

## **Pelarutan Batugamping Melalui Konsentrasi $\text{CaCO}_3$ Pada Mataair Sendang Biru Dan Beji Di Kawasan Karst Malang Selatan**

### **Dissolution Of Limestone Through $\text{CaCO}_3$ Concentration In Sendang Biru And Beji Springs In The Karst Malang Selatan**

**Randhiki Gusti Perdana<sup>1a</sup>, Poegoeh Prasetyo Rahardjo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institut Pertanian Malang; Jl. Soekarno Hatta Malang 65142.

<sup>2</sup>Institut Pertanian Malang, Jl. Soekarno Hatta Malang.

<sup>a</sup>Institut Pertanian Malang : Randhiki Gusti Perdana, E-mail: randhiki@ipm.ac.id

Diterima: 30 – 06 – 2022, Disetujui: 04 – 07 – 2022

#### **ABSTRACT**

This study focuses on the dissolution of limestone found in the Sendang Biru and Beji springs in the Karst area of South Malang. The aims of this study were to (1) analyze the dissolution of limestone in the Sendang Biru spring, (2) analyze the dissolution of limestone in the Beji spring. This research was conducted in Gedangan District and Sumbermanjing Wetan District, Malang Regency, where both sub-districts are located in the South Malang Karst area. Data were collected using a pH meter to measure the acidity of the water and an alkalinity test kit to measure the dissolved  $\text{CaCO}_3$  in the springs. The measurement data was processed and analyzed for the variability of  $\text{CaCO}_3$  to be able to determine the magnitude of the limestone dissolution rate that occurred. Data processing is carried out in the laboratory. The results showed (1) the  $\text{CaCO}_3$  concentration of the Sendang Biru spring was 422.17 mg/l, (2) while the  $\text{CaCO}_3$  concentration of the Beji spring was 416.97 mg/l.

**Keywords:** dissolution, limestone, Karst Malang Selatan

#### **ABSTRAK**

Penelitian ini berfokus pada pelarutan batugamping yang terdapat pada mataair Sendang Biru dan Beji yang berada di kawasan Karst Malang Selatan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk (1) menganalisis pelarutan batu gamping pada mataair Sendang Biru, (2) menganalisis pelarutan batu gamping pada mataair Beji. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Gedangan dan Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang yang dimana kedua kecamatan tersebut berada di kawasan Karst Malang Selatan. Pengambilan data menggunakan pH meter untuk mengukur keasamaan air dan *alkalinity test kit* untuk mengukur  $\text{CaCO}_3$  terlarut pada mataair. Data hasil pengukuran diolah dan dilakukan analisis variabilitas  $\text{CaCO}_3$  untuk dapat mengetahui besaran laju pelarutan batu gamping yang terjadi. Pengolahan data dilakukan di dalam laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan (1) konsentrasi  $\text{CaCO}_3$  mataair Sendang Biru sebesar 422,17 mg/l, (2) sedangkan konsentrasi  $\text{CaCO}_3$  mataair Beji sebesar 416,97 mg/l.

**Kata kunci:** pelarutan, batugamping, Karst Malang Selatan

## PENDAHULUAN

Karst tidak lepas dari proses batuan karbonat yang mengalami pelarutan. Karst dicirikan sebagai bentang alam yang pembentukannya dikendalikan oleh proses pelarutan batuan karbonat seperti batugamping, dolomit, marmer, gipsum dan batu garam. Faktor utama yang mempengaruhi proses pelarutan ini dipengaruhi oleh faktor iklim, batugamping, topografi wilayah, dan struktur geologi masing-masing kawasan karst. Keterkaitan beberapa faktor ini dilacak melalui proses pembubaran. Topografi karst terbentuk sebagai hasil dari proses peleburan yang dikendalikan oleh tingkat kelarutan batuan, presipitasi, dan batuan yang tersingkap, sehingga memungkinkan berkembangnya system bawah tanah. Pelarutan batuan karbonat, terutama batugamping ( $\text{CaCO}_3$ ), dibentuk oleh reaksi air dengan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Karbon dioksida larut dalam air untuk membentuk anion bikarbonat. Anion bikarbonat mewakili alkalinitas air. Alkali adalah kemampuan anion dalam air untuk menetralkan kation hidrogen. Alkalinitas menunjukkan kemampuan air untuk menetralkan asam. Alkali juga dikenal sebagai kemampuan buffer terhadap perubahan pH dalam air. Salah satu anion yang membentuk alkalinitas adalah bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ). Bikarbonat dalam air menunjukkan kejenuhan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Pengukuran alkalinitas, terutama anion bikarbonat, dapat digunakan untuk memprediksi laju potensial pelarutan batugamping. Musim tahun merupakan faktor yang memiliki pengaruh besar pada kandungan ion bikarbonat. Pada musim hujan kandungan bikarbonat menurun seiring dengan penurunan konsentrasi di dalam air, dan pada musim kemarau kandungan bikarbonat meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi di dalam air. Laju pelarutan potensial dihitung dari data kadar bikarbonat. Batu dengan kandungan  $\text{CaCO}_3$  tinggi mudah terlarut. Semakin tinggi kandungan  $\text{CaCO}_3$  maka semakin berkembang lahan karst. Semakin kompak batuan terlarut, semakin stabil lahan karst. Semakin kecil kekompakan batuan maka semakin cepat lahan karst yang ada hilang akibat proses pelelehan itu sendiri atau pergerakan dan erosi batuan. Indeks yang digunakan untuk menentukan derajat disolusi yang terjadi adalah laju disolusi. Penelitian ini mencoba mengukur laju disolusi berdasarkan kadar  $\text{CaCO}_3$  terlarut dalam air baku.

## MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di kawasan Perbukitan Karst Malang Selatan, selatan Kabupaten Malang. Daerah penelitian terletak di kecamatan Sumbermanjing Wetan dan Gedangan. Terdapat beberapa sumber air di lokasi tersebut.

Penentuan sampel untuk penelitian ini menggunakan beberapa metode sampling. Populasi penelitian ini adalah seluruh mata air yang ada di kawasan Karst Malang Selatan, namun sampel untuk penelitian ini adalah mata air yang ada di kecamatan Sumbermanjing Wetan dan Gedangan. Contoh sumber penelitian ini adalah Sendang Biru dan Beji. Kedua mata air tersebut dipilih sebagai sampel karena memiliki kondisi dan karakteristik penggunaan lahan yang berbeda dan mengalir sepanjang tahun. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran lapangan, data primer berupa konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$ , kemudian diubah menjadi  $\text{CaCO}_3$ , dan data sekunder diperoleh dari instansi terkait.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Variasi Temporal Laju Pelarutan pada Mataair Sampel

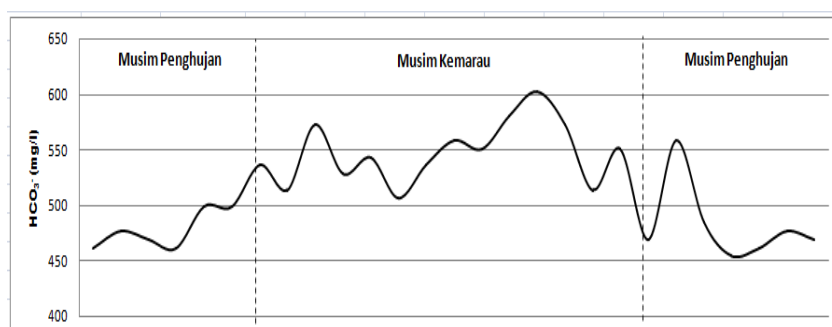
Data yang diperoleh dari hasil penelitian diperlakukan sebagai variable untuk menghitung laju disolusi. Menurut Appelo dan Postma (1993), reaksi karbonat sangat penting untuk mengontrol komposisi air tanah. Konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  berdasarkan data primer dihitung menggunakan metode kimia sederhana berupa perbandingan massa relatif molekul dan ion yang ada. Konsentrasi yang dihasilkan adalah konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  dari masing-masing sumber sampel. Tabel 1 menunjukkan data konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  pada sumber sampel, dan plot konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  pada sumber sampel ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2. Tabel 1 menunjukkan hasil jumlah dan rata-rata kandungan  $\text{HCO}_3^-$  terlarut dalam sampel sumber. Rata-rata konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  pada sumur sampel di kawasan Karst Malang Selatan adalah 511,87 mg/l. Berikut Tabel dan grafik konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  pada mata air sampel.

Tabel 1. Konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  pada Mataair Sampel

| No Lokasi | Nama Mataair         | Konsentrasi $\text{HCO}_3^-$ (mg/l) |
|-----------|----------------------|-------------------------------------|
| 1         | Mataair Sendang Biru | 515,04                              |
| 2         | Mataair Beji         | 508,70                              |
| Jumlah    |                      | 1023,74                             |
| Rata-Rata |                      | 511,87                              |

Sumber: Analisis Peneliti (2019)

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  tertinggi terdapat pada mata air Sendang biru dan rata-rata konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  terendah terdapat pada mata air sayuran. Ini karena sumber Sumber Agung dikategorikan seperti difus atau retak, sehingga menghasilkan resolusi yang lebih tinggi. Terdapat perbedaan nilai konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  untuk setiap sumber sampel. Perbedaan ini menunjukkan bahwa variasi spasial dalam posisi sumber sampel mempengaruhi variasi temporal dalam kandungan  $\text{HCO}_3^-$  terlarut dari sumber sampel. Secara rinci variasi konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  pada tiap mataair sampel akan dijelaskan pada Gambar 1, dan Gambar 2 berikut.



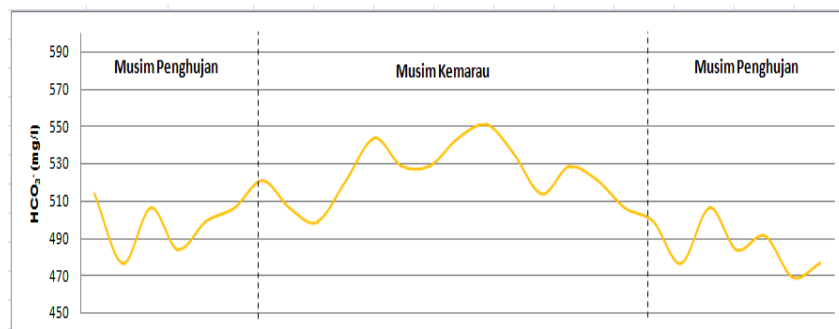
Gambar 1. Fluktuasi Konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  (mg/l) pada Mataair Sendang Biru

Mata Air sampel Sendang Biru terletak di Desa Sendang Biru Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang. Secara geografis, mata air ini berada di X:684676 dan Y:9068168. Mata air ini akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air orang-orang di sekitar kita.

Sendang biru tidak memiliki fluktuasi aliran yang signifikan selama musim hujan dan kemarau. Tumpahan tidak berubah secara signifikan, tetapi tumpahan dari sumber ini adalah tumpahan permanen (tumpahan sepanjang tahun). Sedikit peningkatan kecepatan aliran

menunjukkan bahwa mata air Sendang Biru merupakan mata air saluran difus atau retak. Tata guna lahan di DAS Sumber Sendang Biru sangat tidak merata dan sebagian besar didominasi oleh semak dan hutan yang tumbuh tidak teratur. Tata letak yang tidak beraturan ini disebabkan letak cekungan di sekitar puncak bukit yang sulit dijangkau oleh penduduk setempat. Penggunaan lahan yang masih asli dan keberadaan berbagai lahan karst menunjukkan bahwa perkembangan karst sangat besar. Berdasarkan Gambar 1. Di atas, konsentrasi  $\text{HCO}_3$  tahunan tertinggi di mata air Sendanville adalah pada musim kemarau, yaitu 602,99 mg / l, dan konsentrasi  $\text{HCO}_3$  tahunan terendah di mata air Sendanville adalah pada musim hujan, yaitu 454,11 mg. / l.

Sedangkan untuk konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  mataair Beji dijelaskan pada Gambar 2. berikut.



Gambar 2. Fluktuasi Konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  (mg/l) pada Mataair Beji

Mata Air Beji terletak di Desa Gajarejo Kecamatan Gedangan Kabupaten Malang. Lokasi mata air ini berada pada koordinat X:678788 dan Y:9068198. Daerah ini merupakan daerah yang sedang berlangsung pengembangan airtanah yang cukup intensif. Berdasarkan pantauan dan informasi warga, reaksi aliran sungai terhadap kekeruhan air akibat erosi tanah di sekitar mata air panas Veggie meningkat pada musim hujan, tetapi sungai tidak meningkat pesat pada puncak musim hujan. . Kemajuan proses pelarutan di cekungan Mata Air Beji kurang penting karena dipengaruhi oleh tutupan vegetasi yang relatif jarang.

Tata guna lahan di daerah tangkapan air mata air ini didominasi oleh semak belukar dan pertanian musiman. Tangkapan sayuran memiliki pergeseran lahan yang tajam dibandingkan dengan tangkapan musim semi lainnya. Penggunaan lahan di cekungan mata air Veggie bervariasi tergantung pada kondisi tanah.

Dari gambar di atas, terlihat bahwa konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  tahunan tertinggi di sumber air panas Veggie adalah pada musim kemarau, atau 543,45 mg/l, dan konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  tahunan terendah di sumber air panas Veggie adalah pada musim hujan, atau 476,45 . mg / liter. Berdasarkan Gambar 1. Gambar 2 menunjukkan perbedaan variasi konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  di Springs, Sendanville, dan Veggie. Menariknya, konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  bervariasi dari musim ke musim. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh musiman, dimana konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  menurun pada musim hujan dan meningkat lagi pada musim kemarau. Saat hujan, aliran mata air meningkat dan kemungkinan interaksi air-batuan berkurang. Secara teoritis, gas karbon dioksida akan meningkat mengikuti peningkatan output komponen saluran. Oktama (2014) menjelaskan bahwa terdapat hubungan antara variabilitas debit dengan pola perubahan kandungan ion, kalsium dan bikarbonat. Hasil uji scatter plot debit dan kadar ion terlarut utama oleh Oktama (2014) menunjukkan hubungan yang negatif. Artinya, saat debit berkurang, tingkat ion terlarut dominan meningkat.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Besaran  $\text{CaCO}_3$  terlarut yang terdapat pada mataair Sendang Biru sebesar 422,17 mg/l.
2. Besaran  $\text{CaCO}_3$  terlarut yang terdapat pada mataair Beji sebesar 416,97 mg/l.

## DAFTAR PUSTAKA

- Appelo, C.A.J., Postma, D., 1993, *Geochemistry, groundwater, and pollutant*, Rotterdam: A.A. Balema.
- Cheng, Z, Xie Y., Lv Y., *et al.*, 2006. Impact of land-use patterns upon karst processes: taking Nongla Fengcong depression area in Guangxi as an example. *Acta Geographica Sinica* 61(11): 1181-1188.
- Cheng, Z, C., 2010: Seasonal variation of dissolution rate under the soil at different land uses and its influence factors A case study of Jinpo Mountain, Chongqing. *Geological Review* 56(1): 136-140.
- Corbel J., 1956, A New Method for the Study of Limestone Regions, *Revue Canadienne de Geographie*, 10, pp. 240–2.
- Danardono.2013. Distribusi Karbon-dioksida ( $\text{CO}_2$ ) Tanah Pada Kawasan Karst Gunung Sewu(Kasus Profil Tanah Daerah Sekitar Mata Air Ngeleng, Giritirto, Purwosari, Gunungkidul) *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Daoxian, Y., 1997, The Carbon Cycle in Karst. *Zeitschrift F Geomorph*, NF108.91- 102
- Ford, D. and Williams, P., 1992, *Karst Geomorphology and Hydrology*, London: Chapman and Hall.
- Haryono, E. Day, M. Landform Differentiation Within the Gunungkidul Kegelkarst, Java, Indonesia. *Journal of Cave and Karst Studies*, Agustus. V. 66, no.2, p.62-69.
- Huang , J, Pute Wu and Xining Zhao, 2012, Effects of rainfall intensity, underlying surface and slope gradient on soil infiltration under simulated rainfall experiments. *Elsevier. CATENA-01880; No of Pages 10*.
- Liu, Z. & Zhao J., 2000, Contribution of carbonate rock weathering to the atmospheric  $\text{CO}_2$  sink. *Environmental Geology*. 39, pp. 1053-1058.
- Mulatsih, Sekti. , Eko Haryono, Sutikno. Carbon Flux In Soil Along Karst Hillslope Toposequence Above Wonosari Formation At Gunungkidul District. *Proceeding Asian Trans-disciplinary Karst Convergence*.Yogyakarta. UGM.
- Notohadipoero, S. 1982. *Pengantar Ilmu Tanah*. Yogyakarta : Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, UGM.
- Oktama, Roza .2014. Karakterisasi Akuifer Karst Mataair Ngeleng Dengan Pendekatan Variasi Temporal Sifat Aliran Dan Hidrogeokimia. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Shengyou, X. dan He Shiyi. 2002. The  $\text{CO}_2$  Regime of Soil Profile and Its Drive to Dissolution of Carbonate Rocks. *Karst Process and The Carbon Cycle FinalReport of IGCP379*, 83 – 89.
- Shiyi H., Y. Daoxian, L. Zaihua. 2002. Contribution of Carbonate Rock Weathering to the Atmospheric  $\text{CO}_2$  Sink. *Karst Process and The Carbon Cycle FinalReport of IGCP379*, 35 – 43.
- Sosrodarsono, S., Takeda, K., 1978, *Hidrologi untuk Pengairan*, Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- White, W.B., 1988, *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains*, New York: Oxford University Press.