KARAKTERISTIK AIR ASIN DI PEGUNUNGAN KRAYAN

M. Sapari Dwi Hadian^{1,2} ; Saiful Jamal³ ; Suheri Yatna³ ; Bombom R. Suganda¹ ,
Mochamad Nursiyam Barkah¹

¹Environmental Geology and Hydrogeology Laboratory , Geology Faculty, Padjadjaran University

²Tourism Studies Program, Post Graduate School Padjadjaran University

³Public Works Agency of North Kalimantan Province

Jl. Raya Bandung – Sumedang KM. 21 Jatinangor 45363

sapari@unpad.ac.id

ABSTRACT

Krayan is located at the Nunukan North Kalimantan, the temperature is about 19.5 – 26.6°C, with the average rainfall of 2029,85 mm/ann, physiography it is part of the Kuching Highland that is rich in geodiversity due to the unique geological tectonic activity. The research area is one of the areas in which connate water can be found in the elevation of 1200 mdpl, as part of the Longbawan Formation Embaluh group dominated by sandstone in Paleocene age. The research method carried out in the form of mapping compass travers, measurement of physical water and chemical properties and laboratory analysis of AAS, major element. The results shows connate water in Krayan have a pH value ranging from 4.8 to 5.5 and a value of electrical conductivity (EC) 19,400 - 60,100 μ / cm, soluble solids (TDS) 12936 - 40068 mg / l, water temperature 22.9 - 27.1°C, has a rectangular trellis river flow system. The connater water is a natural phenomena rarely found in Indonesia, therefore the geodiverisity is an asset to develop geotourism in the area based on sustainable development.

Keywords: *Connate water, Kuching Highland, Tectonic, Sustainable Development*

ABSTRAK

Krayan terletak di Nunukan Kalimantan Utara, suhu sekitar 19,5 - 26,6°C, dengan curah hujan rata-rata 2029,85 mm / tahun, fisiografi itu adalah bagian dari Dataran Tinggi Kuching yang kaya geodiversitas karena aktivitas tektonik geologi yang unik. Daerah penelitian adalah salah satu daerah di mana air asin dapat ditemukan pada ketinggian 1200 mdpl, sebagai bagian dari kelompok Formasi Embaluh Longbawan yang didominasi oleh batu pasir pada zaman Paleosen. Metode penelitian dilakukan dalam bentuk pemetaan kompas travers, pengukuran air fisik dan sifat kimia dan analisis laboratorium AAS, elemen utama. Hasil penelitian menunjukkan air jernih di Krayan memiliki nilai pH berkisar 4,8-5,5 dan nilai konduktivitas listrik (EC) 19.400 - 60.100 μ / cm, padatan terlarut (TDS) 12936 - 40068 mg / l, suhu air 22,9 - 27,1 °C, memiliki sistem aliran sungai berbentuk persegi panjang. Air connater adalah fenomena alam yang jarang ditemukan di Indonesia, oleh karena itu geodiverisitas adalah aset untuk mengembangkan geotourism di daerah berdasarkan pembangunan berkelanjutan.

Kata Kunci : Air Asin, Tinggian Kucing, Tektonik, Pembangunan berkelanjutan

PENDAHULUAN

Daerah penelitian berada di Kecamatan Krayan dan Krayan Selatan Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara. Munculya air asin (air tanah dengan kadar garam tinggi) di daerah tersebut menjadi daya tarik tersendiri bagi para wisatawan maupun peneliti. Tinggian Krayan telah menarik banyak minat tidak hanya dari wisatawan tetapi juga dari orang-orang domestik yang melakukan kegiatan ekonomi di daerah tersebut. Jumlah penduduk tahun 2013 7.892 (monografi 2014) tahun 2016 adalah 12.724 orang (monografi 2017), terlihat peningkatan jumlah penduduk yang signifikan. Hal tersebut berdampak pada perubahan penggunaan lahan yang dapat menyebabkan perubahan tatanan sosio-lingkungan yang signifikan. Selain itu, laju pertumbuhan penduduk berimplikasi terhadap pembangunan lingkungan yang berkelanjutan.

Pemanfaatan air asin mulai dari bagaimana orang lokal belajar mengolah air asin ke dalam makanan; hak akses dan pengelolaan mata air, transfer kepemilikan antar generasi, keluarga dan masyarakat; nilai garam sebagai barang dagangan, penanda budaya, dan penggunaannya untuk kesehatan dan kecantikan; antropologi, geologi, eksplorasi bahan galian alam dan bidang

ilmu lainnya telah di diteliti oleh Everwijn 1854; Douglas 1909a dan 1909b; Schneeberger 1945; Keyser 1992; Sellato 1993; Murang 1995; Ismail 1998; Fuller 1998; Fauziati 2010; Gani 2012; Herman 2012; Asri 2017; dan Breitfeld 2018. Penelitian tentang karakteristik air asin di Krayan dimaksudkan untuk mengetahui gambaran awal kondisi hidrogeologi asal mula air asin. Munculnya air asin pada dataran tinggi dan jauh dari laut merupakan suatu fenomena geologi khusus yang dapat diusulkan sebagai daerah wisata geologi (geowisata) untuk mendukung rencana pengembangan daerah Krayan sebagai Kawasan Geopark Nasional.

Jika kita memperhatikan nilai-nilai lingkungan, maka masalah terbesar adalah bagaimana keberlanjutan untuk pengembangan konservasi alam melalui program aspiring geopark serta semua sumber dayanya tidak berubah. Sulit mengukur nilai lingkungan, tetapi setidaknya perubahan ekosistem menjadi acuan untuk dievaluasi. Salah satu sumbernya adalah air. Sumber daya air / air tanah, penganggaran, konservasi, dan evaluasi neraca air ini penting untuk pengembangan lahan selanjutnya yang nota bene daerah tersebut merupakan penghasil beras unggul, garam dan kearifan yang tinggi.

Gambar 1. Lokasi Wilayah Krayan (+/- 3.694 km²) berada di Kalimantan Utara berbatasan dengan Sarawak (sebelah Barat- Barat Laut) dan Sabah (Utara – Timur Laut).

GEOLOGI REGIONAL

Geologi daerah Krayan berumur Kala Kapur Akhir sampai Paleosen merupakan bagian dari Formasi Longbawan anggota Embalun, diendapkan dengan material batupasir (subgrewak), kehijauan, feldspar dan mikaan berbutir halus-sedang, tebal lapisan beberapa desimeter sampai beberapa meter, bagian atasnya menghadirkan fasies batugamping, batulanau dan argilit, lingkungan pengendapannya mungkin tepi benua. Kemunculan formasi ini diduga berhubungan dengan Formasi Longbawan. Bersamaan dengan hadirnya Formasi Mentarang, kelabu kebiruan-kehijauan, berbutir halus-sedang, mengandung kuarsa, feldspar, mika dan sedikit fragmen batuan, bersisipan argilit dan serpih, setempat breksi dan konglomerat, endapan flis, diduga berumur Kapur Akhir – Paleosen, mungkin diendapkan dalam lereng benua pada tepi cekungan samudera, Heriyanto dan Abidin 1995.

Struktur geologi yang terdapat di Krayan dan sekitarnya (Peta Geologi Regional Lembar Malinau, 1995) adalah sinklin, antiklin, sesar naik dan sesar normal. Arah umum sumbu lipatan untuk batuan sedimen tua di bagian barat adalah timurlaut-baratdaya dan bagian timur berarah baratlaut-tenggara sedangkan batuan sedimen Tersier menunjukkan arah perlapisan timurlaut. Kegiatan tektonik di daerah ini dimulai sejak awal Tersier, yang menghasilkan perlipatan yang sangat kuat pada batuan Kelompok Embalun yang terdiri dari Formasi Mentarang, Lurah dan Longbawan. Di beberapa tempat, diikuti oleh sesar naik dan sesar mendatar mengiri (sinistral). Pada kala Eosen, batuan tua tersebut ditindih secara takselaras oleh Formasi Sembakung yang kemudian ditindih lagi secara tak selaras oleh Formasi Naintopo dan Formasi Meliat. Pada kala Miosen, terjadi kegiatan Tektonik yang di sertai oleh terobosan batuan diorite. Heriyanto dan Abidin 1995.

METODA PENELITIAN

Identifikasi karakteristik air asin di daerah Krayan dilakukan dengan pendekatan geologi dan hidrogeologi. Pengambilan data geologi dilakukan dengan melakukan pengamatan lapangan pada lokasi munculnya air asin. Pengamatan berupa pemerian terhadap batuan dan pengambilan sampel batuan untuk analisa petrografi. Untuk pengamatan air tanah, dilakukan pengukuran karakteristik in-situ berupa pH, EC, TDS, dan temperatur dengan alat portable pada mataair, air sumur, dan air sungai. Pengambilan sampel air asin untuk analisa laboratorium dilakukan pada beberapa lokasi yang dianggap mewakili kondisi hidrogeologinya. Uji laboratorium terhadap sampel air asin dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia utama (*major element*) air tanah dalam penentuan fasies air tanah. Analisis kimia airtanah di laboratorium mengidentifikasi seluruh kandungan kimia anorganik dan kimia organik dalam persyaratan kualitas air minum. Analisis dilakukan di laboratorium Pusat Air Geologi, Badan Geologi dan laboratorium Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, air asin berada pada litologi batupasir formasi longbawan anggota embalun. Hasil uji petrografi sayatan tipis, terdapat dua jenis batupasir, yaitu *arkosic arenite* (dominan feldspar) dan *lithic arenite* (dominan lithic/fragmen batuan), dalam hal ini matriks antara 0-15 %. Batupasir *arkosic arenite* yang berdominan feldspar kemungkinan berasal dari *provenance* batuan beku granitoid (granit, granodiorit, diorit dll) diindikasikan oleh melimpahnya kandungan k-feldspar ($\pm 40\%$ pada sampel NG-01 dan $\pm 30\%$ pada sampel N-3.07). Batuan belum mengalami proses metamorfisme dan masih dalam proses diagenesis lithifikasi biasa, dicirikan oleh belum adanya *triple junction boundary* diantara batas

kristal fragmennya. Kemelimpahan mineral opak pada kedua sayatan dan hadirnya mineral ubahan seperti klorit mengindikasikan bahwa proses oksidasi yang terjadi pada batuan cukup intens. Matriks berupa mineral lempung masih mendominasi, kemungkinan dihasilkan dari ubahan plagioklas maupun k-feldspar. Adapun pada batupasir *lithic arenite* (sampel N.8.02) fragmen didominasi oleh fragmen batuan ($\pm 40\%$), diinterpretasikan berasal dari *provenance* batuan vulkanik maupun batuan piroklastik yang telah mengalami pelapukan dan ubahan. Proses yang terjadi pada sampel ini masih dalam tahap diagenesis dan belum menunjukkan gejala metamorfisme. Mineral opak hadir dalam jumlah yang tidak terlalu banyak ($\pm 2\%$). Komposisi mineral lempung lebih banyak ($\pm 13\%$) dibandingkan dengan sampel batupasir

arkosic arenite, hal ini kemungkinan disebabkan oleh tingkat pelapukan pada mineral penyusun matriks yang lebih intens karena perbedaan *provenance*.

Karakteristik Airtanah

Karakteristik airtanah didapatkan dari pengukuran langsung (gambar 2) dan dari hasil laboratorium (tabel 1). Dari pengukuran langsung didapatkan properti fisika air diantaranya adalah, temperatur (T), derajat keasaman (pH), daya hantar listrik (EC), dan zat padat terlarut (TDS). Sementara hasil analisa laboratorium berupa properti kimia diantaranya unsur-unsur kimia utama Ca, Na, K, Mg, Cl, SO_4 , HCO_3 .

Gambar 2. Sebaran lokasi pengamatan hidrogeologi

Hasil pengukuran langsung di lapangan, didapatkan data sebagai berikut:

- suhu air di daerah Krayan pada contoh air berada pada rentang 22.9 – 27.1 °C, dengan suhu udara 23.5 – 32.2 °C; Suhu air ini masih bersifat normal.
- Derajat keasaman (pH) memiliki nilai 6.61 – 7.36; Kisaran nilai ini dalam angka normal.
- Zat padat terlarut untuk sumur mataair asin berkisar antara 12936 – 40068 mg/l, mataair tawar 132 mg/l, dan sungai 52 mg/l.. Pada elevasi 980.9 mdpl terdapat 2 kondisi mataair yaitu mataair asin dan tawar, dengan jarak mataair yang relatif dekat, memiliki perbedaan nilai TDS yang sangat tinggi yaitu 132 mg/l untuk mataair tanah tawar pada penampungan dan 40068 mg/l untuk mataair tanah asin (sumur).
- Daya hantar listrik pada titik-titik pengamatan sumur mataair asin dan mataair tawar memiliki nilai antara 196 – 60100 $\mu\text{S/cm}$, dan sungai 75 $\mu\text{S/cm}$. Pada elevasi 980.9 mdpl terdapat 2 kondisi mataair yaitu mataair asin dan tawar, dengan jarak mataair yang relatif dekat, memiliki perbedaan nilai EC yang sangat tinggi yaitu 196 $\mu\text{S/cm}$ untuk mataair tanah tawar pada penampungan dan 60100 $\mu\text{S/cm}$ untuk mataair tanah asin (sumur).

Hasil analisa laboratorium didapatkan data kandungan unsur-unsur mayor berupa kation dan anion. Hasil uji terhadap unsur utama natrium (Na), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), klorida (Cl), bikarbonat (HCO_3), dan sulfat (SO_4), adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data kimia unsur mayor (kation/anion) airtanah stasiun mataair dalam mg/l.

No	Sample code	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	HCO_3 (mg/l)	SO_4 (mg/l)
1	n3-05/i	9.8	8096.5	275	71.5	12835.4	133.8	6.6
2	n3-06/ii	3	35.7	11.4	1.8	51.4	39	2.3
3	n3-05/ii	90.5	9043.5	270	70.5	12551.2	1739.5	1.3
4	n3-06/i	1040.5	15947.5	567.5	104	26513.4	1713.9	0
5	n7-05	65.5	5025	170.5	24.5	6760.6	1262.3	5.8

Berdasarkan tabel nilai presentasi ion terhadap unsur-unsur kimia, kation dan anion mayor pada sampel mataair asin dan tawar daerah penelitian, dapat diketahui dan disimpulkan beberapa hal:

- Pada unsur-unsur kation yaitu K, Na, Ca, dan Mg, yang sangat dominan adalah kation Na pada seluruh contoh uji. Konsentrasi nilai Na pada airtanah asin memiliki kisaran 5025 – 15947,5 mg/l dan pada airtanah tawar sebesar 35,7 mg/l. Unsur lainnya adalah kation non dominan, secara berurutan dari unsur dengan kelimpahan sedikit hingga sedikit sekali adalah Ca, Mg, K. Kelimpahan Na pada semua contoh air ditafsir karena pengaruh litologi terhadap komposisi kimia airtanah. Diduga karena air melewati batuan dengan kandungan Na seperti feldspar, mineral lempung, halit, pada litologi di daerah penelitian. Singkapan batuan pada lokasi sumur atau mataair tidak ditemukan

karena sudah disemen. Namun, menurut Asri (2017), bagian atas sumur ini merupakan tanah lempung – pasir dan bagian bawahnya berupa batupasir Formasi Long Bawan. Formasi Longbawan Kelompok Embaluh (KT1b) (Heryanto, dkk., 1995), terdiri dari argilit jingga, hijau atau kelabu muda, batupasir feldsparan dan arkosa kelabu, kaya akan bahan organik, mikaan, mengandung evaporit air garam, dengan lingkungan pengendapannya fluviatil sampai lagun. Stasiun N7-05 yang berada pada Formasi Lurah Kelompok Embaluh (Ktlu). Formasi tersebut terdiri Batupasir (sub-greywacke); kehijauan, feldsparan dan mikaan, bagian atasnya ditempati batugamping, batulanau dan argilit, diendapkan mungkin pada tepi benua.

- Pada unsur-unsur anion yaitu Cl , HCO_3 , dan SO_4 , yang sangat dominan adalah anion Cl pada seluruh contoh uji. Konsentrasi nilai Cl pada airtanah asin memiliki kisaran 6760,5 – 26513,4 mg/l dan pada airtanah tawar sebesar 51,4 mg/l. Unsur lainnya adalah anion non dominan, secara berurutan dari unsur dengan kelimpahan sedikit hingga sedikit sekali adalah HCO_3 , SO_4 . Kelimpahan Cl pada semua contoh air ditafsir karena pengaruh litologi terhadap komposisi kimia airtanah. Diduga karena air melewati batuan di daerah penelitian dengan kandungan Cl dominan tinggi, seperti sumber utama dari endapan evaporit, dan sumber minor dari batuan beku (Todd, 1980). Informasi litologi sekitar sumur tak dapat diidentifikasi karena tertutup semen. Namun, dapat merujuk kepada geologi

regional Heryanto, dkk., (1995) sama seperti data litologi analisis kation sebelumnya.

Fasies Airtanah

Analisis fasies airtanah menggunakan diagram trilinear piper. Pengelompokan fasies ini berdasarkan hasil analisis kation dan anion unsur kimia mayor yang sudah diteliti. Berdasarkan diagram trilinear piper, disimpulkan bahwa mayoritas fasies airtanah untuk contoh air meliputi mataair asin dan mataair tawar adalah jenis airtanah Na, Cl (Natrium, Klorida) ; N3-05/I, N3-05/II, N3-06/I, N3-06/II, N7-05, sedangkan 1 lokasi memiliki fasies Na.K, HCO_3 yaitu N3-05/III yang masih di pengaruhi oleh kondisi permukaan seperti yang terlihat dari hasil analisis Diagram Gibbs.

Gambar 3 diagram trilinear piper kimia air Dataran Tinggi Krayan

Gambar 4 Diagram Gibbs dari beberapa lokasi Dataran Tinggi Krayan

Kesimpulan dan Saran

Hasil studi awal mengindikasikan bahwa air asin yang berada di Krayan berada pada akuifer batupasir yang diendapkan pada Lingkungan pengendapan transisi – laut dangkal di tandai dengan karakteristik batuan berpori berbutir halus –sedang, lunak mengandung feldspar dan disisipi batuan lempung.

Berdasarkan analisa kimia, air asin yang ditemukan merupakan air yang terjebak dalam batuan saat pengendapat (*conate water*). Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui lebih jelas dan lagi asal muasal air asin di Krayan diantaranya dengan melakukan penelitian Umur Fasies Air Tanah dan Evolusi airtanah.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Utara, sehingga penulis dapat melakukan penelitian di wilayah Kalimantan Utara. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan Laboratorium Geologi Lingkungan dan Hidrogeologi, Universitas Padjadjaran, karena

telah mendukung penulis dalam membuat tulisan ini, dan juga kepada Prof. Dr. Hendarmawan, MSc. karena telah senantiasa membimbing dan mendukung penulis. Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang memberikan masukan.

Daftar Pustaka.

- Anonemous* 2013, Monografi Krayan, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara.
- Anonemous* 2016, Monografi Krayan, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara.
- Anonemous* 1990 Peraturan Menteri Kesehatan. Nomor : 416/MEN.KES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air.
- Anonemous* 2008 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 43 Tahun 2008 tentang Air Tanah.

- Asri, Syachrumsyah. 2017. Pengelolaan Sumur Garam Darat Di Krayan Kabupaten Nunukan (Jurnal Riset Teknologi Industri Vol.11 No.2 Desember 2017). p. 100-122.
- Barnes, J. W., Lisle, R. J., 2004, Basic Geological Mapping, 4th ed., John Willey & Sons, Ltd., West.
- Douglas, 1909 Visit to the Kalambit of Ulu Baram, Sarawak Gazette.
- _____, 190b Proposed Fort at Lio Mato.
- Everwijn, R. (1854)- Voorlopig onderzoek naar kolen in de landschappen Salimbauw, Djongkong en Boenoet in de Res. Westerafdeeling van Borneo. Natuurkundig Tijdschrift Nederlandsch-Indie 7, p. 379-387. ('Preliminary investigation of coal in the areas of Salimbau, Jongkong and Bunut, W Kalimantan'. First of series of short reports on mineral exploration work by privately funded explorer Everwijn. Mentions 'Nummulites-marl' at Seberuang tributary of Kapuas River, but forams subsequently described as Patellina by Von Fritsch (1878), now known as mid-Cretaceous Orbitolina concava. Not much detail, no maps).
- Eghenter, C. and Langub, J. (2008) Past Meets Future : A Trans-Border Forum for a Sustainable Future of the Highlands of Borneo. Working Paper. Universiti Malaysia Sarawak, (UNIMAS).
- Fuller, Mike ; Jason R. Ali ; Steve J. Moss ; Gina Marie Frost ; Bryan Richter d ; Achmad Mah, 1999; Paleomagnetism of Borneo, Journal of Asian Earth Sciences 17 (1999) p. 3-24.
- Fauziati 2010; Ulasan Ilmiah Kajian Kualitas Garam Gunung Di Kecamatan Krayan Kab. Nunukan Kalimantan Timur, Jurnal Riset dan Teknologi Industri vol 4 no 8 Des 2010 p. 42-46.
- Gani, Nicholas 2012; Technology and Organisation of Salt Production in the Kelabit-Kerayan Highlands of Central Borneo, Technology, Science, Social Sciences and Humanities International Conference.
- H. Tim Breilfeld, Robert Halla , Thomson Galina; Marcelle K. Bou Dagher-Padele, 2018. Unravelling the stratigraphy and sedimentation history of the uppermost Cretaceous to Eocene sediments of the Kuching Zone in West Sarawak (Malaysia), Borneo Journal of Asian Earth Sciences 160 (2018) 200-223.
- Herman 2012; Analisis Kandungan Garam Gunung Asal Krayan Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur, Journal Trop. Pharm. Chem. 2012. Vol 1. No. 4. P. 283-288.
- Heryanto, R dan Abidin, H.Z. 1995. Peta Geologi Bersistim Indonesia Lembar Longbia (Napaku), 1818, Kalimantan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Heryanto, R., Supriatna, S., dan Abidin, H.Z. 1995. Peta Geologi Bersistim Indonesia Lembar Lumbis, 1820, Kalimantan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Hutchison, C.S. (2005). Geology of North-West Borneo: Sarawak, Brunei and Sabah, Amsterdam: Elsevier B.V.
- Ismail Ed 1998; A Scientific Journey Through Borneo Bario The Kelabit Highlands Of Sarawak, Institute Of Biodiversity & Environmental Conservation And Faculty Of Resource Science & Technology Universiti Malaysia Sarawak, Pelanduk Publications.
- Keyser F. de & Johanna Noya-Sinay , 1992; History of geoscientific investigations in West Kalimantan, Indonesia , BMR Journal of Australian Geology & Geophysics. 13. 251 - 273.

Murang, O. (1995). Kelabit Salt: Salt-making and its Significance. In Gawai Dayak Celebrations 1995, Kuching: Dewan Suarah, Souvenir Programme. 44-45.

Piper, A.M. 1944. A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water Analyses, American Geophysical Union Paper, Hydrology, 914-923.

Todd, D. K. 1980. Groundwater Hydrology. Second Edition, John Wiley and Sons, New York.

Schneeberger 1945; The Kerayan- Kelambit Highland of Central North East Borneo. Geographical Review 35. 544-562.

Sellato, B. (1993). Salt in Borneo. In Le Sel de la Vie en Asie du Sud-Est, P. Le Roux and J. Ivanoff (eds), Patani: Prince of Songkla University, Grand Sud, No. 4. 263-284.