

**STUDI KIMIA AIR TANAH DANGKAL DI KELURAHAN TAMAN KECAMATAN TAMAN
KABUPATEN SIDOARJO**

Sitha Kusumayanti

Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum, Universitas Negeri Surabaya

Email : sithakusumayanti@mhs.unesa.ac.id

Drs. Bambang Hariyanto, M.Pd

Dosen Pembimbing Mahasiswa

Abstrak

Air merupakan kebutuhan pokok bagi berbagai aktivitas manusia sehari – hari seperti minum, memasak mencuci, mandi dan sanitasi. Selain itu juga dibutuhkan untuk aktivitas ekonomi dan sosial. Berdasarkan survei awal dari masyarakat Kelurahan Taman ditemukan perbedaan rasa pada sumur air tanah dangkalnya yaitu ada yang terasa tawar, payau sampai asin. Mayoritas masyarakat memanfaatkan air sumur hanya untuk kebutuhan kamar mandi, cuci dan kakus. Pemenuhan kebutuhan air minum dengan membeli air minum dalam kemasan, sedangkan untuk kebutuhan memasak masyarakat membeli ledeng eceran dalam bentuk jerigen-jerigen. Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui 1) persebaran keasinan air tanah dangkal 2) penyebab kondisi air tanah dangkal berasa asin di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo

Jenis penelitian ini adalah penelitian survei. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh sumur air tanah di Kelurahan Taman Kabupaten Sidoarjo dengan sampelnya ditentukan berdasarkan metode transek sampling. Jumlah sampel dalam penelitian ini 11 titik sumur air tanah kemudian dilakukan uji laboratorium. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif komparatif.

Hasil Penelitian ini menunjukkan persebaran air tanah asin mengelompok di tengah wilayah penelitian ditunjukkan air tanah tawar pada sampel 1,2,3,5,8,9,10 dan 11, air tanah payau pada sampel 4 dan 7, air tanah asin pada sampel 7. Dari kandungan daya hantar listrik, air tanah yang aman digunakan untuk air bersih yaitu sampel 1,2,3,5,8,9,10 dan 11, sedangkan sampel 4,6 dan 7 digunakan untuk keperluan pertanian serta usaha perkotaan, industri dan pembangkit listrik. Dari analisis penyebab asinnya air tanah menggunakan metode perbandingan klorida-bikarbonat menurut Ravelle, rasa asin dipengaruhi oleh penyusupan air laut pada batuan akuifer. Dari sifat hidrokimia tanah berdasarkan Diagram Trilinear Piper di wilayah penelitian meliputi empat sifat yaitu tipe $Ca(Mg)Cl(SO_4)$, tipe $Na+HCO_3$, tipe $Na(Cl)SO_4$, dan tipe $Ca(Mg)HCO_3$.

Kata kunci : Studi Kimia, Air Tanah Dangkal, Rasio Bikarbonat, Diagram Piper

Abstract

Water is a basic necessity for various daily human activities such as drinking, cooking, washing, bathing and sanitation. Besides that, it is also needed for economic and social activities. Based on the initial survey of the Taman Village, there are differences in taste in shallow groundwater wells, which are those that feel fresh, brackish to salty. The majority of people use well water only for their bathroom, washing and toilet facilities. For drinking water needs by buying bottled water, while for cooking needs the community buys plumbing in the form of jerry cans. The purpose of this study was to find out 1) the salinity distribution of shallow groundwater 2) the cause of shallow groundwater conditions that taste salty in Taman Village Taman Taman sub-district Sidoarjo Regency.

This type of research is survey research. The population in this study were all groundwater wells in Taman Sidoarjo Regency with samples determined based on the sampling transect method. The number of samples in this study were 11 groundwater well points and then laboratory tests were carried out. The data obtained were analyzed using a comparative and quantitative descriptive descriptive analysis method.

The results of this study indicate that the distribution of saline groundwater in the middle of the study area shows fresh groundwater in samples 1,2,3,5,8,9,10 and 11, brackish groundwater in samples 4 and 7, saline groundwater in sample 7. From the content of electrical conductivity, groundwater that is safe to use for clean water are samples 1,2,3,5,8,9,10 and 11, while samples 4,6 and 7 are used for agricultural and urban business purposes, industry and electricity generation. From an analysis of the salty causes of groundwater using the method of comparison of chloride-bicarbonate according to Ravelle, salty taste is affected by infiltration of sea water in aquifer rocks. From the hydrochemical properties of the soil based on the Pilin Trilinear Diagram in the study area which includes 4 of these characteristics, namely type $Ca (Mg) Cl (SO_4)$, type $Na + HCO_3$, type $Na (Cl) SO_4$, and $Ca (Mg)HCO_3$ type.

Keywords : Chemical Studies, Shallow Ground Water, Bicarbonate Ratio, Piper Diagram

PENDAHULUAN

Masalah utama yang dihadapi oleh sumber daya air meliputi permasalahan kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan juga permasalahan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin menurun dari tahun ke tahun. Kegiatan industri, domestik, dan kegiatan lain berdampak negatif terhadap sumber daya air, antara lain menyebabkan penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan kerusakan, dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air (Effendi, 2003:25).

Berdirinya industri berdampak positif terhadap perkembangan wilayah. Selain mempunyai dampak positif perkembangan ini juga mempunyai dampak negatif, misalnya berkurangnya lahan terbuka hijau, semakin meningkatnya kebutuhan air bersih, dan penurunan kualitas lingkungan. Kegiatan-kegiatan tersebut selanjutnya akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah baru seperti beberapa hal berikut ini : 1) erosi pantai; 2) tanah timbul sebagai akibat endapan pantai dan menyebabkan majunya garis pantai; 3) pembelokan atau pendangkalan muara sungai yang dapat menyebabkan tersumbatnya aliran air sungai sehingga mengakibatkan banjir daerah hulu; 4) pencemaran lingkungan akibat limbah dari kawasan industri atau pemukiman atau perkotaan yang dapat merusak ekologi; dan 5) penurunan atau intrusi air asin pada akuifer akibat pemompaan air tanah yang berlebihan (Triatmodjo, 1994:40).

Semakin berkembangnya industri serta pemukiman, maka ketergantungan aktivitas manusia pada air tanah semakin dirasakan. Kebutuhan air tanah seringkali menimbulkan berbagai dampak negatif bagi kualitas dan kuantitas sumber daya air tanah. Dampak negatif yang bersifat kuantitatif biasanya dijumpai selama musim kemarau akibat curah hujan yang rendah. Pasokan airtanah juga dipengaruhi oleh daerah bervegetasi (hutan) di hulu sungai. Dampak negatif yang bersifat kualitatif (kualitas airtanah) berupa timbulnya pencemaran sumur-sumur penduduk di sekitar aliran sungai yang menjadi sarana pembuangan limbah pabrik (Asdak, 1995:28).

Kabupaten Sidoarjo terletak bersebelahan dengan Kota Surabaya merupakan daerah penyangga. Hal ini menyebabkan Kabupaten Sidoarjo terus mengalami perkembangan, dapat dilihat dari semakin banyaknya industri yang tumbuh di kabupaten tersebut. Hal ini dapat berakibat pada meningkatnya kebutuhan air bersih.

Salahsatu Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo yang langsung berbatasan dengan Kota Surabaya adalah Kecamatan Taman. Kecamatan ini mempunyai luas wilayah 31,85 km². Penggunaan lahan sebagian besar digunakan untuk Industri dan Perumahan 2511.5 ha, sedangkan untuk lahan pertanian kurang lebih 673.5 ha. (Kecamatan Taman dalam Angka, 2018). Jumlah industri di Kecamatan Taman pada tahun 2017 yaitu 45 industri besar dan 76 industri sedang (Sidoarjo dalam angka 2018)

Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi masyarakat, kebutuhan air juga mengalami peningkatan, baik dari sisi jumlah maupun mutu. (Suprihatin, 2013:56). Kelurahan Taman merupakan wilayah terpadat di Kecamatan Taman. Berdasarkan jumlah penduduknya sebanyak 9180 jiwa dengan luas wilayah 81 km². Sehingga kepadatannya sebesar 14,805 jiwa/km². Mayoritas masyarakat kelurahan Taman memanfaatkan air bersih dari air tanah dangkal.

Berdasarkan survei awal dari masyarakat Kelurahan Taman ditemukan kondisi air sumur yang terasa asin. Mayoritas masyarakat yang mengeluhkan kondisi air sumurnya, mempergunakan air sumurnya hanya untuk kebutuhan mandi, cuci dan kakus. Kebutuhan air minum dengan membeli air minum dalam kemasan, sedangkan untuk kebutuhan memasak dengan membeli air ledeng eceran yang dibeli dari penjual air bersih keliling dalam bentuk jerigen-jerigen,.

Kebutuhan air tanah yang terus meningkat, mendesak masyarakat untuk juga terus mengusahakan ketersediaan air, sehingga menyebabkan pengambilan air tanah semakin meningkat. Menurut Abadi (2011:78) terdapat kecenderungan terus menurunnya kualitas air karena meningkatnya pencemaran air oleh buangan pemukiman dan industri sehingga semua kegiatan manusia dapat memengaruhi sifat hidrolika dan sifat kimia air tanah.

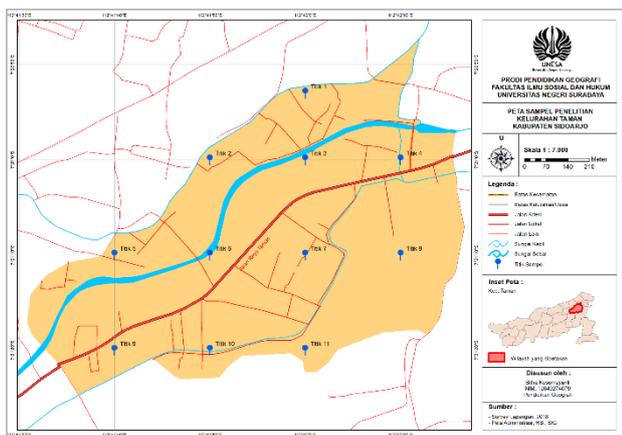
Berdasarkan kondisi daerah penelitian tersebut, diperlukan adanya perhatian uji kualitas air dan kandungannya untuk mengetahui dan menjaga dari pencemaran sehingga diperhatikan peneliti untuk melakukan penelitian berjudul "**Studi Kimia Air Tanah Dangkal di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo**". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :1) persebaran keasinan air tanah dangkal di kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo 2) penyebab kondisi air tanah dangkal berasa asin di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo

METODE PENELITIAN

Menurut Tika (2005:6) survei adalah suatu metode penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan sejumlah besar data berupa variabel, unit atau individu dalam waktu bersamaan. Variabel yang dikumpulkan dapat bersifat fisik maupun sosial. Jenis penelitian ini adalah penelitian survei dengan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan komparasi.

Lokasi penelitian ini dilakukan di wilayah Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo. Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh sumur air tanah dangkal yang ada di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo.

Sampel dalam penelitian ini diambil sebanyak 11 (sebelas) titik sumur air tanah dangkal yang airnya diambil untuk dilakukan uji laboratorium. Pengambilan titik sampel ditentukan menggunakan metode transek sampling. Berikut adalah peta titik sampel penelitian :



Gambar 1. Peta Titik Sampel Penelitian (Sumber : Data sekunder yang diolah tahun 2019)

Teknik pengumpulan data yang dilakukan meliputi dokumentasi, observasi dan pengukuran. Dokumentasi berkaitan dengan penelitian ini berupa peta geologi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kabupaten Sidoarjo. Observasi yang dilakukan adalah pengamatan secara langsung terhadap rasa air sumur pada lokasi penelitian menggunakan panca indera. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui kandungan Daya Hantar Listrik (DHL) pada sumur-sumur titik sampel. Pengukuran uji laboratorium sampel penelitian pada parameter Cl , CO_3 , HCO_3 , Ca , Mg , Na , K , SO_4 .

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. *Global Positioning System*, untuk pengukuran titik pengambilan sampel air.
2. *Electric Conductivity (EC) meter*, merupakan alat yang digunakan untuk mengukur Daya Hantar Listrik (DHL)
3. Peta Rupa Bumi Bakosurtanal Lembar 1608-414 Wonokromo sebagai panduan observasi.
4. Peta geologi RTRW Kabupaten Gresik sebagai panduan observasi
5. Aplikasi ArcGis untuk pemetaan persebaran keasaman air tanah dangkal dan persebaran karakteristik sifat kimia air tanah dangkal.

Penelitian ini terdapat beberapa metode analisis , antara lain :

1. Persebaran Keasaman Air Tanah Dangkal
Analisis sampel air yang diperoleh akan dilakukan pengukuran keasaman air tanah Berdasarkan kandungan DHL. Sampel air memiliki nilai daya hantar listrik $<1500\mu S/cm$ dikategorikan dalam air tawar. Sampel air memiliki nilai daya hantar listrik $1500\mu mhos/cm$ - $5000\mu mhos/cm$ dikategorikan dalam air payau. Daya hantar listrik $>5000\mu mhos/cm$ merupakan kategori air asin.

2. Analisis Penyebab Keasaman Air Tanah Dangkal

Metode analisis yang digunakan adalah dengan metode deskriptif kuantitatif. Analisis yang digunakan berdasarkan perbandingan konsentrasi Klorida-bikarbonat (*Chlorida-bikarbonat Ratio*) menurut rumus Revelle. Adapun rumus perbandingan menurut Revelle adalah sebagai berikut :

$$R = \frac{[Cl]}{[CO_3 + HCO]}$$

Air laut mengandung ion Cl dan Na lebih dominan, sedangkan pada air tanah ion yang dominan adalah CO_3 dan HCO_3 . Adanya penyusupan air laut, maka komposisi air tanah akan berubah, yaitu ion Cl akan bertambah. Cl , CO_3 , dan HCO_3 dalam satuan yang sama yaitu mg/l . Hasil perhitungan harga R tersebut, apabila $R > 1$ dan harga $DHL > 1500\mu S/cm$, maka keasaman air tanah disebabkan oleh adanya penyusupan laut. Nilai $R < 1$ dan harga $DHL > 1500\mu S/cm$, maka keasaman air tanah akibat adanya pelarutan mineral-mineral garam yang terdapat pada batuan akuifer.

Menurut Mandel and Shifan (1981) dalam penelitian “Gejala Intrusi Air Laut di Daerah Pantai Pekalongan” oleh Sugeng Widada (2007:45). Analisis karakteristik kimia airtanah dilakukan menggunakan Metode Diagram Trilinier Piper. Metode Diagram Trilinier Piper, prosentase kandungan anion dan kation dari berbagai titik pengambilan sampel digambarkan dalam satu diagram. Sifat kimia air tanah yang digunakan dalam analisa karakteristik kimia dengan metode Trilinier Piper antara lain: Magnesium (Mg) , Kalsium (Ca). Kalium (K), Natrium (Na) , Sulfat (SO_4) , Karbonat (CO_3) , Klorida (Cl) , Bikarbonat (HCO_3)

HASIL PENELITIAN

1. Persebaran Air tanah asin di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo

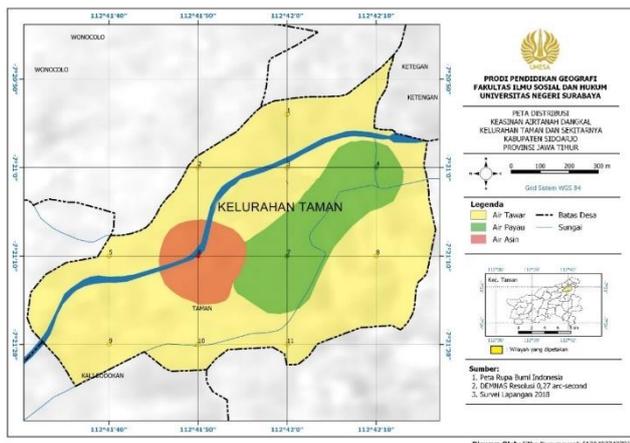
Berdasarkan hasil penelitian lapangan didapatkan data kandungan DHL air tanah dangkal di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo sebagai berikut :

Tabel 1 Daya Hantar Listrik Daerah Penelitian

No	Nama Sampel	DHL ($\mu mos/cm$)	Keterangan
1.	sampel 1	1336	Tawar
2.	sampel 2	1096	Tawar
3.	sampel 3	1182	Tawar
4.	sampel 4	2792	Payau
5.	sampel 5	1260	Tawar
6.	sampel 6	5634	Asin
7.	sampel 7	3460	Payau
8.	sampel 8	1260	Tawar
9.	sampel 9	750	Tawar
10.	sampel 10	932	Tawar
11.	sampel 11	1104	Tawar

Sumber : Data primer tahun 2018

Berdasarkan data didapatkan bahwa DHL dari 11 sampel yang diteliti, yang termasuk air payau yaitu sampel 4 dan 6, sedangkan yang termasuk air asin yaitu sampel 7, dan sisanya sampel 1, 2, 3, 5, 8, 9, 10 dan 11 merupakan air tawar. Berdasarkan data lokasi air tanah asin pada sampel-sampel selanjutnya dapat dibuat peta persebaran keasaman air tanah dengan cara menghubungkan titik tengah antar 2 titik sampel yang berasa tawar, payau dan asin yang merupakan batas keasaman air tanah. Hasil persebaran keasaman air tanah dapat dilihat di peta berikut,



Gambar 2 Peta Distribusi Keasinan Air Tanah Dangkal Lokasi Penelitian (Sumber : Data sekunder yang diolah tahun 2019)

Berdasarkan Peta Distribusi Keasinan Air Tanah Dangkal di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo terdapat 3 jenis air tanah dangkal berdasarkan keasinannya yaitu air tanah tawar yang berada di tepi wilayah, air payau berada di tengah cenderung pada sisi barat wilayah dan air asin pada bagian tengah wilayah.

2. Penyebab Airtanah asin di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo

Penyebab rasa payau atau rasa asin pada air tanah adalah kandungan garam. Salah satu unsur pembentuk garam yaitu Cl serta didominasi oleh ion CO_3^{2-} dan HCO_3^- . Perubahan komposisi air tanah karena adanya penyusupan air laut atau adanya pelarutan mineral-mineral garam pada batuan akuifer.

Penyebab keasinan airtanah dapat diketahui menggunakan Rumus Rasio Klorida Bikarbonat atau $Cl / (CO_3 + HCO_3)$ merupakan perbandingan antara anion Cl dengan anion Karbonat + Bikarbonat dalam satuan mililiter. Dinyatakan sebagai berikut :

$$R = \frac{[Cl]}{[CO_3 + HCO_3]}$$

Dalam satuan yang sama mg/liter, perbandingan ion Cl , CO_3 , HCO_3 menghasilkan R, dimana R menunjukkan penyebab keasinan airtanah. Jika nilai DHL >1500 $\mu\text{mhos/cm}$ dan $R > 1$ maka penyebab keasinan airtanah oleh penyusupan air laut. Nilai DHL >1500 $\mu\text{mhos/cm}$ dan $R < 1$ maka penyebab keasinan airtanah oleh terlarutnya mineral – mineral garam pada batuan akuifer.

Harga perbandingan klorida bikarbonat yaitu : 1) $R = 1/2$ adalah air bawah tanah tawar, 2) $R = 1,3$ terjadi pengaruh air laut sedikit, 3) $R = 2,8$ terjadi pengaruh air laut sedang, 4) $R = 6,6$ terjadi pengaruh air laut agak tinggi, 5) $R = 15,5$ terjadi pengaruh air laut tinggi, 6) $R = 200$ adalah air laut (Hendrayana 2002, Walton, 1980 : 11).

Berdasarkan hasil penelitian di Kelurahan Taman Kabupaten Sidoarjo ditemukan rasa asin dan payau pada air tanahnya pada sampel 4, 6 dan 7. Berdasarkan hasil uji laboratorium di dapatkan kandungan klorida (Cl), Bikarbonat (HCO_3^-) dan karbonat (CO_3^{2-}) sebagai berikut :

a. Sampel 4

Tabel 2 Hasil Uji Laboratorium Sampel 4 (Klorida, Bikarbonat , karbonat)

Parameter Uji	Hasil Uji	Metode
Klorida (Cl)	566(mg/L)	4500 Cl B Standard Methods 23 th Edition 2017
Bikarbonat(HCO_3^-)	453 (mg/L)	2320 B Standard Methods 23 th Edition 2017
Karbonat (CO_3^{2-})	17,8 (mg/L)	2320 B Standard Methods 23 th Edition 2017

Sumber : Hasil Uji Laboratorium tahun 2018

Berdasarkan hasil uji lab sampel 4 diperoleh kandungan DHL sebesar 2792 $\mu\text{mhos/cm}$ merupakan air payau dan dari hasil laboratorium kandungan Klorida (Cl) sebesar 566 mg/L, Karbonat (CO_3^{2-}) sebesar 453 mg/L dan kandungan Bikarbonat (HCO_3^-) sebesar 17,8 mg/L. Penyebab kondisi airtanah di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo berasa asin digunakan rumus perbandingan konsentrasi khlorida-bikarbonat sebagai berikut :

$$R = \frac{[Cl]}{[CO_3 + HCO_3]} = \frac{[566]}{[17,8 + 453]} = 1,20220900594$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa perbandingan konsentrasi khlorida-bikarbonat (R) sampel 4 adalah 1,20220900594 dimana nilai $R > 1$. Hal ini menunjukkan bahwa keasinan airtanah pada sampel 4 diduga disebabkan adanya penyusupan air laut.

b. Sampel 6

Tabel 3 Hasil Uji Laboratorium Sampel 6 (Klorida, Bikarbonat , karbonat)

Parameter Uji	Hasil Uji	Metode
Klorida (Cl)	1836 (mg/L)	4500 Cl B Standard Methods 23 th Edition 2017
Bikarbonat(HCO_3^-)	109 (mg/L)	2320 B Standard Methods 23 th Edition 2017
Karbonat (CO_3^{2-})	11,9 (mg/L)	2320 B Standard Methods 23 th Edition 2017

Sumber : Hasil uji laboratorium tahun 2018

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan sampel 6 diperoleh kandungan DHL sebesar 5634 $\mu\text{mhos/cm}$ merupakan air asin dan dari hasil laboratorium kandungan Klorida (Cl) sebesar 1836 mg/L, Karbonat (CO_3^{2-}) sebesar 11,9 mg/L dan kandungan Bikarbonat (HCO_3^-) sebesar 109 mg/L. Penyebab kondisi airtanah di Kelurahan Taman Kabupaten Sidoarjo berasa asin digunakan rumus perbandingan konsentrasi khlorida-bikarbonat sebagai berikut :

$$R = \frac{[Cl]}{[CO_3 + HCO_3]} = \frac{[1836]}{[109 + 11,9]} = 15,186104218$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa perbandingan konsentrasi khlorida-bikarbonat (R) sampel 6 adalah 15,186104218 dimana nilai $R > 1$. hal ini menunjukkan bahwa keasinan airtanah pada sampel 6 dipengaruhi air laut yang tinggi disebabkan adanya penyusupan air laut.

c. Sampel 7

Tabel 4 Hasil Uji Laboratorium Sampel 7 (Klorida, Bikarbonat, karbonat)

Parameter Uji	Hasil Uji (mg/L)	Metode
Klorida (Cl)	794	4500Cl B Standard Methods 23 th Edition 2017
Bikarbonat(HCO ₃)	368	2320 B Standard Methods 23 th Edition 2017
Karbonat (CO ₃ ²)	17,8	2320 B Standard Methods 23 th Edition 2017

Sumber : Hasil Uji Laboratorium tahun 2018

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan sampel 7 diperoleh kandungan DHL sebesar 3460 μmhos/cm merupakan air payau dan dari hasil laboratorium kandungan Klorida (Cl) sebesar 794 mg/L, Karbonat (CO₃²) sebesar 17,8 mg/L dan kandungan Bikarbonat (HCO₃²) sebesar 368 mg/L. Untuk mengetahui penyebab kondisi airtanah di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo berasa asin digunakan rumus perbandingan konsentrasi khlorida-bikarbonat sebagai berikut :

$$R = \frac{[Cl]}{[CO_3 + HCO_3]} = \frac{[794]}{[17,8 + 368]} = 2,058061171$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa perbandingan konsentrasi khlorida-bikarbonat (R) sampel 7 adalah 2,058061171 dimana nilai R>1 . hal ini menunjukkan bahwa keasinan airtanah pada sampel 7 disebabkan adanya kemungkinan penyusupan air laut.

Analisis kualitas air digunakan untuk memahami perubahan kualitas karena interaksi antara air dan batuan atau pengaruh aktivitas manusia. Selanjutnya , untuk mengetahui penyebab keasinan air tanah dilakukan analisis hidrokimia air tanah dengan penentuan konsentrasi ion utama. dimana kation (Na, Ca, Mg, K) dan Anion (Cl, SO₄, CO₃, HCO₃) yang kemudian dinyatakan dalam diagram trilier piper.

Diagram menunjukkan perbedaan jenis air di wilayah penelitian dikembangkan untuk memahami dan mengidentifikasi komposisi air dalam kelas-kelas yang berbeda. Berikut ini merupakan hasil uji laboratorium kation dan anion daerah penelitian :

Tabel 5 Hasil Uji Laboratorium Kation dan Anion Dominan Daerah Penelitian

Nama Sampel	Kation (ppm)				Anion (ppm)			
	Na	Ca	Mg	K	Cl	SO ₄	CO ₃	HCO ₃
Sampel 1	124	136	28,9	14,6	220	1	35,6	302
Sampel 2	131	98,7	24,7	6,0	109	32,1	35,6	278
Sampel 3	216	69,8	16,1	27,4	145	33,2	35,6	278
Sampel 4	610	78,3	25,8	52,0	566	49,9	17,8	453
Sampel 5	174	107	26,4	7,0	101	34,6	17,8	314
Sampel 6	1273	122	91,9	19,9	1836	9,0	11,9	109
Sampel 7	606	167	56,9	51,6	794	37,4	17,8	368
Sampel 8	179	96,3	22,2	21,0	166	34,2	5,9	344
Sampel 9	66,6	98,2	14,8	9,7	47,6	15,1	23,8	248
Sampel 10	68,1	98,2	25,2	36,8	65,5	13,0	11,9	356
Sampel 11	186	41,8	20,5	5,1	258	12,7	11,9	96,6

Sumber : Hasil uji laboratorium tahun 2018

Berdasarkan data selanjutnya dilakukan analisis sifat hidrokimia air tanah dengan mengkonversi ke Miliekuivalen. Berikut rumusnya :

$$Meq = \frac{ppm}{berat\ atom}$$

Berikut daftar berat atom dari masing- masing kation dan anion berdasarkan tabel periodik kimia

Tabel 6 Berat Atom Tiap Kation dan Anion

No.	Kation dan Anion	Berat Atom
1	Na	22,9898
2	Ca	20,04
3	Mg	12,156
4	K	39,1
5	Cl	35,5
6	SO ₄	96
7	CO ₃	60
8	HCO ₃	61

Sumber : Tabel Periodik Kimia

Selanjutnya tabel hasil analisis sifat hidrokimia air tanah dengan rumus miliekuivalen dibagi berat atom pada kation adalah sebagai berikut,

Tabel 7 Perhitungan Miliekuivalen dibagi Berat Atom Pada Kation

Nama Sampel	Kation (meq)			
	Na	Ca	Mg	K
Sampel 1	5,393696	6,786427	2,377427	0,374359
Sampel 2	5,698179	4,92515	2,031918	0,153846
Sampel 3	9,395471	3,463074	1,324449	0,702564
Sampel 4	26,53351	3,907186	2,122409	1,333333
Sampel 5	7,568574	5,339321	2,171767	0,179487
Sampel 6	55,37238	6,087824	7,560053	0,510256
Sampel 7	26,35952	8,333333	4,680816	1,323077
Sampel 8	7,786062	4,805389	1,826259	0,538462
Sampel 9	2,896937	4,9002	1,217506	0,248718
Sampel 10	2,962183	4,9002	2,07305	0,94359
Sampel 11	8,090545	2,085828	1,68641	0,130769

Sumber : Data primer diolah tahun 2018

Adapun hasil perhitungan miliekuivalen dibagi berat atom pada anion sebagai berikut,

Tabel 8 Perhitungan Miliekuivalen dibagi Berat Atom Pada Anion

Nama Sampel	Anion (meq)			
	Cl	SO ₄	CO ₃	HCO ₃
Sampel 1	6,197183	0,010417	0,593333	4,95082
Sampel 2	3,070423	0,334375	0,593333	4,557377
Sampel 3	4,084507	0,345833	0,593333	4,557377
Sampel 4	15,94366	0,519792	0,296667	7,42623
Sampel 5	2,84507	0,360417	0,296667	5,147541
Sampel 6	51,71831	0,09375	0,198333	1,786885
Sampel 7	22,3662	0,389583	0,296667	6,032787
Sampel 8	4,676056	0,35625	0,098333	5,639344
Sampel 9	1,340845	0,157292	0,396667	4,065574
Sampel 10	1,84507	0,135417	0,198333	5,836066
Sampel 11	7,267606	0,132292	0,198333	1,583607

Sumber : Data primer diolah tahun 2018

Selanjutnya Konversi Ion kedalam satuan persen. Berikut merupakan perhitungan konversi kation dari meq ke dalam persen. Rumus konversi kation dari meq ke dalam persen sebagai berikut,

$$100\% = Ca (\%) + (Na+K) (\%) + Mg (\%)$$

$$Ca (\%) = Ca (meq) : (Na+Ca+Mg+K) meq \times 100\%$$

$$(Na+K) \% = (Na+K) (meq) : (Na+Ca+Mg+K) meq \times 100\%$$

$$Mg \% = Mg (meq) : (Na+Ca+Mg+K) meq \times 100\%$$

Adapun hasil perhitungan konversi kation dari miliekuivalen ke dalam persen adalah sebagai berikut

Tabel 9 Konversi Kation dari Miliekuivalen (meq) ke dalam persen (%)

No	Nama Sampel	(Ca + (Na+K) + Mg) meq	Ca (%)	(Na+K)%	Mg %
1	Sampel 1	14.93190	45.44916	38.62905	15.92178
2	Sampel 2	12.80909	38.45042	45.68649	15.86309
3	Sampel 3	14.88555	23.26466	67.8378	8.897542
4	Sampel 4	33.89643	11.52683	82.21171	6.261451
5	Sampel 5	15.25914	34.99095	50.77649	14.23255
6	Sampel 6	69.53051	8.755615	80.37139	10.87299
7	Sampel 7	40.69674	20.47666	68.02164	11.50169
8	Sampel 8	14.95617	32.12981	55.65945	12.21073
9	Sampel 9	9.263360	52.89873	33.95803	13.14324
10	Sampel 10	10.87902	45.04264	35.90187	19.05548
11	Sampel 11	11.99355	17.39125	68.54778	14.06097

Sumber : Data primer diolah 2018

Berikutnya dilanjutkan perhitungan konversi anion dari miliekuivalen ke dalam persen. Berikut Rumusnya

$$100\% = Cl(\%) + SO_4(\%) + HCO_3 + CO_3(\%)$$

$$Cl(\%) = Cl(\text{meq}) : (Cl + SO_4 + HCO_3 + CO_3) \text{ meq} \times 100\%$$

$$SO_4(\%) = SO_4(\text{meq}) : (Cl + SO_4 + HCO_3 + CO_3) \text{ meq} \times 100\%$$

$$(HCO_3 + CO_3)(\%) = (HCO_3 + CO_3)(\text{meq}) : (Cl + SO_4 + HCO_3 + CO_3) \text{ meq} \times 100\%$$

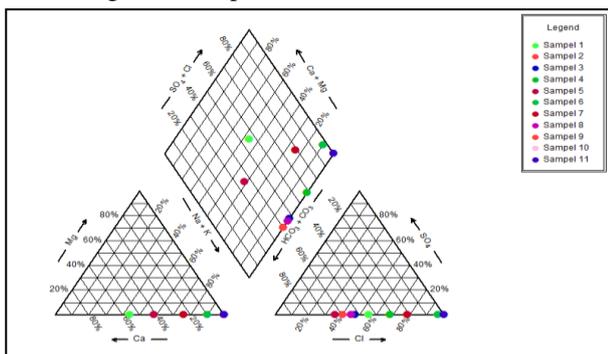
Adapun perhitungan konversi miliekuivalen ke persen pada anion lokasi penelitian adalah sebagai berikut,

Tabel 10 Konversi Anion dari Miliekuivalen (meq) ke dalam persen (%)

No	Nama Sampel	(Cl + SO ₄ + HCO ₃ + CO ₃) meq	Cl (%)	SO ₄ %	(HCO ₃ + CO ₃) %
1	Sampel 1	11.75175	52.73412	0.088639	47.17724
2	Sampel 2	8.55550	35.88826	3.908301	60.20344
3	Sampel 3	9.58105	42.6311	3.609555	53.75934
4	Sampel 4	24.1863	65.92008	2.149112	31.93080
5	Sampel 5	8.64969	32.89215	4.166814	62.94103
6	Sampel 6	53.7972	96.13555	0.174265	3.690184
7	Sampel 7	29.0852	76.8988	1.339454	21.76174
8	Sampel 8	10.7699	43.41749	3.307804	53.27470
9	Sampel 9	5.96037	22.49598	2.638955	74.86506
10	Sampel 10	8.01488	23.02054	1.689564	75.28989
11	Sampel 11	9.18183	79.15198	1.440797	19.40722

Sumber : Data primer diolah 2019

Berdasarkan analisis selanjutnya dilakukan plotting ke diagram trilinear piper untuk mengetahui sifat kimia air tanah wilayah penelitian. Melalui diagram tersebut dapat digambarkan adanya pencampuran dua jenis air yang berbeda sumbernya akan tergambar pada garis lurus yang menghubungkan dua titik air tawar dan titik air asin, sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi adanya penyusupan air laut. Berikut hasil plotting sifat kimia air tanah dangkal lokasi penelitian :



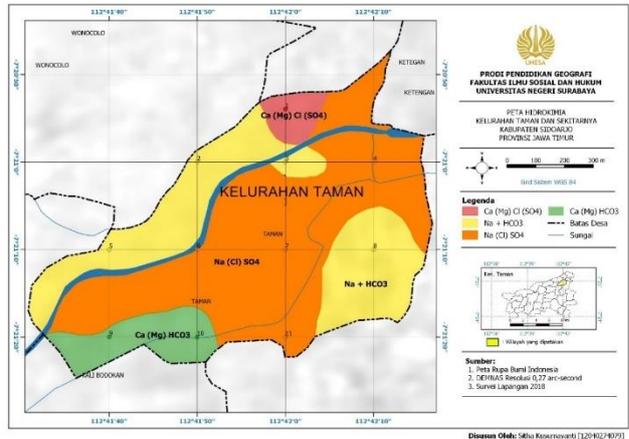
Gambar 3 Hasil Plotting Diagram Trilinear Piper
(Sumber: Data primer diolah 2019)

Keterangan

Sampel 1 = Ca (Mg) Cl (SO₄) tipe
Sampel 1 = Ca (Mg) Cl (SO₄) tipe
Sampel 3 = Na + HCO₃ tipe
Sampel 4 = Na (Cl) SO₄ tipe
Sampel 5 = Na + HCO₃ tipe
Sampel 6 = Na (Cl) SO₄ tipe

Sampel 7 = Na(Cl)SO₄ tipe
Sampel 8 = Na+HCO₃ tipe
Sampel 9= Ca(Mg)HCO₃ tipe
Sampel 10=Ca(Mg)HCO₃ tipe
Sampel 11 = Na (Cl)SO₄ tipe

Berdasarkan data, untuk mengetahui bagaimana persebaran sifat kimianya direpresentasikan kedalam peta berikut,



Gambar 4 Peta Sifat Kimia Air Tanah Lokasi Penelitian (sumber : data sekunder diolah 2019)

Berdasarkan hasil analisis plotting diatas, terdapat 4 sifat kimia air tanah (hidrokimia) di wilayah Taman. Sifat kimia air tanah (hidrokimia) tersebut meliputi, tipe Ca(Mg)Cl(SO₄), tipe Na+HCO₃, tipe Na(Cl)SO₄, dan tipe Ca(Mg)HCO₃.

PEMBAHASAN

Masyarakat wilayah kelurahan Taman Kabupaten Sidoarjo sebagian besar menggunakan air tanah dangkal untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Hal ini sebagian besar masyarakat mengeluhkan bahwa air tanah dangkal berasa asin dan sebagian tawar, sehingga masyarakat harus memilih untuk menggunakan air tanah dangkal di wilayahnya

1. Persebaran Air tanah asin di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo

Persebaran air tawar dan air asin di wilayah Kelurahan Taman Kabupaten Sidoarjo dapat diketahui dengan analisis nilai kandungan DHL dari setiap titik pengambilan sampel air tanah dangkal yang diukur dengan alat EC meter. Terdapat 11 titik pengambilan sampel yang menyebar dalam kelurahan taman. Berdasarkan hasil penelitian terdapat 8 titik sampel merupakan air tawar karena nilai DHL < 1500 μmos/s yaitu sampel 1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11 dan terdapat 3 titik sampel yang merupakan air asin dengan nilai DHL > 1500 μmos/s yaitu sampel 4, 6 dan 7. Mengetahui penyebab rasa asin air tanah dangkal wilayah kelurahan Taman Kabupaten Sidoarjo dilakukan analisis perbandingan konsentrasi klorida bikarbonat (Chlorida bicarbonat ratio) menurut Ravelle. Sampel yang dihitung adalah sampel dengan rasa asin, DHL > 1500 μmos/s, yaitu sampel 4, 6 dan 11.

Nilai baku mutu daya hantar listrik menurut Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran air adalah $2250\mu\text{mhos/cm}$ golongan D yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian serta usaha perkotaan, industri dan pembangkit listrik. Sedangkan kadar alamiahnya adalah $20\text{-}1500\mu\text{mhos/cm}$ (Boyd, 1988 dalam Effendi, 2003). Pada wilayah Taman, air tanah dangkal yang aman yaitu sumur nomor 1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, dan 11. Sumur nomor 4,6, dan 7 tidak dapat digunakan untuk kebutuhan air bersih dan air minum karena kandungan daya hantar listrik melebihi kadar alamiahnya.

2. Penyebab Air Tanah asin di Kelurahan Taman Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo

Perbandingan karbonat dan bikarbonat dapat menunjukkan penyebab kondisi air asin air tanah. Menurut Ravelle $R > 1$ maka penyebab air tanah dangkal yang berasa asin dengan $\text{DHL} > 1500\mu\text{mhos/s}$ karena adanya air laut yang diduga mengalami penyusupan pada batuan akuifer Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai R sampel 4 yaitu 120220900594, nilai R sampel 6 hasilnya 15,186104218 dan nilai R sampel 7 sebesar 15,186104218. Hasil penelitian dapat diketahui bahwa terdapat 3 jenis air tanah di Kelurahan Taman Kecamatan Taman yaitu air tanah tawar, air tanah payau dan air tanah asin.

Berdasarkan peta persebaran keasinan air tanah pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa persebaran air tawar terdapat pada sampel nomor sampel 1, 2, 3, 5, 8, 9, 10 dan 11 dimana sampel tersebut berada pada tepian wilayah menyebar. Berdasarkan geomorfologinya, lokasi air tanah dangkal dan sekitarnya berlokasi pada bentuk lahan dataran aluvial yang berada menjauhi sungai dimana bentuk lahan ini berasal dari endapan lumpur yang dibawa melalui sungai.

Persebaran air asin jika dilihat Berdasarkan peta persebaran keasinan air tanah pada lokasi penelitian terdapat pada sampel nomor 4, 6 dan 7. Sampel tersebut berada pada wilayah tengah yang mendekati sungai. Berdasarkan geomorfologinya, lokasi air tanah dangkal berlokasi pada bentuk lahan dataran aluvial yang berada dekat dengan aliran sungai. Bentuk lahan ini berasal dari pembentukan delta dari endapan lumpur yang dibawa melalui sungai. Wilayah ini berbatasan langsung dengan kota Surabaya, sebagai daerah penyangga, serta termasuk dalam dataran rendah kawasan pemukiman padat dan industri. Semakin banyaknya aktifitas dalam penggunaan air tanah dangkal di wilayah ini diduga ketersediaan air tanah dangkal di wilayah ini tidak tercukupi.

Kondisi geologi air tanah dengan nilai DHL tinggi terletak pada kondisi geologi Alluvium. Sedangkan dilihat dari kondisi geomorfologinya air tanah dengan nilai DHL tinggi terletak pada kondisi geomorfologi Dataran Alluvial. Air tanah yang berada di daerah selatan sungai mempunyai nilai DHL yang cukup tinggi. Daerah yang berada utara sungai kondisi airnya tawar.

Analisis 11 sampel terdapat empat sifat kimia air tanah -di wilayah kelurahan Taman Kabupaten Sidoarjo yaitu, tipe $\text{Ca}(\text{Mg})\text{Cl}(\text{SO}_4)$, tipe $\text{Na} + \text{HCO}_3$, tipe $\text{Na}(\text{Cl})\text{SO}_4$, dan $\text{Ca}(\text{Mg})\text{HCO}_3$ tipe. Berdasarkan hasil tersebut diduga

bahwa air tanah dangkal di daerah penelitian tersebut awalnya adalah daerah yang sangat terpengaruhi oleh air laut. Hal ini terlihat pada hasil penelitian dominasi unsur Na pada hasil sampel air dengan menggunakan analisa diagram trilinear piper.

Tipe $\text{Ca}(\text{Mg})\text{Cl}(\text{SO}_4)$. Diagram trilinear piper wilayah ini menunjukkan adanya percampuran dua macam air dari jenis yang berbeda karena berada pada titik cenderung kekiri sehingga dominansi tawar menguat meskipun masih terasa agak asin. Hal ini diperkuat dengan kandungan DHL mendekati $1500\mu\text{mhos/cm}$.

Tipe $\text{Na} + \text{HCO}_3$. Sifat ini adalah sifat kimia air tanah yang mendominasi pada air tanah bagian barat laut dan tenggara daerah penelitian. Tipe ini berada pada daerah endapan aluvial dengan batuan aluvium dengan umur batuan holosen. Proses pembentukan ini berada pada daerah yang proses pembentukannya dipengaruhi oleh proses fluvial. Sifat kimia air tanah ini terdapat pada sampel nomor 2,5, 3 dan 8. Tipe ini terbentuk diduga karena air tanahnya terpengaruhi oleh akuifer yang ada ditempatnya, dan sumber air tanahnya yang berasal dari air hujan. Sifat kimia air tanah ini yang mendominasi komposisi anion adalah HCO_3 , hal ini dipengaruhi oleh adanya pencucian air tawar. Air tawar umumnya adalah tipe HCO_3 . Adanya proses pencucian kation air tanah dari air asin ke air tawar dimulai dari $\text{Na} \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Ca} \rightarrow \text{Cl} \rightarrow \text{SO}_4 \rightarrow \text{CO} + \text{HCO}_3$. Proses pencampuran, proses evolusi kimia juga sering menjadi penyebab utama keasinan airtanah. Evolusi air tanah umumnya diikuti oleh perubahan regional dari anion dominannya seperti berikut ini : $\text{HCO}_3 \rightarrow \text{HCO}_3 + \text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_4 + \text{HCO}_3 \rightarrow \text{SO}_4 + \text{Cl} \rightarrow \text{Cl} + \text{SO}_4 \rightarrow \text{Cl}$. (Teori Chebotarev, dalam penelitian "Hidrokimia Airtanah Dangkal di Pesisir Kabupaten Rembang Propinsi Jawa Tengah oleh Hariyanto, 2017:87)

Tipe ini ditinjau dari hasil analisis perbandingan konsentrasi klorida-bikarbonat menurut Ravelle, air tanahnya banyak terpengaruh oleh anion HCO_3 . Hal ini dikarenakan asinnya air tanah di wilayah penelitian diduga karena awalnya terpengaruh air laut, ditandai dengan kation yang dominan adalah Na , proses berikutnya tercuci oleh air hujan yang mengikat CO_2 membentuk karbonat dan mensubstitusi anion Cl .

Tipe $\text{Na}(\text{Cl})\text{SO}_4$. Sifat ini adalah sifat kimia air tanah yang mendominasi pada air tanah bagian tengah daerah penelitian. Tipe ini berada pada daerah endapan aluvial dengan batuan aluvium dengan umur batuan holosen. Proses pembentukan ini berada pada daerah yang proses pembentukannya dipengaruhi oleh proses fluvial. Tipe ini terbentuk diduga karena air tanahnya terpengaruhi oleh akuifer yang ada ditempatnya, dan sumber air tanahnya yang berasal dari air hujan dan berasal dari air Sungai. Sifat kimia air tanah ini yang mendominasi komposisi anionnya adalah $\text{Cl} + \text{SO}_4^{2-}$. Pada tipe ini jika ditinjau dari hasil analisis perbandingan konsentrasi klorida-bikarbonat menurut Ravelle, air tanahnya banyak terpengaruh oleh anion $\text{Cl} + \text{SO}_4$. Hal ini dikarenakan hasil dari analisis Ravelle pada sampel nomor 4, 6, dan 7 menunjukkan hasil ($R > 1$). Hasil tersebut menunjukkan asinnya air tanah di wilayah penelitian diduga karena ada pengaruh dari air laut. Sifat kimia air tanah ini terdapat pada sampel 4, 6,

dan 7 terjadi mengenceran air asin oleh air tawar sehingga ion klorida diganti karbonat yang mendominasi SO_4 mulai terlarut menunjukkan ada sedimen organik.

Tipe $Ca(Mg)HCO_3$. Peta karakteristik kimia air tanah wilayah penelitian tipe ini berada pada sampel 9 dan 10 di bagian selatan dan menjauhi sungai. Unsur kimia pada tipe ini merupakan kandungan air tanah lebih mendekati kepada sifat unsur kimia air tawar

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dari hasil analisis data pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Daya Hantar Listrik air tanah dalam satuan wilayah Taman ada perbedaan kondisi. Wilayah Kelurahan Taman terdapat 3 jenis air tanah berdasarkan keasinannya yang di tunjukkan dengan nilai daya hantar listrik yaitu air tanah tawar, air tanah payau dan air tanah asin. Persebaran air asin berdasarkan peta cenderung di tengah wilayah dan berada bagian selatan sungai.
2. Analisis penyebab asinnya air tanah menggunakan metode perbandingan konsentrasi klorida-bikarbonat menurut Ravelle, dihasilkan disebabkan adanya penyusupan air laut pada akuifer. Hal ini dimungkinkan karena wilayah Taman termasuk dalam delta brantas dimana merupakan dataran aluvial yang terus mengalami pengendapan sehingga dalam proses pembentukan delta yang dahulunya laut kemudian mengalami pengendapan. Sifat hidrokimia air tanah dangkal di wilayah penelitian menyimpulkan bahwa terdapat empat sifat kimia air tanah. Sifat hidrokimia tersebut yaitu tipe $Ca(Mg)Cl(SO_4)$, tipe $Na+HCO_3$, tipe $Na(Cl)SO_4$, dan tipe $Ca(Mg)HCO_3$. Hal ini terjadi pencucian air dan pertukaran kation sehingga kondisi air tanah di wilayah Taman terjadi perubahan dari airtanah asin ke air tanah tawar.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut;

1. Pemerintah hendaknya memberikan perhatian tentang air bersih kepada masyarakat wilayah Taman, khususnya masyarakat dengan kondisi air sumurnya berasa asin agar mendapatkan pelayan PDAM untuk keperluannya sehingga kedepannya kesehatan masyarakat terjaga.
2. Masyarakat hendaknya lebih berhati-hati dalam penggunaan air sumur karena kandungan yang tidak memenuhi syarat baku mutu air agar hanya digunakan untuk keperluan sarana rekreasi air seperti pembudidayaan ikan atau pengairan pertamanan

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, F., 2011, Pemetaan Kualitas Airtanah di Desa Dauh Puri Kaja Kota Denpasar, Tesis: Universitas Udayana
- Asdak, Chay. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Kabupaten Sidoarjo dalam Angka 2018. (Online), (<https://sidoarjokab.bps.go.id/diakses> pada 15 Februari 2019)
- Badan Pusat Statistik. 2018. Kecamatan Taman dalam Angka 2018. (Online), (<https://sidoarjokab.bps.go.id/diakses> pada 15 Februari 2019)
- Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air. Yogyakarta : Kanisius.
- Hendrayana, H. 2002. Intrusi Air Asin ke dalam Akuifer Daratan. Yogyakarta : UGM
- Hariyanto, Bambang. 2017. Hidrokimia Airtanah Dangkal Di Pesisir Kabupaten Rembang Propinsi Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional : Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial UNESA, hal 85-91
- Widada, Sugeng. 2007. Gejala Intrusi Air Laut di Daerah Pantai Kota Pekalongan. Ilmu Kelautan : Indonesian Jurnal Of Marine Science vol.12, no. 1, pp 45-52.
- Suprihatin .2013. Teknologi Proses Pengolahan Air untuk Mahasiswa dan Praktisi Industri. Bogor : IPB Press
- Tika, Moh Panbudu. 2005. Metode Penelitian Geografi. Jakarta : Bumi Aksara.
- Triatmodjo, B. 1994. Hidraulika II. Beta Offset : Yogyakarta