

## Analisis Kualitas Air Tanah dengan Diagram Piper Kloosterman di Kalurahan Gilangharjo, Kapanewon Pandak, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta

Aila Triana Devi<sup>1)</sup>, Suharwanto<sup>2)</sup>, Andi Renata Ade Yudono<sup>3)</sup>, Wisnu Aji Dwi Kristanto<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup> Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta/ Jurusan Teknik Lingkungan

Corresponding author: [harwanto\\_upn@yahoo.com](mailto:harwanto_upn@yahoo.com)

<sup>b)</sup> 114190098@student.upnyk.ac.

### ABSTRAK

Keterdapatannya air payau di Kalurahan Gilangharjo merupakan hal yang tidak lazim mengingat daerah ini memiliki jarak dengan laut cukup jauh ( $\pm 12$  km) serta masih dipergunakannya air tanah payau oleh masyarakat yang dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan sehingga diperlukan kajian mengenai karakteristik air payau berdasarkan kualitas air tanah, dan genesa air payau. Metode yang digunakan berupa survei dan pemetaan untuk mengetahui karakter geologi fisik dan kimia, metode laboratorium digunakan untuk mengetahui kualitas air payau (TDS, DHL, kekeruhan, salinitas, pH, Na, Ca, Mg, K, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, dan kesadahan) yang disesuaikan dengan baku mutu PerMenKes No 492/menkes/Per/IV/2010 dan Pergub DIY No 20 Tahun 2008, metode matematis dilakukan untuk menghitung nilai meq/L tiap parameter kemudian diplot ke dalam diagram piper Kloosterman. Berdasarkan 4 sampel air tanah yang terindikasi payau terdapat 1 sampel yang merupakan air payau yaitu kode sampel S2, pembentukan air tanah payau di daerah penelitian disebabkan adanya *connate water* yang berdasarkan diagram piper Kloosterman adalah tipe air tanah berjenis air fosil (IV).

**Kata Kunci:** Air Tanah, Air payau; Salinitas; Air Konat; Diagram Piper Kloosterman

### ABSTRACT

*The presence of brackish water in Gilangharjo Subdistrict is unusual considering that this area is quite far from the sea and the community still uses brackish underground water which can have a negative impact, so a study is needed regarding the characteristics of brackish water based on the quality of underground water and water genesis. brackish. The methods used are surveys and mapping to determine the physical and chemical geological characteristics, laboratory methods are used to determine the quality of brackish water (TDS, DHL, turbidity, salinity, pH, Na, Ca, Mg, K, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, and hardness) which are adjusted to the quality standards of Minister of Health Regulation No. 492/menkes/Per/IV/2010 and PergubDIY No. 20 of 2008, a mathematical method is used to calculate the meq/L value of each parameter and then plotted into a piper kloosterman diagram. Based on 4 underground water samples indicated as brackish, it is underground water with sample code S2, the formation of brackish underground water in the research area is due to the presence of connate water which, based on the Piper Kloosterman diagram, is a type of underground water that is fossil water (IV).*

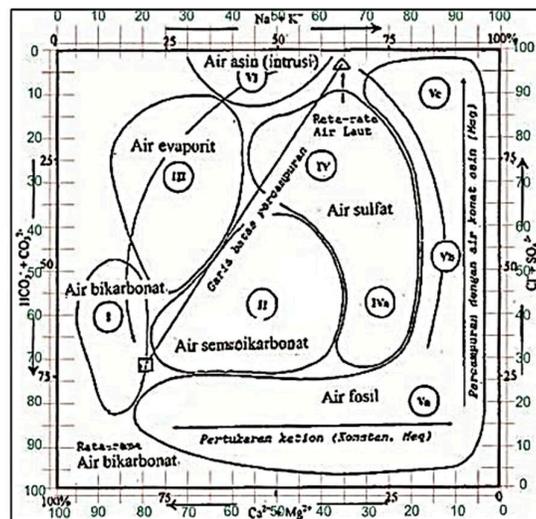
**Keywords:** Brackish water; Connate water; Piper Kloosterman Diagrams

### PENDAHULUAN

Air adalah komponen yang diperlukan oleh manusia agar sistem dalam tubuh dapat bekerja secara maksimal dalam bentuk cairan jernih tidak berbau dan tidak berasa (Sungkowo & Asrifah, 2020). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 air minum yang aman dikonsumsi bagi kesehatan yaitu air yang telah memenuhi persyaratan secara fisika, mikrobiologis, kimiawi dan beberapa parameter tambahan lain secara kualitatif. Adanya perubahan rasa dan warna yang dirasakan menyebabkan beberapa masyarakat Kalurahan Gilangharjo menghentikan penggunaan air tanah. Namun tidak sedikit warga yang berpenghasilan rendah tetap memakai air tanah payau sebagai sumber air bersih maupun minum karena terhalang biaya. Temuan air payau ini merupakan salah satu permasalahan penurunan kualitas air tanah yang ada di daerah yang letaknya jauh dari pantai. Untuk itu diperlukan upaya lebih mendalam mengenai genesa dan kualitas air tanah di daerah penelitian. Genesa dan karakteristik litologi penyusun suatu daerah akan mempengaruhi proses pembentukan akuifer maupun karakteristiknya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kualitas air tanah di daerah penelitian sehingga dapat diketahui bagaimana genesa dari adanya temuan air payau di daerah penelitian.

## METODE

Metode yang diterapkan dalam penelitian adalah metode survei dan pemetaan, analisis matematis, wawancara, *purposive sampling* dan analisis laboratorium. Data primer yang didapatkan dari observasi akan menghasilkan kualitas air tanah dan kondisi eksisting lapangan sedangkan untuk data sekunder berupa data pendukung penelitian yang didapat dari penelitian terdahulu maupun studi literatur yang berkaitan dengan genesa air payau di daerah penelitian. *survey* dan pemetaan dilakukan untuk mendapatkan data primer berupa kemiringan lereng, satuan batuan, jenis tanah, dan penggunaan lahan yang digunakan sebagai data primer pendukung untuk menganalisis genesa maupun kualitas air tanah di daerah penelitian selain itu dilakukan pula pengukuran ketinggian muka air tanah untuk mengetahui pola aliran air tanah dan persebaran air payau di daerah penelitian. Pengambilan sampel air tanah sebanyak 4 sampel dengan metode *purposive sampling* dengan parameter uji yaitu TDS, DHL, kekeruhan, rasa, warna, salinitas, pH, Na, Ca, Mg, K, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, dan kesadahan. Wawancara dilakukan untuk mengetahui komponen sosial dan penyebaran air tanah di daerah penelitian. Sampel yang telah diambil kemudian dilakukan pengujian kualitas air yang disesuaikan dengan Peraturan Gubernur DIY No 20 Tahun 2008 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010. Metode yang dapat digunakan untuk mengetahui asal-usul air tanah adalah dengan menganalisa tipe hidrokimia air tanah. Kloosterman (1983) sehingga akan diketahui tipe air tanah yang sesuai dengan karakteristik geokimiaanya. Dalam klasifikasi air tanah oleh Kloosterman (1983) dibedakan menjadi 6 tipe yaitu : air bikarbonat, air semi bikarbonat, air evaporit, air sulfat, air fosil, dan air intrusi (Afriyani et al., 2020). Untuk menganalisis genesa air tanah payau yaitu dengan melakukan perhitungan ion mayor dengan menentukan besaran kation maupun melalui proses perhitungan dengan persamaan untuk mengetahui besaran komposisi kation ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) dan ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) dan komposisi anion ( $\text{Cl}^- + \text{So}_4^{2-}$ ) dan ( $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ ) dalam satuan meq/l (Kurniawati & Santosa, 2017). berdasarkan hasil perhitungan tersebut kemudian dilakukan pengeplotan hasil ke dalam diagram piper segi empat (Gambar 1.)



**Gambar 1** Diagram Piper Segi Empat Kloosterman  
Sumber : Giovani et al. (2020)

Berdasarkan Santosa (2010) dalam (Giovani et al., 2020) klasifikasi hidrokimia air tanah berdasarkan Kloosterman (1983) dalam **Gambar 1.** dibagi menjadi 6 tipe yaitu:

- Tipe I merupakan air tanah bikarbonat yang berasal dari bentuklahan asal proses fluvial
- Tipe II air semi bikarbonat yang ada pada dataran banjir dan proses sedimen fluvial
- Tipe III air evaporit yang berasal dari bentuklahan dataran rawa atau delta yang memiliki rasa asin karena pelarutan garam di akuifer akibat adanya air laut purba yang terjebak di dataran yang mengalami evaporasi

- d. Tipe IV air sulfat yang memiliki nilai sulfat yang tinggi memiliki rasa yang payau hingga asin
- e. Tipe V air fosil atau air connate yang terjadi akibat pertukaran kation air tanah dengan batuan induk akibat kontak air dan batuan yang sangat lama
- f. Tipe VI air intrusi yang berasal dari proses intrusi air laut

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas air tanah dilihat berdasarkan parameter fisik dan kimia. Parameter yang dievaluasi secara fisik adalah TDS dan DHL sedangkan parameter kimia yang dievaluasi adalah ph, salinitas, Na, SO<sub>4</sub>, Ca, Cl, Mg, HCO<sub>3</sub>, Mg, K, CO<sub>3</sub> dan kesadahan yang telah diuji di laboratorium BBTCLP selanjutnya dibandingkan dengan nilai kadar maksimum sesuai dengan baku mutu terkait (**Tabel 1**)

**Tabel 1** Klasifikasi Air Tanah di Daerah Penelitian

No	Parameter	Satuan	S1	S2	S3	S4	Kadar Maksimum	Sumber
1	Kesadahan	mg/l	555,22	684,58	443,78	272,64	500	PerMenKes No 492 Tahun 2010
2	Klorida	mg/l	48,6	397	66	37,2	250	PerMenKes No 492 Tahun 2010
3	Sulfat	mg/l	62	697	35	20	400	Pergub DIY No 20 tahun 2008
4	pH	-	6,9	7,1	7,1	7,7	6,5-8,5	Pergub DIY No 20 tahun 2008
5	Natrium	mg/l	72,05	574,23	18,01	22,31	200	PerMenKes No 492 Tahun 2010
6	Magnesium	mg/l	132,02	83,18	1,45	10,64	100	Effendi (2003)
7	Salinitas	%	0,57	2,26	0,44	0,3	0,5	Goetz(1986)
8	Kalium	mg/l	3,57	5,51	9,52	19,57	-	-
9	Kekeruhan	NTU	1,1	1,5	0,6	1	5	Pergub DIY No 20 Tahun 2008
10	warna	TCU	<1	<1	<1	<1	5	Pergub DIY No 20 tahun 2008
11	Kalsium	mg/l	4,78	136,91	175,12	91,54	500	PerMenKes No 492 Tahun 2010
12	alkalinitas	mg/l	634,1	833,4	489,2	326,1	500	Effendi (2003)
13	asiditas	mg/l	62,1	83,18	12,4	24,8	-	-
14	TDS	mg/l	564	2077	501	304	1000	Effendi (2003)
15	DHL	umhos/cm	1144	4275	905	622	1500	Suherman (2007)

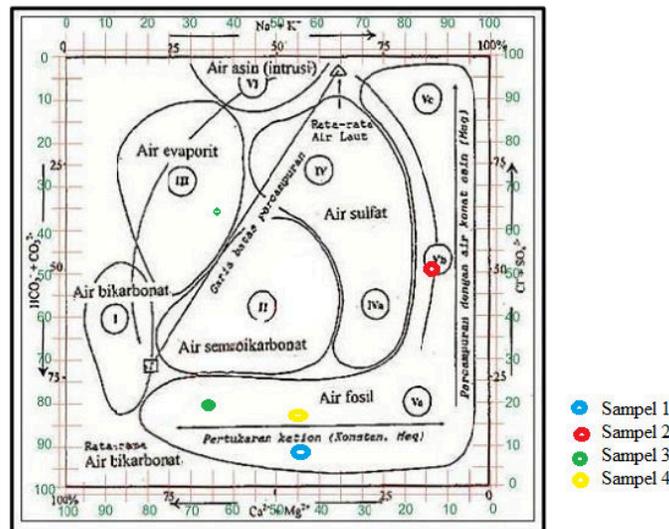
Sumber : Penulis (2023)

Berdasarkan hasil perhitungan persenan kation maupun ion mayor yang didapat dari hasil perhitungan menggunakan rumusan persen kation dan anion yang bersumber dari parameter ion terkait yang terdapat pada **Tabel 1** kemudian diplotkan ke dalam diagram piper segi empat sehingga didapatkan bahwa semua sampel adalah air fosil yang terbentuk akibat pencampuran air asin konat maupun pertukaran kation yang masing masing didominasi oleh Na+K ataupun HCO<sub>3</sub> + CO<sub>3</sub>. (**Tabel 2**)

Tabel 2 Klasifikasi Air Tanah di Daerah Penelitian

Air Sampel	Kation (%)		Anion (%)		Kesimpulan	
	Na+K	Ca+Mg	Cl+SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub> +CO <sub>3</sub>	Tipe	Keterangan
S1	53,43	46,57	13,423	86,57	Air Fosil (Pertukaran Kation)	Dominasi HCO <sub>3</sub> + CO <sub>3</sub>
S2	87,42	12,58	51,355	48,64	Air Fosil (Percampuran dengan air konat asin)	Dominasi Na+K
S3	31,644	68,356	20,084	79,91	Air Fosil (Pertukaran Kation)	Dominasi HCO <sub>3</sub> + CO <sub>3</sub>
S4	51,87	48,13	17,183	82,82	Air Fosil (Pertukaran Kation)	Dominasi HCO <sub>3</sub> + CO <sub>3</sub>

Sumber : Penulis (2023)

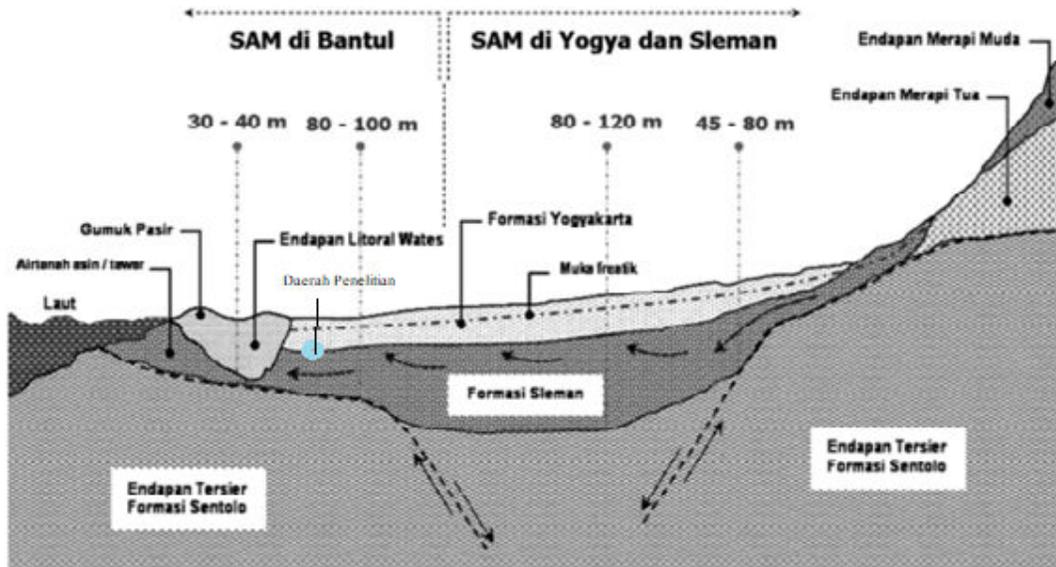


Gambar 2 Hasil Analisa Sampel pada Diagram Piper  
Sumber : Penulis (2023)

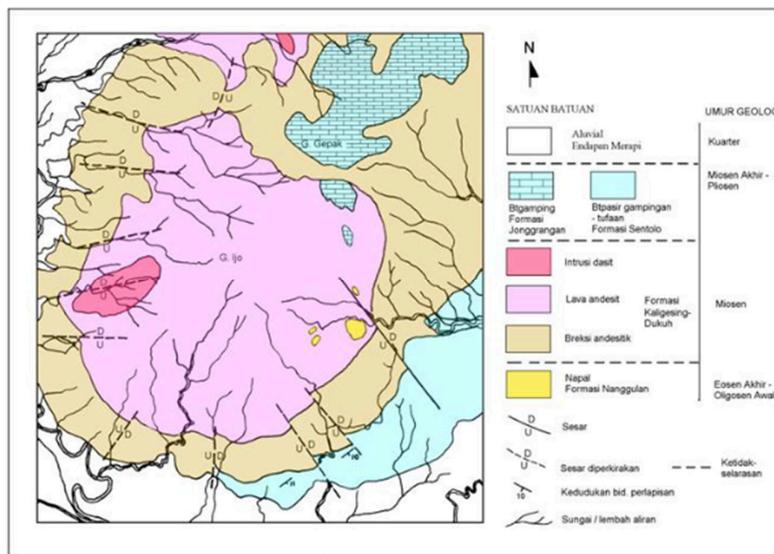
Air tanah bertipe fosil (Va) merupakan hasil dari proses pertukaran kation air tanah dengan mineral lempung karena mineral tersebut memiliki kemampuan untuk menjebak air dan memiliki pori yang bersifat mikro sehingga memudahkan proses tukar kation terjadi (Barapela & Santosa, 2015). Sampel air berkode S1, S3, dan S4 memiliki tipe air fosil akibat adanya pengaruh litologi gamping yang memiliki kandungan lempung sehingga menyebabkan tingginya proses tukar kation di dalam akuifer. Air fosil dapat pula terjadi akibat adanya air laut yang terjebak dalam suatu cekungan saat terjadi proses genang laut. Apabila alas dari cekungan berlapis lempung maka air laut yang terjebak akan sulit terbilas sehingga akan menyebabkan air tanah terasa payau atau asin (Purnama, 2019). Sampel air berkode S2 memiliki tipe air fosil akibat adanya percampuran air laut di masa lampau yang terjebak pada akuifer yang memiliki lapisan lempung sehingga menyebabkan air tanah memiliki rasa asin. (Gambar 3)

Berdasarkan kajian mengenai lapisan akuifer yang ada di daerah penelitian, akuifer yang ada di daerah penelitian adalah akuifer yang tersusun atas batugamping (Pandita & Pambudi, 2016). Akuifer yang ada di daerah penelitian ditemukan dibawah alluvium merapi dan berada di bagian batugamping terumbu dengan bagian sayap terumbu yang bersisipan dengan napal selanjutnya saat terjadi graben Yogyakarta.

Batugamping di daerah penelitian secara umum tertutup oleh endapan fluviovolkanik merapi namun terdapat bagian yang tidak tertutup material endapan tersebut dan masih terungkap sampai saat ini yaitu batugamping terumbu di daerah penelitian setelah Yogyakarta mengalami pengangkatan maka air laut semua mengalir ke selatan (laut sekarang) namun khusus di daerah penelitian air laut (air fosil) terjebak sehingga tidak bisa mengalir ke selatan karena terhalang oleh napal yang ada di selatan daerah penelitian. Penemuan batugamping yang bersisipan napal dapat ditemukan tersingkap di daerah penelitian sehingga napal ini sebagai agen pencegah air untuk lolos atau hilang.



**Gambar 4** Kondisi Akuifer di Daerah Penelitian  
 Sumber : Santosa dan Adji (2014)



**Gambar 5** Pembentukan Batugamping Formasi Sentolo  
 Sumber : Kusumayudha et al. (2019)

Pembentukan batugamping dipastikan berada di laut, dapat diketahui bahwa daerah Gamping, Pajangan, dan Pandak dulunya adalah lautan yang kini telah menjadi daratan akibat pengangkatan yang terjadi pada miosen akhir (**Gambar 5**). Keterdapatannya air payau di daerah penelitian disebabkan oleh adanya litologi batugamping napal yang terjadi pada miosen akhir yang menyebabkan air laut purba terjebak di daerah penelitian sehingga air sulit lolos kembali ke laut saat itu pula terjadi penumpukan material alluvial di daerah penelitian akibat proses fluvial sehingga menyebabkan batugamping sebagian tertutupi oleh material alluvial namun sebagian lagi masih tersingkap. Litologi batugamping napal yang menjadikan air laut purba terperangkap di dalam akuifer di daerah penelitian sehingga air tanah yang ada di daerah penelitian terasa payau.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil plotting dalam diagram piper didapatkan bahwa air tanah yang ada di daerah penelitian adalah air fosil (Va). Genesa dari air tanah yang ada di daerah penelitian adalah akibat adanya pengaruh batugamping terumbu yang menjebak air laut pada masa lampau dan atau adanya pertukaran ion yang terjadi akibat kontak antara akuifer dengan batugamping dalam waktu yang lama sehingga menyebabkan air menjadi payau.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih kepada Bapak Ir. Suharwanto, M.T., Bapak Andi Renata Ade Yudono, ST., M.Sc, dan Bapak Wisnu Aji Dwi Kristanto, ST., M.Eng atas segala masukan dan bimbingannya. Saya ucapkan pula terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan penelitian ini

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Afriyani, M. P., Sentosa, L. W., & Nugroho, A. C. (2020). Analisis Genesa Hidrogeokimia Airtanah Menggunakan Diagram Piper Segiempat Di Wilayah Pesisir. *Media Komunikasi Geografi*, 21(1), 01. <https://doi.org/10.23887/mkg.v20i2.21331>
- Barapela, P. C., & Santosa, L. W. (2015). Kajian Hidrogeokimia Airtanah Bebas Di Wilayah Kepesisiran Kabupaten Purworejo. *Jurnal Bumi Indonesia* 5(1)
- Giovani, F., Asrifah, R. D., & Prasetya, J. D. (2020). Penentuan Kualitas Airtanah dengan Metode Diagram Piper Kloosterman di Desa Kulwaru, Kecamatan Wates, Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan Ke-II “Strategi Pengelolaan Lingkungan Sumberdaya Mineral Dan Energi Untuk Pembangunan Berkelanjutan” Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta.
- Kurniawati, N., & Santosa, L. W. (2017). Studi Hidrogeokimia Airtanah Bebas Di Wilayah Kepesisiran Kecamatan Srandakan Kabupaten Bantul Dan Sekitarnya. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6(1), pp. 1–10
- Kusumayudha, S. B., Kaesmetan, D., & Purwanto, H. S. (2019). Hubungan Batu Gamping Formasi Sentolo dan Breksi Vulkanik Kulon Progo: Sebuah Koreksi Stratigrafi Studi Kasus di Daerah Wonotopo, Kecamatan Gebang, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.31315/jmel.v3i1.2102>
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MEN.KES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Air
- Purnama, S. (2019). *Air Tanah dan Intrusi Air Laut*. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Santosa, L. W. & Adji, T. N. 2014. *Karakteristik Akuifer dan Potensi Airtanah Graben Bantul*. Yogyakarta: UGM Press
- Sungkowo, andi, & Asrifah, R. D. (2020). *Ilmu Lingkungan Kebumihan*. Yogyakarta : UPN Veteran Yogyakarta.