



Distribusi Kalsium (Ca) Pada Daerah Aliran Sungai Serayu

Distribution Of Calcium (Ca) In the Serayu River Watersheds

Desta Fatma Putri¹, Nabela Fikriyya^{1*}, Abdul Malik Firdaus¹, Bambang Eko Jatmoko²

¹ Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr Soeparno, Karangwangkal, Purwokerto, Jawa Tengah 53122, Indonesia

² Balai Pengelola sumberdaya Air-Serayu Citanduy, Purwokerto, Jawa Tengah

*Corresponding author, e-mail: nabela.fikriyya@unsoed.ac.id

Diterima: 12 Juli 2024, Disetujui: 1 September 2024

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu merupakan salah satu DAS di Jawa Tengah yang meliputi beberapa kabupaten termasuk Wonosobo, Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, dan Cilacap. Kondisi Daerah Aliran Sungai Serayu pada saat ini telah mengalami kerusakan dan pencemaran lingkungan yang mengakibatkan menurunnya kualitas Air Sungai Serayu. Kalsium merupakan salah satu mineral yang ada dalam air dan sedimen. Kandungan kalsium dipengaruhi oleh adanya reaksi yang melibatkan gas karbondioksida baik itu karena respirasi tumbuhan maupun hewan aquatic. Keberadaan air limbah rumah tangga merupakan elemen eksternal yang dapat mempengaruhi konsentrasi kalsium yang tinggi di perairan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui distribusi Kalsium (Ca) pada Daerah Aliran Sungai Serayu. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan November 2023 bertempat di Kawasan DAS Serayu. Pengambilan sampel dilakukan di 15 titik DAS Serayu. Metode yang digunakan yaitu analisis titrimetri. Hasil analisis yang didapatkan yaitu nilai Kalsium (Ca) tertinggi terdapat pada Sungai Menyawak sebesar 52,40 mg/L. Pada peta distribusi kalsium menunjukkan warna interpolasi merah. Nilai Kalsium (Ca) terendah terdapat pada Sungai Kalisapi sebesar 19,20 mg/L. Pada peta distribusi kalsium menunjukkan warna interpolasi kuning. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada DAS Serayu konsentrasi kalsium masih memenuhi batas yang ditetapkan dan masih dapat ditolerir oleh perairan.

Kata Kunci: DAS Serayu, Kualitas Air, Kalsium, Limbah Domestik.

ABSTRACT

Serayu River Watershed is one of the watersheds in Central Java that covers several districts including Wonosobo, Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, and Cilacap. The condition of the Serayu River Watershed at this time has experienced damage and environmental pollution which has resulted in a decrease in the quality of Serayu River Water. Calcium is one of the minerals present in water and sediment. Calcium content is influenced by reactions involving carbon dioxide gas either due to respiration of plants or aquatic animals. The presence of domestic wastewater is an external element that can affect high calcium concentrations in waters. The purpose of this study was to determine the distribution of Calcium (Ca) in the Serayu River Watershed. Sampling was conducted in November 2023 located in the Serayu Watershed Area. Sampling was carried out at 15 points of the Serayu River Watershed. The method used is titrimetric analysis. The analysis results obtained are the highest Calcium (Ca) value found in Menyawak River at 52.40 mg/L. The calcium distribution map shows a red interpolation color. The lowest Calcium (Ca) value is found in the Kalisapi River at 19.20 mg/L. The

calcium distribution map shows a yellow interpolation color. The results of the study can be concluded that in the Serayu watershed, the calcium concentration still meets the set limits and can still be tolerated by the waters.

Keywords: Watersheds Serayu, Water Quality, Calcium, Domestic Waste.

PENDAHULUAN

Sungai merupakan perairan terbuka yang mengalir yang mendapat masukan dari semua buangan berbagai kegiatan manusia di daerah pemukiman, pertanian, dan industri di daerah sekitarnya. Sungai merupakan satu kesatuan dari Daerah Aliran Sungai (DAS) (Kusuma, 2014). Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang terdiri dari sungai dan anak sungai dimana semua aliran (termasuk sedimen dan unsur hara) yang berasal dari kawasan tersebut dikeluarkan melalui satu outlet. DAS memiliki fungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari air hujan ke danau ataupun laut secara alamiah. Adapun batasannya berada di laut hingga di daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Kementerian Kehutanan RI, 2009). Berdasarkan konsep DAS terbaru yang dirumuskan oleh para ahli, DAS dipandang bukan hanya sebagai kawasan bentang alam dengan batas topografi dan kesatuan hidrologi, namun DAS juga merupakan satu kesatuan ekosistem.

Sungai Serayu merupakan salah satu sungai terbesar di Pulau Jawa yang melintasi beberapa kabupaten di Provinsi Jawa Tengah, yakni Kabupaten Wonosobo, Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, dan Cilacap. Sungai Serayu dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air oleh masyarakat pada wilayah tersebut (Munir, 2009). Sungai Serayu merupakan sungai besar yang mengalir sepanjang 158 kilometer dan bermuara di Teluk Penyus Cilacap (Mawardi, 2010). Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu Hulu terletak di Provinsi Jawa Tengah, tepatnya di Kabupaten Wonosobo dan Kabupaten Banjarnegara. DAS Serayu Hulu memiliki ketinggian 213-3238 meter di atas permukaan laut dengan kemiringan 8-15%.

Morfologi DAS Serayu meliputi tebing-tebing terjal dan lembah-lembah curam. Tanaman ladang dan semak-semak adalah jenis vegetasi yang umum ditemukan di sana. DAS Serayu Hulu mengalami tekanan yang besar, terutama dari sektor pertanian (Christanto et al. 2018). Pada perairan terdapat beberapa unsur hara, salah satunya adalah kalsium. Kalsium merupakan mineral terlarut yang menyebabkan kesadahan pada perairan. Kesadahan merupakan salah satu parameter kimia tentang kualitas air bersih, tingkat kesadahan air pada dasarnya ditentukan oleh jumlah kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) (Alisya et al. 2021). Pada umumnya kesadahan disebabkan oleh adanya logam-logam atau kation-kation yang bervalensi 2, seperti Fe, Sr, Mn, Ca dan Mg, tetapi penyebab utama dari kesadahan adalah Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Kalsium dalam air mempunyai kemungkinan bersenyawa dengan Bikarbonat, Sulfat, Klorida dan Nitrat, sementara itu Magnesium dalam air kemungkinan bersenyawa dengan Bikarbonat, Sulfat dan Klorida (Ruliasih, 2001).

Daerah Aliran Sungai Serayu pada saat ini telah mengalami kerusakan dan pencemaran lingkungan yang mengakibatkan menurunnya kualitas air Sungai Serayu. Berdasarkan pernyataan Lestari et al. (2023) bahwa analisa status mutu DAS Serayu menggunakan metode storet diperoleh nilai sebesar -18. Hasil tersebut menunjukkan bahwa status mutu DAS Serayu termasuk dalam kategori kelas C atau tercemar sedang. Hal ini dipengaruhi aktivitas sekitar aliran sungai terhadap hasil pengukuran parameter kualitas perairan. Sumber pencemaran perairan umumnya berasal dari limbah, seperti limbah industri dan domestik. Menurut Wirawan et al. (2018), limbah

domestik merupakan sisa buangan air yang sudah dipakai, berasal dari kegiatan rumah tangga dan pemukiman sehari-hari seperti buangan limbah mencuci pakaian, piring, kamar mandi dan juga toilet. Keberadaan air limbah rumah tangga merupakan faktor eksternal yang dapat mempengaruhi konsentrasi kalsium yang tinggi di dalam air (Pangestu, 2018). Mengingat DAS Serayu banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas air di Daerah Aliran Sungai Serayu berdasarkan parameter kalsium (Ca) agar dapat dilakukan pengelolaan lebih lanjut.

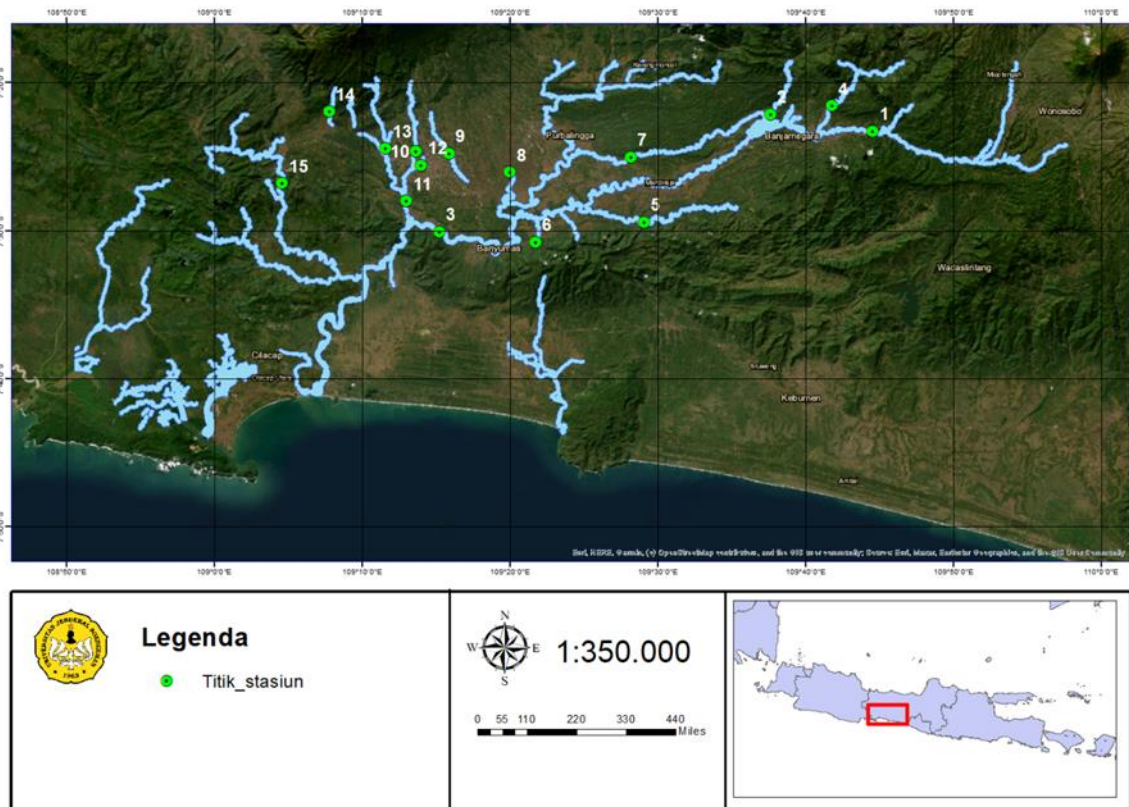
METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Pengambilan dan pengamatan sampel dilakukan pada bulan November 2023 bertempat di Kawasan DAS Serayu sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1. Pemilihan lokasi tersebut menggunakan teknik Purposive Sampling yaitu memilih lokasi dengan karakteristik yang sudah ditentukan berdasarkan kriteria yaitu daerahnya dekat dengan pemukiman warga atau sering digunakan aktivitas masyarakat. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Table 1. Titik Koordinat Pengambilan Sampel Air

Lokasi	Koordinat	Karakteristik
Bendungan Singomerto	-7°.38'81.50"S 109°74'24.54"T	Dekat dengan pemukiman dan pariwisata
Sl. Banjarcayana	-7°.36'86.52"S 109°62'74.45"T	Dekat dengan pemukiman dan tambak
Pompa Wlahar	-7°.49'99.58"S 109°25'45.44"T	Dekat dengan pemukiman dan jalan raya
Bendungan Clangap	-7°.35'89.06"S 109°69'60.02"T	Dekat dengan pemukiman dan jalan raya
Bendungan Kalisapi	-7°.49'05.93"S 109°48'46.52"T	Dekat dengan pemukiman dan terdapat tambang pasir
Bendungan Piasa	-7°.51'29.11"S 109°48'46.52"T	Dekat dengan pemukiman
Sungai Pekacangan Bendungan Krenceng	-7°.41'70.89"S 109°46'99.17"T	Dekat dengan pemukiman dan terdapat tambang pasir
Sungai Jompo Bendungan Pribadi	-7°.43'39.54"S 109°33'34.82"T	Dekat dengan pemukiman dan terdapat aktivitas pertanian
Sungai Pelus Bendungan Arca	-7°.41'27.38"S 109°26'53.18"T	Dekat dengan pemukiman dan jalan raya
Bendung Banjaran 1	-7°.41'01.51"S 109°22'71.68"T	Dekat dengan pemukiman dan rumah sakit
Bendung Menyawak	-7°.46'66.45"S 109°21'90.5"T	Dekat dengan pemukiman dan perkebunan
Sungai Kranji Bendung Banjaran II	-7°.42'61.91"S 109°23'30.81"T	Dekat dengan pemukiman dan jalan raya
Bendungan Logawa	-7°.40'73.35"S 109°19'32.51"T	Dekat dengan pemukiman dan home industri
Sungai Prukut Bendung Andongbang	-7°.36'55.38"S 109°12'94.53"T	Dekat dengan pemukiman dan jalan raya
Bendungan Tajum	-7°.44'63.62"S 109°07'62.96"T	Dekat dengan pemukiman, pabrik semen, tambang pasir, dan terdapat aktivitas pertanian



Gambar 1. Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel Air

Alat

Beaker glass 100 mL, Dirigen 2,5 L, Labu ukur 100 mL, Labu ukur 200 mL, Spatula kaca, Spatula stainless, *Tissue*, Handphone, Timbangan analitik, Gelas ukur 50 mL, Corong kaca, Labu erlenmeyer 100 mL, Buret dan Statif, Software Arcgis.

Bahan

Aquades, Larutan NaOH 1N, Larutan Na₂EDTA, Indikator murexide, dan sampel air.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air diawali dengan botol dirigen ukuran 2,5 L diberi label terlebih dahulu sesuai dengan nama lokasi pengambilan. Pengambilan air sampel dilakukan pada 15 titik DAS Serayu. Kemudian di tutup rapat botol sampel menggunakan plastik. Sampel air disimpan

di lemari pendingin laboratorium sebelum di analisis.

Analisis Sampel

Langkah pertama uji sampel yaitu menimbang NaOH 1N sebanyak 4 gram dan Na₂EDTA sebanyak 0,93075 gram diletakkan pada beaker glass ukuran 100 mL. Setelah ditimbang lalu dilarutkan menggunakan aquades lalu diaduk menggunakan spatula kaca kemudian setelah dilarutkan NaOH 1N dituang pada labu ukur 100 mL dan Na₂EDTA dituang pada labu ukur 250 mL. Ambil air sampel sebanyak 50 mL menggunakan gelas ukur lalu dituang ke erlenmeyer, lakukan hal sama pada sampel yang lain setelah itu ditambahkan 2 mL NaOH 1N. Kemudian tambahkan indikator murexide dengan ukuran sejung spatula stainless lalu homogenkan sampai warna berubah menjadi merah muda. Langkah terakhir yaitu proses titrasi menggunakan larutan Na₂EDTA sampai warna larutan berubah menjadi ungu lalu catat hasil titrasinya. Metode titrasi kompleksometri berdasarkan pada SNI 06-6989.13-2004.

SNI tersebut merupakan prosedur analisis kadar kalsium untuk air dan air limbah. Beberapa penelitian menggunakan metode titrasi kompleksometri untuk menentukan kadar kalsium pada beberapa sampel (Taufik *et al.* 2018).

Analisis Data

Hasil pengujian kemudian dihitung menggunakan rumus berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia) 2004 sebagai berikut:

$$\text{Kadar kalsium (mg Ca/L)} = \frac{1000}{V_{C.u.}} \times V_{EDTA(b)} \times M_{EDTA} \times 40$$

Keterangan:

$V_{C.u.}$ = volume larutan contoh uji (mL)

$V_{EDTA(b)}$ = volume rata-rata larutan baku Na_2EDTA untuk titrasi kesadahan total (mL).

M_{EDTA} = molaritas larutan baku Na_2EDTA untuk titrasi (mmol/mL).

Selanjutnya analisis data kualitas air parameter kalsium yang diperoleh dari uji laboratorium kemudian dilihat persebarannya menggunakan software ArcGis dengan melakukan pengumpulan data kalsium. Selanjutnya preprocessing

data yang diimpor oleh ArcGIS, seperti format geospasial (*shapefile*). Kemudian pemetaan data dengan melakukan impor data ke dalam ArcGIS dan pilih metode yang sesuai format data. Kemudian melakukan digitasi peta di DAS Serayu. Selanjutnya visualisasi hasil dengan menambahkan simbol, gradasi warna dan menambahkan legenda untuk memudahkan pemahaman distribusi kalsium di DAS Serayu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

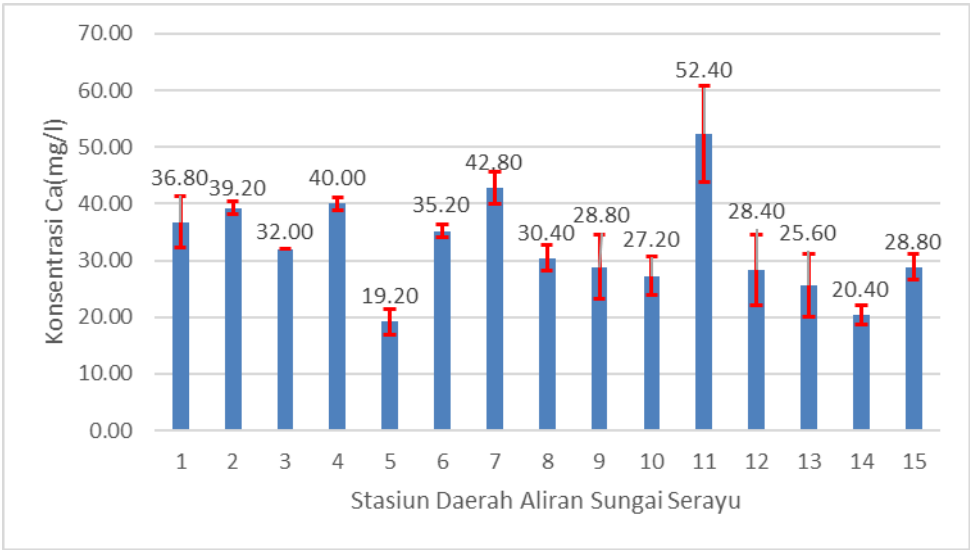
Konsentrasi Kalsium (Ca) DAS Serayu

Kalsium adalah unsur kimia penting yang dapat mempengaruhi keseimbangan kimia dan biologis di ekosistem perairan. Distribusi kalsium dalam air sungai dapat memberikan gambaran mengenai ketersediaan nutrisi dan kondisi lingkungan sekitarnya. Distribusi kalsium dipengaruhi oleh faktor geologi dan aktivitas manusia di aliran sungai. Analisis data ini memberikan kontribusi dalam upaya pemantauan dan pengelolaan sumber daya alam terutama dalam konteks keberlanjutan dan kesehatan ekosistem Daerah Aliran Sungai Serayu.

Hasil pengukuran parameter kalsium di Daerah Aliran Sungai Serayu disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Table 2. Kandungan Kalsium (Ca) Pada Daerah Aliran Sungai Serayu

NO	SUNGAI	Kandungan Ca mg/L
1	Sungai Serayu Hulu Bendung Singomerto	36,80
2	Sungai Serayu Tengah Si Banjarcahyana	39,20
3	Sungai Serayu Hilir Pompa Wlahar	32,00
4	Sungai Merawu Bendung Clango	40,00
5	Sungai Kalisapi Bendungan Kalisapi	19,20
6	Sungai Piasa Bendungan Piasa	35,20
7	Sungai Pekacangan Bendung Krenceng	42,80
8	Sungai Jompo Bendung Pribadi	30,40
9	Sungai Pelus Bendungan Arca	28,80
10	Sungai Banjaran Bendung Banjaran I	27,20
11	Sungai Menyawak Bendung Menyawak	52,40
12	Sungai Kranji Bendung Banjaran II	28,40
13	Sungai Logawa Bendung Logawa	25,60
14	Sungai Prukut Bendung Andongbang	20,40
15	Sungai Tajum Bendung Tajum	28,80



Gambar 2. Grafik Konsententrasi Kalsium di DAS Serayu

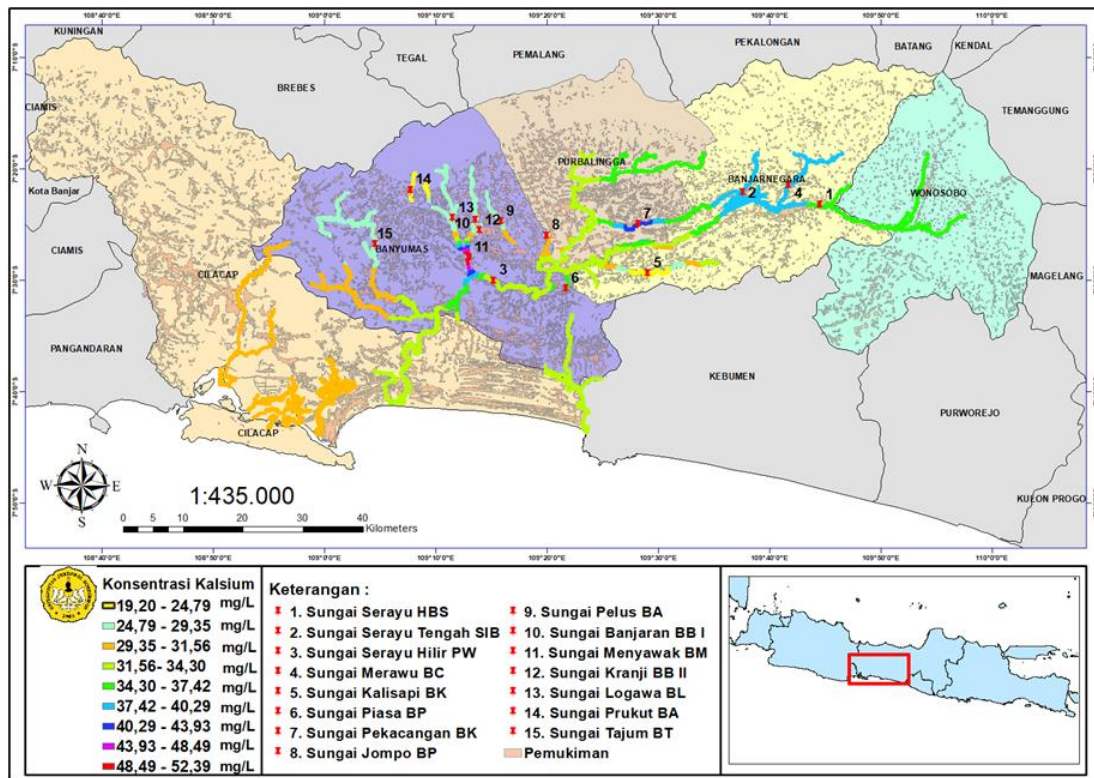
Distribusi Spasial Kalsium (Ca) pada DAS Serayu

Analisis spasial merupakan kemampuan untuk menyusun atau mengolah data spasial ke dalam berbagai bentuk yang berbeda sedemikian rupa sehingga mampu menambah atau memberikan arti tambahan (Achmadi dan Fahmi, 2012). Menurut Undang - Undang No. 4 Tahun 2011, spasial merupakan

aspek keruangan suatu kejadian yang mencakup lokasi, letak dan posisinya. Informasi dari data keruangan yang menunjukkan lokasi, letak dan posisi suatu kejadian di bumi disebut sebagai informasi geospasial. Analisis distribusi spasial kualitas air diperlukan karena akan memberikan informasi tentang bagaimana gambar yang sebenarnya muncul dalam skala besar tetapi dapat dipelajari secara

efektif. Secara lebih jelas digambarkan dalam peta distribusi untuk melihat

distribusi kalsium di Daerah Aliran Sungai Serayu pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Distribusi Kalsium di Daerah Aliran Sungai Serayu

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan dari 15 titik stasiun yaitu nilai kalsium tertinggi terdapat pada Sungai Menyawak (titik stasiun ke-11) sebesar 52,40 mg/L. Pada peta distribusi kalsium menunjukkan warna interpolasi merah yang mengindikasikan distribusi kalsium yang tinggi di area tersebut. Karakteristik lokasi Sungai Menyawak berada di dekat pemukiman dengan kondisi sungai terdapat limbah domestik. Menurut Faradila *et al.*, (2023), pemukiman penduduk selalu menghasilkan limbah, terutama limbah cair rumah tangga yang berasal dari air kamar mandi, air cucian, dan air dari dapur. Hal tersebut sesuai dengan referensi Pangestu (2018) bahwa keberadaan air limbah rumah tangga merupakan elemen eksternal yang dapat mempengaruhi konsentrasi kalsium yang tinggi di perairan. Limbah rumah tangga seperti air bekas cucian dapat mengakibatkan suatu perairan mengandung banyak pengotor seperti salah satunya kalsium yang berasal dari air

bekas cucian tersebut. Tinggi rendahnya kandungan kalsium di perairan dipengaruhi oleh adanya reaksi yang melibatkan gas CO_2 , baik itu karena respirasi tumbuhan maupun hewan *aquatic* (Hidayat *et al.* 2016). Limbah-limbah padat perikanan seperti tulang ikan, cangkang kerang-kerangan, kulit udang, cangkang kepiting, cangkang siput mengandung banyak mineral kalsium. Cangkang kerang (bivalvia) mengandung kalsium hingga 39,38% (Supriyadi *et al.* 2023).

Nilai kalsium terendah terdapat pada Sungai Kalisapi (titik stasiun ke-5) sebesar 19,20 mg/L. Pada peta distribusi kalsium menunjukkan warna interpolasi kuning yang mengindikasikan distribusi kalsium yang rendah di area tersebut. Senyawa kalsium bersifat stabil di perairan dengan keberadaan CO_2 . Kadar kalsium dalam air menurun jika kalsium mengalami pengendapan menjadi CaCO_3 yang disebabkan karena terjadinya peningkatan suhu, penurunan kadar CO_2 dan peningkatan aktivitas fotosintesis. Sumber

utama kalsium di perairan adalah batuan dan tanah. Kalsium pada batuan terdapat dalam bentuk mineral batu kapur (Aziz, 2014). Kalsium (Ca) dalam tanah berasal dari mineral dimana tanah tersebut terbentuk, umumnya dalam tekstur pasir dan debu. Contohnya yaitu anortit, batu kapur, piroksin, amfibol, kalsit, dll. Kandungan Ca di dalam tanah beragam, pada tanah-tanah masam di tropika basah mengandung 0,1-0,3%, sedangkan pada tanah kapur pada iklim kering mengandung lebih dari 25% (Rom, 2021).

Hasil konsentrasi kalsium yang diperoleh pada DAS Serayu dari 15 titik pengambilan sampel menggunakan standar nasional (SNI 06-6989-56-2005). Menurut penelitian Feriana *et al.* (2020) bahwa untuk perairan nilai kalsium yaitu tidak boleh melebihi dari 400 mg/L. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kadar kalsium di DAS Serayu menunjukkan nilai di bawah batas yang ditetapkan dan masih dapat ditoleransi oleh perairan. Meskipun konsentrasi kalsium masih aman, namun masyarakat sekitar sebaiknya tidak memanfaatkan air sungai untuk memasak, mencuci, dan melakukan aktivitas pertanian dan peternakan. Saat ini hal tersebut tidak mempengaruhi konsentrasi kalsium yang tinggi, namun hal ini dapat berdampak pada faktor-faktor lain di perairan yang dapat merusak daerah aliran sungai.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di 15 titik sampling stasiun pada Daerah Aliran Sungai Serayu didapatkan hasil kalsium yaitu berkisar antara 19,20 mg/L – 52,40 mg/L. Nilai Kalsium (Ca) tertinggi berada pada Sungai Menyawak sebesar 52,40 mg/L. Nilai Kalsium (Ca) terendah berada pada Sungai Kalisapi sebesar 19,20 mg/L. Kadar kalsium di DAS Serayu menunjukkan nilai masih di bawah batas perairan dan dapat ditoleransi yaitu tidak melebihi dari 400 mg/L. Faktor yang menyebabkan tinggi rendahnya

kandungan kalsium dapat dilihat dari seberapa besar kesadahan air. Kandungan kalsium dipengaruhi oleh adanya reaksi yang melibatkan gas CO₂, baik itu karena respirasi tumbuhan maupun hewan *aquatic* dan dipengaruhi oleh keberadaan air limbah rumah tangga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada Universitas Jenderal Soedirman dan LPPM yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Riset Dasar UNSOED (RDU) dengan nomor kontrak 26.480/UN23.35.5/PT.01/III/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Alisya, N. N., Alwi, M. K., & Idris, F. P. 2021." Studi Kadar Kesadahan Total Air Minum dalam Kemasan (AMDK) Merek Lokal di Kota Makassar". *Window of Public Health Journal*, 2(4):570-580.
- Aziz, N.B., 2014, "Analisis Kandungan Mineral dalam Air Zam-Zam yang Beredar di Kota Semarang", Skripsi tidak Diterbitkan, Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan, Institut Agama Islam Negeri Walisongo, Semarang.
- Achmadi, Umar Fahmi, 2012, "Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah", Rajawali Press, Jakarta.
- Christanto, N. *et al.* 2018. "Analisis Laju Sedimen DAS Serayu Hulu dengan Menggunakan Model SWAT". 32(1): 50–58.
- Dewi, Dheni Anggraini Kusuma, 2014. "Analisis Faktor – Faktor yang mempengaruhi Struktur Moda"(Studi Kasus Pertambangan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia Tahun 2009 – 2012). Skripsi Semarang, Universitas Diponegoro.

- Faradila, R., Huboyo, H. S., & Syakur, A. 2023. "Rekayasa Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Metode Kombinasi Filtrasi Untuk Menurunkan Tingkat Polutan Air". *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, **22**(3):342-350.
- Feriana, N., dan Makhfud, E. 2020. "Analisa Kandungan Logam Ca Dan Fe Di Tambak Garam Rakyat Kelurahan Polagan Kabupaten Sampang". *Juvenil*. **1**(4).
- Hidayat A, Suprayogi S dan Cahyadi A. 2016." *Analisis Kesesuaian Kualitas air untuk Irigasi pada Beberapa Mataair di Kawasan Karst Sistem Goa Pindul* . Departemen Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. 11 Hal.
- Lestari, S. D., Wardhono, N. A. S., Fikriyya, N., Ulinuha, M. R., & HIDAYATI, N. V. 2023. "Determinasi Status Mutu Air Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu Menuju Pengelolaan DAS Berkelanjutan". *Jurnal Perikanan Unram*, **13**(4):941-950.
- Mawardi, I., 2010, "Kerusakan DAS dan Penurunan Daya Dukung Sumberdaya Air di Pulau Jawa serta Upaya Penanganannya". *Jurnal Hidrosfer Indonesia*, **5** (2).
- Munir, A. 2009. "Karakteristik Daerah Aliran Sungai (Das) Serayu Provinsi Jawa Tengah Berdasarkan Kondisi Fisik, Sosial Serta Ekonomi". Universitas Indonesia. Depok
- Pangestu, R. G. 2018. "Perlindungan Hukum terhadap Petambak Garam Rakyat Dikaitkan dengan Berlakunya Peraturan Pemerintah Nomor 9 Tahun 2018 tentang Tata Cara Pengendalian Impor untuk Komoditas Perikanan dan Pegaraman sebagai Bahan Baku dan Bahan Penolong Industri". 10(November), 77–95.
- Ruliasih, marsidi 2001."Zeolit Untuk Mengurangi Kepadatan Air". *Teknik lingkungan*, **2**.
- Rom, U., & IP, M. S. ,2021. "Buku Ajar Kesuburan Tanah dan Pemupukan". Poltek LPP Press.
- Supriyadi, S., Nurhayati, N., & Handayani, L. 2023."The potential of fishery waste as an alternative source of natural calcium: a review". *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, **10**(2):163-171.
- Taufik, M., Seveline, S., & Saputri, E. R. 2018. "Validasi Metode Analisis Kadar Kalsium pada Susu Segar secara Titrasi Kompleksometri". *Agritech*, **38** (2):187-193.