderung menunjukkan kategori air dengan kualitas lebih rendah dibandingkan kategori aman. Dengan demikian nilai RSC menjadi kriteria penting yang harus diperhatikan dalam mengklasifikasikan kualitas air untuk irigasi di daerah karst yang tersusun atas batuan karbonat.

## KESIMPULAN

Air dari 10 mata air karst di lokasi penelitian memiliki tipe kimia  $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-HCO}_3^-$ . Air dari mata air karst di lokasi penelitian memiliki potensi bahaya salinitas sedang (C2) dan potensi bahaya alkalinitas rendah (S1), yang berada dalam kelas C2–S1 dan merupakan air dengan kualitas yang baik untuk irigasi. Berdasarkan nilai %Na yang mengindikasikan proporsi ion  $\text{Na}^+$  dalam larutan dan kaitannya dengan konsentrasi kation keseluruhan, air dari mata air karst di lokasi penelitian berada dalam klasifikasi kualitas air sangat baik untuk irigasi. Air dari mata air karst di lokasi penelitian secara umum berdasarkan nilai residu natrium karbonat berada dalam kategori air dengan kualitas cukup untuk irigasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membiayai kegiatan penelitian ini melalui Sumber Dana Penerimaan Negara Bukan Pajak berdasarkan Surat Perjanjian Pelaksanaan Kegiatan Penelitian No.: 06/UN10.F07/PN/2019. Artikel ini merupakan naskah publikasi bagian pertama (Publikasi I) dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D.K. Todd, *Groundwater Hydrology*, 2<sup>nd</sup> edition. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1980.

- [2] M.A. Zaenuri & E. Haryono, "Diferensiasi Morfologi Karst Kabupaten Tuban–Jawa Timur," *Jurnal Bumi Indonesia*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2015.
- [3] Y. Srinivas, O.D. Hudson, R.A. Stanley, & N. Chandrasekar, "Quality Assessment and Hydrogeochemical Characteristics of Groundwater in Agastheeswaram Taluk, Kanyakumari District, Tamil Nadu, India," *Chin. J. Geochem.*, vol. 33, pp. 221–235, 2014.
- [4] A.M. Piper, "A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analysis," *Transactions–American Geophysical Union*, vol. 25, no. 6, pp. 914–928, 1944.
- [5] L.V. Wilcox, *Classification and Use of Irrigation Waters*, Circular 969. Washington D.C.: United States Department of Agriculture, 1955.
- [6] M. Ghanem & S. Ghannam, "Spring Water Hydrochemistry along the North-South Profile in the Jordan Valley," *Asian Journal of Earth Sciences*, vol. 3, no. 3, pp. 122–129, 2010.
- [7] A.O. Talabi, O.L. Afolagboye, M.N. Tijani, J.A. Aladejana, & A.K. Ogundana, "Hydrogeochemistry of Some Selected Springs' Waters in Ekiti Basement Complex Area, Southwestern Nigeria," *The International Journal of Engineering and Science*, vol. 3, no. 2, pp. 19–30, 2014
- [8] C. Mifta & T.N. Adji, "Karakteristik Mataair Karst di Kecamatan Tambakboyo, Kabupaten Tuban, Jawa Timur," *Jurnal Bumi Indonesia*, vol. 3, no. 3, pp. 1–10, 2014.
- [9] H. Jebreen & M. Ghanem, "Spring Water Qualitative Assessment in Mountainous Areas, Case Study: Soreq Catchment/Ramallah/West Bank," *Journal of Water Resource and Protection*, vol. 7, pp. 851–859, 2015.
- [10] I.S. Sulistyorini, M. Edwin, & A.S. Arung, "Analisis Kualitas Air pada Sumber Mata Air di Kecamatan Karanganyar dan Kaliorang Kabupaten Kutai Timur," *Jurnal Hutan Tropis*, vol. 4, no. 1, pp. 64–76, 2016.
- [11] C.A. Ferreira, H.E.L. Palmieri, M.Â. de B.C. Menezes, & L.M.L.A. Auler, "Hydrochemical Assessment of Spring Waters from the Iron Quadrangle Region, Minas Gerais, Brazil," *American Journal of Water Resources*, vol. 5, no. 2, pp. 29–40, 2017.
- [12] R. Maria, A. Purwoarminta, & R.F. Lubis, "Hidrokimia Mata Air Karst untuk Irigasi Studi Kasus Desa Ligarmukti, Kabupaten Bogor," *Jurnal Irigasi*, vol. 13, no. 1, pp. 1–10, 2018.
- [13] Suharyadi, *Geohidrologi*, Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, 1984.
- [14] F.M. Eaton, "Significance of Carbonates in Irrigation Waters," *Soil Science*, vol. 69, no. 2, pp. 123–134, 1950.
- [15] H.B. Jumin, *Dasar-dasar Agronomi*, Edisi Revisi. Jakarta: Rajawali Pers., 2012.
- [16] Badan Standardisasi Nasional, *Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.58:2008 tentang Air dan Air Limbah–Bagian 58: Metoda Pengambilan Contoh Air Tanah*, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional., 2008.
- [17] S.E. Manahan, *Environmental Chemistry*, 6<sup>th</sup> edition. Florida: Lewis Publishers, 1994.
- [18] B. Hanson, *Electrical Conductivity*, In: B.R. Hanson, S.R. Grattan, & A. Fulton, editors. *Agricultural Salinity and Drainage*, 2<sup>nd</sup> edition. California: Department of Land, Air, and Water Resources, University of California, Davis., p. 7–8, 2006.
- [19] M.R.G. Sayyed, G.S. Wagh, & A. Supekar, "Assessment of impact on the groundwater quality due to urbanization by hydrogeochemical facies analysis in SE part of Pune city, India," *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, vol. 3, no. 2, pp. 148–159, 2013.
- [20] M. Al-Khatib & H. Al-Najar, "Hydro-Geochemical Characteristics of Groundwater beneath the Gaza Strip," *Journal of Water Resource and Protection*, vol. 3, pp. 341–348, 2011.
- [21] K. Dianardi, S.D. Hadian, T. Yan W, M. Iskandarsyah, & F. Muhamadsjah, "Studi Hidrokimia dan Karakteristik Airtanah di Kecamatan Cibiru dan Cileunyi, Bandung, Jawa Barat, Indonesia," *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, vol. 16, no. 2, pp. 71–78, 2018.
- [22] D.M. Joshi, A. Kumar, & N. Agrawal, "Assessment of the irrigation water quality of River Ganga in Haridwar District India," *Journal of Chemistry*, vol. 2, no. 2, pp. 285–292, 2009.