

Penilaian Hidrokimia dan Kualitas Air tanah Tidak Tertekan di Kawasan Pesisir Simeulue Timur, Provinsi Aceh

Assessment of Hydrochemistry and Unconfined Groundwater Quality at East Simeulue Coastal Area, Aceh Province

Wisnu Arya Gemilang¹ dan Hendra Bakti²

¹Loka Riset Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir, Kementerian Kelautan dan Perikanan
Jalan Raya Padang-Painan KM.16, Padang, Sumatra Barat – Indonesia

²Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Bandung, Jawa Barat – Indonesia

Naskah diterima 14 Februari 2019, selesai direvisi 23 Maret 2019, dan disetujui 29 April 2019
e-mail: wisnu.gemilang@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kecamatan Simulue Timur memiliki potensi wisata pesisir yang sangat bagus untuk dikembangkan. Namun, pengembangan pariwisata tidak terlepas pada penyediaan sarana dan prasarana pariwisata, salah satunya penyediaan air bersih. Penentuan karakteristik hidrogeokimia dan penentuan indeks kualitas airtanah (*Water Quality Index*) merupakan salah satu metode penilaian kelayakan airtanah di Simulue Timur. Air tanah di kawasan pesisir Simulue Timur didominasi oleh unsur HCO_3^- , dengan nilai rasio $Cl/HCO_3^- < 0,5$ yang mengindikasikan air tanah tidak terpengaruh air laut, sedangkan rasio $Na/Cl > 1$ mengindikasikan air tanah mengalami proses hidrolisis airtanah. Fasies hidrokimia airtanah Simulue Timur terdapat 5 jenis fasies yaitu $Mg-HCO_3^-$, $Ca-HCO_3^-$, percampuran $Ca-Na-HCO_3^-$, $Na-HCO_3^-$, $Na-SO_4^-$, tetapi secara keseluruhan di dominasi oleh fasies $Mg-HCO_3^-$. Rasio dari $Na+K / (Na+K+Ca)$ sebagai fungsi dari TDS juga menunjukkan bahwa kimia airtanah Simeulue Timur didominasi oleh interaksi batuan (formasi) dengan airtanah. Klasifikasi indek kualitas air tanah di pesisir Simuelue menunjukkan bahwa secara keseluruhan air tanah masuk dalam kategori *excellent water* (sangat baik) dan kategori *good water* (baik).

Kata kunci: hidrokimia, indeks kualitas airtanah, kualitas airtanah, pesisir, simeulue

ABSTRACT

East Simulue District has a very good coastal tourism potential to develop. However, tourism development cannot be separated from facilities as well as infrastructure, one of them is providing clean water. Determination of hydrogeochemical characteristics and determination of groundwater quality index (Water Quality Index) is one method of assessing groundwater worthiness in East Simulue. Ground water in the Simulue East coastal area is dominated by HCO_3^- elements, with a ratio value < 0.5 of Cl/HCO_3^- which indicates that ground water is not affected by sea water; while the ratio > 1 of Na/Cl indicates that groundwater has a process of groundwater hydrolysis. There are 5 types of hydrochemical facies of East Simulue groundwater, i.e. $Mg-HCO_3^-$, $Ca-HCO_3^-$, $Ca-Na-HCO_3^-$ mixing, $Na-HCO_3^-$, $Na-SO_4^-$, but overall is dominated by $Mg-HCO_3^-$ facies. The ratio of $Na+K / (Na+K+Ca)$ as a function of TDS also shows that the chemistry of East Simeulue groundwater is dominated by the interaction of rock (formation) with

groundwater. Groundwater quality index classification in Simeulue coastal shows that overall groundwater is in the category of excellent as well as good.

Keyword: Hydrochemistry, Water Quality Index (WQI,) groundwater quality, coastal, Simeulue,

PENDAHULUAN

Diperkirakan sekitar sepertiga penduduk dunia menggunakan airtanah untuk minum (Arumugam drr., 2015). Oleh karena itu, airtanah merupakan sumber pasokan air yang penting di seluruh dunia dan di antara berbagai alasan, yang paling penting adalah tidak tersedianya air permukaan yang bisa diminum (Pichaiah drr., 2013). Kuantitas dan kualitas airtanah merupakan faktor yang sama-sama penting dalam manajemen air terbaru. Kualitas air terutama dipengaruhi oleh pencemaran yang berasal dari sumber yang berbeda (Kumar drr., 2014).

Kesehatan manusia erat kaitannya dengan kualitas airtanah dan terancam oleh buruknya kualitas airtanah yang disebabkan oleh aplikasi pupuk yang berlebihan dan kondisi sanitasi yang tidak sehat. Urbanisasi yang cepat menyebabkan pencemaran airtanah telah mempengaruhi ketersediaan dan kualitas airtanah karena eksplorasi berlebihan dan pembuangan limbah yang tidak benar (Pei-Yue drr., 2010). Di daerah pesisir penyebab utama terjadinya pencemaran airtanah adalah intrusi air laut. Eksplorasi airtanah yang berlebihan juga memberikan permasalahan yang mempengaruhi kesesuaian air dapat dikonsumsi (Selvakumar drr., 2017).

Pulau Simeulue selain kebencanaan juga memiliki potensi sumber daya pesisir dan perairan yang besar di antaranya terumbu karang, hutan bakau, perairan yang bersih dan jernih dengan biota laut antara lain ikan, rumput laut, lobster, kepiting dan teripang (Nazarudin drr., 2015). Perubahan mencolok pasca tsunami di Pulau Simeulue adalah terjadinya akresi pada sebagian besar pantai, yang ditandai dengan semakin melebarnya pantai ke arah laut akibat pergerakan lempeng tektonik subduksi Busur Sunda (Natawidjaja, 2007). Kondisi ini memiliki dampak positif di antaranya makin bertambahnya luas kawasan pantai yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memperluas kawasan budidaya dan wisata (Gemilang dan Rahamawan, 2018). Kabupaten Simeulue memiliki potensi wisata bahari yang cukup besar yang didominasi oleh

pantai dan pulai yaitu seluas 219,80 hektar atau 88 persen dari total luas daerah wisata bahari (PUSDATIN, 2016).

Pengembangan wisata pesisir yang berkelanjutan dapat memberikan implikasi positif bagi kelestarian lingkungan pesisir. Salah satu bentuk pendekatan dalam pengembangan pariwisata adalah pendekatan pengembangan sarana dan prasarana pariwisata sehingga upaya pemanfaatan dapat dilakukan secara optimal (Fajriah dan Mussadun, 2014). Prasarana kepariwisataan meliputi semua fasilitas yang memungkinkan proses perekonomian berjalan dengan lancar meliputi prasarana umum wisatawan dan prasarana umum masyarakat. Prasarana terpenting dalam pengembangan pariwisata yaitu prasarana umum wisatawan yang meliputi ketersediaan air bersih (Muzha, 2013).

Kualitas airtanah merupakan hal sangat penting untuk mendukung kehidupan (Isa drr., 2012). Airtanah dikendalikan oleh alam dan faktor antropogenik, seperti struktur geologi, komposisi presipitasi (Jalali, 2007), proses geokimia, interaksi antara airtanah dan mineral penyusun akuifer (Subramani drr., 2010) dan aktivitas manusia. Interaksi tersebut merupakan faktor penyebab airtanah terbagi dalam berbagai jenis airtanah (Belkhiri dan Mouni, 2013). Kimia airtanah tergantung pada perbedaan proses hidrogeokimia bahwa airtanah mengalami lebih banyak ruang dan waktu (Narany drr., 2014).

Kualitas air pada akuifer pesisir dinilai menggunakan beberapa metode yang berbeda. Beberapa metode umum yang digunakan untuk mempelajari kualitas air pada akuifer termasuk metode hidrogeokimia (Al-Taani, 2013) (Mustapha drr., 2013) (Ravikumar dan Somashekar, 2013), investigasi geofisika (Kashouty drr., 2012) dan penginderaan jauh menggunakan GIS (Ketata drr., 2012) (Manap drr., 2013). Water Quality Index (WQI) merupakan metode yang efektif untuk menilai keadaan ekosistem dan metode ini didasarkan pada sekelompok parameter fisika-kimia dan biologi dari sampel air (Nasirin, 2007)

(Simoes drr., 2008). Penelitian terkait karakteristik hidrokimia dan kualitas airtanah di Simuelue belum pernah dilakukan baik oleh instansi pemerintah maupun swasta. Oleh karena itu penelitian terhadap karakteristik hidrokimia dan penilaian WQI di Simeulue Timur sangat penting untuk mengetahui hubungan antara parameter hidrogeokimia dengan kualitas sumber daya airtanah di Simeulue Timur.

METODE PENELITIAN

Area penelitian berada pada Pulau Simeulue dengan fokus penelitian mencakup Kecamatan Teupah Selatan dan Simeulue Timur (Gambar 1). Secara geografis lokasi penelitian terletak pada $96^{\circ} 20' 0''\text{E}$ – $96^{\circ} 30' 0''\text{E}$ longitude dan $2^{\circ} 20' 0''\text{N}$ – $2^{\circ} 30' 0''\text{N}$ latitude. Hampir 78,51% atau 106 desa dari keseluruhan 138 desa di Kabupaten Simeulue merupakan desa pesisir. Desa pesisir ini lebih dominan ditemukan di Kecamatan Simeulue Timur, yang berada di antara Kecamatan Teupah Selatan dan Kecamatan Teupah Barat (PPSP, 2013).

Pemetaan serta pengukuran parameter fisika dan kimia airtanah dilakukan pada 19 titik pengamatan berupa sumur gali yang merupakan jenis akuifer tidak tertekan. Pengukuran parameter fisika

airtanah meliputi kedalaman muka airtanah, daya hantar listrik (DHL), pH dan suhu. Alat pengukuran parameter tersebut menggunakan alat *handy water cheker Toax* dan tiap titik pengamatan dilakukan perekaman koordinat menggunakan *global positioning system* (GPS). Sebanyak 19 sampel airtanah dilakukan analisis di laboratorium Teknik Lingkungan ITB. Metode analisis kimia air di laboratorium didasarkan pada standar *methods for examination of water and wastewater* (Eaton drr., 1999). Untuk mengetahui kualitas hasil analisis tersebut dilakukan perhitungan *charge balance error* (CBE) dengan rumus (Freeze dan Cherry, 1979):

$$CBE = \frac{(\sum Zm_c - \sum Zm_a)}{(\sum Zm_c + \sum Zm_a)} \times 100$$

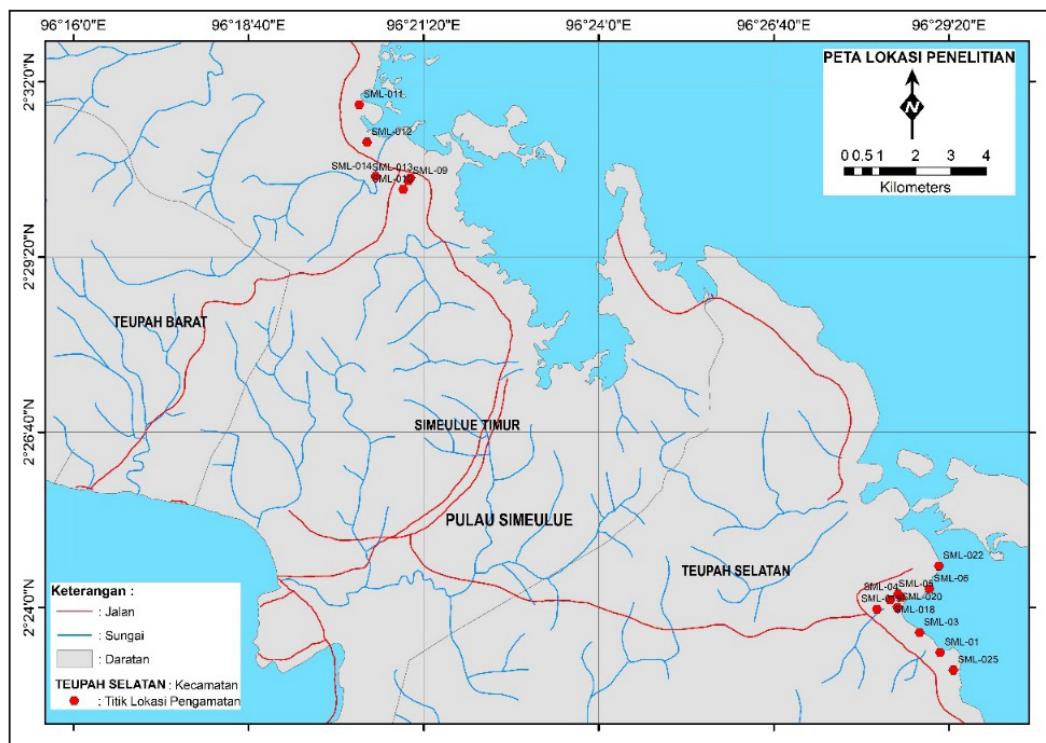
Keterangan:

Z : valensi ion

m_c : molalitas kation

m_a : molalitas anion

Parameter kimia yang dilakukan analisis meliputi Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , F^- , NO_2^- , NO_3^- dan CaCO_3 . Perhitungan *Water Quality*



Gambar 1. Lokasi penelitian

Index (WQI) terbagi atas 3 langkah perhitungan, tahapan pertama masing-masing dari 9 parameter (TDS , Cl^- , HCO_3^{2-} , SO_4^{2-} , NO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , K^+) yang diberikan bobot sesuai dengan WHO standar untuk air minum (Tabel 1). Perhitungan WQI langkah pertama yaitu menentukan nilai SI untuk setiap parameter kimia menggunakan persamaan (1), setelah itu menentukan nilai WQI menggunakan persamaan di bawah ini (2):

$$\text{SI} = \text{Wixqi}$$

$$\text{WQI} = \sum \text{SI}_i$$

Di mana SI_i merupakan sub-index dari masing-masing parameter, q_i merupakan peringkat berdasarkan konsentrasi setiap parameter dan n merupakan nomor sampel.

Tabel 1. Bobot (w_i) dan bobot relatif (W_i) setiap parameter kimia

Parameter	Standar WHO	Bobot (w_i)	Bobot relatif (W_i)
pH	8,5	3	0,103
TDS	500	5	0,179
Cl^-	250	5	0,179
SO_4^{2-}	250	5	0,179
Na^+	200	4	0,143
K^+	12	2	0,071
HCO_3^{2-}	120	1	0,036
Ca^{2+}	75	3	0,107
Mg^{2+}	50	3	0,107

Perhitungan nilai WQI biasanya diklasifikasikan kedalam lima kategori (Tabel 2) yang meliputi sangat baik, baik, buruk, sangat buruk dan tidak layak untuk dikonsumsi manusia (Sahu dan Sikdar, 2008) as per the Convention on Wetlands signed in Ramsar, Iran, in 1971. This wetland has been declared as a Ramsar site on the 19th August 2002 (Ramsar site no. 1208). Prosedur perhitungan nilai WQI telah banyak dijelaskan oleh beberapa penulis lainnya (Dwivedi and Pathak, 2007) (Asadi dr., 2007) (Saeedi dr., 2010) (Yidana dan Yidana, 2009).

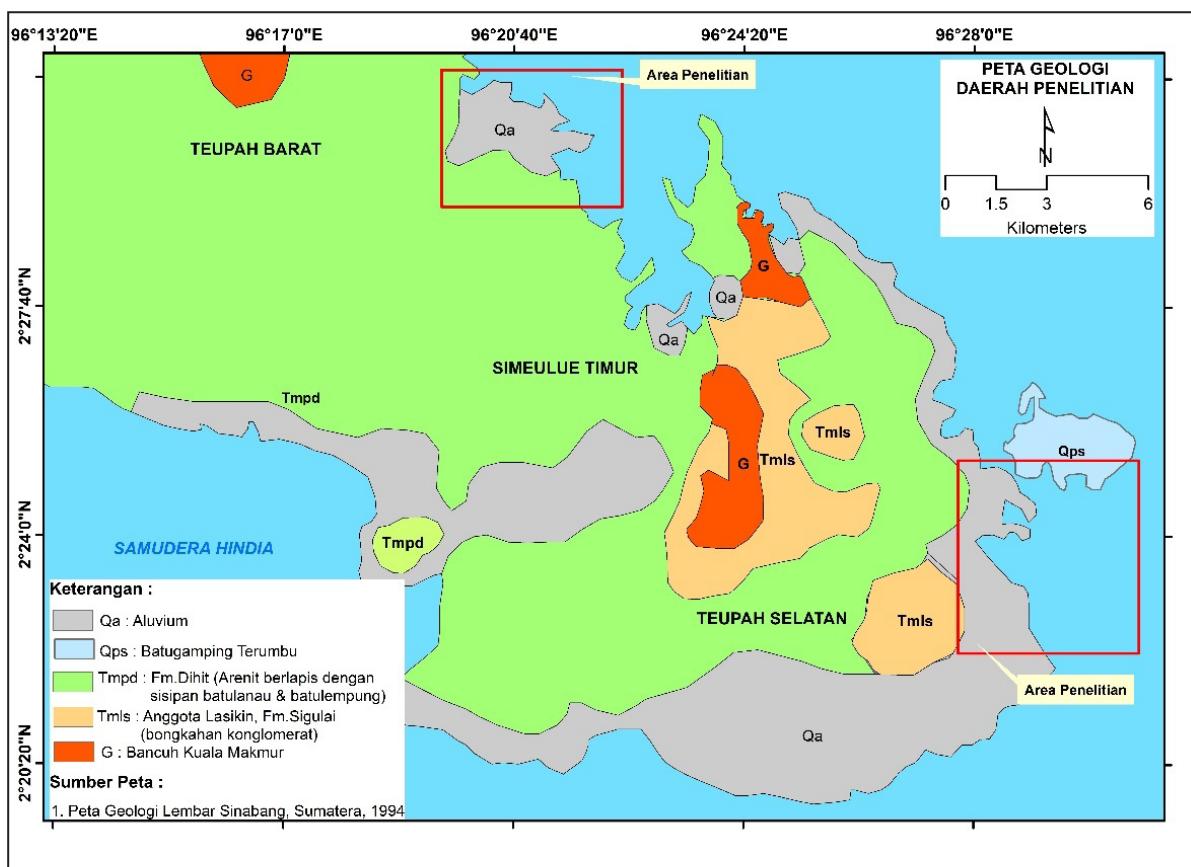
Tabel 2. Klasifikasi kualitas airtanah berdasarkan nilai WQI

Kisaran Nilai WQI	Tipe Air
<50	Sangat baik
50-100,1	Baik
100-200,1	Buruk
200-300,1	Sangat buruk
>300	Tidak layak

Kajian kondisi fisik Pulau Simeulue dilakukan berdasarkan kajian regional, meliputi kondisi iklim, morfologi/topografi, geologi dan hidrogeologi Pulau Simeulue. Keadaan topografi Pulau Simeulue berdasarkan hasil interpolasi garis kontur interval 50 meter dari peta rupa bumi skala 1:250.000 menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Pulau Simeulue terletak pada ketinggian diantara 0-300 meter. Perbukitan yang ada di Simeulue memiliki kemiringan dibawah 18° terletak di bagian tengah pulau terutama pada daerah pegunungan di sebelah utara dan selatan. Wilayah Kabupaten Simeulue memiliki lahan dengan kelas kemiringan lahan datar sampai curam. Kelas kemiringan lahan datar umumnya pada daerah pantai, bantaran sungai dan rawa-rawa.

Pulau Simeulue umumnya tersusun atas batuan sedimen yang berupa batupasir, batulempung dan batugamping yang termasuk ke dalam Formasi Sibigo, Anggota Lasikin, Formasi Sigulai, Formasi Layabaung, Formasi Dihit dan kompleks batugamping terumbu. Endapan batuan sedimen ini berumur Miosen Awal-Holosen. Batuan mélange yang muncul di Pulau Simeulue termasuk ke dalam Bancuh Kuala Makmur yang berumur Oligosen (Aldiss dr., 1983) (Endharto, 1994) (Gambar 2).

Lokasi penelitian didominasi oleh endapan aluvium (Qa) yang terdiri dari lumpur, pasir, lempung, kerikil dan kerakal yang dijumpai sebagai endapan sungai dan pantai. Litologi daerah penelitian berbatasan dengan Formasi Dihit (Tmpd) yang tersusun atas arenit berlapis dengan sisipan batulanau dan batulempung. Selain itu, berbatasan langsung dengan Anggota Lasikian dan Fm. Sigulai (Tmls) yang tersusun atas batuan konglomerat dan litologi batugamping terumbu (Qps) yang berbatasan langsung dengan kawasan pesisir (Qa).



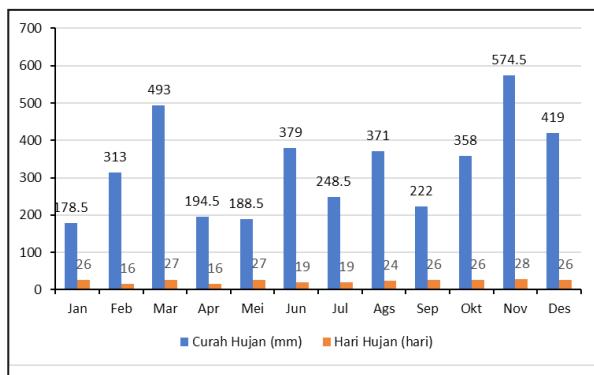
Gambar 2. Peta geologi regional daerah penelitian

Potensi hidrologi Kabupaten Simeulue, sebagaimana kondisi hidrologi kepulauan sangatlah terbatas. Hingga saat ini potensi ini hanya dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari sehingga masih dirasakan cukup. Sumber air permukaan di kepulauan Simeulue berasal dari beberapa mataair, sungai dan danau. Mataair dijumpai dibeberapa tempat, umumnya pada Formasi Dihit antara lain di Desa Labuan, Desa Kuala Makmur, Desa Kampung Air dan pada banyak tempat lainnya lagi. Debit air rata-rata <1 liter/detik, jernih, tawar, tidak berbau dan tidak berasa, pH 6,5 dan dapat digunakan untuk keperluan hidup sehari-hari masyarakat setempat. Lapisan pembawa air terdapat pada lapisan batu pasir kedap air, pada kedalaman sekitar 120m di bawah permukaan tanah, kurang produktif dengan debit <2 liter/detik, jernih, tidak berbau dan tidak berasa (PPSP, 2013).

Airtanah bebas dapat diamati pada sumur-sumur gali penduduk, umumnya jernih sampai kecokelatan, tidak berbau dan tidak berasa. Di daerah sekitar pantai kedalaman muka airtanah sekitar 1-2 meter, fluktuasi 1-2 meter dengan debit sekitar 10 liter/

detik. Lapisan pembawa airtanah selain airtanah bebas juga terdapat pada lapisan batu pasir kedap air, pada kedalaman sekitar 120 m di bawah permukaan tanah, kurang produktif dengan debit <2 liter/detik, jernih, tidak berbau dan tidak berasa (PPSP, 2013).

Kabupaten Simeulue termasuk ke dalam zona iklim tropis basah dengan suhu udara berkisar antara 23-34,5°C dan rata-rata harian antara 25C-27C. Berdasarkan data curah hujan yang ada menunjukkan bahwa curah hujan rata-rata cukup tinggi yaitu 2.884 mm/tahun. Musim hujan umumnya terjadi antara bulan September-Februari, sedangkan musim kemarau pada umumnya antara bulan Maret-Agustus. Berdasarkan pada tipe iklim Oldeman, Pulau Simeulue memiliki tipe iklim A yaitu daerah dengan bulan basah selama 9 bulan berturut-turut dan selama dua bulan atau kurang mengalami musim kering (PPSP, 2013). Bulan basah adalah curah hujan lebih dari 200 mm/bulan. Banyaknya hari hujan dan curah hujan bulanan tahun 2016 di Kabupaten Simeulue (BPS, 2017) ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik banyaknya hari hujan dan curah hujan Tahun 2016
(sumber: BMKG Kab.Simeulue)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ringkasan statistik dari hasil analisis parameter fisika dan kimia airtanah terhadap 19 sampel terlihat pada Tabel 1. Urutan dominasi kation pada sampel airtanah daerah penelitian adalah $Mg^{2+} > Na^+ > Ca^{2+}$ serta anion $HCO_3^- > Cl^- > SO_4^{2-}$ pada sebagian besar sampel air. Serial ini menunjukkan bahwa dalam semua tipe, Ca^{2+} dan HCO_3^- adalah dominan kation dan anion, diikuti oleh Mg^{2+} dan natrium serta Cl^- . Kondisi tersebut merupakan pengaruh faktor hidrokimia yang dimiliki terutama berasal dari formasi geologi daerah penelitian (Kumar drr., 2014). Hal ini menunjukkan bahwa ion-ion tersebut kemungkinan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti litologi, lokasi pengambilan sampel dan parameter lainnya (Setiawan, 2014).

Nilai charge balance error (CBE) dari Sembilan sampel berdasarkan persamaan (1) memiliki harga CBE antara -8,32% hingga 21,63% dengan rata-rata sebesar 3,17%. Dari 19 sampel tersebut, terdapat 6 sampel yang memiliki harga CBE lebih besar dari 5%. Harga CBE yang dapat diterima apabila $<5\%$ (Freeze dan Cherry, 1979). Menurut (Kehew, 2001) harga CBE lebih besar dari 5% selain disebabkan oleh kesalahan yang terjadi selama analisis, juga dapat disebabkan oleh adanya

kation atau anion dengan konsentrasi relatif besar yang tidak teranalisis.

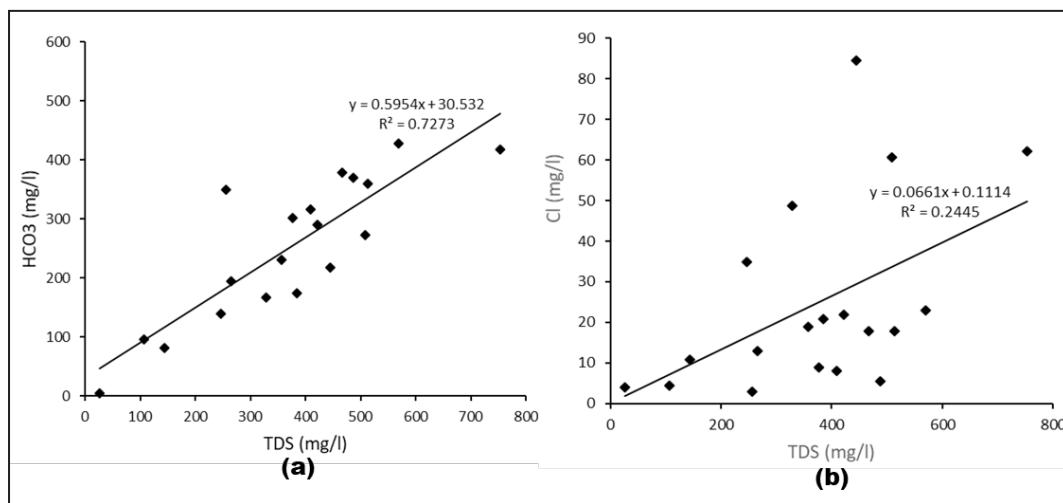
Hasil analisis CO_3^{2-} dan HCO_3^- memperlihatkan bahwa seluruh area penelitian memiliki kandungan CO_3^{2-} . Konsentrasi HCO_3^- memiliki variasi dari 5,05 – 251,78 mg/l. Nilai HCO_3^- berada di keseluruhan wilayah pesisir Pulau Simeulue yang merupakan kawasan pemukiman dan area pariwisata. Reaksi dominan dan proses geokimia yang mengontrol kimia airtanah dapat diidentifikasi menggunakan nilai rasio ion tertentu. Umumnya HCO_3^- dalam sistem airtanah menunjukkan jenis air tawar, sedangkan konsentrasi Cl^- sangat besar dipengaruhi oleh air laut pada daerah pesisir. Nilai korelasi positif terlihat dari konsentrasi Cl^- dan HCO_3^- dengan TDS pada beberapa sampel (Gambar 4a,b). Nilai korelasi tertinggi berada pada grafik hubungan antara HCO_3^- dengan TDS kondisi tersebut menunjukkan bahwa karakteristik airtanah pesisir lokasi penelitian secara umum didominasi oleh kondisi airtanah tawar (Kumar drr, 2014b).

Nilai rasio Cl^-/HCO_3^- , memperlihatkan bahwa nilai rasio $<0,5$ hampir di seluruh sampel airtanah daerah penelitian, satu sampel airtanah memiliki nilai rasio $>0,5$ (Gambar 5a). Nilai rasio $Cl^-/HCO_3^- < 0,5$ dapat diinterpretasikan bahwa airtanah tidak dipengaruhi oleh air laut (Revelle, 1941). Kondisi nilai rasio $>0,5$ memperlihatkan bahwa tingginya nilai konsentrasi Cl^- melebihi HCO_3^- . Hasil rasio Na^+/Cl^- pada daerah penelitian menunjukkan terdapat 13 sampel airtanah memiliki rasio $Na^+/Cl^- > 1$. Kondisi nilai rasio tersebut mengindikasikan bahwa sampel airtanah mengalami proses hidrolisis (He dan Li, 2013). Airtanah relatif mengalami perjalanan jauh, tetapi tidak atau sedikit terpengaruhi air laut. Sampel airtanah dengan nilai rasio $Na^+/Cl^- < 1$ terdapat 6 sampel yang mengindikasikan adanya proses percampuran air laut ke dalam akuifer (Shamma dan Jacks, 2007).

Secara umum nilai rasio $Na^+/Cl^- < 1$ didominasi

Tabel 3. Ringkasan statistik parameter hidrokimia

Parameters	TDS mg/l	DHL	Salinitas	pH	Ca^{2+}	Mg^+	Cl^-	Na^+	K^+	HCO_3^-	SO_4^{2-}
Min	25,9	54,9	0,01	5,71	3	0,94	2,98	5,5	1,8	5,05	0,022
Max	753	1075	0,05	7,66	63,5	72	84,5	69	13,8	427	194
Mean	371,57	539,42	0,03	7,04	36,06	29,59	24,67	27,71	5,51	251,78	23,04



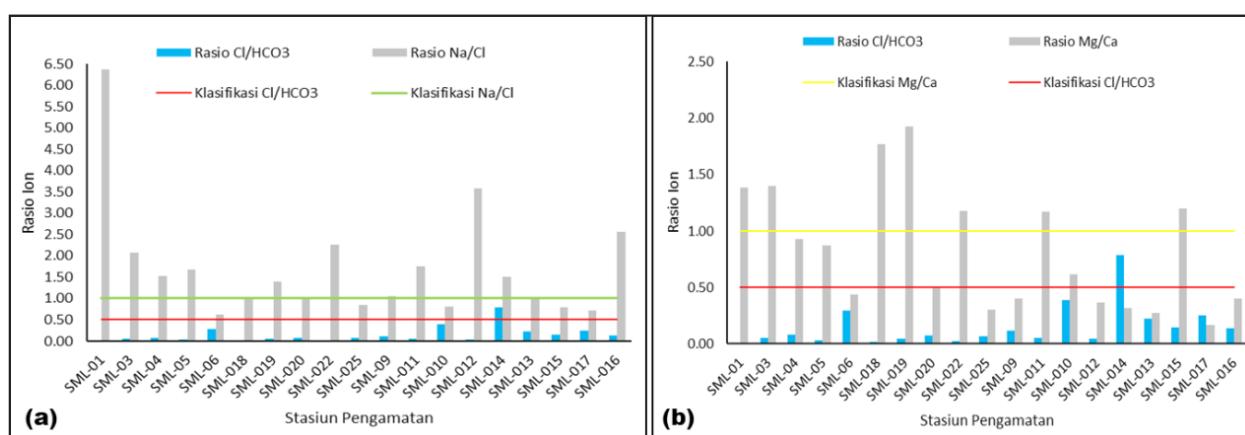
Gambar 4. (a) Grafik hubungan TDS dengan HCO_3^- , (b) hubungan antara TDS dengan Cl^-

oleh sampel airtanah yang berada di kawasan pesisir Desa Sinabang yang merupakan kawasan wisata pesisir dengan jarak <1 km dari garis pantai. Kondisi tersebut dapat diinterpretasikan bahwa jarak antara sumur airtanah dengan garis pantai menjadi salah satu faktor pemicu adanya proses pencampuran air laut ke dalam akuifer (Gambar 1). Namun, berdasarkan, nilai rasio $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ didominasi oleh nilai rasio <1 (Gambar 5b). Hal tersebut mengindikasikan bahwa belum terjadi proses intrusi air laut ke dalam akuifer (Kumar drr., 2014).

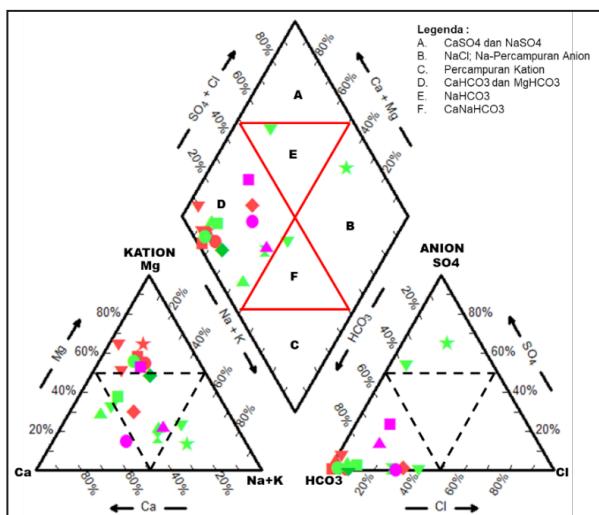
Karakter hidrokimia dipengaruhi oleh reaksi geokimia dan percampuran air atau kontaminasi dari sekitarnya. Perubahan airtanah terutama tergantung pada hubungan dengan tipe batuan dan komposisi air. Fasies hidrokimia merupakan salah satu cara yang digunakan untuk

menginterpretasikan pola aliran dan asal mula kimia airtanah (Chidambaram drr., 2013). Evolusi hidrokimia dari airtanah ditentukan dengan memplot kation dan anion dalam diagram trilinear Piper (Piper, 1944). Diagram ini mengungkapkan persamaan dan perbedaan di antara sampel air (Todd, 1959). Hasil analisis kimia, fasies airtanah di daerah penelitian terbagi menjadi 5 jenis fasies airtanah (Gambar 6). Fasies airtanah daerah penelitian meliputi fasies $\text{Mg}-\text{HCO}_3^-$, $\text{Ca}-\text{HCO}_3^-$, $\text{Na}-\text{SO}_4$, $\text{Na}-\text{HCO}_3^-$ dan percampuran $\text{CaNa}-\text{HCO}_3^-$, penentuan fasies airtanah tersebut berdasarkan urutan nilai masing-masing kation dan anion yang dominan.

Berdasarkan diagram tersebut terlihat bahwa airtanah di daerah penelitian didominasi oleh pengayaan kation Mg^{2+} dan Ca^{2+} dibandingkan kation $\text{Na}+\text{K}$, sedangkan nilai anion HCO_3^-



Gambar 5. Grafik klasifikasi rasio Cl/HCO_3^- dan Na/Cl (a) dan rasio Mg/Ca (b)



Gambar 6. Diagram piper fasies airtanah daerah penelitian

melebihi nilai anion Cl⁻. Jenis fasies Mg-HCO₃ mendominasi daerah penelitian, kemudian diikuti oleh fasies Ca-HCO₃. Ringkasan jenis fasies airtanah di daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 2. Fasies dominan daerah penelitian tersebut merupakan ciri khas pada airtanah tawar dan relatif berada pada kedalaman dangkal. Fasies Ca-HCO₃ menunjukkan bahwa air dominan telah berinteraksi dengan batugamping dan batugamping dolomit (Setiawan drr., 2010). Fasies airtanah yang dominan di daerah penelitian berupa Mg-HCO₃ merupakan salah satu penciri jenis airtanah yang diperoleh dari batuan endapan laut yang kaya akan mineral kalsit, dolomit, aragonit, anhidrit, gips (Davis dan De Wiest, 1966). Secara umum litologi daerah penelitian lokasi pengambilan sampel tersusun atas endapan aluvial (Qa) dengan material penyusun berupa lumpur, pasir, kerikil dan endapan pantai yang akan akan mineral karbonatan seperti mineral kalsit, dolomit. Bagian tenggara daerah penelitian juga kawasan pesisir berbatasan langsung dengan satuan litologi batugamping terumbu (Qps).

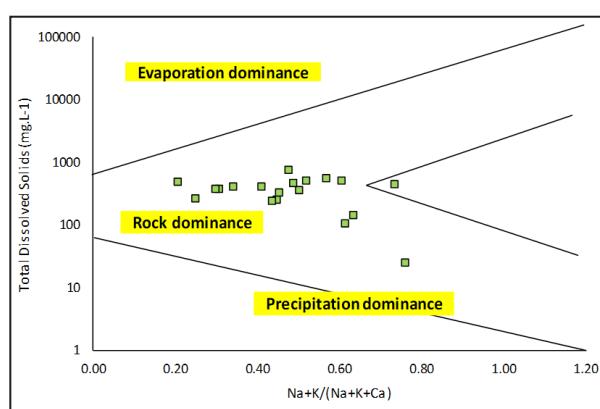
Airtanah dengan kandungan magnesium bikarbonat (Mg-HCO₃) menunjukkan komposisi kimia yang telah dipengaruhi oleh batuan penyusun akufernya. Airtanah jenis ini juga memiliki komposisi kimia yang mirip dengan air hujan (Siftianida drr., 2016). Air dengan kandungan bikarbonat umumnya berasal dari airtanah dangkal dan jenis airtanah muda. Sumber utama ion HCO₃⁻ dalam airtanah adalah CO₂ terlarut dalam air hujan yang memasuki tanah

melerakutkan lebih banyak CO₂ (Muchamad drr., 2017). Air berubah dengan CO₂ terlarut mineral karbonat melewati tanah dan batuan, melepaskan HCO₃⁻ (Ramesh dan Jagadeeswari, 2013). Tipe air CaHCO₃ merupakan ciri khas pada airtanah tawar dan relatif berada pada kedalaman dangkal (Gemilang dan Rahamawan, 2018). Selain itu, fasies Ca-HCO₃ juga menunjukkan bahwa air dominan telah berinteraksi dengan batugamping dan batugamping dolomit (Setiawan drr., 2010).

Tabel 4. Fasies hidrokimia airtanah

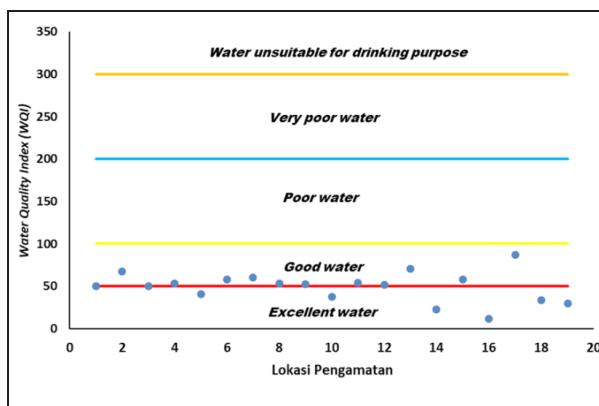
Fasies Airtanah	Nomor Sampel	Litologi Penyusun	Percentase Sampel
Mg-HCO	10	Qa (Aluvium)	52,63%
Ca-HCO	6	Qa (Aluvium)	31,58%
(Mixed Ca-Na)-HCO	1	Tmpd (Formasi Dihit)	5,26%
Na-SO	1	Tmpd (Formasi Dihit)	5,26%
Na-HCO3	1	Tmpd (Formasi Dihit)	5,26%

Sejumlah proses selain pertukaran ion juga dapat ditemukan selama pergerakan bawah permukaan airtanah. Metode yang paling logis untuk mengidentifikasi proses umur seperti faktor penguapan, litologi (formasi) dan curah hujan adalah plot Gibbs's (Gibbs, 1970). Hasil plot dari data geokimia pada diagram Gibbs's yang memperlihatkan rasio dari Na^+/K^+ dan Ca^{2+} sebagai fungsi dari TDS juga menunjukkan bahwa kimia airtanah di wilayah studi didominasi oleh interaksi batuan (formasi) dengan airtanah (Gambar 7). Namun, ada sedikit sampel yang dekat dengan zona dominasi proses curah hujan.



Gambar 7. Diagram Gibbs's menunjukkan mekanisme pengendali kimia airtanah

WQI didefinisikan sebagai teknik penilaian yang memberikan pengaruh gabungan dari masing-masing parameter kualitas air pada kualitas air secara keseluruhan untuk konsumsi manusia (Mitra dr., 2006). Parameter kualitas airtanah yang digunakan sesuai dengan ketersediaan data serta parameter yang relatif penting dalam menentukan kualitas air untuk konsumsi manusia. Standar yang ditetapkan untuk penilaian kategori kualitas air sesuai dengan pedoman WHO (WHO, 2008). Perhitungan WQI dimulai dengan menentukan bobot ke parameter yang diukur berdasarkan tingkat kepentingannya. Hasil perhitungan WQI pada daerah penelitian menghasilkan nilai dengan rentang 11,296 – 86,78 sehingga masuk dalam 2 tipe kategori kualitas airtanah sangat baik (*excellent*) dan kategori baik (*good water*) (Gambar 8).



Gambar 8. Klasifikasi WQI daerah penelitian

Hasil klasifikasi WQI daerah penelitian terdapat 7 sampel air masuk dalam kategori *excellent water* (sangat baik) dan 12 sampel masuk dalam kategori *good water* (baik). Secara umum kawasan pesisir Simeulue Timur masuk dalam kategori kualitas air baik, sedangkan untuk kategori sangat baik berada di daerah pesisir Desa Suka Karya di kawasan wisata pesisir Pantai Ganting, dan di beberapa kawasan permukiman pesisir Teupah Selatan.

KESIMPULAN

Karakteristik hidrogeokimia kawasan pesisir Simeulue Timur menunjukkan sistem airtanah jenis air tawar dengan dominasi unsur anion HCO_3^- dan unsur kation Ca^{2+} . Nilai rasio $\text{Cl}/\text{HCO}_3^- < 0,5$ bahwa airtanah tidak dipengaruhi oleh air laut, rasio $\text{Na}/\text{Cl} > 1$ mengindikasikan airtanah mengalami proses

hidrolisis. Fasies hidrokimia kawasan pesisir Simeulue Timur terdapat 5 jenis fasies dengan fasies $\text{Mg}-\text{HCO}_3^-$ yang mendominasi jenis fasies airtanah. Faktor kimia airtanah di Simeulue Timur didominasi oleh faktor interaksi batuan (formasi) dengan airtanah. Klasifikasi indeks kualitas airtanah di pesisir Simuelue menunjukkan bahwa secara keseluruhan airtanah masuk ke dalam kategori *excellent water* (sangat baik) dan kategori *good water* (baik).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Loka Riset Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir (LRSDKP) Balitbang KP atas DIPA Anggaran Penelitian tahun 2015 terkait penelitian yang dilakukan di Pulau Simeulue. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada Gunardi Kusumah M.T dan tim peneliti Geoteknologi LIPI Bandung yang telah membimbing penulis baik di lapangan maupun pada saat proses pengolahan data. Ucapan terima kasih juga tidak lupa diucapkan kepada seluruh warga Kecamatan Simeulue Timur dan DKP Kabupaten Simeulue yang telah membantu dalam proses pengambilan data lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Taani, A. A., 2013. ‘Seasonal variations in water quality of Al-Wehda Dam north of Jordan and water suitability for irrigation in summer’. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(4), pp. 1131–1140.
- Aldiss T D, Whandoyo R , dan Ghazali A S, K., 1983. *Peta Geologi Lembar Sidikalang dan Sebagian Sinabang, Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Arumugam, K., Kumar, A. R. dan Elangovan, K., 2015. ‘Evolution of Hydrochemical Parameters and Quality Assessment of Groundwater in Tirupur Region, Tamil Nadu, India’. *International Journal of Environmental Research*, 9(3), pp. 1023–1036. Doi: 10.22059/ijer.2015.990.
- Asadi, S. S., Vuppala, P. dan Reddy, M. A., 2007. ‘Remote Sensing and GIS Techniques for Evaluation of Groundwater Quality in Municipal Corporation of Hyderabad (Zone-V), India’. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 4(1), pp. 1–10.

- Health*, 4(1), pp. 45–52. doi: 10.3390/ijerph2007010008.
- Belkhiri, L. dan Mouni, L., 2013. ‘Geochemical modeling of groundwater in the El Eulma area, Algeria’. *Journal Desalination and Water Treatment*, 5(7–9). Doi: <https://doi.org/10.1080/19443994.2012.699350>.
- BPS, 2017. *Kabupaten Simeulue Dalam Angka*. BPS Kabupaten Simeulue. Kabupaten Simeulue. Available at: <https://simeuluekab.bps.go.id/publication/2017/09/26/2178a93a7ad6a0d69fef9371/kabupaten-simeuluedalam-angka-2017.html>.
- Chidambaram, S. drr., 2013. ‘Major ion chemistry and identification of hydrogeochemical processes controlling groundwater in and around Neyveli Lignite Mines, Tamil Nadu, South India’. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(9), pp. 3451–3467.
- Davis, S. N. dan De Wiest, R. J. M., 1966. *Hydrogeology*. Krieger Publishing Company.
- Dwivedi, S. L. dan Pathak, V., 2007. ‘A preliminary assignment of water quality index to Mandakini river, Chitrakoot’. *Indian Journal of Environmental Protection*, 27(11), pp. 1036–1038.
- Eaton, A. D. drr., 1999. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. ProcAmerPubHhealth Ass. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btlG=Search&q=intitle:Standard+methods+for+the+examination+of+water+&+wastewater#0>.
- Endharto, S., 1994. *Peta Geologi Lembar Sinabang, Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Fajriah, S. D. dan Mussadun, M., 2014. ‘Pengembangan Sarana dan Prasarana untuk Mendukung Pariwisata Pantai yang Berkelanjutan (Studi Kasus: Kawasan Pesisir Pantai Wonokerto Kabupaten Pekalongan)’. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 10(2). Doi: <https://doi.org/10.14710/pwk.v10i2.7653>.
- Freeze, R. A. dan Cherry, J. A., 1979. *Groundwater*. Prentice-Hall.
- Gemilang, W. A. dan Rahamawan, G. A., 2018. ‘Hidrogeokimia Airtanah Tidak Tertekan Kawasan Pesisir di Pemukiman Nelayan Kecamatan Teupah Selatan, Kab. Simeulue, Provinsi Aceh’. *Riset Geologi dan Pertambangan*, 28(1).
- Gibbs, R. J., 1970. ‘Mechanisms controlling world water chemistry’. *Science*, 170(3962), pp. 1088–1090. Doi: 10.1126/science.170.3962.1088.
- He, H. Y. dan Li, X. G., 2013. ‘Hydrochemical characteristics and evolution laws of shallow groundwater in Shuangliao city’. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 5(11), pp. 283–288.
- Isa, N. M., Aris, A. Z. dan Sulaiman, W. N. A. W., 2012. ‘Extent and severity of groundwater contamination based on hydrochemistry mechanism of sandy tropical coastal aquifer’. *Science of the Total Environment*, 438, pp. 414–425. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.08.069>.
- Jalali, M., 2007. ‘Salinization of groundwater in arid and semi-arid zones: an example from Tajarak, western Iran’. *Environmental Geology*, 52(6), pp. 1133–1149.
- Kashouty, M. El drr., 2012. ‘Hydrogeophysical investigation of groundwater potential in the El Bawiti, Northern Bahariya Oasis, Western Desert, Egypt’. *Arabian Journal of Geosciences*, 5(5), pp. 953–970.
- Kehew, A. E., 2001. ‘Applied Chemical Hydrogeology’. Prentice-Hall, Inc., p. 368p. Doi: 10.1006/nbdi.2000.0328.
- Ketata, M., Gueddari, M. dan Bouhlila, R., 2012. ‘Use of geographical information system and water quality index to assess groundwater quality in El Khairat deep aquifer (Enfidha, Central East Tunisia)’. *Arabian Journal of Geosciences*, 5(6), pp. 1379–1390.
- Kumar, P. J. S., Elango, L. dan James, E. J., 2014a. ‘Assessment of hydrochemistry and groundwater quality in the coastal area of South Chennai, India’. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(7), pp. 2641–2653. doi: 10.1007/s12517-013-0940-3.
- Manap, M. A. drr., 2013. ‘A knowledge-driven GIS modeling technique for groundwater potential mapping at the Upper Langat Basin, Malaysia’. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(5), pp. 1621–1637.
- Mitra, B. K., Sasaki, C. dan Keijiou, E., 2006. ‘Spatial and Temporal Variation of Ground Water Quality in Sand Dune Area of Aomori Prefecture in Japan’. *The American Society of Agricultural and Biological Engineers*, p. 1. doi: 10.13031/2013.20673.

- Muchamad, A. N., Alam, B. Y. C. S. dan Yuningsih, E. T., 2017. 'Hidrogeokimia Airtanah Pada Daerah Pantai: Studi Kasus Dataran Rendah Katak, Desa Sumber Agung, Kabupaten Banyuwangi'. *Riset Geologi dan Pertambangan*, 27(1).
- Mustapha, A. drr., 2013. 'Surface water quality contamination source apportionment and physicochemical characterization at the upper section of the Jakarta Basin, Nigeria'. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(12), pp. 4903–4915.
- Muzha, V. K., 2013. 'Pengembangan agrowisata dengan pendekatan Community Based Tourism (Studi pada Dinas Pariwisata Kota Batu dan Kusuma Agrowisata Batu)'. *Jurnal Administrasi Publik*, 1(3), pp. 135–141.
- Narany, T. S. drr., 2014. 'Identification of the hydrogeochemical processes in groundwater using classic integrated geochemical methods and geostatistical techniques, in Amol-Babol plain, Iran'. *The Scientific World Journal*. Doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/419058>.
- Nasirin, M., 2007. 'A new water quality index for environmental contamination contributed by mineral processing: a case study of Amang (Tin Tailing) processing activity'. *Journal of Applied Sciences*, 7(20), pp. 2977–2987.
- Natawidjaja, D. H., 2007. *Gempabumi dan Tsunami di Sumatra dan Upaya Untuk Mengembangkan Lingkungan Hidup yang Aman Dari Bencana Alam*. Jakarta.
- Nazarudin, N., Sugianto, S. dan Syamsul, R., 2015. 'The feasibility of seaweed culture in the northern coast of Simeulue Island, Aceh Province, Indonesia'. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society*, 8(5), pp. 824–831.
- Pei-Yue, L., Hui, Q. and Jian-Hua, W., 2010. 'Groundwater quality assessment based on improved water quality index in Pengyang County, Ningxia, Northwest China'. *Journal of Chemistry*, 7(S1), pp. S209–S216. Doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2010/451304>.
- Pichaiah, S. drr., 2013. 'Hydrochemical characterization and quality assessment of Groundwater in Tirupur Taluk, Tamil Nadu, India: emphasis on irrigation utility'. *J. Acad. Indus. Res*, 1(12), pp. 805–812.
- Piper, M., 1944. 'A graphic procedure in the geochemical interpretation of water'.
- analyses', EOS. *Transaction American Geophysical Union*, 25(6), pp. 914–928. Doi: <https://doi.org/10.1029/TR025i006p00914>.
- PPSP, 2013. *Buku Putih Sanitasi Kabupaten Simeulue Tahun 2013*. Kementerian Pekerjaan Umum (PU). Kabupaten Simeulue.
- PUSDATIN, 2016. *Profil Sumber Daya Kelautan dan Perikanan Kabupaten Simeulue*. Jakarta.
- Ramesh, K. dan Jagadeeswari, P. B., 2013. 'Contamination of Groundwater Due to Solid Waste Disposal and Textile Effluent in and Around Erode City, Tamil Nadu'. *International Journal of Research in Chemistry and Environment*, 3, pp. 262–271.
- Ravikumar, P. dan Somashekar, R. K., 2013. 'A geochemical assessment of coastal groundwater quality in the Varahi river basin, Udupi District, Karnataka State, India'. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(6), pp. 1855–1870.
- Revelle, R., 1941. 'Criteria for recognition of the sea water in ground waters'. EOS, *Transaction American Geophysical Union*, 22(3), pp. 593–597. Doi: <https://doi.org/10.1029/TR022i003p00593>.
- Saeedi, M. drr., 2010. 'Development of groundwater quality index'. *Environmental Monitoring and Assessment*, 163(1–4), pp. 327–335. Doi: [10.1007/s10661-009-0837-5](https://doi.org/10.1007/s10661-009-0837-5).
- Sahu, P. dan Sikdar, P. K., 2008. 'Hydrochemical framework of the aquifer in and around East Kolkata Wetlands, West Bengal, India'. *Environmental Geology*, 55(4), pp. 823–835. doi: [10.1007/s00254-007-1034-x](https://doi.org/10.1007/s00254-007-1034-x).
- Selvakumar, S. drr. (2017) 'Groundwater quality and its suitability for drinking and irrigational use in the Southern Tiruchirappalli district, Tamil Nadu, India', *Applied Water Science*, 7(1), pp. 411–420.
- Setiawan, T. drr., 2010. 'Analisis Hidrokimia Untuk Interpretasi Sistem Hidrogeologi Daerah Kars'. *Widyariset*, 13(3), pp. 1–8.
- Setiawan, T., 2014. 'Proses hidrogeokimia pengontrol salinitas air tanah tidak tertekan di utara Cekungan Air Tanah Jakarta'. *Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi*, 5(1), pp. 39–51.
- Shammas, M. I. dan Jacks, G., 2007. 'Seawater intrusion in the Salalah plain aquifer, Oman'. *Environmental Geology*, pp. 575–587. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00254-007-0837-5>.

10.1007/s00254-007-0673-2.

Siftianida, I. I., Wijatna, A. B. dan Pratikno, B., 2016. ‘Aplikasi Isotop untuk Pendugaan Daerah Resapan Air Mata Air di Kecamatan Cijeruk, Kabupaten Bogor, Jawa Barat’. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 12(2), pp. 97–106.

Simoes, F. dos S. drr., 2008. ‘Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies’. *Ecological Indicators*, 8(5), pp. 476–484. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.05.002>.

Subramani, T., Rajmohan, N. dan Elango, L., 2010. ‘Groundwater geochemistry and identification of hydrogeochemical processes in a hard rock region, Southern India’. *Environmental Monitoring and Assessment*, 162(1–4), pp. 123–137.

Todd, D. K., 1959. *Ground water hydrology*. John Wiley and Sons, Inc. New York and London.

WHO, 2008. ‘Guidines for Drinking-water Quality’. In: *Recommendations*. Doi: 10.1016/S1462-0758(00)00006-6.

Yidana, S. M. dan Yidana, A., 2009. ‘Assessing water quality using water quality index and multivariate analysis’. *Environmental Earth Sciences*, 59(7), pp. 1461–1473. Doi: 10.1007/s12665-009-0132-3.