

GEOLOGI SITUS GUA MARDUA, KABUPATEN KUTAI TIMUR, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

The Geology of Mardua Cave Site, Kutai Timur Regency, East Kalimantan Province

M. Fadhlan S. Intan

Pusat Penelitian Arkeologi Nasional. Jalan Raya Condet Pejaten No. 4, Jakarta 12510, Indonesia
geobugis@yahoo.co.id

Abstract

The Mangkulirang Karst region holds cultural relics that originated from the mesolithic period, which so far have not been given much attention by environmental researchers, especially geoarchaeologists, one of which is the Mardua Cave Site. This is the main problem that covers general geological conditions. The purpose of this study is to map surface geology in general as an effort to present geological information related to archeological sites. The aim is to find out the aspects of geomorphology, stratigraphy, geological structure at archeological sites. The research method begins with a literature review, a field survey, and interpretation of field data. Observation of the environment provides information about the landscape of the study area consisting of terrain morphology units, and karst morphology units. The river is patterned dendritic and rectangular, with an Adult-Old River, Old River, Periodic/Permanent River. The rock making up the Mardua Cave Site is limestone. Geological structure in the form of lineaments. Archaeological relics at the Mardua Cave Site in the form of red and black cave paintings in the form of images of palms, trees, animals, and geometric. In addition, there are pictures of traditional boats and steamships. The Uranium/Thorium date for calcite covering the image of the palm is 9,800-10,400 BP years, while the C-14 Dating of the charcoal around the rock image refers to $11,750 \pm 50 - 5,160 \pm 90$ years ago. The use of hematite as a dye is often found in rivers and mountains around the site, as well as for wood charcoal that is not too difficult to obtain.

Keywords: *Geology; Holocene; Mesolithic; Closed Site; Cave Paintings*

Abstrak. Kawasan Karst Mangkulirang menyimpan tinggalan budaya yang berasal dari masa mesolitik yang selama ini belum diperhatikan oleh peneliti lingkungan, khususnya geoarkeologi, salah satunya adalah Situs Gua Mardua. Hal inilah yang menjadi pokok permasalahan yang mencakup kondisi geologi secara umum. Adapun maksud penelitian ini adalah melakukan pemetaan geologi permukaan secara umum sebagai salah satu upaya menyajikan informasi geologi terkait dengan situs arkeologi. Tujuannya adalah untuk mengetahui aspek-aspek geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi di situs-situs arkeologi. Metode penelitian diawali dengan kajian pustaka, survei lapangan, dan interpretasi data lapangan. Pengamatan lingkungan memberikan informasi tentang bentang alam daerah penelitian yang terdiri dari satuan morfologi dataran, dan satuan morfologi karst. Sungainya berpola aliran dendritik dan rektangular, berstadia Sungai Dewasa- Tua, Sungai Tua, Sungai Periodik/Permanen. Batuan penyusun Situs Gua Mardua adalah batugamping. Struktur geologi berupa kelurusan. Peninggalan arkeologis di Situs Gua Mardua berupa lukisan gua berwarna merah dan hitam berupa gambar telapak tangan, pohon, hewan, dan geometris. Selain itu, terdapat gambar perahu tradisional dan kapal uap. Pertanggalan Uranium/Thorium terhadap kalsit yang menutupi gambar telapak tangan adalah 9.800-10.400 tahun BP, sedangkan dating C-14 terhadap arang yang ada di sekitar gambar cadas yang merujuk $11.750 \pm 50 - 5.160 \pm 90$ tahun yang lalu. Penggunaan hematit sebagai pewarna banyak dijumpai di sungai-sungai dan gunung sekitar situs, demikian pula untuk arang kayu yang tidak terlalu sulit didapatkan

Kata kunci: Geologi; Holosen; Mesolitik; Situs Tertutup; Lukisan Gua

1. Pendahuluan

Kutai Timur merupakan salah satu kabupaten di Propinsi Kalimantan Timur, terletak pada posisi koordinat antara 115°56'26" - 118°58'19" Bujur Timur dan 0°02'110" Lintang Selatan - 1°52'39" Lintang Utara, merupakan pemekaran dari Kabupaten Kutai berdasarkan UU No. 47 tahun 1999, tentang pemekaran wilayah propinsi dan kabupaten serta diresmikan oleh mendagri pada tanggal 28 oktober 1999. Kabupaten Kutai Timur memiliki luas 35.747,50 Km² (termasuk wilayah perairan laut) atau 17% dari luas Propinsi Kalimantan Timur (BPS, 2020:202).

Batas administrasi Kabupaten Kutai Timur, di sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Berau, sebelah timur dengan Selat Makassar, sebelah Selatan dan barat berbatasan dengan Kabupaten Kutai Kartanegara. Kutai Timur beriklim tropis mempunyai musim yang hampir sama dengan wilayah

Indonesia pada umumnya, yaitu adanya musim kemarau dan musim penghujan (Gambar 1). Musim kemarau biasanya terjadi pada bulan Mei sampai dengan bulan Oktober, sedang musim penghujan terjadi pada bulan Nopember sampai dengan bulan April. Keadaan ini terus berlangsung setiap tahun yang diselingi dengan musim peralihan pada bulan-bulan tertentu (BPS, 2020:202).

Penelitian di Pulau Kalimantan dilakukan oleh sebuah tim dari Perancis pada tahun 1994, dan berhasil menemukan gambar cadas di dalam Gua Mardua berupa gambar cap tangan dan gambar motif hewan (Setiawan, 2008:30-36). Penemuan ini merupakan pertama kalinya di Pulau Kalimantan, khususnya di Kalimantan Timur. Penemuan Gua Mardua diikuti dengan temuan-temuan gua bergambar lainnya, yaitu Gua Tewet, Gua Ilias Kenceng, Gua Liang Sara, Gua Masri, dan Gua Payau



Gambar 1. Keletakan Kabupaten Kutai Timur dalam wilayah Provinsi Kalimantan Timur (Sumber: Atlas Indonesia, tanpa tahun, dengan pengolahan)

(Sugiyanto, 2010:207-208). Eksplorasi situs gua- gua karst tersebut telah dimulai pada tahun 1994 oleh sebuah tim gabungan yaitu terdiri dari CREDO, CNRS, dan Kalimantan (Perancis). Penelitian ini semakin berkembang hingga 2002 menjadi suatu tim yang besar dengan bergabungnya FSRD Institut Teknologi Bandung, dan pada tahun 2003 bergabung National Geographic (Natgo) dan kerjasama penelitian dengan Asdep Urusan Arkeologi Nasional bersama Balai Arkeologi Banjarmasin (Nasruddin, 2008:59-61). Temuan-temuan gambar cadas di gua Kalimantan, mulai dibicarakan pada tahun 1997 pada seminar IPPA di Malaka yang disampaikan oleh Jean Michel Chazine (Nasruddin, *dkk.* 2009:153).

Batasan masalah dalam penelitian ini hanya mengkaji lingkup Situs Gua Mardua, Desa Pengadan, Kecamatan Karangan, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Sedangkan rumusan masalah adalah: a) bagaimana kondisi bentang alam daerah telitian; b) bagaimana stratigrafi daerah telitian dan; c) bagaimana permasalahan struktur geologi daerah telitian. Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan pemetaan geologi permukaan secara umum sebagai salah satu upaya untuk menyajikan informasi geologi berdasarkan analisa pada daerah penelitian. Tujuannya adalah untuk mengetahui kondisi geologi yang meliputi aspek geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi.

Lokasi penelitian tercantum pada Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Sungai Baay (1917-21/Edisi-I/1991), berskala 1:50.000. Lokasi penelitian dapat dicapai dengan me-

lalui jalur darat dan jalur air. Jalur darat ditempuh melalui Kota Sangata– Bengalon– Ronggang, kemudian dilanjutkan melalui jalur air dari dermaga Ronggang di Teluk Sangkulirang (Selat Makassar) menyusuri Sungai Karangan lalu berbelok ke arah Sungai Baai dan berakhir di Dermaga Pengadan.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah Kajian Pustaka, dengan mempelajari lokasi penelitian dari peneliti terdahulu, melalui buku, jurnal, maupun dari internet; survei, dengan mengamati keadaan geomorfologi, kondisi litologi, dan struktur geologi. Langkah analisis akan disesuaikan dengan kebutuhan dan urutan kerja geologi, yaitu:

- Geomorfologi, penentuan bentuk bentang alam akan mempergunakan Sistem Desaunettes (Desaunettes, 1977:111; dan Todd, 1980:560), yang didasarkan atas besarnya kemiringan lereng dan beda tinggi relief suatu tempat. Hasilnya adalah pembagian wilayah berdasarkan ketinggian dalam bentuk prosentase lereng. Pengamatan sungai dilakukan untuk melihat pola pengeringan (*drainage basin*), misalnya klasifikasi berdasarkan atas kuantitas air, pola dan stadia sungai.
- Lithologi, sampel batuan di analisis, melalui petrologi, unsur batuan yang di analisis adalah jenis batuan, warna, kandungan mineral, tekstur, struktur, fragmen, matriks, semen. Hasil analisis diharapkan akan memberikan informasi mengenai jenis batuan (batuan

beku, batuan sedimen dan batuan metamorf) dan nama batuan (andesit, basalt, gamping, sekis dan lain sebagainya).

- Struktur Geologi, pengamatan struktur geologi di lapangan akan dilanjutkan melalui analisis jenis struktur, misalnya patahan (*fault*) apakah jenis patahan normal (*normal fault*), patahan naik (*thrust fault*), patahan geser (*strike fault*) dan sebagainya. Lipatan (*fold*) apakah sinklin atau antiklin. Kekar (*joint*) apakah kekar tiang (*columnar joint*) atau kekar lembar (*sheet joint*).

Data-data dari kajian pustaka dengan hasil lapangan dikompilasikan dengan hasil penelitian, dan langkah terakhir dilakukan interpretasi peta geologi dan peta topografi. Manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini, adalah menambah pengetahuan tentang kondisi geologi wilayah penelitian.

3. Pembahasan

3.1. Geologi Wilayah Situs Gua Mardua

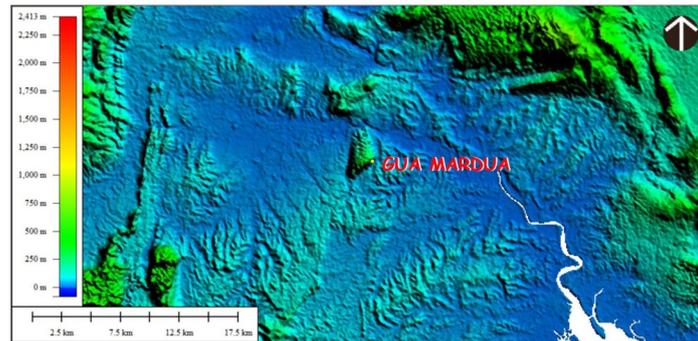
Geologi wilayah Situs Gua Mardua, yang akan diuraikan adalah tentang kondisi geologi yang mencakup bentang alam, stratigrafi, struktur geologi. Uraian tentang kondisi geologinya adalah sebagai berikut:

3.1.1. Geomorfologi

Wilayah Kutai Timur terdiri dari daratan dan perairan, yang mana untuk wilayah daratan tidak terlepas dari gugusan gunung/pegunungan yang jumlahnya sekitar 8 (delapan) gunung dan yang tertinggi adalah Gunung Menyapa dengan ketinggian mencapai 2000 m. Sedangkan wilayah perairan

berupa laut/pantai, sungai dan danau, untuk sungai terdapat diseluruh kecamatan namun yang terpanjang Sungai Kedang Kepala terletak di Kecamatan Muara Wahau dengan panjang 319 km, hal ini berbeda dengan danau yang hanya terdapat di Kecamatan Muara Bengkal yaitu Danau Ngayau dan Danau Karang. Kondisi topografi Kabupaten Kutai Timur pada umumnya bergelombang, di mana bentangan lereng bergelombang dan pegunungan mendominasi hingga sekitar 85%, dengan ketinggian tanah bervariasi antara 0-7 m hingga lebih dari 1000 meter dari permukaan laut (BPS, 2020:202).

Morfologi atau bentuk bentang alam dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: a) Lithologi penyusun bentang alam yang berbeda akan mempunyai sifat resistensi yang berbeda terhadap gaya eksogen yang bekerja, sehingga akan memperlihatkan kenampakan bentang alam yang berbeda; b) Struktur geologi merupakan hal yang memegang peranan penting dalam pembentukan bentang alam, walaupun lithologi penyusun sama pada daerah yang terkena struktur, akan memperlihatkan kenampakan bentang alam yang berbeda dengan daerah yang belum atau tidak mengalami gangguan struktur; c) Stadia suatu daerah juga merupakan hal penting karena dapat mempengaruhi bentang alam, walaupun lithologi penyusun bentang alam sama, tetapi stadia suatu daerah berbeda, akan memperlihatkan bentang alam yang berbeda pula dan; d) Tingkat perkembangan erosi, merupakan faktor yang penting dalam pembentukan bentang alam. Perubahan atau perbedaan cuaca akan mempercepat tingkat pelapukan, sehingga proses



Gambar 2. Bentang Alam (Morfologi) Wilayah Penelitian Dalam Bentuk Dua Dimensi (Sumber: Intan 2020; Data Topografi berdasarkan Jarvis et al. 2008)

erosi yang berlangsung akan lebih cepat (Thornbury, 1969:594).

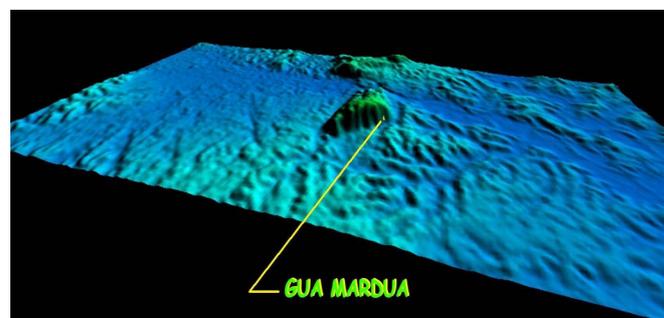
Topografi wilayah Kabupaten Kutai Timur bervariasi berupa daratan landai, bergelombang hingga berbukit-bukit dan pegunungan serta pantai, dengan ketinggian tanah bervariasi antara 0-7 m hingga lebih dari 1000 meter dari permukaan laut. Wilayah dengan dataran mencapai 46%, pegunungan 30%, perbukitan 16% dan lainnya mencapai 8%. Sebagian besar wilayah Kabupaten Kutai Timur mempunyai kelerengan di atas 15%. Wilayah dengan kelerengan di atas 40% mempunyai areal yang cukup luas, tersebar diseluruh wilayah, khususnya terkonsentrasi di bagian barat laut dengan ketinggian lebih 500 meter di atas permukaan laut.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka secara umum bentang alam (*morfologi*) (Gambar 2&3). Kawasan Karst Kutai Timur dapat dibagi atas dua satuan morfologi, yaitu:

- Satuan morfologi dataran
- Satuan morfologi Karst

Ketinggian wilayah penelitian dan sekitarnya, secara umum adalah 50–300 meter di atas permukaan airlaut.

Satuan Morfologi Dataran, dicirikan dengan bentuk permukaan yang sangat landai dan datar, dengan prosentase kemiringan lereng antara 0-2%. Satuan morfologi ini menempati 10% dari wilayah penelitian. Satuan morfologi ini terletak setempat-setempat di sepanjang Sungai Karang. Pembentuk satuan morfologi ini adalah alu-



Gambar 3. Bentang Alam (Morfologi) Wilayah Penelitian Dalam Bentuk Tiga Dimensi (Sumber: Intan 2020; Data Topografi berdasarkan Jarvis et al. 2008)



Gambar 4. Satuan Morfologi Dataran (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2009)

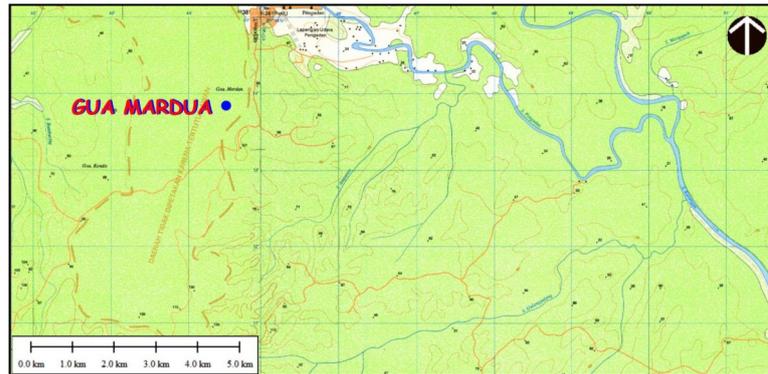
vial. Satuan morfologi dataran, pada umumnya ditempati oleh penduduk sebagai wilayah pemukiman, dan pertanian (Gambar 4) (Intan, 2009:62).

Satuan morfologi kras (*karst*), dicirikan dengan bentuk permukaan yang kasar, relief menonjol, bentuk bukit bulat dengan lereng tegak, dolena, pipa kras, sungai bawah tanah, voclus, dan ponore. Satuan morfologi ini terletak di bagian barat laut, dan tenggara, serta ditutupi oleh satuan batugamping (Gambar 5) (Intan, 2009:62). Keletakan Situs Gua Mardua pada Peta Rupa Bumi Indonesia (Gambar 6) berjarak 750 meter dari jalan raya (Gambar 7).

Sifat aliran sungai selain ditentukan oleh faktor curah hujan, juga dipengaruhi oleh morfometri DAS seperti, luas, bentuk, panjang sungai utama, dan kemiringan sungai utama. Luas DAS akan berpengaruh terhadap daerah tangkapan hujannya, yaitu semakin luas DAS maka akan semakin banyak curah hujan yang dapat dialirkan pada daerah tersebut. Dalam hal ini DAS Kedang Kepala mempunyai luasan yang paling besar dibandingkan DAS lain di Kabupaten Kutai Timur; menyusul DAS Karangan, Sangatta, Bengalon, dan DAS Manubar. Bentuk DAS berpengaruh terhadap sifat dan kecepatan aliran sungai, terutama waktu untuk men-



Gambar 5. Bentang Alam Yang Termasuk Dalam Satuan Morfologi Karst Yang Tersusun Oleh Batugamping (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2009)



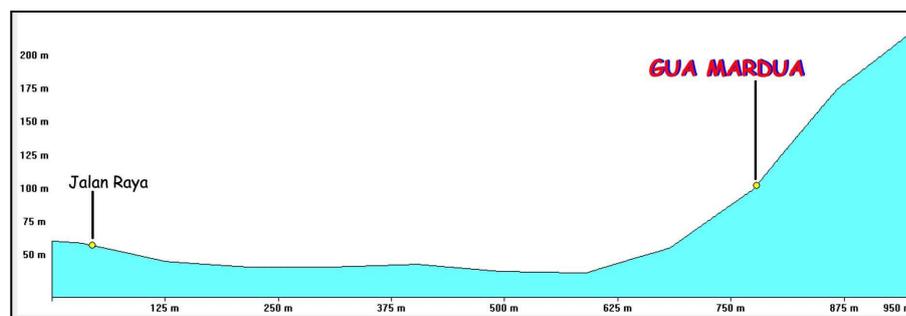
Gambar 6. Keletakan Situs Gua Mardua dalam Peta Rupa Bumi Indonesia, Lembar Sungai Baay, skala 1:50.000 (Sumber: Bakosurtanal, 1991 dengan pengolahan)

capai puncak aliran/banjir (*time to peak*) setelah terjadi hujan pada daerah tangkapan hujan (*catchment area*). Bentuk DAS di Kabupaten Kutai Timur secara umum tidak sama; DAS Kedang Kepala, DAS Bengalon, dan DAS Karang mempunyai bentuk DAS yang relatif sama (bentuk lebar pada bagian hulu). Karakteristik tersebut menyebabkan cepatnya aliran air untuk berkumpul dan mencapai outlet, sehingga waktu mencapai puncak banjir lebih cepat dengan kecepatan aliran tinggi. Sungai terpanjang adalah Sungai Kedang Kepala (319 km) di Kecamatan Muara Wahau, sedangkan yang terpendek adalah Sungai Murung (2 km) di Kecamatan Sangatta. Hal yang kontras dijumpai untuk perairan danau, yang hanya ada 2 (dua) di Kabupaten Kutai

Timur. Danau hanya terdapat di Kecamatan Muara Bengkal, yaitu Danau Ngayau dan Danau Karang yang luas masing-masing 1.900 Hektar dan 750 Hektar (Peraturan Gubernur Kalimantan Timur, 2016:487).

Pola aliran permukaan (*surface drainage pattern*) sungai-sungai di wilayah Kutai Timur menunjukkan bahwa sungai-sungainya berarah aliran ke arah sungai besar dan mengikuti bentuk bentang alam wilayah tersebut. Sungai induk yang mengalir di wilayah ini adalah Sungai Karang (Gambar 8) yang berhulu di daerah Tebo. Sungai Karang mengalir dari arah timur laut ke arah tenggara dan bermuara di Teluk Sangkulirang di Selat Makassar.

Sungai-sungai lainnya adalah Sungai Baai yang bermuara di Sungai Karang,



Gambar 7. Sayatan Yang Memperlihatkan Jarak Antara Jalan Raya Ke Situs Gua Mardua (Sumber: Intan, 2020; Data Topografi berdasarkan Jarvis et al. 2008)



Gambar 8. Sungai Karangan yang mengalir dari Timur ke arah Tenggara, dengan latar belakang bukit-bukit karst (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2009)

Sungai Manumbar bermuara di Teluk Manumbar di Selat Makassar, Sungai Ampanas mengalir melewati Gua Ampanas.

Sungai-sungai ini memberikan kenampakan berpola aliran *dendritis* sedangkan stadia sungai termasuk stadia Dewasa-Tua (*old mature*). Berdasarkan klasifikasi atas kuantitas air, maka Sungai Karangan, Sungai Baai, Sungai Manumbar, dan beberapa anak sungai lainnya termasuk pada *Sungai Periodik/Permanen*. Sungai Periodik atau Sungai Permanen adalah sungai yang volume airnya besar pada musim hujan, teta-

pi pada musim kemarau volumenya kecil (Lobeck, 1939:731; Thornbury, 1969:594).

3.1.2. Stratigrafi

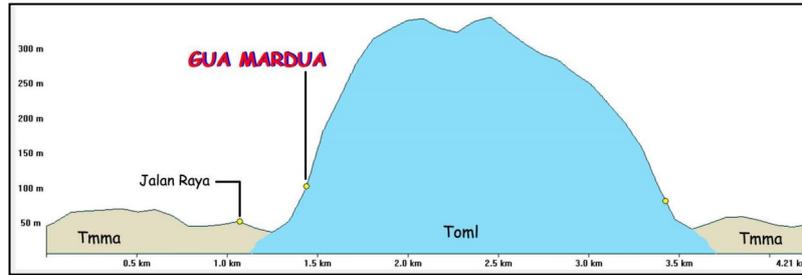
Batuan penyusun wilayah penelitian dan sekitarnya, pada pengamatan lapangan, tersusun oleh batugamping, batupasir dan aluvial (Gambar 9-10).

Hasil analisis petrologi dari batuan-batuan tersebut adalah sebagai berikut:

- Endapan Aluvial, terdiri dari lempung, lanau, pasir, kerikil, endapan pantai pantai mengandung sisa kerang, batugamping koral dan sisipan lempung



Gambar 9. Keletakan Situs Gua Mardua dalam Peta Geologi Lembar Muaralasan, Kalimantan (Sumber: Sukardi, *dkk.* 1995:6, dengan pengolahan)



Gambar 10. Sayatan geologi yang memperlihatkan batas batugamping (Toml) dengan batupasir (Tmma) di Situs Gua Mardua (Sumber: Sukardi, *dkk.*, 1995:6, dengan pengolahan)

laut mengandung moluska. Endapan aluvial tersebar di sekitar mulut gua dan bagian barat-timur kawasan karst yang membentuk morfologi dataran dan dimanfaatkan oleh penduduk sebagai lahan pertanian. Satuan aluvial ini merupakan hasil pelapukan batuan penyusun daerah Kutai Timur dan sekitarnya serta berumur Holosen (Gambar 11) (Intan, 2009:62).

- Batupasir, hasil analisis petrologi terhadap Batupasir adalah sebagai berikut, batupasir termasuk batuan sedimen yang memberikan kenampakan warna segar kelabu kotor dan lapuk berwarna kelabu kotor kehijauan. Bertekstur klastik (*lutite-aranite*), berukuran butir 1/256-4,00 mm, sortasi sedang, bentuk butir Bentuk sub-

Rounded. Berstruktur berlapis (*stratified*), dengan komposisi mineral kuarsa, feldspard, dan glass vulkanik (Intan, 2009:62). Berdasarkan atas genesanya, maka batupasir termasuk pada batuan sedimen mekanik (*epyclastic*) (Huang, 1962:480).

Penentuan umur dari batupasir, dilakukan dengan cara korelasi dengan batuan di sekitarnya yang memenuhi Prinsip Stratigrafi Indonesia. Berdasarkan hal tersebut, maka batupasir dapat dibandingkan dengan Formasi Maluwi dari Sukardi, *dkk.* (1995:6), yang pada bagian bawah terdiri dari batugamping, napal, batupasir dan sisipan lanau. Bagian atas terdiri dari batulempung pasiran, batupasir, sisipan napal, serpih karbonatan dan batugamping. Kandungan fosil; *Cycloclypeus comunis* Martin,



Gambar 11. Endapan aluvial, sebagai salah satu batuan penyusun wilayah penelitian (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2009)

Lepidocyclina radiata Selumberger, *Gypsina globulus* Reuss. Atas dasar kesebandingan batuan, maka batupasir di wilayah penelitian berumur Miosen Tengah dengan lingkungan pengendapan pada paralic – neritic. Ketebalan formasi ini mencapai 1250 meter.

- Batugamping, hasil analisis petrologi terhadap batugamping adalah berwarna segar putih, kelabu dan kecoklatan, sedang warna pelapukannya adalah coklat putih kekuningan. Batugamping ini termasuk pada batuan sedimen kimia dan batuan sedimen non klastik. Batugamping ini tersusun oleh kalsium karbonat atau kalsit serta mengandung fosil (Gambar 12) (Huang, 1962:480; Intan, 2009:62).

Penentuan umur dari batugamping, dilakukan dengan cara korelasi dengan batuan di sekitarnya yang memenuhi Prinsip Stratigrafi Indonesia. Berdasarkan hal terse-

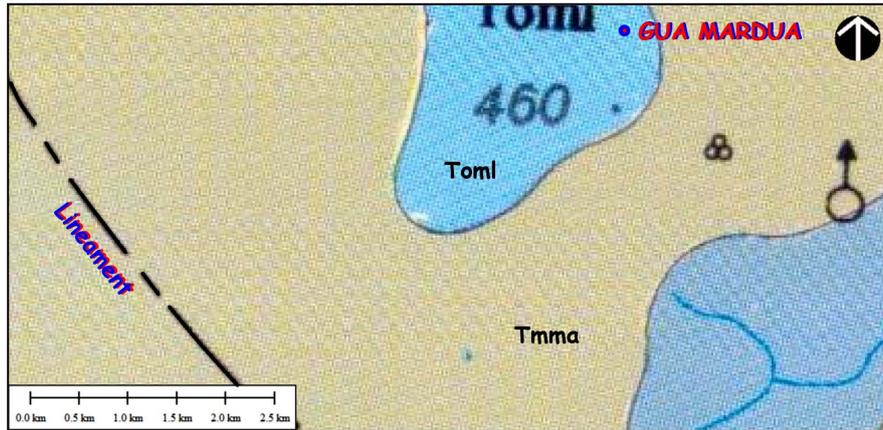
but, maka batugamping dapat disebandingkan dengan Formasi Lebak dari Sukardi, *dkk.* (1995:6), yang terdiri atas perselingan batugamping dan napal, breksi gampingan dan batupasir. Mengandung fosil *Marginipora vertebralis* Blainville, *Lepidocyclina sp.*, *Globigerina opimanana* Bolli. Atas dasar kesebandingan batuan, maka batugamping di wilayah penelitian berumur Oligosen Akhir–Miosen Awal, dengan lingkungan pengendapan pada *litoral–neritic*. Ketebalan formasi ini mencapai 1500 meter.

3.1.3. Struktur Geologi

Stuktur geologi yang dijumpai di wilayah Situs Mardua dan sekitarnya adalah kelurusan (*lineament*). Hasil Interpretasi topografi, memperlihatkan bahwa di daerah penelitian terdapat adanya kelurusan (*lineament*) yang digambarkan dalam bentuk garis putus-putus, yang berarah barat laut - tenggara dan barat daya - timur laut.



Gambar 12. Batugamping, sebagai salah satu batuan penyusun wilayah penelitian (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2009)



Gambar 13. Struktur Geologi berupa kelurusan (*lineament*) yang terletak di sebelah barat daya Situs Gua Mardua (Sumber: Sukardi, *dkk.*, 1995:6, dengan pengolahan)

Sungai lama dan kotak ekskavasi terletak ditengah-tengah kelurusan (*lineament*) tersebut (Gambar 13-14) (Intan, 2009:62).

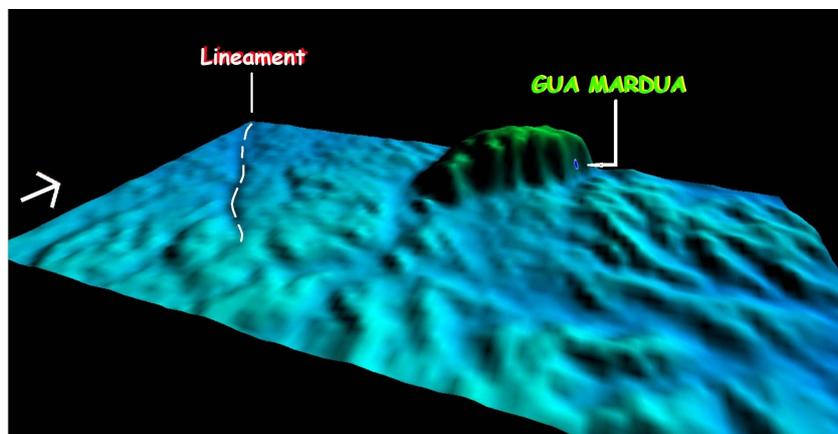
Kelurusan (*lineaments*) adalah cerminan morfologi yang teramati dipermukaan bumi sebagai hasil dari aktifitas gaya geologi dari dalam bumi. Batasan kelurusan geologi disini adalah sebuah bentukan alamiah yang direpresentasikan oleh keunikan geomorfologi seperti; kelurusan punggung, kelurusan lembah, kelurusan sungai, kelurusan yang disebabkan oleh sesar-sesar baik itu sesar normal, naik, maupun mendatar. Kelurusan geologi bisa diasumsikan berupa

unsur struktur geologi yang belum mengalami pergerakan (*displacement*), apabila sudah mengalami pergerakan, disebut dengan sesar (*fault*) (Billing, 1972:514).

3.2. Situs Gua Mardua

Situs Gua Mardua yang berada Pegunungan Kapur Tanjung Mangkalihat terletak di tebing batugamping yang termasuk wilayah administratif Desa Pengadan, Kec. Karang, Kab. Kutai Timur (Gambar 15) (Intan, 2009:62).

Secara geografis situs ini terletak pada $1^{\circ} 13'50,5''$ Lintang Utara dan $117^{\circ}44'32,9''$ Bujur Timur. Situs ini dapat dicapai dengan



Gambar 14. Sayatan struktur geologi berupa kelurusan (*lineament*) yang terletak di sebelah barat daya Situs Gua Mardua (Sumber: Intan, 2020; Data Topografi berdasarkan Jarvis et al. 2008)



Gambar 15. Keletakan Situs Gua Mardua dalam Peta Topografi Kab. Berau, Lembar ID-E13-250K (Sumber: BNPB 2010, dengan pengolahan)

kendaraan bermotor roda dua dan empat dari Desa Pengadan. Goa ini terletak di sekitar jalan raya Sangkulirang-Wahau, ±225 km dari Samarinda (Gambar 16) (Intan, 2009:62).

Gua Mardua merupakan gua tebing dengan ketinggian 124 meter diatas permukaan airlaut, dan ketinggian 87 meter dari dataran. Gua Mardua terletak 2 Km dari Desa Pengadan (Intan, 2009:62).

Secara morfologis, Gua Mardua mempunyai bentuk memanjang dengan ukuran lebar halaman 3 meter dan panjang sekitar 42 meter serta mempunyai 2 lorong ke arah dalam. Kondisi di halaman gua cukup kering dan terang. Gua ini berarah hadap N90°E (Timur) dan termasuk pada kategori gua yang kena *sinar matahari terbit*, dengan kemiringan lereng (*dip*) 60°-70° (Intan, 2009:62). Kondisi halaman gua cukup ker-



Gambar 16. Situs Gua Mardua dapat dicapai melalui jalur air dari Dermaga Ronggang hingga ke Dermaga Pengadan, dan dilanjutkan dengan jalur darat (Sumber: Google Earth, dengan pengolahan)



Gambar 17. Jalan menuju Situs Gua Mardua sebelum memasuki wilayah pendakian dengan kemiringan lereng (dip) 60°-70° (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2009)

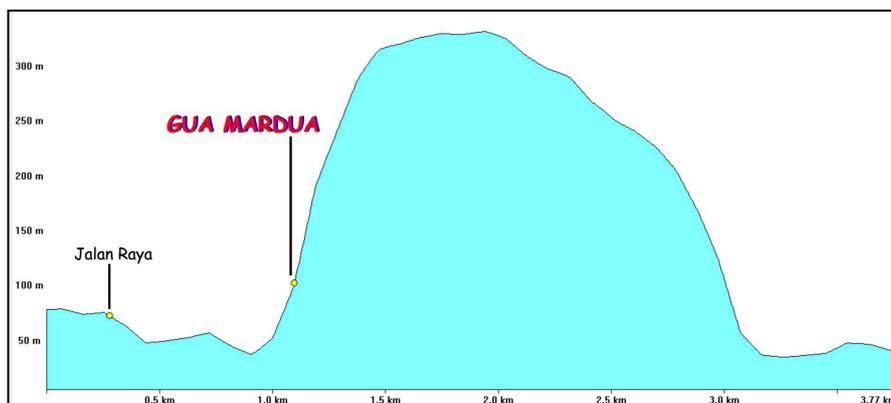
ing dan terang, sehingga gua ini layak sebagai hunian manusia masa lalu (Kosasih, *dkk.* 1995:10).

Goa Mardua terletak 2 Km dari Desa Pengadan, dan jarak dari jalan raya ke kaki bukit adalah 750 meter, menembus semak belukar, kemudian mendaki jalan setapak yang cukup terjal (sekitar 60°-70°) (Gambar 17 & 18) (Intan, 2009:62).

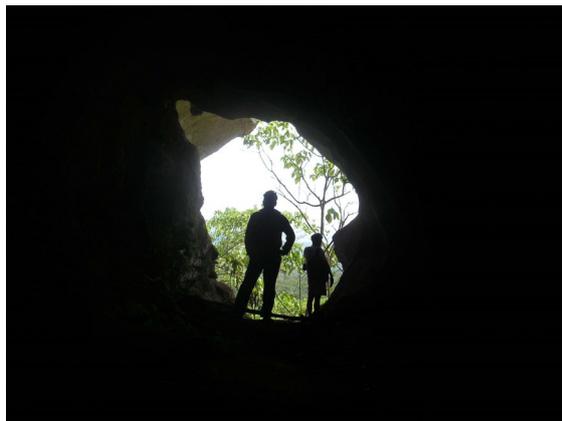
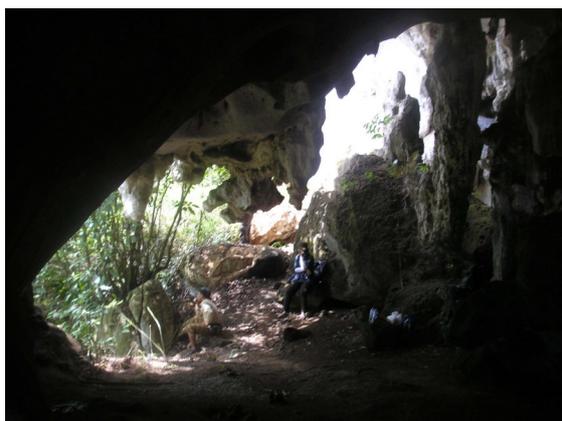
Luas ruangan 600 meter². Kemiringan lantai ruangan 4° dan halaman 3°. Tipe gua memanjang kedalam (\pm 30 meter) melebar

kesamping (\pm 20 meter) (Gambar 19) dengan sirkulasi udara yang *baik* serta intensitas sinar yang *baik*. Ornamen yang terdapat di gua ini adalah batualir (*flowstone*), pilar, stalaktit dan stalagmit. Di bagian kiri dari pintu utama terdapat suatu lubang yang berfungsi sebagai ventilasi udara (Gambar 20) (Intan, 2009:62).

Bentang alamnya termasuk pada satuan morfologi karst, dengan batuan penyusun adalah batugamping yang mempunyai warna segar putih susu dan lapuk berwarna putih



Gambar 18. Sayatan yang memperlihatkan jarak antara jalan raya ke Situs Gua Mardua, yaitu 750 meter (Sumber: Intan, 2020; Data Topografi berdasarkan Jarvis et al. 2008)



Gambar 19 dan 20 kiri ke kanan. Situs Gua Mardua dipotret dari arah dalam gua. Lubang yang terdapat di Situs Gua Mardua, berfungsi sebagai ventilasi udara, terletak di bagian kiri pintu utama (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2009)

kecoklatan (Intan, 2009), serta berumur Oligosen Akhir–Miosen Awal Tengah, dengan lingkungan pengendapan pada *litoral–neritic* (Sukardi, *dkk.*, 1995:6).

Tinggalan kepurbakalaan di Situs Gua Mardua adalah lukisan-lukisan gua yang berwarna merah dan hitam. Lukisan yang berwarna merah berupa telapak tangan, (sembilan buah), menyerupai pohon (satu buah) dan lukisan hewan (empat buah) sedangkan yang berwarna hitam adalah perahu (20 buah), kapal (satu buah), dan geometris yang belum teridentifikasi (empat buah). Seluruh lukisan ini tergambar di dinding gua yang berjajar dari utara ke selatan. Seluruh lukisan gua ini, digambar dengan ketinggian empat meter dari muka lantai gua.

Dalam memaknai lukisan-lukisan gua tersebut, karena penulis tidak menguasai lukisan gua, maka beberapa pendapat para ahli kami sajikan, sebagai berikut. Kosasih (1983:158-172) mengatakan bahwa tujuan pembuatan lukisan itu terkait dengan religius, sebagai alat berkomunikasi dengan kekuatan supra natural, sedangkan Heekeren

(1952:22-35) menyatakan bahwa bahwa lukisan itu ada berhubungan dengan upacara kematian dan kehidupan setelah mati (Heekeren, 1952:22-35). Berkaitan dengan si pembuat lukisan gua, Permana (2015:43-51) menyatakan lukisan gua adalah bukti yang sangat akurat sebagai karya Homo sapiens, dan juga sebagai bukti aktivitas yang berhubungan dengan religi dan kesenian Permana (2015:43-51). Dalam suatu kesempatan, Rusdianto (2019:3) mewawancarai, Pindi Setiawan dan Iwan Sumantri. Pindi Setiawan mengatakan tidak setuju apabila dikatakan bahwa lukisan gua adalah sebuah karya seni. Selanjutnya beliau menyatakan lukisan yang tergambar di langit-langit gua menunjukkan unsur spiritual, misalnya binatang yang tidak di konsumsi, apabila tergambar di langit gua. Senada hal tersebut, Iwan Sumantri, menyatakan lukisan gua menunjukkan aktivitasnya, sedangkan gambar cap tangan berkaitan dengan tradisi ritual (Rusdianto, 2019:3).

Penentuan umur mutlak terhadap Situs Gua Mardua, belum pernah dilakukan, na-

mun untuk situs gua lainnya, seperti di Situs Gua Ilas Kenceng dengan melakukan Pertanggalan Uranium/Thorium di Laboratorium CNRS-CEA Perancis, terhadap kalsit yang menutupi cap tangan menghasilkan angka 9.800-10.400 tahun BP (Arifin, 2014:35-46). Selain pertanggalan diatas, juga pernah dilakukan Dating C-14 terhadap arang yang ada di sekitar gambar cadas yang merujuk $11.750 \pm 50 - 5.160 \pm 90$ tahun yang lalu (Sugiyanto, 2010:207-208; Nasruddin, 2014:59-81), sayangnya informasi ini tidak menyebutkan nama gua yang di dating.

Dalam penggambaran lukisan gua di Situs Gua Mardua, mereka menggunakan warna merah dan hitam. Warna merah menggunakan hematit, dan warna hitam menggunakan arang. Hematit yang baik digunakan untuk menggambar adalah yang telah melapuk minimal 60%-70%, sedangkan untuk arang kayu adalah yang segar.

Salah satu mineral yang paling melimpah di permukaan bumi adalah hematit, berupa oksida besi berkomposisi kimia Fe_2O_3 , mengkristal pada sistem *trigonal-rombohedral*, belahan (*cleavage*) tidak ada, berwarna hitam hingga abu-abu perak, coklat hingga merah kecoklatan atau merah, kekerasan 5-6,5 skala mohs, kilap (*luster*) sub metallic hingga metallic, cerat (*streak*) kemerahan, berat jenis 5,0-5,3, sifat optik uniaksial, komposisi berat hematit murni adalah 70% besi dan 30% oksigen, namun hematit jarang ditemukan dengan komposisi murni.

Hematit terdapat pada batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf.

Pelapukan batuan-batuan tersebut akan menghasilkan hematit, misalnya batuan piroksenit (batuan beku), jasper (batuan sedimen), dan serpentinit (batuan metamorf). Batuan-batuan penghasil hematit (dalam bentuk *boulder*) banyak dijumpai di sekitar situs, yaitu di Sungai Karangan, Sungai Ampanas, Sungai Bamburing, dan Sungai Kabeluman. Sedangkan dalam bentuk singkapan (*outcrop*) yang terdekat dari situs adalah di Gunung Suwaran.

Untuk bahan pewarna hitam, tidak terlalu sulit didapatkan karena hutan Kalimantan sudah menyediakan, hanya butuh proses pengolahan dari kayu menjadi arang. Selain arang kayu, penulis lebih tertarik kepada batubara sebagai pewarna, yang rumus kimia keduanya sama yaitu karbon (C), berasal dari bahan yang sama yaitu organik. Batubara tersingkap setempat-setempat di sepanjang Sungai Karangan, Sungai Pengandan. Penggunaan batubara sebagai bahan untuk melukis, belum dapat dikatakan benar, dibutuhkan uji coba laboratorium dari para peneliti konservasi.

4. Simpulan

Lingkungan Geologi Situs Gua Mardua dan sekitarnya, terbentuk Zaman Tersier, yaitu di mulai dengan terbentuknya batugamping (Formasi Lebak) pada Kala Oligosen Akhir-Miosen Awal dengan lingkungan pengendapan pada zona pasang surut (*litoral*) hingga zona laut dangkal (*neritic*). Saat proses pengendapan batugamping terjadi pengangkatan yang disertai susut laut. Pada saat pengendapan batugamping berlangsung, terjadi proses

kegiatan vulkanik pada Kala Miosen Awal. Berakhirnya kegiatan vulkanik, menandai dimulainya pengendapan batupasir.

Secara tidak selaras (*unconformity*) pada Kala Miosen Tengah terendapkan batupasir (Formasi Maluwi) pada lingkungan rawa-rawa yang dekat dengan pantai (*paralic*) hingga zona laut dangkal (*neritic*), yang diikuti dengan proses penenggelaman disertai pasang laut. Pada Kala Miosen Tengah terjadi deformasi, yang dibuktikan adanya ke-lurusan (*lineament*) di sebelah barat daya Situs Gua Mardua. Pada Kala Plistosen Awal, daerah ini mengalami proses penurunan yang disertai kegiatan vulkanik Kuartar. Kala Plistosen Tengah, daerah ini berangsur-angsur mengalami pengangkatan dan pembentukan bentang alam, serta penurunan muka air tanah (*aquifer*) hingga Kala Plistosen Akhir.

Kala Holosen, dimulainya proses pengendapan aluvial, bersamaan dengan datangnya Homo sapiens mulai menghuni gua tebing di Bukit Mardua, dengan segala aktivitasnya dari berburu hingga melukis. Dipilihnya gua tebing adalah untuk menghindari serangan binatang buas, dan selain itu gua tersebut berarah ke timur, sehingga sinar matahari pagi menyinari gua tersebut.

Gua tebing itu dikenal dengan nama Gua Mardua, yang berdasarkan dating, kegiatan di gua ini terjadi pada sekitar $11.750 \pm 50 - 5.160 \pm 90$ tahun lalu sampai dengan $9.800 - 10.400$ tahun lalu atau pada Kala Holosen. Situs Gua Mardua, adalah satu dari sekitar 30an gua yang tersebar di wilayah Kutai Timur yang menarik perhatian para arkeologi

dan ilmu-ilmu kebumian sejak awal abad ke-20.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada semua anggota Tim Penelitian “Mangkulirang” Kajian Pengelolaan Warisan Budaya Di Kawasan Karst Kutai Timur, Kalimantan Timur 2009” (Program Insentif Riset Untuk Peneliti Dan Perekayasa LPND dan LPD Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional) yaitu Bapak Alm. Prof. (Ris) Dr. Bagyo Prasetyo (Peneliti Ahli Utama-Penanggung Jawab), Drs. Nasruddin., Ir. Muh. Fadhlán Syuaib, Jatmiko, M.Hum., Retno Handini, M.Hum., dan Ihya Ulumuddin, M.Si. atas diskusi-diskusinya selama kerja lapangan, penyusunan laporan, dan penyusunan makalah ini.

6. Kontribusi Penulis

Dalam artikel ini, M. Fadhlán S. Intan merupakan kontributor utama.

Daftar Pustaka

- Arifin Karina. 2014. Situs-Situs Gua Dan Ceruk Di Daerah Karst Kalimantan Timur. Kundungga, Buletin Pelestarian Cagar Budaya, Volume 3, Tahun 2014, Hal. 35–46. <http://online.fliphtml5.com/yiqhc/mfzf/>
- Billing, M.P. 1972. Structural Geology. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. 514p.
- BPS. 2020. Kutai Timur Dalam Angka. Badan Pusat Statistik, Kabupaten Kutai Timur. Hal. 202. <https://kutimkab.bps.go.id>
- Desaunettes, J R. 1977. “Catalogue of Land-

- forms for Indonesia": Examples of a Physiographic Approach to Land Evaluation for Agricultural Development." Unpublished. 111p . Bogor: Trust Fund of the Government of Indonesia Food and Agriculture Organization.
- Heekeren, H.R. van. 1958. Rock-Paintings and Other Prehistoric Discoveries Near Maros (South West Celebes). Laporan Tahunan 1950 Dinas Purbakala Republik Indonesia. Hal. 22-35.
- Huang, Walter T. Phd. 1962. Petrology. McGraw-Hill Book Company. 480p.
- Intan S. Fadhlan M. 2009. Lingkungan Geologi Kawasan Karst Mangkulirang. Hal. 62. Bagian Laporan Penelitian "Mangkulirang" Kajian Pengelolaan Warisan Budaya Di Kawasan Karst Kutai Timur, Kalimantan Timur. Jakarta: Puslitbang Kebudayaan, Badan Pengembangan Sumber Daya Kebudayaan Dan Pariwisata, Departemen Kebudayaan Dan Pariwisata.
- Jarvis, A., H.I. Reuter, A. Nelson, dan E. Guevara. 2008. Hole-filled seamless SRTM data V4. International Center for Tropical Agriculture (CIAT), available from <http://srtm.csi.cgiar.org>.
- Kosasih. 1983. Lukisan Dinding Gua di Indonesia Sebagai Sumber Data Penelitian Arkeologi. Pertemuan Ilmiah Arkeologi III. Hal. 158-172 . Jakarta: Pusat Penelitian Arkeologi Nasional.
- Kosasih, E. A dan Bagyo Prasetyo. 1995. Survei gua-gua di Pegunungan Muller, Kabupaten Kutai, Provinsi Kalimantan Timur. Laporan Penelitian Arkeologi 1995/1996. Banjarmasin: Balai Arkeologi Banjarmasin. Hal. 10. Belum terbit.
- Lobeck, Armin Kohl. 1939. Geomorphology. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York and Company. 731p.
- Nasruddin. 2008. Potensi Gua Hunian Purba Kutai Timur. Dalam Karst Kutai Timur: Potensi Pusaka Alam dan Pusaka Budaya Kawasan Karst Kabupaten Kutai Timur. Bagian 3c, Pindi Setiawan (Penyunting). Samarinda: Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kutai Timur . Hal. 50-61.
- Nasruddin, Prasetyo Bagyo, Intan S. Fadhlan M., Jatmiko, Arby M. Aurora. 2009. "Mangkulirang" Kajian Pengelolaan Warisan Budaya Di Kawasan Karst Kutai Timur, Kalimantan Timur. Hal. 153. Bagyo Prasetyo (Penanggung Jawab). Jakarta: Puslitbang Kebudayaan, Badan Pengembangan Sumber Daya Kebudayaan Dan Pariwisata, Departemen Kebudayaan Dan Pariwisata.
- Nasruddin. 2014. Pengelolaan Integratif Cagar Budaya Di Kawasan Karst Sangkulirang, Kutai Timur. Kandungga, Buletin Pelestarian Cagar Budaya, Volume 3, Tahun 2014. Samarinda: Balai Pelestarian Cagar Budaya . Hal. 59-81.
- Peraturan Gubernur Kalimantan Timur Nomor 50 Tahun 2016 Tentang Penyesuaian Rencana Pembangunan

- Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2013-2018. Hal. 487.
- Permana, E., Cecep. 2015. Lukisan Dinding Gua (Rock Art): Keterancaman dan Upaya Konservasinya. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*. Vol.9 - No.2 - Des 2015. Magelang: Balai Konservasi Cagar Budaya Borobudur. Hal.43-51.
- Rusdianto, Eko. 2019. Mengapa Manusia Prasejarah Menggambar di Gua?. Dalam <https://historia.id/kuno/articles/mengapa-manusia-prasejarah-menggambar-di-gua-PyJKA>. Hal. 3. (diakses tanggal 26 Juni 2020, pukul 21.38 WIB).
- Setiawan, Pindi. 2008. Arkeologi Karst Kutai Timur. Dalam: *Karst Kutai Timur: Potensi Pusaka Alam dan Pusaka Budaya Kawasan Karst Kabupaten Kutai Timur*. Bagian 3, Hal. 30-36, Pindi Setiawan (Penyunting). Samarinda: Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kutai Timur.
- Sukardi, B. Djamal, Supriatna. S., dan Santosa. S. 1995. Peta Geologi Lembar Muaralasan, Kalimantan. Hal. 6. Bandung: Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi.
- Sugiyanto, Bambang. 2010. Gambar Cadas di Gua Mardua, Kalimantan Timur. *Naditira Widya*, Vol.4, No.2. Banjarmasin: Balai Arkeologi Banjarmasin. Hal. 207-208.
- Thornbury, David William. 1969. *Principle of Geomorphology*. New York, London, John Wiley and sons, inc. Second Edition. 594p.
- Todd, David Keith. 1980. *Groundwater Hydrology*. John Wiley & Sons Inc, New York. 560p.