

PUSAT PENGENDALIAN PEMBANGUNAN EKOREGION KALIMANTAN
KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN

Setiawan Pindi

CETAKAN KE - 2

INVENTARISASI

BATUGAMPING dan KARST

KALIMANTAN





Karya Intapak Nangam Berjajar, Gua Horny, Bengawan, Kutai Timur (foto: Setiawan, 2008)

INVENTARISASI BATUGAMPING dan KARST KALIMANTAN



Pusat Penelitian Produk Budaya dan Lingkungan, ITB
Dr. Setiawan Pindi



Pusat Penelitian Biologi LIPI
Dr. Cahyo Rahmadi (Uraian Blota di Karst Kendolo)



Acintyacunyata Speleological Club
Akhmad Zona, SDs
Niko Oktatisa
Rahmadi Muharam



KMPA Ganesa, Institut Teknologi Bandung
Hadi Prasajo
Okie Fauzi Rachman
Yoga S Sisminardi
Yudha Yohanes

Info Grafis :

Setiawan Pindi

Juru Foto :

Setiawan Pindi
Akhmad Zona
Hariyadi
Niko Oktatisa

Ucapan Terima kasih Kepada :

1. Taman Nasional Kutai
2. PT. KPC (Kaltim Prima Coal)
3. PT. Berau Coal



© Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Kalimantan
KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
Inventarisasi Karst Kalimantan



Pengantar Cetakan Ke-2

Kawasan karst merupakan sumber daya alam yang tidak terbarukan (*nonrenewable*) dan ketika sumber daya alam ini rusak, maka tidak dapat dipulihkan lagi (*unretrievable*). Kawasan karst merupakan kawasan yang sangat peka dengan segala bentuk perubahan lingkungan. Keanekaragaman hayati maupun non hayati kawasan ini merupakan unsur penting sebagai penyusun *geodiversity*.

Kalimantan memiliki potensi yang besar akan kawasan karst, namun hingga saat ini hanya beberapa lokasi yang memiliki data dan informasi yang memadai dan diketahui oleh masyarakat Kalimantan. Dengan semakin banyaknya rencana investasi pabrik semen di Kalimantan, hal ini membuat kawasan karst semakin terancam keberadaannya. Kepedulian semua pihak sangat diperlukan untuk memperkecil dampak yang timbul terhadap kondisi lingkungan Kalimantan, semuanya itu harus dimulai dari data dan informasi.

Untuk itu maka Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion (P3E) Kalimantan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mencetak ulang laporan hasil Inventarisasi Karst Kalimantan agar lebih memperkaya data dan informasi karst di Kalimantan. Cetakan pertama dilakukan pada tahun 2012.

Semoga bermanfaat.

Balikpapan, 2015
Pusat Pengendalian Pembangunan
Ekoregion Kalimantan
Kepala

Drs. Tri Bangun Laksana



Batu Tondoyan : Tebing tertinggi di Kalimantan Timur (foto : Setiawan, 2012)



SEPANTUN SAMBUTAN

Karst Kalimantan sampai saat ini masih diketahui hanya sebagai kawasan yang menggiurkan bagi industri ekstraktif (khususnya semen) yang bersifat *'big-deal of money'*. Pertambangan seperti itu sering kali melupakan kepentingan masa depan (pasca tambang) bagi masyarakat sekitarnya, ketika suatu saat nanti bahan ekstraktifnya habis.

Yang tak banyak diketahui adalah kawasan karst Kalimantan merupakan tangki air bagi banyak masyarakat pesisir timur Kalimantan. Kawasan karst Kalimantan merupakan sumber-air dari banyak sungai-sungai utama yang mengalir ke Selat Makasar. Tak kurang dari 500.000 penduduk tergantung langsung pada ke-tersediaan air dari kawasan karst Kalimantan yang indah dan masih banyak menyimpan misteri ini.

Keadaan di atas diperparah oleh kenyataan, bahwa sampai sekarang kawasan tersebut belum terdata dengan utuh. Beberapa penelitian terdahulu pada wilayah Bengalon, Sangkulirang-Mangkalihat, Bulungan atau Murung-Raya telah membuktikan bahwa kawasan karst menyimpan nilai ilmiah yang tinggi, seperti keanekaragaman hayati, keunikan geologi, paleoklimat, paleofauna, dan tentunya gambar-gambar cadas eksotis tertua di Asia Tenggara. Kami menyadari sepenuhnya bahwa penelitian dan perjalanan di kawasan karst bukanlah hal yang mudah dan murah, namun pendataan bagaimanapun juga harus dilakukan.

Hal lain yang menjadi tantangan adalah belum sepakatnya para ahli akan kriteria fenomena karst, kedua belum adanya model inventarisasi untuk ekosistem-karst. Tentu, sudah banyak para ahli karst Indonesia meneliti karst Kalimantan, sesuai dengan keahliannya masing-masing, apakah itu geologi, biologi, sosial, arkeologi. Yang juga sebenarnya dibutuhkan bagi tupoksi Lingkungan-Hidup adalah model tatanan ekosistem-karst yang saling kait mengkait.

Pada latar seperti itulah model ekosistem kawasan karst Kalimantan diperlukan. Laporan ini setidaknya mencoba memulainya, walaupun baru melakukan tahap *piling* dan *filing*, belum analisis yang mencoba merangkai dan menjahit berbagai temuan di dalam suatu ekosistem karst. Oleh karena itu, tahap ini masih disebut tahap inventarisasi, dan tentunya karena masih mencari model, laporan ini jauh dari sempurna dan sangat banyak kekurangannya.

Akhirkata, perlu diingatkan kembali bahwa fungsi penting ekosistem karst adalah penyedia air sepanjang masa bagi kehidupan manusia, tidak sekedar 'penyedia' ekonomi ekstraktif.

Tidak ada karst, tidak bagus buat masa depan Kalimantan.

Salam Lestari
Balikpapan, 2012

Ir. Tuti Hendrawati Mintarsih, MPPPM
Kepala Pusat Pengelolaan Ekoregion Kalimantan,
Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia



INVENTARISASI BATUGAMPING dan KARST KALIMANTAN

Senarai Isi

1

MODEL INVENTARISASI

Tujuan Inventarisasi
Batasan Inventarisasi
Ruang Lingkup Inventarisasi
Fokus Inventarisasi
Tahapan Inventarisasi
Perspektif Inventarisasi Karst Kalimantan
Metoda Inventarisasi Ekosistem Karst
Sebaran di Kalimantan
Penutup

2

KARST GUNUNG NYAPA

GUNUNG NYAPA
Eksokarst dan Perikarst
Endokarst
Sosial-Budaya





Dengan segala pesona kawasan karst Kalimantan, rasanya rela memberikan segala energi untuk melindungi warisan yang tak ternilai ini, demi kesejahteraan bersama di masa depan. Semoga..., amin

Pindi

3

KARST MERABU

KULAT-MERABU-MERAPUN

Eksokarst dan Perikarst

Endokarst

Sosial-Budaya

4

KARST KENDOLO

TAMAN NASIONAL KUTAI

Eksokarst dan Perikarst

Endokarst

Sosial-Budaya

5

KARST LAIN

PENGADAN

TUTUNAMBO

GERGAJI

MERATUS

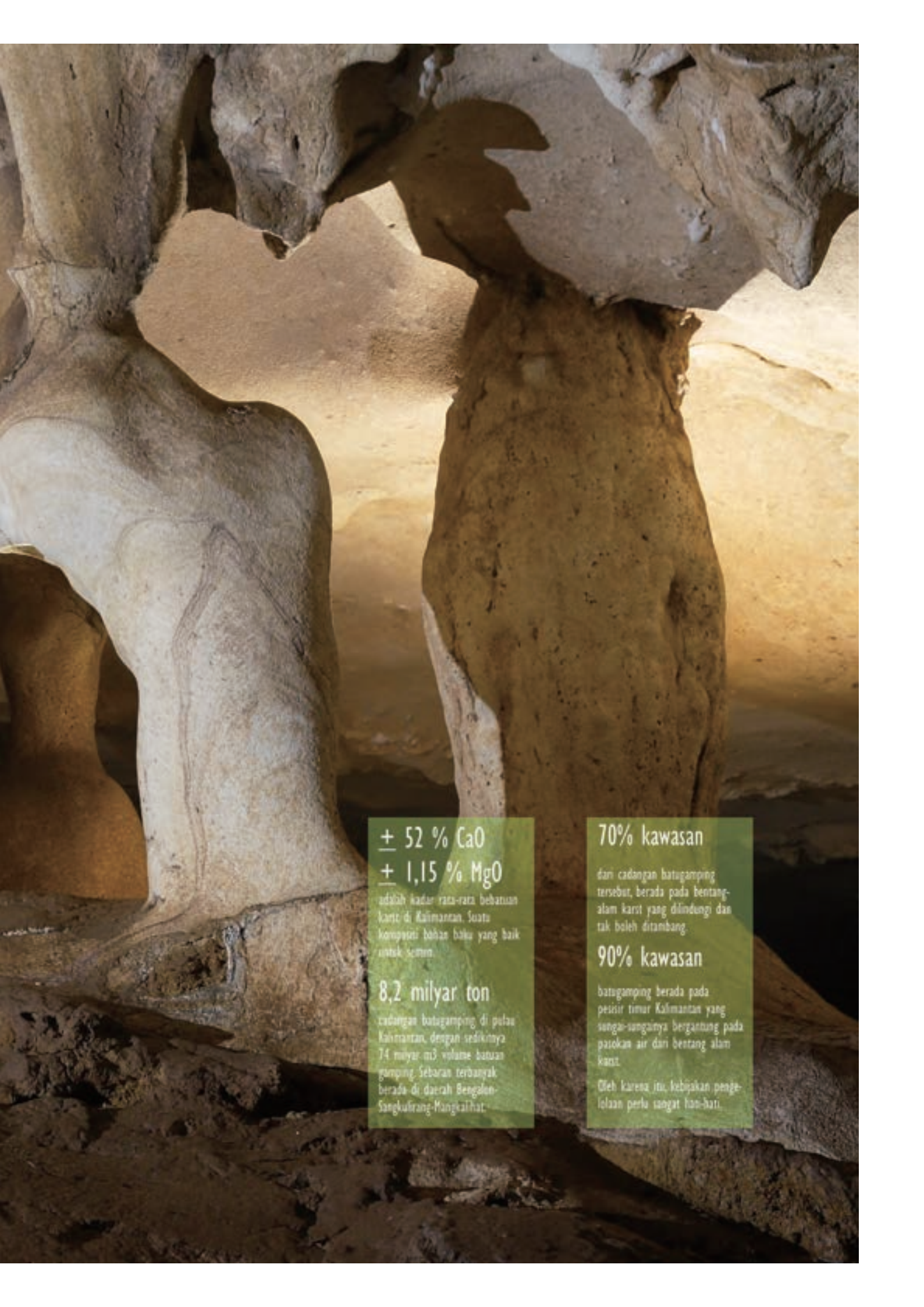
HULU-HULU SUNGAI



1 MODEL INVENTARISASI

Setidaknya inventarisasi karst telah cukup baik dilakukan pada daerah Bengalon-Sangkulirang-Mangkalihat. Pemerintah Propinsi Kalimantan Timur, Kabupaten Kutai-Timur dan Kabupaten Berau telah mempunyai gambaran besar akan potensi, ketersediaan dan keterbatasan kondisi fisik karstnya mereka. Baik pemerintah propinsi, maupun kedua kabupaten tersebut telah berupaya meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang karst, serta mempertimbangkan kehadiran karst di dalam penetapan kebijakan pengelolaan sumber daya alam.

Kawasan karst Bengalon-Sangkulirang-Mangkalihat, khususnya yang berada di pihulan DAS Kelai, DAS Bengalon dan DAS Muarabulan, sedang diupayakan menjadi salah satu warisan dunia. Pada 5 tahun belakangan ini kawasan karst Bengalon-Sangkulirang-Mangkalihat mulai menjadi perhatian investor semen. Tidak seperti kawasan karst Kalimantan Barat yang berada di dekat Tanjung Lingsing (pehuluan DAS Kapuas), kebetulan cukup beruntung karena berada di dalam Taman Nasional Betung Keruhun.



+ 52 % CaO
+ 1,15 % MgO

adalah kadar rata-rata bebatuan karst di Kalimantan. Suatu komposisi bahan baku yang baik untuk semen.

8,2 milyar ton

cadangan batugamping di pulau Kalimantan, dengan sedikitnya 74 milyar m³ volume batuan gamping. Sebaran terbanyak berada di daerah Bengalon-Sangkulirang-Mangkalihat.

70% kawasan

dari cadangan batugamping tersebut, berada pada bentang-alam karst yang dilindungi dan tak boleh ditambang.

90% kawasan

batugamping berada pada pesisir timur Kalimantan yang sungai-sungainya bergantung pada pasokan air dari bentang alam karst.

Oleh karena itu, kebijakan pengelolaan perlu sangat hati-hati.

120 jenis burung

lebih hidup di kawasan karst Kalimantan, sedikitnya terdapat 30 jenis burung non-migran,

Kawasan karst Kalimantan menghadapi puluhan juta kelelawar dan walet.

Ditemukan sedikitnya 200 spesies serangga dan antropoda, 50 spesies ikan, dan 40 spesies vegetasi.

Lebih dari 500 ribu penduduk bergantung langsung pada lestariya bentang-alam karst Kalimantan.



Kawasan Batu Gamping Kalimantan

1. Keriau-Tanjung Lokang
2. Berau-Bulungan
3. Tanjung Mangkalihat
4. Bengalon-Sangkulirang
5. Sangatta-TN Kutai
6. Tenggarong-Samarinda
7. Paser-Penajam
8. Murung Raya
9. Meratus

Kawasan karst Kalimantan tersebar nyaris sepanjang pesisir timur Kalimantan, mulai dari Bulungan di utara, sampai Meratus di selatan. Beberapa kawasan karst terserak di Kalimantan Tengah dan pedalaman Kalimantan Barat. Sejatinya memerlukan daya upaya yang besar dalam melengkapi data-data kawasan karst Kalimantan. Untuk itu, karena keterbatasan kemampuan, inventarisasi pada buku ini baru mencoba menguak sebagian kecil dari jejeran karst Kalimantan

1.1 Tujuan Inventarisasi

Perspektif kegiatan inventarisasi, adalah :

1. Kegiatan inventarisasi alam-karst yang bermaksud memberikan gambaran umum tentang potensi dan ancaman kawasan ekosistem karst di pulau Kalimantan. Jadi inventarisasi ini bermaksud pula memberi masukan bagi para pemangku kebijakan penge-lolaan sumber daya alam, serta memberi gambaran tentang dampak-dampak yang ditimbulkan baik oleh kegiatan pemanfaatan sumber daya alam karst, maupun pariwisata pada kawasan karst ;
2. Kegiatan inventarisasi manusia dan karst yang dimaksudkan untuk mengumpulkan jenis-jenis kegunaan secara tradisional pada kawasan karst Kalimantan. Inventarisasi manusia dan karst diharapkan dapat memberikan gambaran tentang kondisi konflik yang ada dewasa ini dan potensi konflik yang dapat terjadi di masa depan.

1.2 Batasan Inventarisasi

Secara teknis, tujuan inventarisasi ini akan menyangkut :

1. Inventarisasi alam ekso karst : sebaran muara gua, arah kontrol rekahan gua, mata-air, telaga, sungai ;
2. Inventarisasi alam endo karst : sistem gua-gua yang dianggap penting, tinjauan awal karakteristik hidrogeologi karst ;
3. Inventarisasi manusia dan karst ;
4. Kajian geologi karst
5. Kajian biota karst
6. Kajian tata-ruang karst

1.3 Ruang Lingkup Inventarisasi

Pengambilan data-data akan dilakukan dengan ruang lingkup hidrogeologi ; geologi karst ; biologi ; etno & arkeo karst dan konflik lahan.

Pengambilan data didukung dengan tehnik susur gua, pemetaan gua, dan analisa tata-ruang perikarst dan epikarst.

1.4 Fokus Inventarisasi

Inventarisasi terutama akan mendata kawasan karst yang berada di kawasan pesisir timur Kalimantan. Hal ini dikarenakan tingkat keber-

sentuhan manusia dengan bentang alam karst sangatlah tinggi, dibandingkan dengan daerah tengah dan barat.

Pada latar kebersentuhan yang tinggi itu, sebenarnya kawasan karst di Kutai Barat yang berada di dalam DAS Mahakam, serta daerah Putu Sibau yang berada di hulu DAS Kapuas, sejatinya perlu ditinjau. Namun mengingat waktu dan biaya, maka untuk sementara hanya akan ditinjau tentang pemanfaatan tradisional dan konflik di sekitar pemanfaatan kawasan karst.

1.5 Tahapan Inventarisasi

Inventarisasi kali ini difokuskan pada kawasan yang tingkat kebersentuhan manusia dengan bentang alam karst-nya tinggi. Kawasan tersebut adalah :

1. Kawasan Pedalalam Berau,
2. Kawasan Bengalon-Sangkulirang
3. Kawasan Sangatta-Taman Nasional Kutai

Inventarisasi perlu juga dilakukan dalam latar keberagaman koridor-koridor ekosistem karst, pemanfaatan dan konflik. Jadi, inventarisasi akan dilakukan juga pada kawasan Penajam-Pasir dan Meratus pada tahun 2013. Sedang pada kawasan Murung Raya, Kutai-Barat dan Tanjung Lokang, direncanakan dilakukan pada tahun 2014.

1.6 Perspektif Inventarisasi Karst Kalimantan

Batuan karbonat yang terdapat di Indonesia, yang tersebar mulai Sumatera hingga Irian Jaya, jikadijumlahkan luasnya mencapai 154.000 km. Jika di rata-rata batugamping itu mempunyai ketebalan 100 m, maka dengan berat jenisnya sebesar 2,5, maka Indonesia mempunyai cadangan mineral batugamping sebanyak 39 trilyun ton. Sebagai sumberdaya mineral, batugamping merupakan salahsatu bahan komoditi karena manfaat dan kegunaannya yang beragam (Surono dkk., 1999).

Batugamping

Batugamping pada dasarnya berasal dari sisa-sisa organisme laut seperti kerang, siput laut, radiolarit, tumbuhan/binatang karang (koral), dsb yang telah mati. Berdasarkan hal tersebut, maka batugamping adalah batuan endapan yang berlatar laut.

Karena hal itu, batugamping berdasarkan tenaga alam yang mengangkatnya serta tempat batuan

kapur itu diendapkan termasuk klasifikasi batuan endapan (sendimen) laut. Berdasarkan proses pengendapannya tadi, maka, batu gamping merupakan batuan endapan organik

Pada latar proses pembentukan, batugamping merupakan salah satu golongan batuan endapan yang terdiri dari batugamping non-klastik dan batugamping klastik. Batugamping non-klastik, merupakan koloni dari binatang laut antara lain dari Coelentrata, Moluska, Protozoa dan Foraminifera atau batugamping ini sering juga disebut batugamping Koral karena penyusun utamanya adalah Koral. Batugamping Klastik, merupakan hasil rombakan jenis batugamping non-klastik melalui proses erosi oleh air, transportasi, sortasi, dan terakhir pengendapan.

Selama proses pembentukan endapan tersebut banyak terbawa mineral lain, sehingga membentuk variasi warna pada batugamping : putih susu, abu-abu muda, abu-abu tua, coklat, merah atau hitam.

Batugamping (termasuk stalaktit dan stalakmit yang banyak dijumpai pada bentang alam karst) menurut proses pengendapannya juga termasuk batuan endapan kimiawi yang mempunyai beragam komposisi kadar zat tertentu.

Atas : Stalakmit berwarna hitam di Gua Sedepan Bu, Merebu (foto: Setiawan, 2012) ; **Bawah**: Flowstone putih susu berkilat di Gua Sungai, Bengalon (Pindi, 2012) .



Kadar komposisi dari sejumlah zat itu kemudian membentuk berbagai jenis batugamping. Unsur utama dari zat itu adalah karbonat (Ca), sehingga batugamping disebut juga batuan karbonat. Zat karbonat kemudian membentuk komposisi kadar masing-masing, yaitu kalsium karbonat (CaCO_3); magnesium-dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]; kapur-bakar (CaO); atau kapur-hidrat [$\text{Ca}(\text{OH})_2$]. Masing-masing jenis zat karbonat tadi berkomposisi dengan kadar zat yang jauh lebih kecil, seperti pasir silika, alumina (Al_2O_3), Sulfur (SO_3), Pasirbesi (Fe_2O_3), dan lain-lain (Waltham, dkk., 2005).

Secara geologi, batugamping erat sekali hubungannya dengan dolomite. Karena pengaruh pelindian atau peresapan unsure magnesium dari air laut ke dalam batugamping, maka batugamping tersebut dapat berubah menjadi dolomitan atau jadi dolomite. Perbedaan kadar dolomite atau MgO dalam batugamping akan membentuk jenis batugamping yang berlainan.

Secara komposisi kadar zat utama, batu gamping secara mudah dapat dibagi sebagai berikut :

1. Limestone : batugamping yang utama terdiri dari kalsit (CaCO_3) yang berbentuk Kristal, yang menunjukkan bahwa asalnya dari pengendapan kimiawi ;
2. Chalk : batugamping yang terdiri atas frakmen-frakmen binatang berkerangka kapur dan tumbuh-tumbuhan ;
3. Mergel (Marl) : batugamping yang terdiri atas campuran CaCO_3 dengan tanah liat dan pasir. ;
4. Dolomit : batugamping yang lebih keras dan rumus kimianya $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. ;
5. Travertin : endapan karbonat di daratan, yang terjadi pada mata air yang mengandung/membawa banyak unsur-unsur karbonat.

Umur Batugamping Kalimantan

Sebaran kawasan batugamping Kalimantan dapat dijumpai antara lain di Kapuas Hulu Kalimantan Barat ; di Sangkulirang-Mangkalihat Kabupaten Kutai Timur - Kabupaten Berau, ; di Kabupaten Penajam Pasir Utara dan Kabupaten Paser ; di Kalimantan Tengah dapat dijumpai bentang alam karst yang meliputi Gunung Haje dan Gunung Menunting di Muara Teweh serta kawasan karst Topus Kalteng ; sedang di Kalimantan Selatan terdapat kawasan karst di Pegunungan Meratus.

Kawasan batugamping Sangkulirang-Mangkalihat merupakan salah satu dari 17 lokasi di Indonesia

yang ditetapkan sebagai kawasan ekosistem esensial, yaitu kawasan yang memiliki keunikan habitat tumbuhan yang mempunyai fungsi penting bagi penyangga kehidupan dan berada di luar kawasan lindung atau suaka alam. Kawasan ini merupakan daerah tangkapan air utama bagi 7 sungai utama di Kutai Timur dan Berau, seperti Sungai Lesan/Kelai, ; Sungai Wahau/Telen ; Sungai Marang/Jelai/Bengalon, ; Sungai Baai/Muarabulan/Karangan ; Sungai Manubar dan Sungai Tabalar. Dengan air yang relatif tidak tercemar, berair sepanjang tahun dan menjadi sarana transportasi lokal.

Samodra (2003) pada latar sebaran batugamping di Kalimantan membagi menjadi 5 satuan yang mempunyai umur berbeda-beda. Seperti halnya di tempat lain, batugamping di daerah ini berhimpunan dengan batuan sedimen klastik yang umumnya berupa napal, batulempung- dan batupasir gampingan; terkadang setempat bersisipan tuf hablur :

1. Batugamping Mesozoikum. Satuan batugamping Mesozoikum di Kalimantan mencakup batugamping yang berumur Jura Akhir (160-140 juta tahun) dan Kapur (140-65 juta tahun). Tebal runtunan batugamping tua ini tidak lebih dari 300 m.
2. Lingkungan pengendapannya berkisar dari gisik hingga laut dangkal. Pada beberapa tempat berkembang bentukan hasil pelarutan di permukaan (karren), atau sistem perguaan pendek berbentuk cerukan ;
3. Batugamping Paleogen. Termasuk dalam satuan ini adalah batugamping yang berumur Eosen (55-35 juta tahun) dan Oligosen Awal (35-30 juta tahun). Runtunan batugamping Eosen terdiri dari batugamping bioklastik, batugampingterumbu, dan batugamping berlapis yang tebalnya mencapai lebih dari 1.000 m.
4. Batuan terbentuk di pinggiran paparan luar berterumbu. Setempat, batugamping Oligosen ini berhimpunan dengan sedimen turbidit. Proses pelarutan yang dihadapi oleh batugamping menyebabkan terbentuknya lapies dan perguaan pendek pada beberapa tempat ;
5. Batugamping Oligo-Miosen dan Neogen Awal. Kelompok batugamping ini disusun oleh batugamping yang berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal (30-17 juta tahun) dan

batugamping Miosen Awal hingga permulaan Miosen Tengah (25-15 juta tahun). Kedua runtunan batugamping tersebut membentuk himpunan yang tebalnya lebih dari 1.500 m, yang terbentuk di lingkungan laut dangkal, yang berkisar dari gisik hingga neritik. Litologinya terdiri dari batugamping terumbu, batugamping klastik berlapis, batugamping konglomeratan, dan batugamping pasiran, yang berhimpunan atau bersisipan napal, batupasir dan batulempung gampingan, serta serpih. Kadang berkembang batupasir kuarsa dan tuf hablur.

Beberapa sistem perguaan berkembang pada satuan batugamping ini, selain gejala karren yang menunjukkan terjadinya pelarutan di permukaan batuan ;

6. Batugamping Neogen Akhir. Batugamping Neogen Akhir ini terdiri dari batugamping yang berumur akhir Miosen Tengah hingga Pliosen (12-1,6 juta tahun). Runtunannya yang mempunyai tebal lebih dari 1.000 m disusun oleh batugamping berlapis dan batugamping koral, yang berhimpunan dengan napal, batulempung, dan batulumpur yang sebagian bersifat gampingan. Batugamping ini umumnya terbentuk pada lingkungan laut dangkal.

Proses karstifikasi yang berjenjang-lanjut membentuk banyak sistem perguaan yang panjang dan dalam. Beberapa gua memiliki nilai arkeologi tinggi, karena mempunyai gambar-cadas. Gua-gua tersebut juga menjadi habitat asli burung walet ;

7. Batugamping Kuarter. Batugamping ini mempunyai penyebaran yang terbatas, yaitu di sekitar pinggiran pantai. Beberapa singkapan batugamping Kuarter membentuk undak-undakan setinggi rata-rata kurang dari 1 m. Tebal satuan mencapai puluhan meter. Disebabkan oleh kegiatan abrasi, di beberapa tempat terbentuk ceruk-ceruk batugamping.

Air dan Batugamping

Pada sisi yang lain, karst dikenal sebagai suatu kawasan yang unik dan dicirikan oleh topografi eksokarst seperti lembah karst, doline, uvala, polje, karren, kerucut karst dan berkembangnya sistem drainase bawah permukaan yang jauh lebih dominan dibandingkan dengan sistem aliran permukaannya (Adji dkk, 1999).

Gaya gravitasi menyebabkan sebagian besar pori kapiler atau pori yang telah membentuk saluran mengarah ke bawah; arah ini akan berubah manakala air yang menjadi pelarut sampai pada batuan ke-

Kawasan karst Bengalon-Sangkulirang-Mangkalihat diperkirakan berumur Neogen Akhir : Proses karstifikasi berjenjang lanjut, membentuk gua-gua yang panjang, sistem aliran sungai bawah-tanah yang kompleks. Lorong-lorong tinggi, dan bertingkat-tingkat. Khusus di kawasan karst Bengalon banyak ditemukan gambar-cadas prasejarah (foto: Steve, 2001).



dapat air yang menjadi alas/ dasar dari batuan karst. Dalam pembentukannya, pada suatu saat kapiler-kapiler tersebut akan menembus batas luar karst.

Di bagian-bagian yang banyak mengandung senyawa yang mudah larut di dalam air akan terbentuk saluran atau pun rongga yang lebih besar. Jika air yang masuk ke dalam rongga tersebut lebih besar daripada yang keluar maka rongga tersebut dapat penuh terisi air; jika yang keluar lebih banyak dari pada yang masuk maka sebagian atau seluruh rongga tersebut akan terisi oleh udara.

Rongga yang berukuran besar dan terbuka, dikenal dengan sebutan gua. Jutaan kapiler, bersama berbagai jaringan saluran air yang terbentuk serta rongga-rongga yang terisi air menjadikan kawasan karst berfungsi sebagai reservoir air. Baik oleh proses pelarutan yang berkelanjutan maupun oleh berbagai gaya fisika yang lain, saluran-saluran air dapat muncul ke luar dinding karst membentuk mataair (baik di permukaan tanah, di bawah permukaan sungai/danau, dan di bawah permukaan laut); namun sebenarnya kebanyakan mataair muncul di dalam gua.

Kecepatan mengalirnya air di dalam kapiler batuan karst sangat beragam, tergantung pada besar serta panjangnya kapiler, kadang-kadang memerlukan waktu sampai satu musim. Di beberapa tempat, air hujan yang jatuh di awal musim hujan baru muncul di mata air pada awal musim kemarau. Keadaan ini sangat menguntungkan karena selama musim hujan masyarakat memperoleh air langsung dari hujan, sedangkan pada musim kemarau mendapat air dari mataair karst.

Pesisir timur Kalimantan dapat terbagi menjadi 3 (tiga) kawasan yang memiliki curah hujan relatif rendah, antara 1.299 – 1.918 mm/ tahun, 1.919 - 2.500 mm/ tahun dan 2.501 – 3.163 mm/ tahun, turunnya secara tidak merata sepanjang tahun. Berbeda dengan di pedalaman Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat, hujan bercurah tinggi dan merata. Dengan keadaan demikian maka kawasan karst (beserta tata-airnya) di pesisir timur Kalimantan pada musim kemarau akan sangat berperan bagi masyarakat (lihat Dodo, 2011 dalam Setiawan, dkk, 2012).

Banyaknya air yang dapat tertampung di dalam reservoir alami karst sangat tergantung pada ketinggian curah hujan, keutuhan hutan serta ketebalan humus yang dapat meningkatkan run-in, volume batuan karst serta volume rongga air yang terbentuk di dalam batuan karst. Ujung-ujung kapiler

dapat tersumbat oleh butiran-butiran tanah yang terhancurkan oleh air hujan atau karena tanah diolah. Akibatnya proses pengisian akuifer menjadi terkendala dan tidak optimal. Untuk mempertahankan kawasan karst tetap sebagai akuifer alami maka run-in di bentang alam karst harus tetap berbentuk secara optimal. Hal ini dapat terjadi jika bentangalamnya tertutup hutan alam (lihat Noerdjito, dkk., 2012).

Selama air tetap tersedia dan senyawa-senyawa yang dapat larut ke dalam air belum habis maka proses karstifikasi masih akan tetap berlanjut. Adanya rongga-rongga besar yang tidak terisi air memberi peluang air yang jenuh akan muncul di langit-langit rongga. Sebagian dari senyawa terlarut dan menempel di langit-langit rongga mau-pun yang menetes di lantai rongga memiliki peluang untuk menyublim di bagian-bagian yang memungkinkan.

Oleh karena menyublim sesuai dengan peluang yang ada menyebabkan hasil penyubliman memiliki bentuk yang beragam. Hasil penyubliman yang terjadi di langit-langit rongga disebut stalagtit sedangkan yang menyublim di lantai rongga disebut stalagmit. Baik stalagtit maupun stalagmit memiliki kilap warna yang berbeda sesuai dengan susunan senyawa yang membentuknya. Kilap stalagtit maupun stalagmit akan memudar jika proses karstifikasi terhenti. Keindahan stalagtit atau pun stalagmit menjadi salah satu daya tarik wisata.

Terbentuknya stalagtit umumnya berawal dari satu titik atau garis retakan atap gua sehingga yang memiliki daya rekat kuat hanya pada retakan tersebut. Jadi menempelnya stalagtit berukuran besar di langit-langit gua umumnya relatif rapuh dan relatif mudah jatuh sehingga perlu mendapat perhatian dari para perancang wisata gua.

Adanya rongga-rongga yang terbuka dan terhubung dengan ruang di luar maka terbentuk rongga terbuka yang disebut sebagai gua. Dari sudut geologi, gua yang dianggap bernilai adalah gua yang masih mengalami proses karstifikasi.

Namun gua yang sudah tidak mengalami proses karstifikasi tidak berarti tidak bermanfaat. Justru pada masa lalu, beberapa gua kering yang memiliki lantai datar dijadikan tempat kegiatan manusia; termasuk membuat gambar cadas sebagaimana terdapat di kawasan karst Sangkulirang-Mangkalihat (lihat Noerdjito, dkk., 2012 ; Setiawan, 2010).

Jadi, secara sederhana, kawasan karst dapat diartikan sebagai suatu kawasan yang diwarnai oleh kegiatan pelarutan atau proses karstifikasi. Dalam konteks yang lebih luas, kawasan karst merupakan perpaduan antara unsur morfologi, kehidupan, energi, air, gas, tanah dan batuan, yang membentuk satu kesatuan sistem yang utuh.

Gangguan terhadap salah satu unsur akan mempengaruhi seluruh sistem. Proses pelarutan sendiri pada dasarnya dapat terjadi pada semua jenis batuan, baik itu pada batuan beku, batuan sedimen, maupun batuan malihan. Akan tetapi proses karstifikasi hanya akan berkembang sempurna pada batuan yang mempunyai sifat mudah larut, seperti batuan karbonat.

Batugamping dan Karst

Samodra (2003) menjelaskan pada latar ilmu kebumihian, "karst" adalah suatu bentang alam (*geomorphology*) yang secara khusus berkembang pada batuan (terutama) gamping yang mudah larut, karena proses karstifikasi yang berjalan selama ruang dan waktu geologi yang tersedia. Samodra kemudian menerangkan bahwa fenomena dan unsur-unsur bentang alam karst (*karst geomorphology*) yang terdapat di suatu daerah atau wilayah, disebut kawasan karst (*karst terrain*).

Batugamping dapat dikategorikan sebagai kawasan karst apabila mempunyai ciri-ciri sebagai berikut di bawah ini (Haryono, 2012) :

1. Ciri bawah permukaan:
 - Terdapat tata-air (sistem drainase) bawah tanah/sungai bawah tanah ;
 - Terdapat gua ;
2. Ciri permukaan: Terdapat cekungan tertutup.

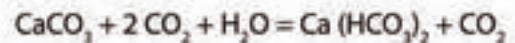
Pelarutan Karst

Pada beberapa tempat yang mempunyai endapan batu batugamping, seringkali ditemukan di gua dan sungai bawah tanah. Hal ini terjadi sebagai akibat reaksi pelarutan batugamping yang telah diterangkan sebelumnya.

Pada endokarst, terdapat ornamen-ornamen gua (*speleoterm*) yang terjadi karena air tanah yang menetes dari atap gua mengandung lebih banyak CO₂ daripada udara sekitarnya. Dalam rangka mencapai keseimbangan,

CO₂ menguap dari tetesan air tersebut. Hal ini menyebabkan berkurangnya jumlah asam karbonat, yang artinya kemampuan melarutkan kalsit menjadi berkurang. Akibatnya air tersebut menjadi jenuh kalsit (CaCO₃) dan kemudian mengendap ;

Air hujan yang mengandung CO₂ dari udara maupun dari hasil pembusukan zat-zat organik lainnya dipermukaan tanah, dapat meresap ke bebatuan dan dapat melarutkan batugamping dari pori-pori yang dilaluinya. Reaksi kimia dari proses tersebut adalah sebagai berikut :



Selain Ca (HCO₃)₂ yang larut bersama air, terdapat pula berbagai proses lain, seperti tekanan tektonik serta suhu tinggi menyebabkan bebatuan yang terbentuk dapat menjadi relatif padat. Hujan dan panas dan berbagai tenaga tektonik lain dapat menyebabkan di beberapa bagian terbentuk rekahan dan retakan (lihat Rahayuningsih, dkk., 2012 ; Setiawan, dkk., 2012).

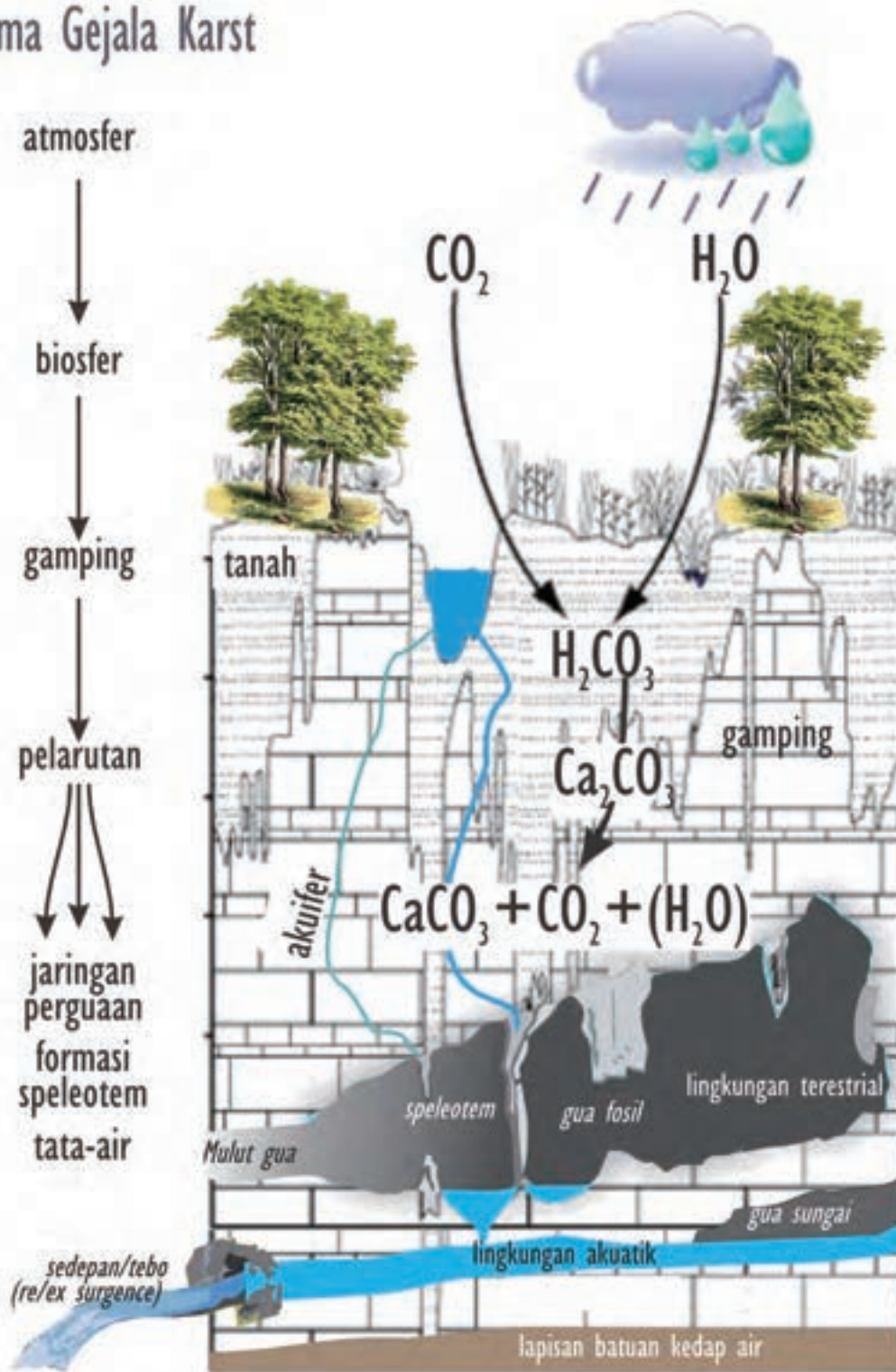
Sebagian dari retakan dan rekahan membentuk jejak yang terisi air hujan. Air yang terjebak memiliki peluang untuk melarutkan berbagai senyawa kimia yang ikut menyusun bentang alam tersebut. Senyawa-senyawa yang tidak larut tersisa dalam bentuk saluran-saluran air dan rongga yang beragam ukurannya. Proses pelarutan ini disebut karstifikasi; sedangkan kawasan batugamping yang mengalami proses karstifikasi disebut sebagai kawasan karst (lihat Samodra, 2003, Noerdjito, dkk, 2012).

Pori-pori karst dapat dibedakan dari pori-pori non-karst, pori-pori karst dapat membawa air dan polutan secara cepat, dapat melalui sungai bawah tanah, sinkholes, dan lubang pori lain. Mata air yang seperti ini pada kawasan karst dengan sendirinya bisa keruh, bila musim hujan.

Walaupun demikian, bentang alam karst selain mampu mengalirkan air dengan cepat, juga dapat menahan air agar tidak dengan cepat terbang. Pori-pori juga ada yang berukuran mikro, hal ini memberi kesempatan air untuk tidak langsung terbang, sekaligus berfungsi sebagai penyaringan alami (lihat Harmon dan Wicks, 2006 ; Waltham dkk., 2005).

Hampir di setiap pulau di Indonesia memiliki batugamping, tapi tidak semuanya terlarutkan dan terkarstifikasi menjadi kawasan karst. Karst di Indonesia tersebar di sebagian besar pulau-pulau di Indonesia, namun demikian tidak semuanya berkembang dengan baik. Balazs (1968, dalam Samodra, 2000) mengidentifikasi terdapat tujuh belas kawasan karst mayor di Indonesia.

Ciri Utama Gejala Karst



- Batugamping yang berkembang baik dengan curah hujan cukup:
 - + cekungan-tertutup
 - + jaringan gua fosil & gua sungai
 - + apalagi bila mempunyai sedapan/tebo

 = Karst

Bakteri dan akar pada tanah menambah keasaman CO₂

Penambahan kadar keasaman pada CO₂ atmosfer dan biosfer, akan mempercepat pelarutan

(adaptasi Setiawan, dkk., 2012 ; Rosswall , 1981).

Pada dokumen itu disebutkan contoh terbaik pelarutan karst tropis, yaitu Maros dan Gunung Sewu. Kemudian diuraikan pula beberapa tipe karst di Indonesia, seperti karst Gunung Sewu, Gombong, Maros, Wawolesea, Semau, Nusa Penida dan Irian.

Kawasan karst Kalimantan dijelaskan secara ringkas saja. Padahal kawasan karst Kalimantan tersebar pada sepanjang 1.500 km melintang utara selatan pada pesisir timur ex paparan Sunda, mulai dari jejeran karst Palawan, Sabah, Bulungan, Berau, Mangkalihat, Sangkulirang, Bengalon, Sangatta, Samarinda, Penajam, Paser, Tabalong, dan sampai Tanah Laut.

Istilah karst (*karst*) sendiri berawal dari 'krs' (bahasa Slavia) yang berarti daerah gersang yang berbatu-batu ; dan dipelajari dan ditulis oleh Cvijic dalam bahasa Jerman menjadi 'karst' (Brahmantyo, 2011).

Istilah karst kemudian dipertegas oleh para ahli menjadi daerah yang memiliki bentang alam dan pola hidrologi khusus yang terbentuk dari kombinasi sifat batuan karbonat yang memiliki tingkat kelarutan tinggi serta porositas sekunder yang berkembang dengan baik karena berada di daerah bercurah hujan sedang-tinggi (lihat Ford dan William, 1989 ; Samodra, 2003 ; Thornbully, 1989).

Secara peraturan, bentang Alam Karst adalah bentang alam di bawah permukaan dan di permukaan tanah yang terbentuk secara khas berkembang akibat pelarutan air pada batuan batugamping dan/atau dolomit (KepMen ESDM 17 tahun 2012 dan Rancangan PP Ekosistem Karst).

Sebaran Karst Kalimantan

Sebagian besar kawasan karst di Indonesia, khususnya di Kalimantan tersusun oleh batugamping, dan hampir tidak ada yang tersusun oleh gipsum, batugaram, maupun batuan evaporit.

Batugamping Kalimantan yang jelas telah mengalami proses karstifikasi adalah di kawasan Batu Kulat-Mepulu, Batu Tondoyan, Batu Gergaji-Baturaya, Batu Aji, Batu Tutunambo, Bati Pengadan, Batu Baai, di wilayah Bengalon-Sangkulirang-Mangkalihat. Umumnya merupakan kawasan ini dapat dikelompokkan pada batugamping Neogen dan Kuartar.

Semua ditemukan menjulang ratusan meter di atas tanah, dan mempunyai ketebalan 1.000-1.500 meter. Diduga sistem Bengalon-Sangkulirang-Mangkalihat merupakan bagian dari sebaran batugamping ex pesisir Paparan Sunda yang sebagianmenyambung ke utara hingga Sabah-Ser-

awak (Malaysia), dan ke selatan hingga Tanah-Laut (Kalimantan Selatan) (lihat Setiawan, dkk., 2012).

Karst Bengalon-Sangkulirang-Mangkalihat umumnya berfasies terumbu, dengan permukaannya yang berlubang-lubang karena proses pelarutan dan banyak mengandung koral, foraminifera, moluska, gang-gang dan ostrakoda. Fosil-fosil yang terdapat di kawasan karst dapat dipakai untuk menentukan umur batumannya (lihat Noerdjito, dkk., 2012 ; Samodra, 2003).

Ciri-ciri kawasan karst juga diperlihatkan pada kawasan batugamping di daerah Sangatta yang terserak di kawasan selatan Gunung Murung ; kemudian di kawasan Taman Nasional Kutai (TNK).

Pada kawasan TNK, pada beberapa kawasan jelas menunjukkan sisat batuan karst : mempunyai sungai bawah tanah, pada gua Lawang Angin terdapat anak sungai yang menghilang masuk ke batugamping.

Jajaran batugamping yang berada dekat Samarinda, Long Bangun, Paser Penajam, dan Meratus secara sekilas dapat diklasifikasikan karst. Hal itu bila dilihat adanya mata air, gua sungai, dan lorong-lorong perguaan.

Laporan Rahmadi (2004), secara jelas menunjukkan batugamping hulu Barito adalah batuan karst.

Bentukan Karst Kalimantan

Secara geologis Kalimantan tidak banyak terganggu oleh gempa dan vulkanik sejak jutaan tahun. Sesar-sesar utara-selatan sejak lama mengontrol arah lorong-lorong gua dan arah rekahan utama pada kawasan karst di pesisir timur Kalimantan.

Arah itulah yang banyak dijumpai pada kawasan karst pesisir timur Kalimantan : melintang utara-selatan, tentu dengan pengecualian di beberapa tempat. Arah sesar itu juga secara umum mengontrol arah lorong gua, dengan catatan ada beberapa gua besar yang berarah timur-barat, baik yang menembus gunung maupun yang menembus gunung.

Secara umum bentukan (geomorfologi) karst yang terlihat mencuat di atas permukaan disebut Bentukan Karst Positif (eksokarst). Sedang sebaliknya, bentuk yang berada di bawah permukaan disebut Bentukan Karst Negative (endokarst) (lihat Bogli, 1978 ; Fink, Union Internationale de Speleologie ; Lehman, 1970 ; Sweeting, 1972 ; White, 1988).

Istilah karst secara luas di Kalimantan dikenal dengan sebutan 'batu', sehingga gunungnya disebut

'*gunung-batu*': Istilah ini untuk membedakannya dengan gunung-gunung tanah (*gunung berium**).

Penampakan utama eksokarst Kalimantan adalah menara *pinacle* dan *broad tower*. Tidak ditemukan bukit tempurung maupun kerucut. Muara gua-sungai menjadi ciri penting kawasan karst Kalimantan : baik gua sungai-masuk dan gua sungai-keluar.

Lorong gua umumnya sejajar dengan aliran sungai sekarang, gua ini oleh orang Sangkulirang-Mangkalihat (lokal) disebut '*gua-terusan*'. Di lapangan ditemukan pula lorong gua yang tegak lurus arahnya terhadap sungai utama. Terdapat beberapa gua (raksasa) berupa gua yang menembus gunung karst dari sisi satu ke sisi lainnya (baik arah poros utara-selatan, maupun poros barat-timur). Gua seperti ini disebut orang lokal sebagai '*gua-tembus*', bisa berupa gua-sungai ataupun gua-fosil.

Istilah-istilah yang disebutkan di bawah adalah morfologi yang ditemukan selama inventarisasi. Istilah-istilah yang dipilih adalah istilah yang biasa dipakai oleh para pegiat gua pada umumnya, serta padanannya yang dipakai oleh para pemakai gua di kawasan karst Kalimantan.

Tanda asterik (*) merupakan istilah yang dipakai oleh komunitas Dayak Basap/Kutai = meliputi kawasan karst Mangkalihat, Sangkulirang, Bengalon, Sangatta, Bontang, Samarinda); sedang (**) dipakai oleh komunitas Dayak Lebo/Dayak Gaai/Banua = meliputi kawasan Bulungan, Lesan dan Derawan).

Istilah di Kalimantan Selatan, Tengah dan Barat belum tercatat secara kajian antropologis, sehingga belum dituliskan pada laporan ini.

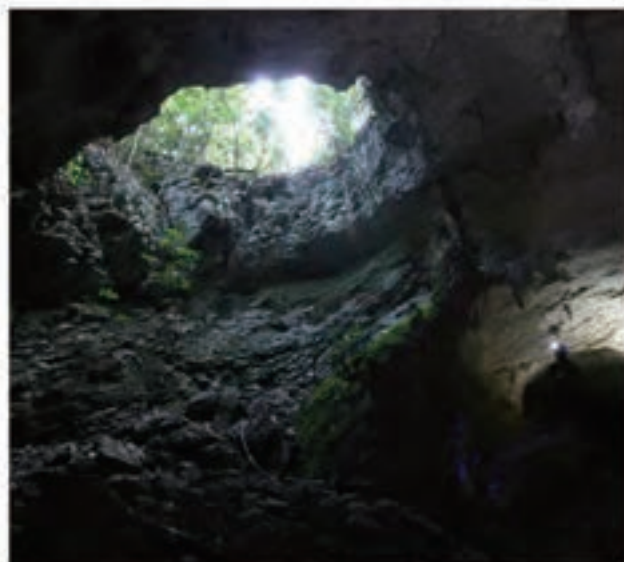
Tipe Pinnacle yang disebut oleh orang lokal : batu-gergaji. Gunung Batu-Gergaji sub Marang (foto : Pindi, 2006).



Bentukan eksokarst

1. Bukit karst (*batu**) :
 - Karst Kegel :
Cone Hill (Bukit Tempurung) ;
Conical Hill (Bukit Kerucut) ;
 - Karst Turm :
Pinnacle (Menara Julang ; *batu gergaji**) ;
Broad Tower (Menara Papak ; *bukit batu**) ;
2. Kerak karst (*karen/lapies* = *resak** ; *solutional pit* = *ketamun**) : dataran yang luas akan tetapi terkadang juga ada yang saling berdempetan dengan bentuk yang simetris atau asimetris dengan ukuran yang relatif sama ;
3. Parit karst (*surface karst drainage* ; *sungai metam** , *sungai batu***) : Alur sungai di atas permukaan ;
4. Ponor (*swallow hole* ; *tebo**) : tempat aliran air menghilang menuju bawah tanah yang terdapat formasi batugamping, dikenal juga dengan sungai hilang.
5. Cekungan tertutup :
 - *Dolina* (*doline, sinkhole* ; *luweng* ; *sumur** ; *lolong***) , yaitu bentukan negatif yang dengan bentuk depresi atau mangkuk biasanya berbentuk lingkaran. Dolina yang terbentuk akibat runtuhannya disebut pula *Collape* (*runtuhan**) ;
 - *Polje* (*lembah**) : depresi pada daerah karst, tertutup semua sisi, sebagian terdiri dari

Dolina yang disebut orang lokal : sumur atau lolong, Gua Lubang Angin, TNK (foto : Pindi, 2012).



lantai yang rata, dengan batas-batas terjal di beberapa bagian dan dengan sudut yang nyata antara dasar/ lantai dengan tepi yang landai atau terjal itu ;

- Telaga : (*danau tebo**) telaga-karst yang ritme pasang-surutnya sesuai musim hujan-kemarau ;
- *Vaucluse* (*mata-air=air-batu**; *kolam=pesu**): gejala karst yang berbentuk lubang tempat keluarnya mata-air ;

Bentukan endokarst :

1. Mulut Gua (*entrace, muara**) :

- Gua yang banyak mulut : *lubang kebobo** ;
- Gua yang banyak *aven* : *lubang tembobos** (kata '*tembobos*' juga dipakai untuk mengistilahkan dolina bila dilihat dari gua) ;
- Gua horisontal yang punya 2 mulut : *lubang terusan** , *lubang-tembus** ;
- *Lubang kembar** : muara gua yang saling berhadapan dan bentuknya sangat mirip. Hal ini terbentuk karena terjadi runtuhannya di tengah-tengah lorong horisontal ;

2. Gua Fosil (gua kering):

- *Overhang, Niche* (*ceruk, liang**)
- Horisontal (gua ; *lubang**) ;
- Vertikal (*luweng ; sumur*, lolong***);

3. Gua Aktif (gua-sungai ; *sedepan**):

- Overhang sungai/danau/laut (*undercut, ilas kedanum**)
- Horisontal masuk (*lubang sungai masuk**; *sedepan**);
- Horisontal keluar (*lubang sungai keluar** ; *tebo*, sedepan***);

4. Speleoterm (ornamen gua ; *batu-hidup**) :

- Stalaktit (*batu tetes** ; *batu-air**) ;
- Stalakmit (*batu hidup**) ;
- Kolum (*pilar, tiang**) ;
- Gorden (*drapery, batu alur**) ;
- Flowstone (*batu alir**, *batu kristal**) ;
- Rimstone berair: *kolam batu**, kering: *pangan**)
- *Lilipads* (*popcorn*) *tak ada istilah lokalnya, namun banyak ditemukan di lapangan ;*

5. Mata air (permukaan) :

- *Bedding spring* (*air-batu**), mata air yang terbentuk pada pelebaran bidang lapisan ;
- *Fracture spring* (*air-batu**), mata air yang terbentuk pada pelebaran bidang rekahan ;
- *Contact spring* (*air-batu**), mata air yang terbentuk karena adanya kontak antara batugamping dan batu lain yang impermeabel.

6. *Vrulja* (*bayangan**): mata air yang berada di bawah permukaan air laut atau sungai.

Rimstone oleh orang lokal disebut kolam-batu. Gua Sungai, Bengalon (Foto: Pindi, 2012)





Stalaktit yang masih tumbuh memanjang disebut *batu-hidup* oleh orang lokal (foto : Pindi, 2012).

Bentukan Lain

Selain istilah di atas, dikenal pula bentukan lain, namun sementara belum ditemukan di Kalimantan :

1. *Regolith* : Merupakan residu pelarutan yang mengandung FeO₂ pada lantai gua ataupun dasar doline ;
2. *Cockpit Karst*, yaitu *Dolina* yang saling berdekatan tersebut tidak menyatu dan diantara batas dolina tersebut membentuk bukit-bukit terjal dan sempit. bentuk lembah yang ada di dalam *cone karst* daerah tropik yang lembab. Kontur *cockpit* tidak melingkar seperti pada doline tetapi seperti bentuk bintang dengan sisi-sisi yang identik, yang menunjukkan bahwa formasi *cone* merupakan faktor penentunya. *Uvala* : Merupakan lahan cekungan memanjang berbentuk oval akibat proses berkembangnya bentuk dan ukuran *doline*. Baik proses pelarutan maupun runtuhnya dinding *doline*. ;
3. *Hum* : Penampakan residual dari *uvala* yang meluas akibat proses *collapse* dinding akibat korosi, pelapukan, dan beban air hujan ;
4. *Karst window, natural bridge* : Hasil pelarutan dan erosi batuan oleh air yang mengalir ;
5. *Gate* (gapura) : Terjadi dari tingkat kemajuan peristiwa fisis (erosi dan *collapse*).

Bentukan-bentukan karst itu, seiring waktu dan ruang geologi yang tersedia, berkembang pula seiringan unsur nilai-nilai hayati dan nirhayati yang beragam. Kedua unsur itu saling memiliki keterkaitan dan ketergantungan yang erat, membentuk suatu ekosistem karst yang sangat khas.

Iklim Karst Kalimantan

Kalimantan sampai 12.000 tahun lalu, masih merupakan bagian dari paparan Sunda. Ketika itu di Nusantara juga terdapat paparan Wallacea dan paparan Sahul. Paparan Sunda terdiri dari pulau Sumatra, Jawa, Kalimantan menyatu dengan daratan Asia Tenggara. Paparan Sahul terdiri dari pulau Papua yang menyatu dengan daratan Australia. Wallacea dewasa ini dikenal dengan daerah Sulawesi, dan sejak 25 juta tahun lalu tidak pernah berhubungan dengan paparan Sunda ataupun paparan Sahul (Mackinnon dkk, 2000).

Khususnya untuk paparan Sunda, tempat Kalimantan sekarang berada, diketahui muncul terus menerus berkesinambungan selama 800.000-500.000 tahun sampai 10.000 tahun lalu. Air laut menyusut pada puncaknya sekitar 20.000 tahun lalu, yaitu sedalam 130-140 m. Musim kemarau jauh lebih panjang dan membentuk hutan-hutan terbuka di pesisir.

Pada masa-masa seperti itulah fauna menjelajahi paparan Sunda dan sesekali berenang menuju pulau-pulau yang dekat. Manusia-manusia pertama yang sampai ke Kalimantan, ketika kondisinya seperti di atas. Setelah jaman es, sedikit demi sedikit air laut menggenangi Kalimantan seperti sekarang ini, dan tidak banyak berubah lagi selama 6.000 tahun terakhir (lihat Setiawan, 2010).

Sémah dkk (2006) menuturkan iklim Kalimantan sekitar tahun 15.000 – 9.000 tahun lalu cenderung sejuk, yaitu lebih dingin sekitar 2^o-5^o celcius dari sekarang, atau lebih kering, serta mengalami musim kemarau yang lebih panjang.

Kalimantan juga terpengaruh oleh perubahan suhu muka air laut pada kawasan Pasifik-Oceania, yang mengakibatkan gejala El-Nino dan La-Nina.

Gejala El-Nino bahkan sering mengakibatkan kebakaran hutan yang serius. El-Nino telah mengakibatkan kebakaran-kebakaran hutan di Kalimantan, Sumatra dan mungkin juga di daerah yang sekarang laut Jawa dan Cina Selatan, khususnya ketika jaman es Kuartar masih berlangsung. Hal itu, karena dahulu angin utara yang datang ke pesisir timur, melewati dulu daratan kering yang luas dan lautan yang dingin.

Angin ini bertiup lebih kencang dari yang terjadi pada masa kini. Keadaan tersebut menyebabkan hujan berkurang sekitar 30% dari kecurahan sekarang. Sehingga, daerah tepian paparan Sunda mempunyai musim kemarau yang panjang dan hutan savana tropis yang terbuka vegetasinya.

Hutan tropis menyusut cukup drastis dalam masa 14.000 – 8.000 tahun lalu, sedang hutan savana makin meluas dengan dengan susunan pepohonan tumbuh tidak rapat, serta lantai hutan ditumbuhi rerumputan (lihat Bellwood, 2000; Hantoro, 2006).

Jadi, walaupun Kalimantan telah lama berada di daerah khatulistiwa, namun khususnya pada pesisir timur Kalimantan baru sekitar 8.000 tahun yang lalu menjadi hutan tropis basah. Dewasa ini, Kalimantan berada di zona khatulistiwa yang bersifat hujan bimodial (mempunyai dua puncak musim hujan.), El-Nino tetap merupakan gejala iklim yang patut dipertimbangkan.

Dari kajian etnografis, tercatat bahwa gelombang kekeringan mengakibatkan banyak sungai-sungai pada kawasan pesisir timur Kalimantan mengering. Suku-suku yang berada di pesisir timur, kerap bergeser ke daerah lain yang lebih basah. karena alasan kekeringan hebat pada ladangnya. Tujuan utama pergeseran pemukiman itu adalah kaki-kaki gunung karst. Tentu, karena kawasan karst kaya akan air sepanjang tahun, serta mampu menahan sebaran kebakaran karena tingkat kelembaban yang tinggi (Setiawan, 2004).

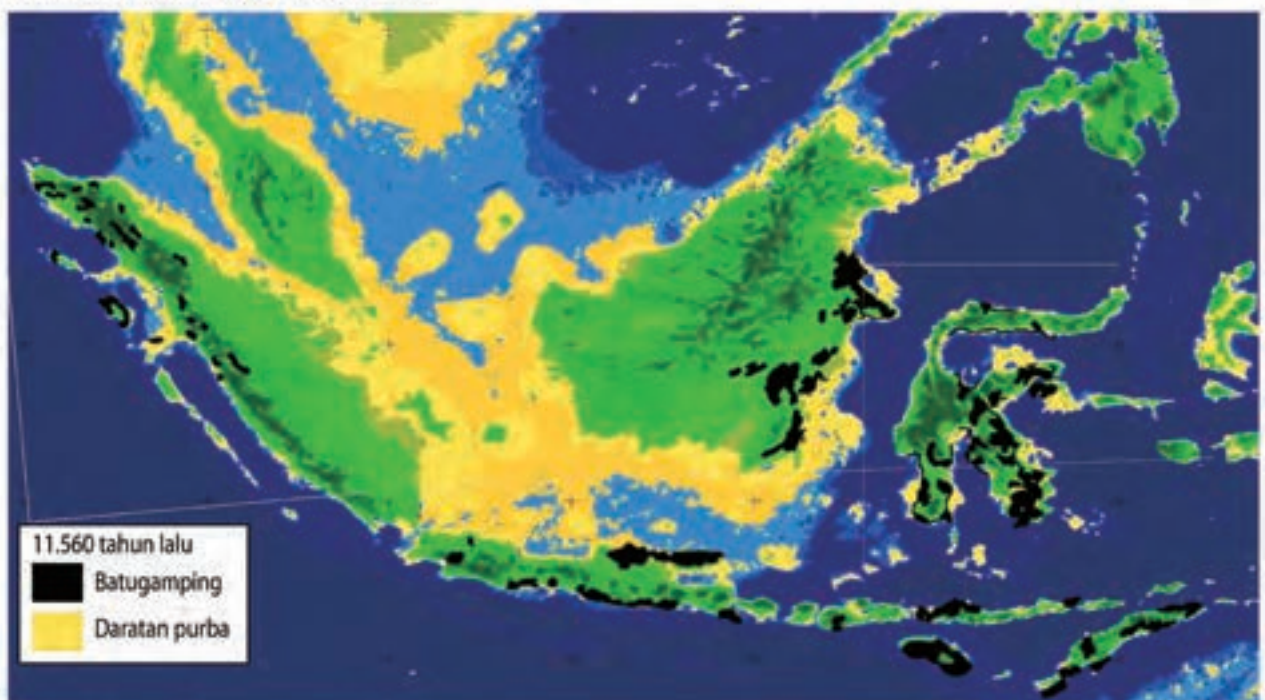
Pada musim hujan, angin barat yang basah tertahan di pegunungan karst dan menurunkan hujan di

daerah pegunungan. Sementara di musim kemarau, angin timur yang kering tidak menurunkan hujan di daerah pesisir melainkan menurunkan hujan di pegunungan karst. Untungnya pegunungan karst mampu menampung air dan mengeluarkannya menjadi mata air sungai-sungai utama, sehingga air tetap tersedia sepanjang tahun. Dengan keadaan demikian maka karst pada musim kemarau sangat berperan bagi masyarakat.

Seperti yang telah diuraikan pada kajian etnografis di atas, karst adalah batuan yang mempunyai kemampuan menyimpan/menahan air. Banyaknya air yang dapat tertampung di dalam reservoir alami karst sangat tergantung pada ketinggian curah hujan, keutuhan hutan serta ketebalan humus yang dapat meningkatkan *run-in*, volume batuan karst serta volume rongga air yang terbentuk.

Sejarah lingkungan seperti yang tadi dipaparkan, sebenarnya terekam dengan baik pada stalakmit-stalakmit, lapisan guano, lapisan tanah di kawasan karst pesisir timur Kalimantan. Rekaman itu juga terawetkan pada banyak jenis kehidupan yang tertinggal pada kawasan karst Kalimantan yang relatif masih belum banyak terganggu oleh aktivitas manusia. Rekaman-rekaman terestrial itu juga merupakan perihal yang penting di dalam inventarisasi kawasan karst.

Paparan Sunda 11.000 tahun yang lalu, beriklim kering, curah hujan lebih sedikit, dan lebih sejuk. Medannya hutan savana tropis yang berpohon jarang dan kecil. Kondisi sekarang secara umum : basah, curah hujan cenderung tinggi, dan hangat. Namun pada pesisir timur Kalimantan, curah hujan tidak merata dan cenderung tidak sebasah Kalimantan Tengah dan Barat (diolah dari Sathiamurthy, dan Voris, 2006).



Kekayaan bentang alam karst tersebut dilengkapi juga dengan banyaknya sungai bawah tanah yang muncul di permukaan maupun sungai permukaan yang masuk ke dalam tanah. Lingkungan karst berkembang dengan latar kondisi tipisnya lapisan tanah, air permukaan yang merembes ke bawah batugamping, dan tingginya kandungan kalsium merupakan ciri khas kawasan karst.

Rembesan itu selalu membawa material-material khas ; kemudian lorong terestrialnya dan aliran akuatiknya akan membawa kehidupan dari luar. Kehidupan di luar pun tidak terlepas dari letak geografis dan ruang geologinya masing-masing. Spesies yang hidup pada kawasan karst telah beradaptasi pada lingkungan tinggi kadar kalsium dan tahan akan kekeringan selama beberapa bulan. Sehingga, tidaklah heran, bila pada setiap kawasan karst selalu berpotensi membentuk spesies spesies yang unik, dan tak ada duanya di dunia. (Samodra 2003).

Dengan ciri yang khas tersebut, terdapat dua hal penting yang perlu dikaitkan. Pertama tumbuhan yang hidup di atasnya juga hanya jenis-jenis tertentu yang telah beradaptasi terhadap lingkungan karst tersebut. Daya adaptasi dari vegetasi, secara tidak langsung berpengaruh terhadap komposisi jenis fauna yang memanfaatkannya. Keanekaragaman hayati (*biodiversity*), serta nirhayati yang dikandungnya merupakan unsur pembentuk nilai keanekaragaman kawasan karst (*karst-biogeodiversity*) (lihat Suhardjono, 2006).

Kedua, lingkungan yang serba terbatas (tanah, air permukaan) dan tingginya kandungan kalsium menyebabkan biota karst rentan terhadap perubahan lingkungan. Keanekaragaman karst di atas bagaimanapun juga sangat spesifik dan sangat rentan atas perubahan apapun yang mengganggu daerah epikarst maupun di sekitarnya. Tataan keagaman dan kekhasan kawasan karst yang saling kait-mengkait itulah yang disebut ekosistem karst (Noerdjito, dkk., 2012 ; Suhardjono, 2006).

Ekosistem Gua Kalimantan

Ekosistem gua terbagi menjadi dua macam habitat, yaitu terestrial dan akuatik. Masing-masing habitat ditempati oleh kelompok yang berbeda. Populasi fauna gua umumnya rendah, namun dalam kasus tertentu dapat tinggi, tergantung jumlah pakan yang tersedia dan jumlah nitrogen yang terbawa jaringan akutik. Contohnya, pada timbunan guano, ditemukan populasi *Collembola*, tungau, atau larva *Tineidae* dalam jumlah tinggi (Suhardjono, 2006).

Pada ekosistem gua, terdapat dua jenis media kehidupan, yaitu media terestrial, dan media akuatik. Kedua media mengembangkan adaptasi morfologinya masing-masing, dan adaptasi yang lazim ditemukan di dalam gua adalah berkurangnya fungsi organ penglihatan seperti organ mata yang kecil, atau bahkan hilang buta sama sekali.

Berkurangnya fungsi penglihatan, diimbangi dengan bentuk adaptasi lain, yaitu pemanjangan antena atau organ perasa lain. Pigmen dalam tubuh juga dihilangkan sehingga berwarna putih. Adaptasi tersebut adalah pengembangan terhadap kondisi gua yang gelap total tanpa matahari (lihat Rahmadi, 2004 ; Suhardjono, 2006).

Habitat terestrial di dalam gua terdiri atas lantai, dinding, atap atau langit-langit, dan guano. Pada lantai gua biasanya dapat ditemukan lumpur, tanah, bawah batu, celah lantai, dan bawah bahan organik atau lainnya yang terbawa masuk ke dalam gua. Binatang yang dapat dijumpai di lantai muara gua misalnya kaki-seribu, jangkrik, labahlaba, kumbang, *Collembola*, dan tungau.

Sedangkan pada dinding, langit-langit, celah atau retakan dinding, dan pilar biasanya dapat dijumpai binatang seperti labahlaba, *Scutigera*, kalacemeti (*Amblypygy*), dan jangkrik gua (*Rhaphidophoridae*). Kadang-kadang pada dinding terdapat cekungan yang mengandung tanah atau guano yang lembab, pada tempat ini sering dihuni oleh binatang yang berukuran kecil seperti *Collembola* (Suhardjono, 2006).

Orang lokal (Dayak Basap, Dayak Lebo, Dayak Punan, Kutai dan Benua di kawasan karst Bengalon-Sangkulirang-Mangkalihat), biasa menyebut *Scutigera* dengan *pesan-pesan* ; *Diplopoda*=kaki seribu ; *Chilopoda* : lipan ; *Amblypygy* dengan *kala* ; sedang *Scorpionida* disebut kalajengking ; yang dimaksud *laba-laba* merujuk pada *Heteropoda, sp*, sedang labahlaba berbulu (mirip tarantula) disebut *laba-laba tanah/lubang*.

Fauna kecil seperti *Collembola* tidak mempunyai nama lokal, atau walaupun bukan tungau kadang mereka menyebutnya *tungo*. Semua *Blattellidae* mulai dari yang kecil-kecil di lantai gua sampai yang besar di dinding, hanya disebut *coro/kecoa* dan *Rhaphidophoridae* disebut jangkrik (lihat Setiawan, 2004).

Sedangkan habitat akuatik dapat terdiri atas sungai, danau, kolam, ataupun genangan air dalam cekungan di lantai atau di dinding gua. Pada habitat akuatik ini dapat dijumpai binatang akuatik

seperti udang, ketam, isopoda, planaria, dan ikan. Vermuelen dan Whitton (1997, dalam Suhardjono, 2006) menjelaskan pada daerah dengan kelembaban tinggi di zona dalam yang banyak binatang kecil yang merayap, maka batas antara habitat terestrial dan akuatik menjadi sumir.

Tipe kehidupan Epikarst

Dataran rendah hutan hujan Karst Kalimantan membentuk hutan padat yang heterogen pada daerah yang berkelcerengan lebih dari 45°. Secara umum, hutan berkanopi tinggi sebagian besar terdiri dari *dipterocarp*, dapat tumbuh sampai 40 meter, *Hopea andersonii*, *H. dasyrachis* dan *Shorea multiflora* dan juga non-*dipterocarpaceae*, serta Epifit terlihat langka (lihat Noerdjito, dkk., 2012).

Survei oleh KPSL-UNLAM (kelompok dari Universitas Lambung Mangkurat) di Sangkulirang Semenanjung, Kalimantan Timur, menunjukkan bahwa fauna vertebrata tidak dibatasi sebarannya oleh kawasan karst. Hal ini karena karst Sangkulirang terdiri atas beberapa gunung karst, bukan suatu wilayah yang terisolir secara geografis.

Banteng, orangutan, gibbon, rusa sambar (*payau*), rusa muncak (kijang/*mencek*), kancil, musang dan macan dahan (*macan-batu*) sering terlihat di kawasan karst. Ular yang dominan terlihat adalah piton (*ular-sawah*) dan kobra (*tedung*), sesekali terlihat ular viper hijau (Setiawan, 2004).

Leo Salas (Salas, dkk., 2006) seorang ahli ekologi hutan tropis, melaporkan dari hasil penelitian di kawasan karst Sangkulirang, bahwa selain *macaca* (monyet ekor panjang) yang sering terlihat, juga ditemukan *pigtail macaca* (monyet ekor pendek) dan lutung perak duduk dan berkelompok di puncak-puncak dinding tebing. Pindi Setiawan juga melaporkan melihat orangutan bergelayutan dan kadang turun sejenak pada teras-teras karst yang berdekatan dengan kanopi pepohonan (lihat Setiawan, 2004 ; Siregar, 2012).

Hal senada dalam penelitian Mas Noerdjito di tahun 2011 bersama TNC, dalam membuat Atlas Kawasan Karst Sangkulirang-Mangkalihat, mencatat beberapa fauna yang terdata pada kawasan hutan karst Sangkulirang-Mangkalihat, yaitu beberapa jenis primata (orang hutan – *Pongo pygmaeus*, gibbon *Hylobates*, pig-tail macaques, long-tail macaques (*Macaca spp.*), tarsius, kukang, proboscis) ; mamalia (rusa sambar *Cervus unicolor*, kijang *Muntiacus muntjak*, trenggiling *Tragulus sp.*) ; jenis-jenis burung (enggang, rinjau batu, beo, walet

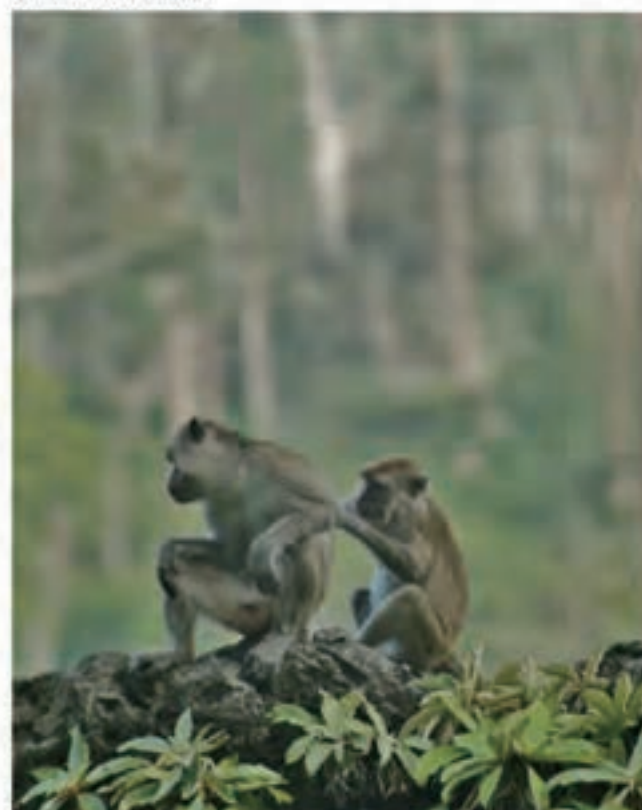
dll.), ikan (sidat dan jenis-jenis ikan lokal lain) ; serta serangga (tawon madu *Aphis spp.* dan serangga penyerbuk, dan penyedia pakan walet.

Kecukupan fauna di atas, merupakan bagian dari keanekaragaman *Dipterocarpaceae* dengan 267 jenis terdapat 60% endemik Kalimantan, khususnya pada kawasan hutan karst. Hutan kasarnya sendiri dapat digolongkan menjadi tiga jenis : hutan *dipterocarpaceae* dataran rendah (di bawah 300 m dpl) ; kawasan *dipterocarpaceae* pegunungan (300 – 800 m dpl) ; dan kawasan hutan *dipterocarpaceae* pegunungan tinggi (800 – 1200 m dpl) (lihat Asthon (1982) dan Whitemore (1984) dalam Noerdjito, dkk., 2012).

Khususnya kawasan karst pesisir timur Kalimantan, pada beberapa dasawarsa terakhir ini sering mengalami kebakaran sejak awal 1980-an, yaitu dimulai pada akhir tahun 1982 dengan terjadinya kebakaran besar akibat dari pengaruh musim kemarau berkepanjangan efek samping dari fenomena alam El Nino.

Dari catatan kebakaran besar telah terjadi paling sedikitnya 10 kali, khususnya di pesisir Kalimantan Timur pada rentang waktu antara 1983 – 1998

Pada pagi hari, macaca ekor panjang, senang berjemur di atas pucuk menara karst. Lokasi sub karst Marang, Bengalon. (Foto: Pindi, 2006).



(Dari rentang waktu tersebut tercatat ada peristiwa kebakaran yang terbesar yaitu tahun 1982/1983 dan 1997/1998, yang berakibat kerugian ekonomi dan kerusakan sistem ekologi yang ada di kawasan tersebut. Meskipun tidak tercatat secara rinci dari rentang waktu 1998 – 2010 beberapa titik api juga masih sering terjadi, meskipun tidak besar. Penelitian tentang pasca kebakaran di Kalimantan Timur oleh beberapa peneliti menunjukkan bahwa umumnya pada lahan bekas terbakar didominasi dengan jenis-jenis pioner. Hanya beberapa jenis-jenis pohon indikator hutan masih dapat bertahan, khususnya di lembah-lembah karst yang tak terjangkau api (lihat Fatawi dan Mori, 2000 ; Noerdjito, dkk., 2012 ; Setiawan, 2004 ; Simbolon 2003).

Seperti yang telah diterangkan, kawasan karst adalah kawasan yang sangat rentan terhadap menurunnya kualitas lapisan tanah subur. Lapisan tanah subur yang sangat tipis dengan keasaman tanah tinggi, kandungan kalsium yang tinggi (RePPProt, 1998), serta kering kondisinya akan merupakan kendala bagi jenis-jenis flora dan fauna untuk dapat bertahan hidup di kawasan ini.

Tipe Fauna Gua

Berdasarkan derajat intensitas sinar matahari, maka lingkungan gua terdiri dari : Zona Terang, Zona Remang-Remang dan Zona Gulita. Zona-zona itu tidak tegas batasnya, mengikuti gradasi cahaya matahari yang dapat masuk. Ruang zona intensitas cahaya ini bergantung pada ukuran, bentuk banyaknya muara pada suatu lorong gua.

Fauna gua baik yang di terestrial maupun akuatik-dapat dikelaskan berdasarkan perilakunya terkait pembagian zona cahaya, sebagai berikut:

1. Zona Gelap : Troglobit (terestrial) dan Stilobit (akuatik) ;
2. Zona Remang: Trogofil dan Stigofil ;
3. Zona Terang: Troglosen dan Stiglosen.

Rinciannya sebagai berikut :

1. *Troglobit/Stigobit (cave inhabitant)*: Perilaku fauna yang sepenuhnya hidup di dalam kegelapan abadi gua. Troglobita Kebanyakan adaptasi khusus yang membantu mereka menyesuaikan diri dengan kehidupan di kegelapan lengkap. Kemampuan mata Troglobit sudah kurang atau tidak memiliki mata sama sekali. Mereka dapat merasakan getaran atau benda bergerak dengan antena mereka sangat panjang dan sensitif. Mereka juga mampu mendengar, mencium, dan

merasa juga. Troglobit tubuhnya pucat, putih, atau transparan. Karena itu, troglobita tidak bisa datang dalam kontak dengan sinar matahari karena hasilnya dapat terbukti berakibat fatal. Contoh troglobit adalah cacing pipih buta, atau udang tanpa mata.

Perlu ditekankan, bahwa habitat stigobit dianggap lebih luas daripada troglobit. Asumsinya terkait sifat aliran air yang dapat merembes batuan karst akan memberi kesempatan lebih besar bagi penyebaran stigobit, baik pada kondisi muka-air normal ataupun banjir. Apalagi, zona akuatik sub-karst terkait dengan ekosistem hiporheik, yaitu ekosistem jaringan air yang lebih luas. Ukuran stigobit yang kecil juga memudahkan penyebaran yang luas. Hasil beberapa penelitian menunjukkan, semakin besar jumlah troglobit endemik, semakin menunjukkan bahwa tingkat stigobit yang lebih besar. Jumlah sebaran stigobit dapat lebih luas pada gua-gua yang mempunyai aliran air vertikal ke dalam gua (Culver, dkk., 2000 ; Hancock, dkk., 2004 ; Holsinger, 2000 ; Lamoreux, 2004 ; Maurice, 2009).

2. *Troglofil/stigofil (cave lovers)*: Perilaku fauna yang bisa hidup di gua maupun di luar gua. Fauna ini dapat hidup di zona remang-remang, namun lebih banyak menghabiskan waktunya di dalam gua. Contohnya di kawasan karst Kalimantan : jangkrik, lipan, toke.

Salah satu fauna troglofil yang menarik adalah *glow-worm*. Fauna ini sebenarnya bukan cacing, namun larva nyamuk yang telurnya ditempelkan oleh induk pada dinding gua. Biasanya ditemukan dekat tepian gua-sungai yang mengalir. Bila sudah dewasa, nyamuk itu pergi dari kepongpongnya ke luar ke zona epikarst, dan meninggalkan beberapa hari sesudahnya. Larva kemudian membangun sarang, tabung berongga semacam sutra dan lendir lengket yang menggantung 20-30 cm dari langit-langit yang rendah di gua-gua bersungai.

Bila sedang bercahaya mirip neon-neon biru di langit malam. Cahayanya berasal dari reaksi kimia dalam perut yang menghasilkan cahaya biru muda. Lendir yang menggantungkan menarik dan menjebak lalat gua. Lalat atau serangga terbang ini terbawa oleh air ke dalam gua dalam bentuk larva, setelah dewasa, serangga terbang dan mencoba mencari cahaya matahari. Ketika itulah *glow-worm* beraksi.

Larva bisa menyalakan dan memadamkan lampu sesuka hati. *Glow-worm* akan berhenti bersinar, jika ada lampu senter menyoroti lendirnya, atau membuat suara gaduh (Ebenhard dan Swain, 1991).

3. *Troglosen/stigosen (cave visitors)*: Fauna yang tinggal di dalam gua, dan mencari makan di luar gua. Fauna ini lah yang membawa energi matahari ke gua. Tanpa fauna ini, kehidupan gua tidak akan berkembang seperti sekarang. Contoh khas Kalimantan: kelelawar, dan walet. Kelelawar dan walet adalah troglaxenes yang paling umum, dan telah menjadi maskot gua Kalimantan. Ular-timah, dan pada gua-sungai yang bersuhu $\pm 30^{\circ}$: ular piton (di Kalimantan belum ditemukan gua bersuhu lebih dari 250 C, namun di Jawa ditemukan Gua Istana Ular 30° , dan Gua Ageng 33°) (lihat Setiawan, dkk, 2011).

Ular timah (*Elaphe Taeniura*) mencari makan ke dalam gua, yaitu kelelawar dan anak walet. Ular ini mencegat kelelawar yang terbang, sehingga biasanya ditemukan di mulut gua atau di lorong-lorong gua yang sempit. Ular timah

menggunakan mata infra-red yang mendeteksi gerakan-panas untuk melihat mangsanya. Ular ini sangat cepat gerakannya, dan ketika menyambar, ulat ini hanya bertopang pada tonjolan batu yang dijepit badannya atau ujung ekornya.

Setelah makan, ular ini akan ke luar mencari matahari untuk metabolisme, dan berjemur di tebing-tebing. Di Bengalon-Sangkulirang-Merebu terdapat dua jenis ular-timah, ada yang panjang berwarna timah (*Elaphe taeniura*) dan ada yang lebih 'gemuk' berwarna timah kehijauan (*Goniosoma oxycephala*); di Taman Nasional Kutai dan Meratus hanya ditemukan jenis ular-timah yang panjang (*Elaphe taeniura*). Ular timah yang gemuk (*Goniosoma oxycephala*) kadang disebut juga ular-tikus, karena suka terlihat memakan tikus.

Selain pembagian di atas, terdapat pula jenis **Trog-lodit**: Mahluk hidup yang perilakunya menggunakan keberadaan gua, yaitu: Pengguna gua. Jenis ini tidak menjadikan gua sebagai habitatnya, namun sebagai tempat singgahan atau sarang sementara. Troglodit pada karst Kalimantan misalnya mamalia besar, seperti beruang, macan dahan, ular kobra, ular piton.

Manusia yang menggunakan gua dapat dimasukkan pada perilaku troglodit, misalnya: pencari/pengjaga sarang walet (Kalimantan); penggali guano (Jawa), kandang ternak (Maros); garasi (Perancis); bengkel (Spanyol).

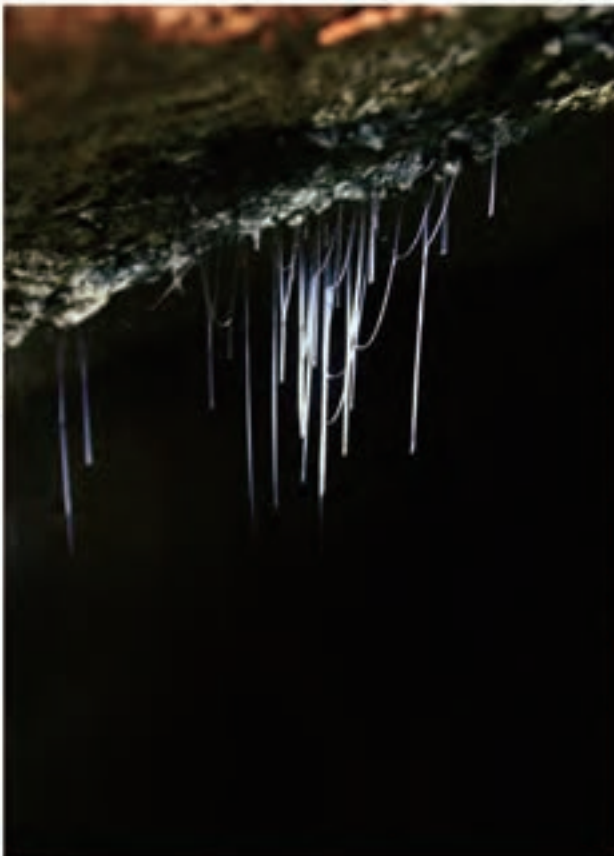
Tidak banyak diketahui, stigodit pada latar akuatik. Apakah buaya dapat dikategorikan sebagai fauna stigodit? Buaya banyak ditemukan bersarang di relung-relung karst di pinggiran sungai atau pesisir Kalimantan (lihat Setiawan, 2004).

Perlu ditekankan pula bahwa tidak seperti aliran di atas tanah, sungai-gua tidak serta-merta meluap airnya bila terjadi hujan deras di atas tanah. Sungai-gua yang mengalami peningkatan yang ekstrim, selalu terkait pada kondisi lain di luar gua, misalnya terjadi banjir besar pada jaringan hiporteiknya. Banjir besar pada jaringan hiporteik dapat masuk ke dalam gua, baik secara vertikal maupun horisontal (lihat White et al. 1995).

Gua dan Energi

Biota gua hidup dalam lingkungan yang khas dengan kisaran yang relatif sempit. Lingkungan gua yang khas menjadi pembatas sumber energi yang menunjang kehidupan mereka. Sumber energi itu

Jebakan larva kadang ditemukan bergantung pada gua-gua bersungai (Foto: Pindi, 2012)





Atas : Ular-timah (*Elaphe Taeniura*) pemburu kelelawar dalam gullita, dan anak walet. **Bawah** : Lekukan batu, biasa menjadi tempat menunggu magrib tiba.(Foto: Pindi, 2012)

dibawa beberapa jenis spesies, dan terbawa ke dalam gua baik melalui media terestrial maupun akuatik, dengan jumlah enerjinya yang terbatas.

Hadirnya energi yang terbawa terus menerus walaupun sedikit inilah yang menyebabkan beberapa jenis satwa dapat beradaptasi hidup beribu tahun pada lingkungan gua yang stabil. Berbagai fauna kemudian mengalami evolusi dan beradaptasi dalam lingkungan yang gelap total, karbonat tinggi dan minim pakan (Noerdjito, 2012).

Mengingat, fauna gua sangat bergantung pada asupan energi dari luar gua yang terbatas. Untuk habitat terestrial, asupan itu adalah : guano kelelawar, kotoran burung, telur-telur, kotoran jangkrik gua, kotoran mamalia, bangkai hewan, mikroorganisme, dan terakhir adalah serasah tanaman yang terbawa banjir."

Asupan tersebut, bagaimanapun juga tersedia dengan terbatas, sehingga fauna gua harus efisien. Cara umum misalnya dengan populasi rendah dan reproduksi rendah, namun daya hidup lebih lama. Pada beberapa kasus, maka terjadi populasi yang berlimpah, khususnya pada terkumpulnya sumber daya energi di dalam gua (misalnya guano atau kotoran walet).

Secara umum, kehidupan di dalam gua lebih sedikit keanekaragamannya, tetapi memiliki tingkat endemik tinggi. Kondisi serba terbatas menyebab-

kan biota gua sangat rentan terhadap perubahan lingkungan baik dari dalam maupun dari luar gua. (lihat Suhardjono, 2006).

Berdasarkan kelimpahan dan jenis sumber pakan terdapat 5 tipe gua, yaitu (Gnaspini and Trajano 2000 dalam Rahmadi, 2012):

1. **Oligotropik** yaitu gua yang mempunyai jumlah ketersediaan bahan organik yang rendah yang berasal dari hewan atau tumbuhan ;
2. **Eutropik** adalah gua yang mempunyai ketersediaan bahan organik yang sangat tinggi, umumnya berasal dari hewan khususnya guano kelelawar ;
3. **Distropik** adalah gua yang ketersediaan bahan organik berasal dari tumbuhan yang terbawa banjir ;
4. **Mesotropik** adalah gua yang berada pada tingkat menengah antara tiga tipe tersebut dan dicirikan dengan ketersediaan bahan organik dari hewan dan tumbuhan dalam jumlah yang sedang
5. **Poecilotropik** adalah gua yang merupakan pemanjangan bagian gua dengan suplai energi yang berbeda dengan rentang bagian oligotrophic sampai eutrophic.

Ciri-ciri di Kalimantan umumnya adalah gua oligotropik (pada lorong yang tidak ada kelelawar atau burung waletnya) ; gua eutropik untuk gua-gua yang kaya guano dan kotoran walet ; dan Distropik untuk gua-gua bersungai yang banyak ditemukan pada kawasan karst pesisir timur Kalimantan.

Gambaran Umum Rantai Makanan

Peran kelompok Vertebrata dapat lebih jelas dilihat dan dinikmati manusia seperti nilai ekonomi tinggi (kelelawar, walet), pemencar biji (kelelawar), pengendali hama (kelelawar), dan sumber protein hewani (ikan) (Vermeulen & Whitton 1997, dalam Suhardjono, 2006).

Kondisi berkumpulnya kotoran walet dan kelelawar, membuat spesies ini digolongkan spesies kunci (*keystone*) bagi ekosistem gua. Punahnya kelelawar dan walet akan mengganggu keseimbangan ekosistem karst (lihat Maryanto, 2011).

Peran Avertebrata lebih banyak berperan sebagai perombak bahan organik (jangkrik, Collembola) atau pemangsa Artropoda lain yang lebih kecil. Avertebrata juga berperan sebagai mangsa bagi kelompok Arthropoda lain atau Vertebrata.

Antropoda juga merupakan fauna yang penting bagi ekosistem gua, karena merupakan sumber pakan fauna lain. Antropoda juga sangat dominan pada habitat gua tanpa flora hijau (Suhardjono, 2006).

Peran yang juga penting adalah Invertebrata. Kelompok ini berfungsi sebagai pengurai kotoran, bangkai kelelawar/burung, pemakan sekaligus penyebar jamur, juga pengurai tumbuhan mati.

Dengan demikian sejatinya semua kehidupan saling berkait sehingga terjadilah keseimbangan ekosistem. Pada setiap kawasan, sangat dimungkinkan rantai makanan berbeda, bergantung kepada keadaan geologi, tanah, kondisi hayati, keragaman habitat, dan tata-air (lihat Noerdjito, dkk., 2012).

Spesies Baru Karst Kalimantan

Kawasan Karst Sangkulirang banyak menyimpan fauna-fauna karst yang belum teridentifikasi. Penemuan spesies baru terjadi ketika dilakukan Borneo Rapid Biology Survey yang dilakukan oleh tim dari Puslit Biologi LIPI, The Nature Conservancy (TNC Indonesia), Borneo Rainforest Foundation, PP Produk Budaya dan Lingkungan, ITB pada 2004. Rahmadi (2004) dari tim Puslit Biologi LIPI berhasil mengidentifikasi 3 jenis baru *Sarax* atau Kala Cemeti baru, sejenis laba-laba yang hidup pada dinding gua. dijumpai di empat lokasi berbeda di sub kawasan Karst Sangkulirang.

Jenis pertama adalah *Sarax sangkulirangensis*, yang ditemukan di tiga lokasi berbeda, yaitu di daerah Tabalar, Danau Tebo, dan Pengadan. Gelar *Sarax sangkulirangensis* diambil dari nama Karst Sangkulirang sebagai habitat hidupnya. Jenis kedua adalah *Sarax mardua*, yang namanya diambil dari nama Gua Mardua, Pengadan. Jenis ini hanya ditemukan di Gua Mardua. Jenis ketiga adalah *Sarax cavernicola*. Namanya menunjukkan ciri "hidup di dalam gua". Diambil dari bahasa Latin, *cavernae*, yang berarti "gua", dan *colo* yang berarti "mehuni" atau "hidup". Jenis ini termasuk paling unik dari semua keluarga Kala Cemeti.

Tim Puslit Biologi LIPI juga menemukan ikan jenis baru dari Kawasan Karst Sangkulirang, Kalimantan Timur. Hadiaty (2010), telah berhasil mengidentifikasi ikan jenis baru dengan nama *Nemacheilus Marang*, yang ditemukan di Sungai Marang (sub kawasan Karst Marang, Bengalon); serta *Nemacheilus Tebo* dari Danau Tebo. Danau Tebo (sub kawasan Karst Mepulu, Sangkulirang).

Pada kawasan gua di Kalimantan Barat, dan Pulau Manukan dekat Kinabalu (Sabah, Malaysia) ditemukan pula spesies baru *Sarax Yayukae*, namanya diambil dari peneliti asal Indonesia DR. Yayuk R. Suhardjono, atas kontribusinya dalam bidang penelitian biologi gua.

Potensi ditemukannya spesies baru pada kawasan Karst Kalimantan sangatlah besar, mengingat masih belum banyaknya penelitian yang rinci.

Ekosistem Karst dan Pengelolaannya

Sebagai sumber daya alam karst mempunyai nilai ekonomi tinggi karena mengandung batu kapur, marmer, dan semen. Karst juga mengandung sumber daya hayati yang tidak kalah penting dalam ekosistem dan bernilai ekonomi tinggi, seperti kelelawar dan burung walet. Tidak heran bila tekanan terhadap ekosistem karst, baik dari faktor alami, maupun manusia makin mengalami peningkatan. Hal ini sedikit banyak dapat mengakibatkan semakin terdegradasinya ekosistem karst tersebut.

Saat ini, menurut Sunkar (2006) pertimbangan konservasi kawasan sebagian besar terfokus pada perlindungan dan pelestarian flora dan fauna ekosistem terrestrial, terutama fauna bertulang belakang dan tumbuhan tingkat tinggi serta sebagian pada ekosistem perairan.

Sunkar (2006) menambahkan sering kali bentang alam ataupun bentukan geologi atau geomorfologi yang lain hanya dipandang sebagai sesuatu yang berharga dari segi estetika. Tidak banyak perhatian yang diberikan kepada keanekaragaman geologi, padahal seharusnya istilah keanekaragaman geologi (*geodiversity*) sejajar dengan keanekaragaman hayati (*biodiversity*). Padahal keduanya tak terpisahkan dan tak saling 'memperkaya'.

Dalam peraturan di Indonesia, *geodiversity* dan *biodiversity* dicoba digabungkan. Pada latar itu, ekosistem karst diartikan sebagai tatanan karst dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup yang merupakan satu kesatuan utuh menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingkungan hidup.

Jadi, sebenarnya telah diketahui banyak pihak, bahwa ekosistem karst merupakan ekosistem yang rapuh karena celah ataupun rekah pada batuan karst sangat mudah mengalirkan air permukaan yang terpolusi masuk ke sistem tata-air

(akuifer). Perubahan tata-air atau perubahan lingkungan karst (epikarst) dapat mengakibatkan masalah lingkungan seperti perubahan terhadap rezim hidrologi, penurunan tanah, pencemaran air tanah, dan tentunya kerusakan ekosistem kawasan karst.

Lagipula, sebenarnya di Kalimantan sejak jaman prasejarah sampai masa kini, kawasan karst telah banyak merekam aktivitas manusia. Hunian dan kuburan pertama manusia banyak berada pada kawasan karst. Gambar-gambar prasejarah juga dilukis dan ditera pada dinding karst.

Tinggalan arkeologis berupa gambar itu, banyak menunjukkan bahwa kawasan karst sebagai salah satu tempat kehidupan manusia yang kondusif. Akan tetapi, tercatat juga bahwa sudah sejak jaman dahulu, manusia mengeksploitasi batuan karst untuk aktivitasnya. Bangunan-bangunan pertama jaman proto-sejarah dan awal sejarah membuktikan penggunaan karst secara intensif.

Kalimantan juga terkenal sebagai penghasil walet utama dunia, lebih dari 70% walet dunia berasal dari karst Kalimantan. Kebakaran hutan dan pengambilan yang membabi buta (khususnya setelah reformasi) menyebabkan walet menjadi tidak lagi berdayaguna besar bagi ekonomi daerah.

Spesies kelelawar adalah penyerbuk dari banyak jenis pohon tropis dan penyebar penting bagi hutan Kalimantan. Kelelawar dapat menempuh mencari makan 80 km dalam satu malam (Stuart dan Marshall 1976). Ibnu Maryanto peneliti P2 Biologi LIPI menerangkan bahwa kelelawar buah dan pemakan serangga merupakan spesies hutan dataran rendah yang tidak bisa dianggap remeh. Kelelawar buah juga merupakan komponen penting bagi beberapa spesies buah lebih ekonomis penting seperti buah Durian.

Pindi Setiawan peneliti dari Institut Teknologi Bandung, menekankan bahwa ancaman terhadap menurunnya kualitas ekosistem juga akan mengakibatkan pudarnya gambar-cadas prasejarah yang banyak terdapat pada sejumlah gua dan ceruk kawasan Bengalon-Sangkulirang-Mangkalihat. Seperti yang telah diketahui, gua dan ceruk pada kawasan karst ini telah berhasil mengawetkan gambar-gambar tertua di Asia Tenggara Imaji-imaji yang digambar pada dinding dan langit-langit adalah tera-tangan yang diberi motif, fauna (banteng, tapir, anjing, babi, rusa, trenggiling, serangga, geko), sarang madu, dedaunan, sosok 'belian' prasejarah, sosok manusia biasa, panah dan busurnya.

Gambar-gambar yang dilukis dengan bahan hema-

tit itu menunjukkan masyarakat pendukung yang memuja rusa bertanduk (Rusa Sambar) dan geko. Pada gua yang digambar dengan arang, menunjukkan budaya perahu dan logam.

Pada satu gua, dindingnya digambarkan dari perahu dayung Austronesian, kapal layar sampai kapal uap. Pada kawasan ini ditemukan pula gerabah-gerabah lapita, guci-guci cina, dan sejumlah lungun ('sarkofagus' dari kayu) yang beraneka bentuknya (Setiawan, 2010).

Pada latar tradisi pemukiman, kawasan karst Sangkulirang-Mangkalihat lebih mudah dipahami dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Rusaknya kualitas ekosistem akan tata-air pada kawasan karst. Kawasan karst pesisir timur Kalimantan merupakan sumber untuk sedikitnya 10 sungai yang berada di 7 kabuten di 2 propinsi, pada pesisir timur Kalimantan (Setiawan 2008).

Pada pemanfaatan karst, memang manusia memiliki potensi yang sifatnya saling bertolak-bolakang, yaitu merusak atau membangun. Apalagi bila mengesampingkan norma-norma pelestarian dan pengelolaan lingkungan.

Pemanfaatan kawasan karst sebagai salah satu sumber daya alam memang harus dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk kemakmuran. Namun kegiatan pemanfaatan sumberdaya karst harus diselaraskan dan diseimbangkan dengan usaha pelestarian unsur-unsur strategis yang dimilikinya, sehingga secara nyata diperoleh kegiatan yang bersifat berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Penelitian pada Kawasan Karst

Peran Pindi Setiawan di dalam memilih kawasan-kawasan untuk Rapid Biology Survey yang diprakarsai oleh TNC Borneo Program, PP Biologi LIPI dan ITB pada tahun 2004 sangatlah besar. Pengalamannya menjelajahi kawasan karst pesisir timur Kalimantan selama bertahun-tahun, membuatnya dapat menentukan kawasan mana saja yang mengandung potensi kekhususan ekosistem karst.

Pindi Setiawan bersama Nardi dan Max mendesain dan memberi masukan dalam merencanakan manajemen ekspedisi. Khususnya pada perjalanan penggunaan Helikopter ke kawasan karst pedalaman Sangkulirang. Pindi Setiawan tidak hanya menentukan titik-titik (yang bisa untuk mendarat sekaligus tinggal-landas) Heli-pad di ruang sempit pada kawasan karst yang bertebing

tegak ratusan meter ; juga sebenarnya menginisiasi 'jalur' pendanaan untuk penyewaannya. Helikopter diperlukan, karena perjalanan menuju karst pedalaman Sangkulirang bila berjalan kaki akan lama dan sulit, dengan Helikopter perjalanan menjadi lebih efisien, sehingga dalam 2 bulan dapat mensurvey beberapa situs keanekaragaman hayati kawasan karst.

Sub-sub kawasan karst yang terpilih dan kemudian ditilik oleh para peneliti Indonesia dan mancanegara tersebut, ternyata memang banyak menemukan spesies-spesies baru. Penemuan itu merupakan sumbangan yang luar biasa dalam menggambarkan tipe keanekaragaman hayati dan ekologi dari kawasan karst Kalimantan.

Namun, sebenarnya hal itu tidak lepas dari kerja keras rekan-rekan peneliti P2 Biologi LIPI, sehingga nama kawasan karst Sangkulirang menjadi wacana di dalam perbincangan hayati dunia.

Pindi Setiawan juga memainkan peran penting di dalam penemuan gambar-gambar prasejarah di kawasan karst pesisir timur Kalimantan. Ber-

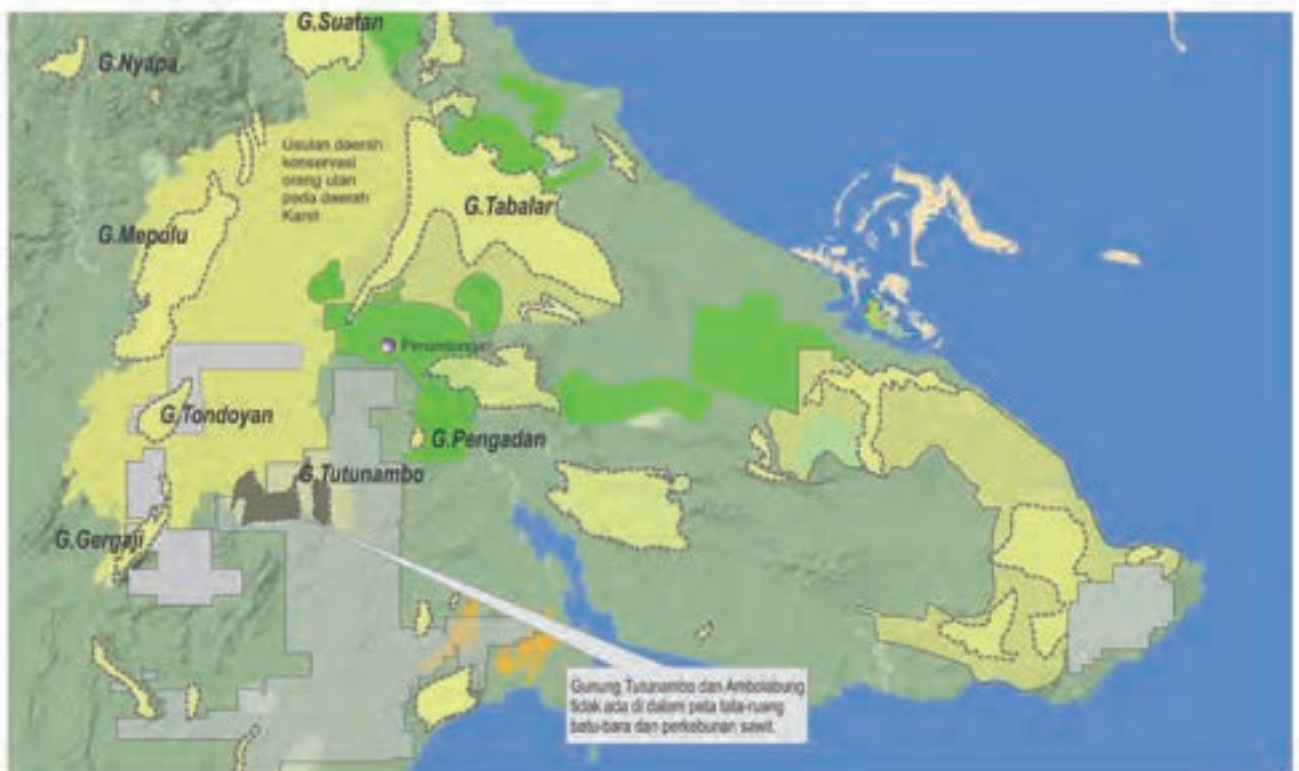
sama dengan Pusat Penelitian Arkeologi Nasional, Balai Arkeologi Banjarmasin dan orang Perancis (khususnya Fage dan Chazine). Mereka mensurvey dan juga menemukan artefak gambar-prasejarah, pemukiman dan kuburan prasejarah.

Sayangnya, banyak laporan-laporan resmi yang dibuat oleh orang asing tentang kegiatan penelitian biologi atau arkeologi itu, tidak menyebutkan pihak-pihak yang sebenarnya terlibat dan berperan besar. Dunia hanya tahu seolah-olah hanya orang asing yang bekerja untuk Indonesia.

Kedua contoh di atas (Rapid Biology Survey dan Arkeologi Prasejarah) menunjukkan peran peneliti Indonesia menjadi penting untuk menyebarkan hasil penelitian ke negeri Indonesia sendiri, dan dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kepentingan Indonesia umumnya, Kalimantan khususnya.

Bisa saja sebenarnya penelitian itu, kemudian hanya untuk kepentingan keilmuan asing belaka, atau untuk mengangkat 'issue-isue emas' dalam pencarian *funding-funding* semata. Yang ingin ditekankan adalah sebenarnya kawasan karst Kalimantan ini

Tegakan batu-gamping yang diperkirakan merupakan batuan karst pada kawasan karst Bengalon-Sangkulirang-Mangkalihat. Daerah di antara tegakan karst, khususnya di lembah-lembah karst pada perbatasan kabupaten Kutai-Timur dan Berau, masih berhutan bagus dan 'perawan'. Beberapa wilayah yang masih berhutan bagus, dapat diusulkan sebagai 'enclave' orang utan yang habitatnya sangat berkurang akibat kegiatan tambang batu-bara dan perkebunan sawit. Pemeliharaan enclave ini juga dapat menjadi model CSR perusahaan sawit. Perusahaan sawit sampai saat ini belum berkontribusi nyata pada kelestarian kawasan karst, padahal sumber air utama untuk perkebunan sawit, semuanya berhulu pada kawasan karst (sumber : Setiawan, dkk., 2012).



mulai banyak diminati oleh para peneliti mancanegara, maupun Indonesia sendiri. Sayangnya, terkadang banyak dari penelitian itu dibawa ke 'rumah'nya masing-masing, tanpa dilaporkan apa hasilnya pada pihak berwenang di Indonesia.

Peneliti-peneliti Indonesia yang banyak berkiprahpun, tidak banyak disebut-sebut. Berita-berita dan pihak berwenang Indonesia sendiri, se-perti yang lebih bangga bila daerahnya telah diteliti oleh orang asing, dibandingkan orang Indonesia sendiri.

Agar kejadian-kejadian tersebut di atas tidak terulang terus, tampaknya perlu didirikan forum peneliti karst Kalimantan, yang beranggotakan baik peneliti Indonesia maupun Asing. Forum ini ditujukan untuk saling berbagi informasi, sehingga pengelolaan kawasan karst Kalimantan di masa depan lebih kondusif, dan berdaya guna bagi Indonesia.

Bila forum itu tidak terbentuk, maka akan banyak keanekaragaman hayati yang 'hilang' begitu saha, muncul di jurnal-jurnal penelitian tanpa kita tahu kapan menelitinya di karst Kalimantan. Demikian juga penelitian lain, khususnya penelitian di bidang kehutanan (logging baru) dan geologi khususnya semen. Kawasan karst Kalimantan selain menyimpan potensi biologis dan budaya, juga menyimpan cadangan untuk peningkatan produksi semen Indonesia.

Ancaman pada hutan dewasa ini adalah diberinya wilayah logging pada kawasan karst yang dulu tidak terbakar. Lembah-lembah karst yang dulu diabaikan sekarang menjadi incara utama logging, karena pohonnya masih sangat banyak dan bernilai ekonomi tinggi. Peta kawasan karst perlu segera diterbitkan resmi, karena pada beberapa dokumen pengelolaan kehutanan, gunung karst bisa 'dihilangkan' dari lembar peta.

Ijin penebangan tersebut bukan hanya untuk logging, namun juga untuk Perkebunan Sawit. Sawit sekarang mulai membuka lahan-lahan baru seputar kawasan karst yang kaya air. Pada banyak kasus kebakaran kecil, tampaknya terkait pada usaha pembersihan lahan untuk Sawit.

Terdapat pula perusahaan Sawit yang hanya ingin 'membersihkan' lahannya, mengambil pohon-pohon hutan alam, dan disinyalir juga mengincar bebatuan karst yang berada di dalam wilayah ijinnya.

Pengambilan sarang walet tahun 2010-2012 ini terlihat lesu karena harga walet dunia menurun sangat drastis. Namun dampaknya adalah makin banyak peralatan panjat tebing modern yang dipakai para pemilik usaha sarang walet (paktar). Para pen-

gusaha walet ingin mengambil sarang sebanyak-banyaknya dalam satu kali panen, karena untuk menutupi biaya pengambilan dan perawatan yang mahal.

Kelelawar sampai saat ini tidak banyak terganggu, atau minimal belum ada laporannya. Contoh baik juga ditunjukkan Kaltim Prima Coal yang mau tidak menghancurkan gua-gua kelelawar pemakan-serangga di dalam wilayah tambangnya. Pindi Setiawan, Mas Noerdjito dan Ibnu Maryanto, dibantu Fathoel Rachman, Erlangga, Raymon dan Adi melakukan penelitian pada gua-gua yang akan dihancurkan, dan mampu menyakinkan pihak Kaltim Prima Coal bahwa lebih banyak manfaatnya dilestarikan daripada dihancurkan untuk jalan tambang (lihat Setiawan, dkk., 2009).

Madu dan rotan pasca kebakaran besar di tahun 1996/97 benar-benar habis dan pada banyak wilayah tidak dapat kembali lagi seperti sedia kala. Madu yang banyak bertengger di pohon-pohon ara dan tebing-tebing karst banyak hancur terbakar ; demikian pula rotan.

Limabelas tahun setelahnya, terjadi peningkatan produksi madu pada hutan-hutan karst yang masih baik, yaitu di daerah Merabu, Mepulu, Panaan dan Perondongan. Daerah-daerah Sangkulirang, Bengalon, Tepian Langsung, atau Kali Orang yang dulu dikenal sebagai penghasil madu sebelum kebakaran besar 96/97, sekarang tidak lagi menjadi daerah penghasil madu. Hal itu lebih karena hutannya 'habis', akibat ilegal logging, tambang batubara serta sawit.

Orangutan adalah yang spesies paling merana, hutan karst yang menjadi tempat habitatnya terakhir, juga mulai diganggu untuk kepentingan-kepentingan ekonomi ekstraktif. Kawasan karst bagaimanapun juga dapat diusulkan menjadi enclave bagi habitat orang utan.

Rusa Sambar dan Beruang juga sudah sangat sedikit dibandingkan 15 tahun yang lalu, khususnya akibat penebangan yang membabi-butakan pasca reformasi. Buaya-buaya pesisir karst Kalimantan juga mulai dianggap hama oleh banyak petani tambak. Ekosistem Kalimantan sampai saat ini memang baru dilihat sebagai 'pengganggu', bukan sebagai bagian yang perlu dipelihara demi kenyamanan hidup di masa depan.

Masih banyak kawasan karst Kalimantan yang perlu diteliti dengan lebih rinci, dan tidaklah mengherankan bila kawasan karst Kalimantan masih menyimpan flora-fauna yang endemik dalam

ekosistemnya. Untuk itu di dalam menatap masa depan kasr Kalimantan, diperlukan energi yang terpadu antar unsur, baik pemerintah, LSM, Universitas maupun pihak-pihak mancanegara.

1.7 Metoda Inventarisasi Ekosistem Karst

Tatanan ekosistem karst tentunya sangat terkait dengan kehadiran batuan karst secara geologi. Pada tahap Inventarisasi 2012 ini, fokus kepada ciri geologi pada suatu bentang alam gamping.

Dari perspektif di atas, maka dibangunlah metoda untuk inventarisasi ekosistem karst. Ekosistem karst adalah suatu ruang tatanan terpadu yang terkait dengan fenomena endokarst dan eksokarst.

Jadi, secara harfiah inventarisasi ekosistem karst adalah mengambil, mengumpulkan, mengelaskan dan menganalisis unsur-unsur keanekaragaman geologi dan biologi, serta kegiatan manusia yang berada di suatu ruang hidup, yaitu kawasan karst. Inventarisasi idealnya dapat menguraikan dan mempelajari hubungan timbal-balik antara unsur-unsur (organisme) tersebut hidup pada habitat lingkungan karstnya.

Habitat merupakan organisme-spesifik yang meng-hubungkan kehadiran spesies, populasi, dan individu (satwa atau tumbuhan) dengan sebuah kawasan geomorfologi karst (nirhayati) dan

Orangutan di sub kawasan karst Marang, Bengalon. Diteng-garai bulunya lebih hitam dari kawasan hutan non-karst. Pada kawasan karst ini, bila sedang berada di ket-inggalan tebing, atau gua yang sudah di atas 50 meter dari sungai, maka orangutan masih mudah dilihat sosoknya dan dide-ngar 'gumamannya' (Nardiyono, dkk., 2008).



karakteristik biologi (hayati) karst.

Habitat bukan sekedar vegetasi atau struktur ve-getasi, namun juga merupakan jumlah kebutuhan sumberdaya khusus suatu spesies. Habitat adalah suatu tempat ketika organisme diberi sumberdaya yang berdampak pada kemampuan untuk bertahan hidup.

Habitat karst adalah sumberdaya dan kondisi yang ada pada suatu kawasan karst yang berdampak di-tempati oleh suatu spesies yang hidup di dalamnya.

Individu-individu di dalam suatu habitat mempuny-ai bentuk-bentuk interaksi yang terkait dengan kebutuhan fisiknya dan ukuran relatifnya. Bentuk-bentuk interaksi itu adalah :

1. Interaksi kompetitif ;
2. Interaksi rantai-makanan ;
3. Interaksi parasit ;
4. Interaksi simbiosis.

Setidaknya keempat analisis itulah yang dapat dija-dikan dasar dalam kajian ekosistem karst. Keempat interaksi tersebut berada di suatu kondisi kawasan tempat hidup serta berkembang biaknya organ-isme. Unsur-unsur yang perlu diperhatikan dalam kawasan tempat interaksi tersebut terjadi (adaltasi dari Shawn, 1985), terdiri dari:

1. Ruang (space), yaitu tempat yang dibutuhkan oleh individu-individu flora dan fauna dalam berinteraksi untuk mendapatkan cukup pakan, pelin-dungan, sumber-air, serta merupakan tempat untuk berkembang biak dengan opti-mal. Jenis interaksi yang terjadi, akan terkait dengan luas dan besar ruang yang tersedia pada ekosistem karst. Ruang pada kawasan karst, ter-diri atas **ruang bawah tanah (endokarst)** dan **ruang di atas permukaan tanah (eksokarst)**. Kedua ruang ini, kemudian terbagi lagi atas beberapa bagian ruang yang disebut zona. Yang perlu ditekankan, ruang dan zona pada eko-sistem karst tidak hanya sekedar pada batuan-nya saja (**zona subkarst dan zona epikarst**), namun juga terkait pada ruang koridor-koridor pakan dan berkembang biak di luar batuan karst (**zona perikarst**). Pada latar ruang-hidup fauna, maka interaksi yang terjadi di endokarst dapat dibagi menjadi **habitat terestrial**, dan **habitat akuatik**.

2. Ceruk (niche) sebagai sub-zona, khususnya un-tuk perlindungan alami terhadap ketersediaan energi, perubahan aliran cuaca (suhu dan kelem-

Model Ekosistem Karst Kalimantan

Habitat Terrestrial

mencakup ruangan subkarst dan biosfer perikarst

1. Terkait geomorfologi, debit dan gradien
2. Pembawa nutrisi, pemasok O₂, pelepasan CO₂
3. Pembawa spesies terestrial

Habitat Akuatik

mencakup tata-air karst (akulfer & drainase)

1. Terkait geomorfologi, debit dan gradien
2. Pembawa nutrisi, pemasok nitrogen
3. Pembawa/penjebak spesies akuatik/ampibi

Habitat Terrestrial & Akuatik, terdiri dari :

Zona Subkarst

mencakup kawasan di bawah batuan karst, terdiri dari zona Gulita, Remang dan Terang.

Zona Epikarst

mencakup kawasan di atas batuan karst, yang merupakan daerah perantara Subkarst dan Perikarst.

Zona Peri-karst

mencakup kawasan di luar batuan karst, namun masih merupakan habitat trogloden/stigosen.

Spesies Kunci :

Walet dan Kelelawar



Pada ekosistem karst, habitat terbagi dua ; dan masing-masing terbagi dengan beberapa zona. Zona-zona tersebut tidak berbatasan dengan nyata dan tegas, tergantung pada kondisi jangkauan cahaya dan geomorfologi gua. Pada zona subkarst, fauna akuatik cenderung mempunyai ruang hidup yang lebih lebar dibandingkan fauna terestrial (diadaptasi dari Setiawan, 2010).

bapan), serta aliran tata-air, baik berupa drainase maupun akuifer. Ceruk ini memungkinkan berjalannya rantai-makanan perzona. Baik sub zona terestrial maupun akuatik harus mampu menyediakan kondisi yang baik dan menguntungkan bagi keberlangsungan interaksi.

Untuk sementara ceruk-ceruk ini baru terbagi pada ceruk kehidupan di dalam gua : zona gulita, zona remang dan zona terang. Tiap ceruk mempunyai karakter yang khas, yang 'melindungi' keberlangsungan suatu interaksi ;

3. **Energi (energy)**, yaitu pasokan energi yang tersedia di suatu ruang interaksi. Energi merupakan unsur interaksi di dalam habitat yang paling mudah dianalisa. Setiap fauna mempunyai pilihan pakannya sendiri-sendiri. Pakan di dalam gua terkait dengan sumber energi yang tersedia (lihat Rahmadi, 2012). Energi pada zona subkarst dapat terjamin dengan hadirnya spesies kunci pembawa energi : kelelawar/walet/jangkrik. Energi juga dapat terbawa oleh kayu yang hanyut yang membawa banyak hara, bakteri, atau serangga. Pada beberapa gua, aliran larva-larva yang terbawa ke dalam gua juga membuat saluran energi tersendiri. Kecukupan pakan tidak hanya terkait dengan apa yang ada pada batuan, namun juga kondisi iklim dan ekosistem hiporheik (jaringan air) yang lebih luas. Energi juga didapat melalui dua sumber, yaitu **sumber terestrial** dan **sumber akuatik** ;

4. **Aliran (flow)**, yaitu jaringan yang berupa aliran terestrial maupun akuatik, khususnya pada zona subkarst yang menjadi jalur distribusi pasokan gas dan air. Baik aliran terestrial maupun akuatik sangat berpengaruh dalam membentuk ke-ragaman hayati suatu ekosistem karst. Pada jaringan terestrial, aliran oksigen dan pelepasan karbon adalah suatu proses yang penting pada ekosistem gua. Pada jaringan akuatik, air dan nitrogen membentuk keseimbangan tata-air dan organisme. Keseimbangan tata-aliran terestrial dan akuatik membentuk interaksi zona dan sub-zona yang sangat khas, khususnya pada zona subkarst.

Berdasarkan uraian interaksi dan unsur-unsur ekosistem kawasan karst di atas, maka pada ekosistem karst itu, terdiri dari dua habitat, yaitu :

1. **Habitat terestrial:** Habitat daratan, yang mempunyai ruang, ceruk, energi dan aliran yang bersifat daratan. Habitat terestrial pada kawasan karst terdiri atas tiga zona :

- **Zona Subkarst** : ruang/ceruk/energi/aliran di ruang endokarst, terdiri atas ceruk (sub) **zona gulita ; zona remang dan zona terang**. Zona ini terbentuk akibat perbedaan intensitas cahaya matahari yang dapat masuk ke dalam zona subkarst, semakin jauh dari zona terang, maka cahaya semakin redup dan akhirnya akan sampai pada zona gulita yang tidak mempunyai cahaya. Cahaya matahari dibutuhkan oleh organisme fotosintetik untuk proses pengolahan makanan ;

- **Zona Epikarst** : ruang/ceruk/energi/aliran di ruang eksokarst yang berada di atas batuan karst ;

- **Zona Perikarst** : ruang/ceruk/energi/aliran di luar batuan karst, namun masih merupakan bagian dari tata-ruang yang harus ada untuk mempertahankan keberlangsungan interaksi ekosistem. Luasan ruang yang menjamin ketersediaan energi , yang menaungi jaringan aliran terestrial dari/ke luar batuan karst yang secara signifikan untuk keberlangsungan interaksi pada ruang ekosistem karst ;

2. **Habitat akuatik:** Habitat air atau hiporheik, yang mempunyai ruang, ceruk, energi dan aliran yang bersifat perairan. Habitat akuatik pada kawasan karst, mempunyai pembagian ruang yang sama dengan habitat terestrial, namun tidak semua kawasan karst mempunyai zona epikarst, yaitu :

- **Zona Subkarst** : ruang/ceruk/energi/aliran di ruang endokarst, terdiri atas ceruk (sub) **zona gulita ; zona remang dan zona terang**. Zona ini terbentuk akibat perbedaan intensitas cahaya matahari yang dapat masuk ke dalam zona subkarst, semakin jauh atau semakin dalam dari zona terang, maka cahaya semakin redup dan akhirnya akan sampai pada zona gulita yang tidak mempunyai cahaya. Jadi semakin dalam perairan, maka cahaya tidak dapat masuk ke dasar perairan. Pada habitat akuatik, maka sifat perairan yang berarus deras akan membentuk interaksi yang berbeda dengan perairan yang berarus sedang atau tenang ;

- **Zona Epikarst** : ruang/ceruk/energi/aliran di ruang eksokarst yang berada di atas batuan karst, misalnya sungai yang mengalir di atas batuan karst, singkapan sungai bawah tanah akibat runtuhnya, mata air karst, danau karst ;

- **Zona Perikarst**: ruang/ceruk/energi/aliran di luar batuan karst, namun masih merupakan bagian dari tata-ruang yang harus ada untuk mempertahankan keberlangsungan interaksi ekosistem. Luasan ruang yang menjamin ketersediaan energi, yang menaungi jaringan aliran air dari/ke luar batuan karst yang secara signifikan untuk keberlangsungan interaksi pada ruang ekosistem karst

Perbedaan antara ruang eksokarst dan endokarst, adalah, bila pada eksokarst suhu biosfer dan curah hujan adalah faktor yang sangat mempengaruhi interaksi yang terjadi. Sedang pada ruang endokarst, baik (habitat terestrial dan habitat akuatik) suhu biosfer dan curah hujan tidak langsung mempengaruhi interaksi. Bahkan ketika sampai pada zona gulita, akan sama sekali tidak terpengaruh oleh suhu biosfer, dan secara umum makin kecil pengaruh curah hujan.

Khususnya pada batuan karst, maka curah hujan sedikit-banyak tetap dapat memberi pengaruh pada interaksi di ruang endokarst. Hal itu disebabkan, karena batuan karst mempunyai ciri utama jaringan gua, jaringan sungai bawah-tanah serta akuifer, maka sedikit-banyak ruang endokarst terpengaruh pula oleh curah hujan.

Suhu biosfer dan curah hujan akan sangat kecil pengaruhnya justru pada habitat akuatik yang berada di dasar danau yang dalam. Bagaimanapun juga cahaya matahari mempunyai keterbatasan untuk menerobos dalamnya perairan. Semakin dalam perairan, maka cahaya makin tidak dapat menerobos ke dasar perairan.

Inventarisasi untuk Kualitas Ekosistem Karst

Habitat terestrial dan akuatik yang terbagi pada beberapa zona mengandung unsur-unsur interaksi yang khas yang mendukung sekumpulan makhluk hidup tertentu. Setiap zona dapat ditilik melalui pengamatan interaksinya, misalnya untuk makan, memangsa atau berkembangbiak. Setiap makhluk hidup memilih dan beradaptasi pada sifat-sifat dari masing-masing zona, demi untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya.

Kualitas habitat dari masing-masing zona menunjukkan interaksi-interaksi yang terjadi dapat memberikan kondisi khusus yang tepat untuk individu dan populasi makhluk hidup secara berkelanjutan. Dalam menentukan tingkat kualitas interaksi pada suatu kawasan karst baik, sedang, buruk, maka variabel keberlanjutan merupakan titik tolaknya.

Titik tolak kualitas keberlanjutan akan sangat terkait pada hadirnya bentukan (geologi) yang harus tersedia pada kawasan karst. Bentukan karst memberikan kontribusi penting pada variabel keberlanjutan.

Namun demikian, kehadiran (atau ketidak-hadiran) bentukan geologi yang menjadi ciri khas karst, baru merupakan awal di dalam menentukan tingkat kualitas ekosistem kawasan karst. Langkah berikutnya adalah menentukan jenis interaksi antara makhluk hidup, baik flora maupun fauna. Jenis interaksi yang mana yang memiliki kontribusi terhadap kehadiran (atau ketidakhadiran) suatu spesies.

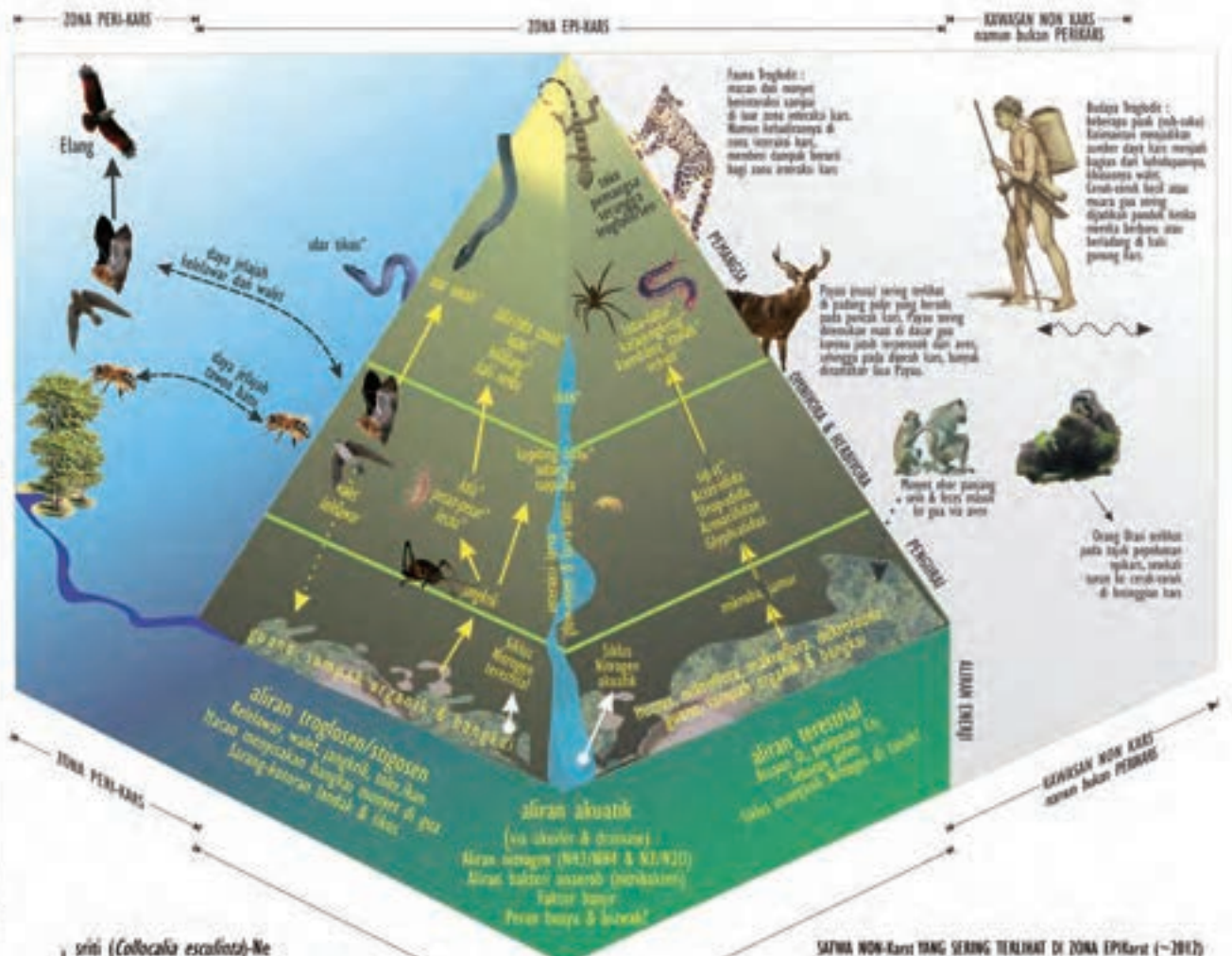
Setiap kehadiran makhluk hidup akan terkait pada sumber energi yang tersedia, walaupun pada umumnya fauna endokarst (gua) tidak sepadat fauna eksokarst.

Secara umum ruang habitat yang memiliki kualitas interaksi baik ditunjukkan dengan besarnya kepadatan fauna, namun pada ekosistem karst tidak selalu demikian. Suatu ekosistem karst dapat dikatakan memiliki kualitas interaksi yang baik, lebih karena alasan apakah kepadatan satwa seimbang dengan ruang yang tersedia, energi dan aliran yang hadir.

Kualitas interaksi pada ekosistem karst juga tidak hanya terkait pada kawasan yang berbatu karst saja. Yang terkait dengan batuan karst langsung adalah ruang di zona subkarst dan epikarst. Pada latar ruang untuk energi dan aliran, maka kualitasnya akan juga terkait pada sebaik pada interaksinya dengan zona perikarst (kawasan yang berada di luar batuan karst, namun berinteraksi secara signifikan dengan zona epikarst dan zona subkarst).

Kualitas interaksi pada endokarst sangatlah rentan ketahanannya. Distribusi dan kelimpahan hewan dalam gua ditentukan oleh tiga faktor interaksi :

1. Pasokan makanan : Pasokan makanan sangat tergantung aliran energi yang terdapat pada sampah organik, bakteri dan jamur. Ketiganya sangat tergantung pada hadirnya guano/kotoran kelelawar dan walet ;
2. Suhu : Kelelawar adalah hewan yang sangat peka suhu dan akan meninggalkan gua jika terdapat perubahan sekecil 1 ° C. Penurunan pada populasi kelelawar, akan berakibat pada berkurangnya guano. Ditambah lagi, kenyataan bahwa interaksi bekerja dengan optimal pada suhu relatif konstan. Suhu yang naik-



- ↓ siri (*Collocalia esculenta*)-Ne
- ↓ walet lumut (*Aerodramus vanicorensis*)-Ne
- ↓ walet hitam (*Aerodramus maximus*)-Ne
- ↓ walet putih (*Aerodramus fuciphagus*)-Ne
- ↓ kelelawar (min 90 spesies, 2 langka)
- ↓ *ular timah (*Elyne taenioraj*)-Ne
- ↓ *ular tikus (*Goniosoma orycephala*)-Ne
- ↓ *toke (Gekko)
- ↓ *laba-laba tanah (Mesopodidae)
- ↓ *lipan (Centipedes)
- ↓ *kelabang (Centipedes)
- ↓ *kaki seribu (Milipedes)
- ↓ *kala=kalacemeti (Amblypygi)
- ↓ > *pesan-pesan (Scutigera)
- ↓ *kecoa (Blattella)
- ↓ *jangkrik (Raphidophoridae)

- *kepiting-batu (Crustacea)
- *udang-batu (Crustacea)
- ikan (Pisces) (min 50 spesies)
- katak (*Rana* sp)
- *laba-laba (Araneae)
- *kalajengking (Scorpionida)
- *kelabang tanah (Geophilomorpha)
- *kumbang tanah=soncar (Staphilinida)
- *semut (Formicidae)
- *siput (Gastropoda)

- SATWA NON-KARST YANG SERING TERLIHAT DI ZONA EPIKARST (~2012)
- ↓ musang (*Fiverra zangahedy*)-Lc
 - ↓ macan-batu=macan merah/bahan (*Neofelis diardi*)-Yu
 - ↓ beruang madu (*Helarctos malayanus*)-Yu
 - ↓ ular tedung=kobra hitam/sembur (*Naja sumatrana*)-Lc
 - ↓ ular hijau=pit viper (*Tropidolamemus wagleri*)-Ne
 - ↓ ular sanca (*Python breitensteini*)-Lc
 - ↓ monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*)-Lc
 - ↓ orang utan (*Pongo pygmaeus morio*)-En
 - ↓ owa=gibbon (*Nylobates muelleri*)-En
 - ↓ >payau (*Cervus unicolor*)-Na
 - ↓ kijang/pelanduk (*Tragulus napu*)-Lc
 - ↓ >banteng (*Bos javanicus lowi*)-En (di pesisir Mangkalihat)
 - ↓ >babi hutan (*Sus scrofa*)-Lc
 - ↓ >babi putih (*Sus barbatus*)-Yu
 - ↓ landak (*Theraps crassispinis*)-Ne
 - ↓ >trenggiling (*Manis javanicus*)-En
 - ↓ terverikan
 - ↓ ular kobra (*Ophiophagus hannah*)-Yu
 - ↓ badak (*Dicerorhinus sumatrensis harrissoni*)-Gr
 - ↓ punah
 - ↓ >tapir (*Tapirus indicus*) - 6.000 tahun lalu

Catatan : Satwa pengelat, burung epikarst, flora endemik dan flora epikarst masih perlu diteliti lebih lanjut.

Keterangan :
 ↓ mudah/sering terlihat > : dilukis pada gambar-cadus prajapat
 ↓ sulit/jarang terlihat

Urutan keterrancam spesies RICH									
NOI	DATA	LEAST	NEAR	VULNERABLE	ENDANGER	CRITICALLY	EXTINCT IN	EXTINCT	
EVALUATED	DEFICIENT	CONCERN	THREATENED			ENDANGER	THEWORLD		
Nc	Df	Lc	Nt	Vu	En	Cr	Ext	Ext	

◀ **Interaksi ruang, ceruk, energi dan aliran** pada kawasan ekosistem karst Kalimantan (lihat Deharveng dan Bedos, 1999 dalam Suhardjono, 2006 ; Belwood, 2000 ; Noerdjito, dkk., 2012 ; Rosswall , 1981 ; Salas, 2006 ; Setiawan, 2010).

turunnya drastis, akan mengganggu tingkat metabolisme fauna troglobit, dan akan meningkatkan kebutuhan mereka untuk makanan. Namun, bisa jadi malah pasokan makanan menjadi berkurang.

3. Kelembaban. Bila kelembaban turun, maka kondisi kering dapat membahayakan interaksi, khususnya dari troglobit dan troglolip.

Bila pakan, suhu dan kelembaban berlangsung sebagaimana mestinya, maka jamur mikroskopis dan dekomposer memakan dan memecah bahan organik yang terkumpul pada gua-gua.

Itulah tautan berikutnya dalam rantai makanan. Meskipun beberapa binatang dapat memakan guano secara langsung, namun sejatinya sebagian besar bergantung pada pengurai untuk makanan.

Kaki seribu dan kelabang kecil memakan jamur dan mikroba. Kumbang gua memangsa hewan-hewan dan makan telur jangkrik gua. Laba-laba gua dan lipan menjadi predator pada ekosistem gua.

Dengan setiap interaksi dalam rantai makanan gua (lihat gambar di atas), selalu terjadi energi yang lepas, sesuai hukum termodinamika. Sehingga organisme di dasar rantai makanan akan lebih besar dibandingkan atasnya. Organisme pengurai akan lebih banyak dengan karnivora di atasnya, dan karnifora akan lebih banyak dibandingkan pemangsanya. Dengan demikian akan terbentuk apa yang disebut piramida makanan : pengurai banyak di dasar dengan hanya beberapa karnivora besar di bagian atas, dan seterusnya.

Terdapatnya aliran energi yang berasal dari matahari untuk tanaman, untuk hewan, di dalam piramida interaksi rantai makanan, menunjukkan bahwa hewan hidup di gua-gua tidak sepenuhnya terkurung dari permukaan. Bahkan, air yang masuk ke gua setiap hari, walau tanpa banjir atau hujan, sudah mengandung larutan organik.

Fauna seperti macan, monyet, musang atau ular piton tidak dapat digolongkan ke dalam troglolen, fauna itu digolongkan pada fauna troglodit. Hal ini karena tidak tergantung seperti halnya kelelawar atau walet.

Namun fauna itu, sering meninggalkan kotoran, urin dan bahan bersarang. Bahan organik tersebut sedikit banyak akan menjadi bagian dari dari pe-

menuhan energi di lingkungan karst yang terkait.

Peran fauna troglobit dan budaya troglobit bisa besar bisa kecil, sangat tergantung pada apa yang diperbuat di dalam ekosistem karst. Contoh, misalnya pada peningkatan suhu gua akibat berbondongnya pengunjung ke dalam gua, sudah dapat menimbulkan 'kelaparan' bagi fauna gua.

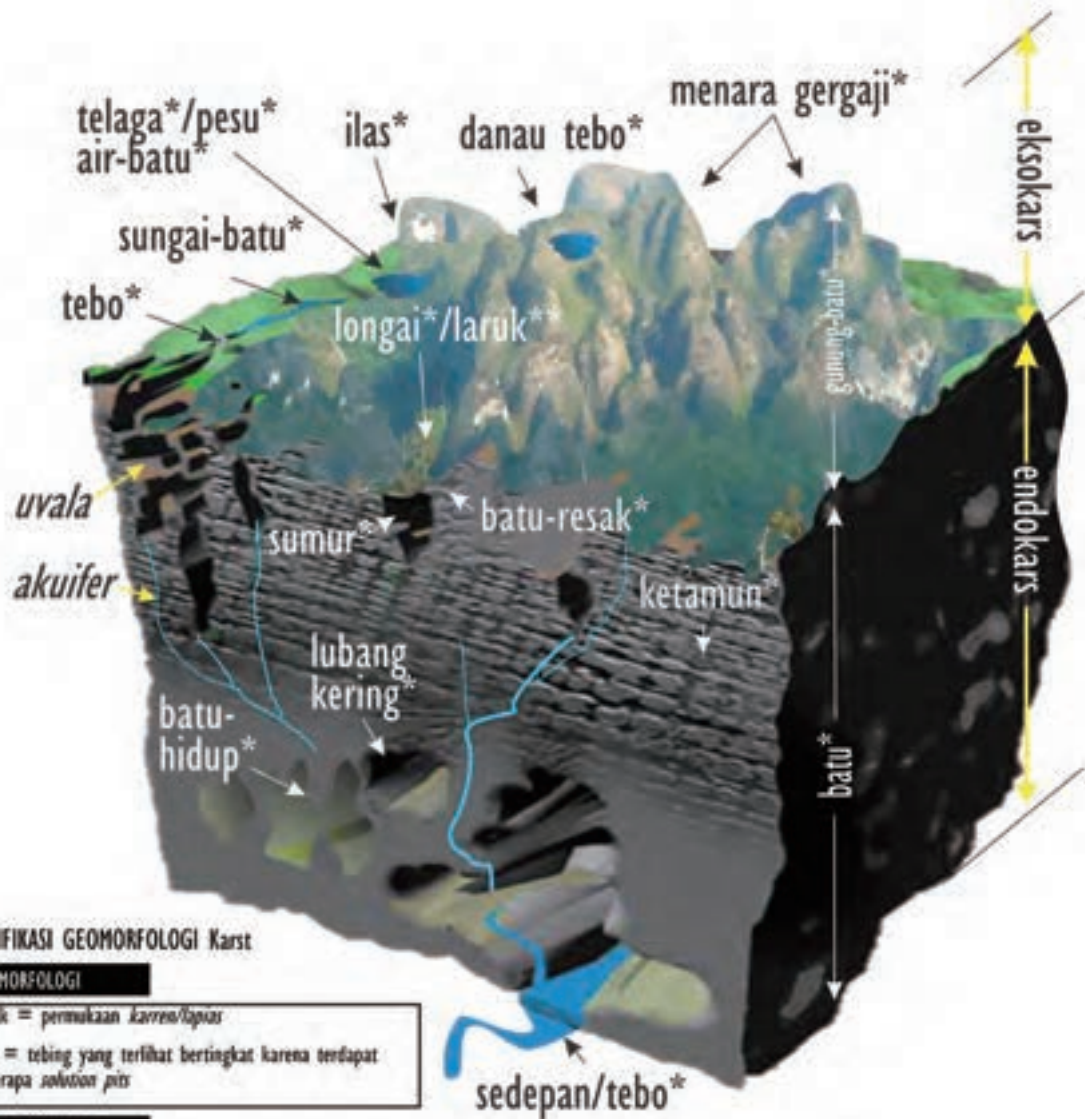
Dengan demikian, ada beberapa cara di dalam menilai kualitas ekosistem kawasan karst :

1. Keseimbangan alami ruang-aliran-energi : Kualitas ekosistem dapat dilihat pada bentuk ruang, jenis aliran dan energi yang keluar-masuk gua. Aliran terdiri dari tiga macam, yaitu aliran terestrial, aliran akuatik, atau terba-wa/dibawa terutama oleh fauna troglolen/stigosen, tentu perlu juga diperhitungkan peran troglo/stigofilatau troglo/stigobit di dalam keseimbangan interaksi tersebut. Keseimbangan alami ini lah yang perlu segera didapatkan, demi untuk mendapatkan rona awal suatu wilayah karst ;
2. Perilaku fauna/budaya troglodit : Kualitas dapat dilihat sejauh apa hewan troglodit merusak keseimbangan interaksi yang tengah berlangsung. Kualitas dapat pula dihit-ting dari sejauh apa pembawa budaya trog-lodit (manusia) mengancam keseimbangan ekosistem karst. Perundang-undangan pada perilaku budaya troglodit yang merusak merupakan tantangan utama kawasan karst dewasa ini ;
3. Penampakan bentuk bentang alam karst se-cara geologi : Kualitas bentukan atau bukaan geologi secara umum merupakan penilaian yang paling gamblang dan nyata, karena langsung terlihat kasat mata. Bentuk-bentuk yang harus ada di daerah karst, dapat menjadi tolok ukur utama di dalam kriteria kerusakan karst.

Peraturan-peraturan kawasan karst di Indone-sia semuanya masih didasarkan pada bentang alamgeologi, oleh karenanya perlu dilengkapi dengan aturan-aturan yang berdasarkan pada perilaku troglodit, terutama pada manusianya.

Namun, pertama-tama dalam rangka menilai kualitas kawasan karst, memang perlu dilakukan pengkelasan kawasan batugamping mana yang berindikasi kawasan karst.

Kriterianya dibuat melalui indikator-indikator geologi, seperti yang telah diuraikan pada sub-



DASAR IDENTIFIKASI GEOMORFOLOGI Karst

1. MIKROMORFOLOGI

- *batu-resak = permukaan karren/lapiaz
- *ketamun = tebing yang terlihat bertingkat karena terdapat beberapa solution pits

2. CEKUNGAN TERTUTUP

- *tebo = ponor/sinkhole/sinking stream
- *sungai-batu/sungai metam = parit-karst: sungai permukaan pada epikarst
- *air-batu = mata air keluar dari celahan karst
- *telaga/laruk = telaga karst/mata air karst berbentuk kolam kecil. Laruk yang berawa disebut pesu.
- *lembah = lembah polje
- *danau-tebo = danau pada gejala polje (danau yang bocor)

3. JARINGAN GUA

- *sumur/loong = dolina
- *muara = mulut gua/cave entrance
- *tembobos = beberapa zven
- *kebobo = gua yang banyak muaranya
- *gua terusan = gua yang menembus sisi gunung yang sama
- *gua tembus = gua yang menembus sisi gunung yang berbeda

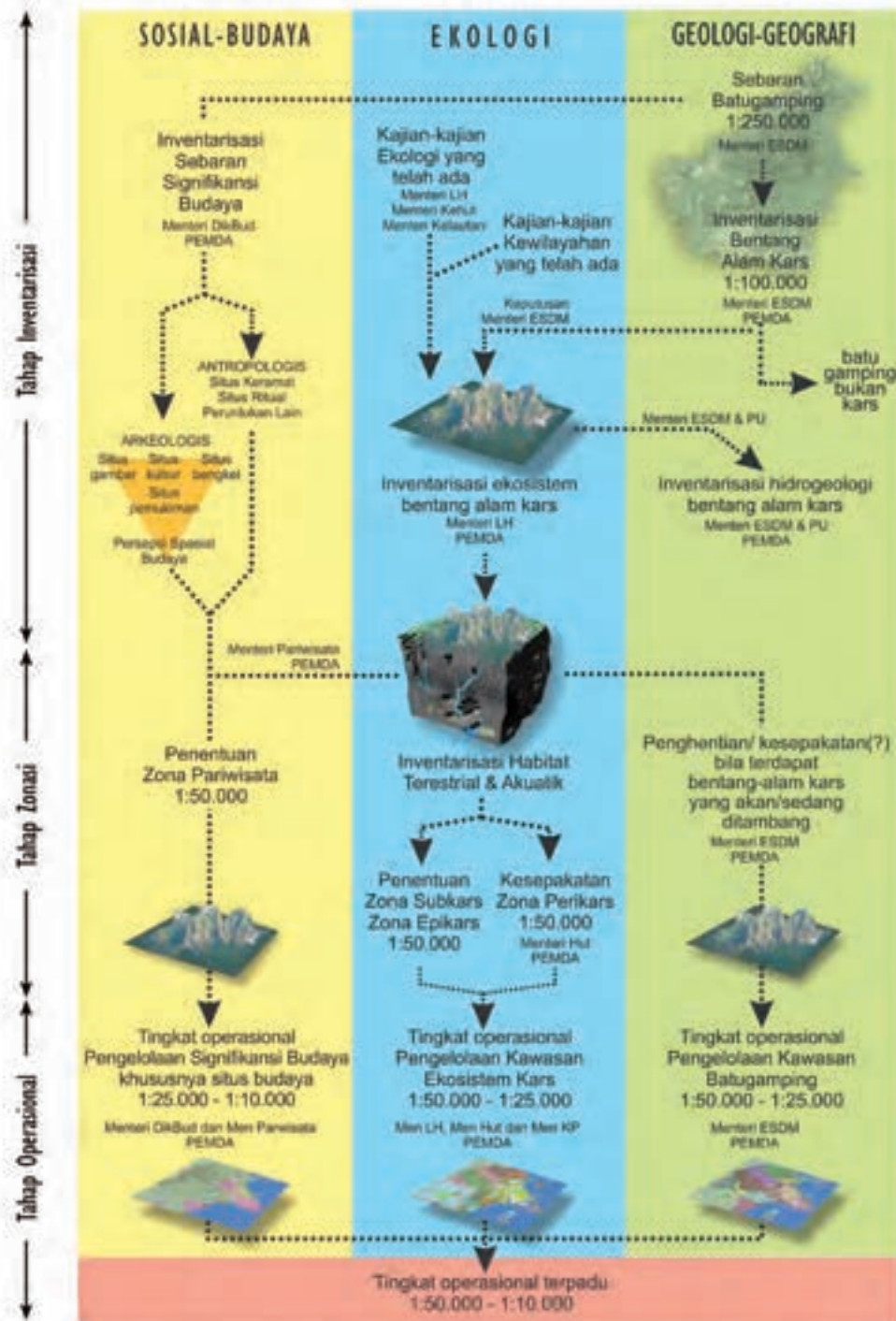
4. JARINGAN SUNGAI BAWAH TANAH

- *sedapan masuk = air sungai masuk (resurgensi)
- *sedapan tebo = air sungai keluar (exurgensi)
- *ilas ledanum = undercut/pot-hole di sungai subkarst/epikarst

+ SIGNIFIKANSI BUDAYA

- Artefak budaya : Gambar-cadas, Kubur, Hunian
- Nilai-nilai agama, kepercayaan, sosial-budaya
- Pemukiman tradisional terbatas
- Kegiatan non ekstraktif (pariwisata, sumber air bersih)
- Kegiatan pertanian, perikanan, perburuan/meramu yang terbatas

Tahapan identifikasi karst (1,2,3,4) ; bila mempunyai keempatnya, apalagi ditambah nilai signifikansi budaya, maka kawasan tersebut memenuhi kriteria lindung untuk kawasan ekosistem karst. Masyarakat 'karst' Kalimantan sudah mempunyai istilah-istilah terkait gejala karst (adaptasi dari Brahmantyo, 2011 ; Haryono, 2011 ; Stokes, dkk., 2010 ; Setiawan, 2000 & 2010).



Melakukan inventarisasi bentang alam karst adalah langkah pertama yang tidak 'sulit'. Justru langkah-langkah menentukan zona-zona pada kawasan karst, dan menentukan operasional pengelolaan lah yang sulit. Hal itu karena pengelolaan kawasan karst memerlukan koordinasi dari berbagai pihak. Tahap zonasi dan operasional adalah tantangan di masa depan.

bab sebelumnya di atas. Kedua perlu diusahakan pencatatan rona awal. Rona-awal tersebut menyangkut keseimbangan antara ruang-aliran-energi yang menjamin interaksi yang kondusif pada kawasan karst. Pencatatan (inventarisasi) rona awal ini merupakan tantangan besar, karena kecepatan pencatatan rona-awal, bagaimanapun juga akan lebih terseok-seok dibandingkan dengan kepepa-

tan pengrusakan/perubahan rona-awal, di jaman sekarang ini.

Ketiga, terkait pada budaya troglodit, maka perlu diatur kebijakan pengelolaan kawasan karst berdasarkan pada poin kesatu (kriteria geologi untuk kawasan karst); dan poin kedua (kriteria perubahan yang boleh terjadi terkait dengan rona-awal keseimbangan ruang-aliran-energi).

Aturan pengelolaan itu, baik menyangkut pengelolaan untuk keperluan komoditi pangan (walet, madu) dan pertanian/perkebunan (guano/air) ; maupun pengelolaan industri (semen, pemurnian gula, kosmetik).

1.8 Sebaran di Kalimantan

Inventarisasi batugamping dan karst Kalimantan akan memakai konsep-konsep gejala karst seperti Tahapan Identifikasi Karst 1-2-3-4. Jadi walau memperhatikan formasi geologi, namun identifikasi ini juga (lebih) memperhatikan gejala-gejala yang nampak di lapangan.

Secara umum, gejala karst pada wilayah batugamping Kalimantan tampak lebih sempurna terjadi pada kawasan pesisir timur Kalimantan. Kawasan pesisir ini diduga bersambungan dengan kawasan karst di pesisir Sarawak dan Sabah (Malaysia).

Kawasan batugamping pesisir timur-utara Kalimantan (dulunya bagian dari pesisir timur Paparan Sunda) mempunyai penyebaran terbatas, yaitu di sekitar pinggiran pantai, paling jauh sekitar 120 km garis lurus dari pantai. Batugamping yang proses menjadi karstnya sempurna akan membentuk bentukan-bentukan Menara-Karst yang menakjubkan.

Pada kawasan batugamping Kalimantan lain ada yang bermunculan ke permukaan tanah, namun tidak tinggi, orang biasa menyebutnya Bukit-Kapur. Tipe lain, terdapat pula batugamping yang bergunduk di atas suatu gunung (walau tidak banyak), ini tipe untuk kemudian disebut tipe Gundukan Gamping atau Gundukan Karst tergantung pada gejala yang hadir di tempat itu.

Batugamping Kalimantan umumnya berfasies terumbu, dengan permukaannya yang berlubang-lubang karena proses pelarutan dan banyak mengandung koral, foraminifera, moluska, gang-gang dan ostrakoda, dan terjadi prosesnya di laut dangkal. Fosil-fosil yang terdapat di kawasan karst dapat dipakai untuk menentukan umur batuananya.

Gejala karst yang berjenjang lanjut (khususnya di Sangkulirang-Mangkalihat) selain membentuk sistem pergoaan yang panjang dan dalam; juga mengalirkan sungai di dalam tanah yang berkilometer. Mata air karst yang berdebit besar sangat banyak ditemukan pada formasi batugamping Kalimantan, baik muncul di daratan, di dasar laut atau di pulau.

Mata air dataratan yang terkenal misalnya Telaga Nyadeng di Merabu ; mata air dasar laut yang paling diminati orang adalah Labuan Cermin di Biduk-Biduk ; dan tentunya beberapa mata air tawar di P. Birah-birahan, beberapa pulau-pulau di Derawan. Mata air di pulau-pulau (yang sangat diperlukan oleh para nelayan) dapat menunjukkan bahwa terdapat sungai bawah tanah yang menyerupai saluran bejana berhubungan antara kawasan karst daratan dengan pulau-pulau tersebut melalui bawah dasar laut ; atau menunjukkan gejala Pulau-Pesisir Karst.

Empat jenis batugamping-karst Kalimantan

Atas dasar perbedaan gejala karst seperti yang disebutkan di atas, maka inventarisasi kawasan karst di Kalimantan dikelaskan kepada empat jenis. Sebagai catatan, Inventarisasi juga mengambil hasil gejala-gejala karst yang terdokumentasikan di atlas karst pada Kabupaten Kutai Timur dan Kabupaten Berau, yang dibuat tahun 2011. Atlas ini sedikit banyak memberikan gambaran jenis-jenis karst tadi, dan kondisi geologi terkait batugamping Kalimantan.

Hasil inventarisasi 2012, juga secara umum dapat dikelaskan kepada empat jenis batugamping-karst Kalimantan, yaitu :

1. Tipe Menara Karst: Tersebaran di pesisir timur Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara : Sebaran dapat dijumpai pada daerah Sekrat, Pedalaman Bengalon, Pedalaman-Lesan, Pedalaman Sangkulirang, Mangkalihat (Manubar, Tindih Hantu), Suawaran, Pedalaman-Tabalar, Birang-Hulu.

Pada kawasan ini (juga terkait dengan sejarah geologinya) membuat gua horizontalnya luas, tinggi ruangnya bisa di atas tigapuluh meter dan panjangnya bisa mencapai hitungan kilometer, demikian pula gua vertikalnya bisa mencapai ratusan meter.

Sistem guanya mempunyai tiga tingkatan: Tingkat Dasar (gua aktif yang bersentuhan dengan sungai), Tingkat Tengah (di tengah-tengah tebing), dan Tingkat Atas (di pelerengan punggung pada puncak gunung karst). Pada Tingkat Dasar ditemukan kolam-kolam karst yang menampung mata-air karst sebelum mengalir ke sungai. Yang paling terkenal adalah Telaga Nyadeng di Merabu, namun dapat dijumpai pula di banyak kaki gunung gamping yang bertipe Menara-Karst ini. Tipe Menara Karst juga memungkinkan mempunyai lembah

karst yang besar di puncak gunungnya (umumnya gejala *polje*, atau orang lokal menyebutnya gejala Tebo). Lembah-lembah ini mempunyai kolam-kolam atau danau karst. Lembah yang paling dikenal adalah Danau Tebo di Mepulu, kolamnya begitu luas sehingga dinamakan 'danau' oleh orang lokal. Namun demikian, sebenarnya lembah Batu Gergaji lembah Batu Tondoyan juga mempunyai kolam-kolam karst, namun tidak banyak dikenal orang.

Karst Menara sering disebut oleh orang Kalimantan sebagai 'Gunung Batu di pedalaman'. Tipe Menara tidak diragukan lagi merupakan klasifikasi Karst, karena semua gejala karst hadir pada tipe ini (lihat hal 30).

2. Tipe Bukit Gamping (dan Karst) : Khususnya tersebar pada di pehuluan Kapuas Kalimantan Barat pada wilayah Taman Nasional Betung Kerihun ; pegunungan Meratus ; di sekitar Long Iram-Long Bagun pertengahan Mahakam ; perbukitan gamping Sampit dan Kota Waringin ; pehuluan Mahakam di Long Apari ; utara Samarinda (Batu Biru) ; pehuluan Sungai Kendolo pada daerah Taman Nasional Kutai ; bukit-bukit gamping Wahau ; daerah Merasa-Nyapa ; Bukit Bengen di Tabang ; perbukitan di utara Gunung Sekrat ; Mangkalihat (Batu Putih, Batu Ampayan) ; di Long Bawan-Merasa ; di Long Boy Kelay ; di Karangan (Mandu Dalam, Batu Mendadem, dan Ara-Raya) ; serta Tanjung Pallas di Tanjung Selor.

Pada kawasan Bukit Karst, guanya relatif horisontal pendek dan tidak besar, muaranya kadang besar mungkin terbuka karena runtuh. Gua vertikal jarang ditemui, walaupun ada mungkin merupakan runtuh doline atau runtuh yang menuju lorong di bawahnya. Penyelidikan di lapangan menemukan beberapa gua dengan ruang kubah, tinggi luas dan banyak muaranya (aven). Walaupun demikian gua bertipe kubah tidak banyak ditemukan.

Sistem guanya biasanya mempunyai dua tingkatan, yaitu : Tingkat Dasar yang bersentuhan dengan sungai, hanya saja tipe ini tidak begitu banyak dijumpai di lapangan, kalau pun ada hanya merupakan ceruk, celah atau lorong-lorong yang tak dapat dimasuki manusia. Kemudian Tingkat Tengah, yaitu gua/ceruk yang berada di tengah-tengah tebing Bukit Karst, muaranya dapat mencapai puluhan meter dari sungai.

Bukit ini oleh orang Kalimantan biasa disebut 'Batu Kapur'. Inventarisasi di masa depan

perlu memfokuskan pada tipe Bukit ini, karena terdapat tipe yang berklasifikasi Karst, dan ada yang tidak.

3. Tipe Gundukan Gamping (dan Karst) : Gundukan (~*Pinnacle*) banyak ditemukan pada pegunungan 'tanah' Kalimantan yang berada di hulu sungai dan pesisir : pehuluan Nyapa (anak Sungai Kelay) ; karst Pinang di Gunung Murung-Temiang pada pehuluan Sungai Kenyamukan-Pinang Sangatta ; pehuluan Barito di Tumbang Topus ; pehuluan Kayan di perbukitan Telanbala ; pehuluan Bahau di perbukitan Saan ; pesisir Tanah Baru Kalimantan Selatan ; daerah Paser Kalimantan Selatan.

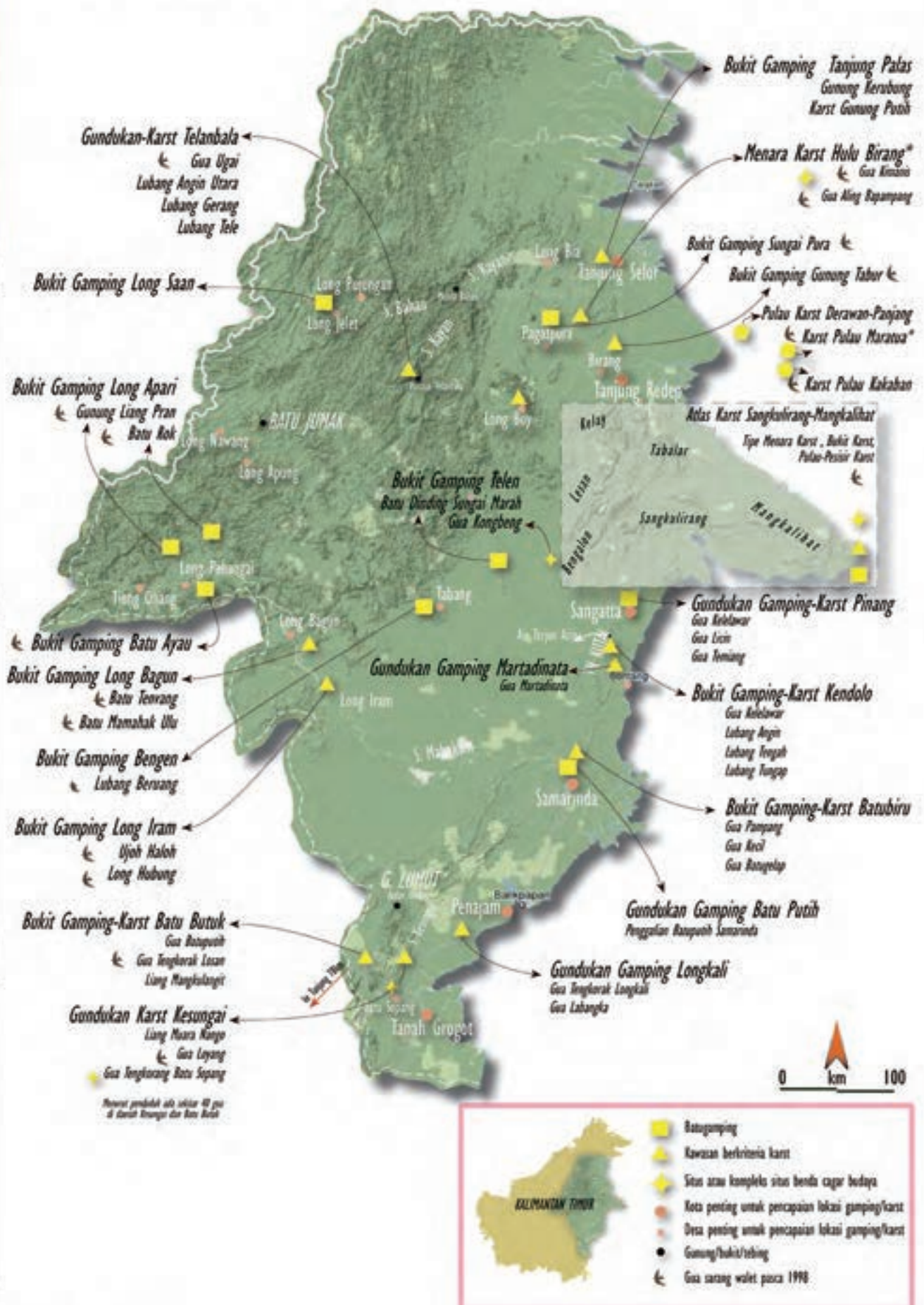
Gundukan tidak berarti hanya 'segunduk', namun dapat berupa perbukitan karst yang cukup tinggi, namun tidak pernah mencapai 100 meteran. Lapisan gampingnya pun tampak tidak banyak. Gundukan selalu berada di atas gunung tanah, tidak berdiri sendiri seperti Bukit Gamping atau Menara-Karst. Namun ada pula yang menggunduk di atas tanah datar, namun tidak besar dan tidak mempunyai kedalaman yang signifikan seperti Bukit Karst dan Menara-Karst. Gua-gua tipe ini relatif hanya mempunyai satu lorong dan tidak besar, kadang dijumpai lorong bercelah sempit sedalam 5-10 meter. Lorong-lorong gua yang berada di pegunungan tinggi Kalimantan mempunyai ciri berundak-undak membentuk air terjun kecil dan lorongnya bertingkat-tingkat diselingi lorong-lorong vertikal yang tidak lebih dari 20 meteran.

Sistem guanya hanya satu tingkat, yaitu Tingkat Dasar yang masih aktif dibentuk oleh aliran sungai. Oleh karena itu, gua-gua ini sangat aktif proses karstifikasinya. Karst Gundukan oleh orang Kalimantan biasa disebut Liang atau Diang. Liang/Diang dapat dipadankan dengan ceruk, namun sering pula dipakai untuk gua-gua bertipe Gundukan Karst. Hal ini berbeda pada tipe Menara, gua dipadankan dengan lubang, sedang liang sepadan dengan ceruk. Tipe Gundukan juga dapat diidentifikasi sebagai Karst.

4. Tipe Pulau-Pesisir Karst : Tersebar khususnya di Kepulauan Derawan, Pesisir Mangkalihat (Biduk-Biduk, Teluk Sumbang, Sandaran) ; dan pesisir Sambas.

Sistem guanya sangat khas gejala karst pulau, yaitu di daerah yang bersentuhan dengan air laut. Namun terdapat beberapa gua di Maratua, yang terbentuk jauh sebelum Maratua menjadi pulau. Sehingga gua-gua ini

SEBARAN KAWASAN BATU GAMPING DAN Karst KALIMANTAN TIMUR DAN KALIMANTAN UTARA



SEBARAN KAWASAN BATU GAMPING DAN Karst SANGKULIRANG-MANGKALIHAT



sekarang berada di dalam laut, namun pembentukannya jutaan tahun lalu ketika batugamping itu masih di daratan.

Gua tipe ini bersentuhan dengan gejala pasang surut. Pada pesisir memunculkan fenomena keluarnya mata-air karst di bawah laut pada teluk-teluk terpencil. Besarnya debit mata air karst ini memungkinkan menurunkan salinitas air teluk. Pada Teluk Labuan Cermin, air laut terdesak ke dasar lautnya, dan air tawarnya melapisi di atas air asin. Hadirnya dua lapisan air berbeda berat-jenis ini membuat Teluk Labuan Cermin dikenal dengan Danau Dua Rasa.

Orang lokal tidak mempunyai istilah khusus untuk gejala Karst Pulau-Pesisir, namun

mereka menamakannya Batu-Karang. Perlu diperhatikan, bahwa istilah Batu-Karang berbeda dengan Karang, baik dalam pengetahuan lokal maupun dalam definisi geologi.

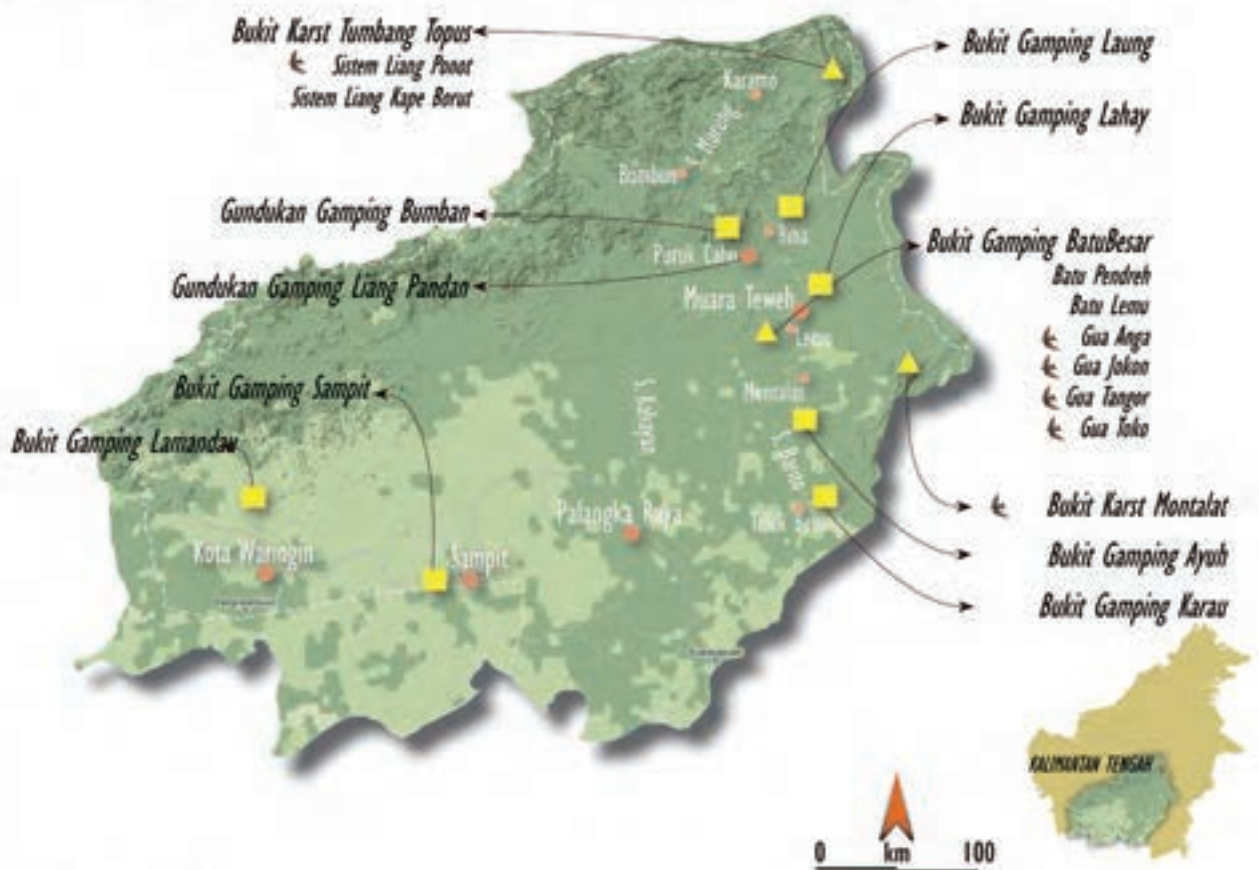
Pembagian tipe di atas tidak sepenuhnya memperhatikan formasi-formasi geologi yang mengandung batugamping. Pembagian tipe ini mengikuti yang tampak di permukaan dan tipe-tipe sistem perjuangannya. Pada setiap lokasi dicantumkan beberapa gua penting, namun selengkapnya ada di file Karst Kalimantan.kmz yang merupakan lampiran dari laporan ini.

Untuk keperluan penggalian dan pertambangan maka data awal inventarisasi ini perlu dicek ulang dengan inventarisasi formasi batugamping secara

SEBARAN KAWASAN BATU GAMPING DAN Karst KALIMANTAN BARAT



SEBARAN KAWASAN BATU GAMPING DAN Karst KALIMANTAN TENGAH



SEBARAN KAWASAN BATU GAMPING DAN Karst KALIMANTAN SELATAN

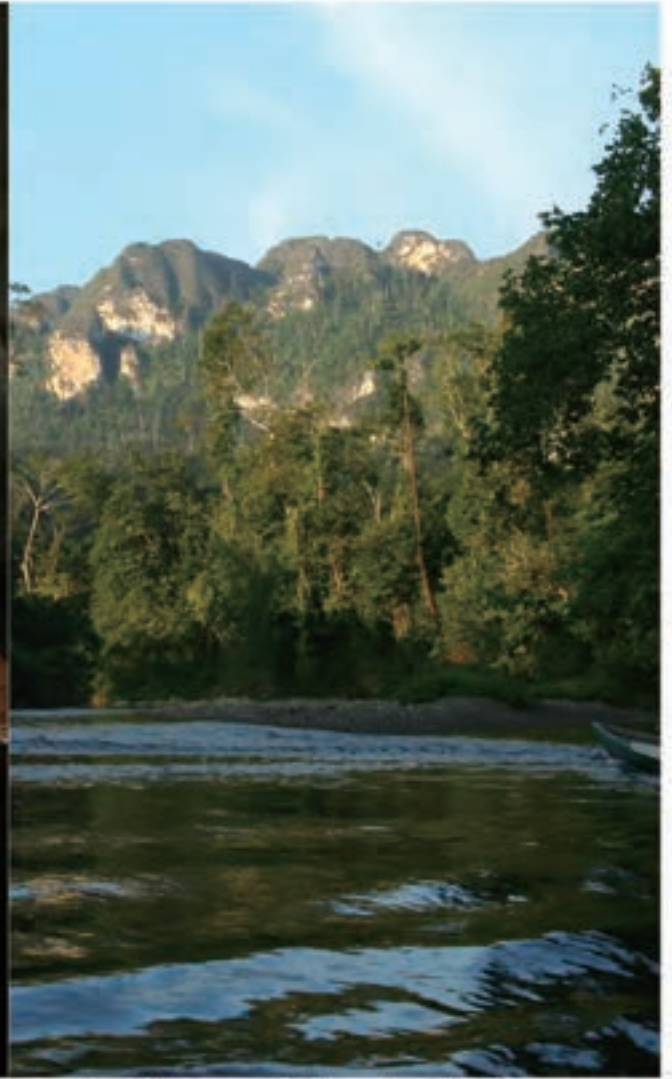


geologi, dan selayaknya dilakukan oleh Badan yang berwenang.

Peta sebaran dibagi menurut propinsi, kecuali Propinsi Kalimantan Utara dan Propinsi Kalimantan Timur disatukan. Sebaran terbanyak berada di Propinsi Kalimantan Timur, kemudian Propinsi Kalimantan Selatan, lalu Propinsi Kalimantan Tengah, dan terakhir sebaran paling sedikit berada di Propinsi Kalimantan Barat, sebagai berikut :

1. Propinsi Kalimantan Timur-Kalimantan Utara : kawasan Paser, kawasan Samarinda, kawasan Tenggarong, kawasan hulu Mahakam, kawasan TNK, kawasan Sangkulirang-Bengalon-Mangkalihat ; kawasan Kelay ; kawasan Birang, ; kawasan Tabalar ; kawasan Suwaran ; kawasan Batu Putih ; kawasan Biduk-biduk ; kawasan Teluk Sumbang ; kawasan Tanjung Palas, Kawasan Telan Bala ;

- kawasan hulu Bahau.
2. Propinsi Kalimantan Barat :kawasan pesisir Sambas ; kawasan pehuluan Kapuas (kawasan Seberuang, Bungan, Mandai, Tekelan dan Keriau) ;
3. Propinsi Kalimantan Tengah : kawasan Kotawaringain (kawasan Arut, Lamandau, Plantikan) ; kawasan Karau ; Muara Teweh - hulu Barito (Teweh, Lahay, Bumban, Laung) ; Murung (Tumbang-Topus) ;
4. Propinsi Kalimantan Selatan : kawasan Meratus Selatan (Kandangan, Asam-asam) ; Meratus Tengah (Binuang, BatuLicin, Bengkalan) ; Meratus Utara (Tabalong) ;



Kawasan Karst Kalimantan indah luar dalam keindahan kawasan karst Kalimantan tidak hanya bentukan luarnya, namun juga bentukan dalamnya. Terdapat gua yang besar, ada yang tinggi, ada yang pendek. Menaranya ada yang berkerucut, ada yang membentuk menara-menara menjulang, dan putih menakjubkan bila dilihat dari jauh (Foto : Pindi, 2012)

Belajar dari Atlas Sangkulirang-Mangkalihat *Ancaman terbesar*

Telah diuraikan sebelumnya, bahwa atlas kawasan karst Sangkulirang-Mangkalihat yang mendeskripsikan kondisi 2011, sedikit banyak memberikan gambaran apa saja ancaman terbesar pada ekosistem karst Kalimantan.

Jelas ancaman utama berasal dari penggalian/pertambangan batugamping. Penambangan itu akan lebih terkait pada Tipe Bukit-Gamping. Tipe Gundukan-Karst dapat dibongkar namun skalanya kecil, karena depositnya tidak besar. Sedangkan Bukit-Gamping dapat menjadi bahan utama tambang untuk Semen, karena depositnya cukup besar. Membongkar Bukit-Gamping secara umum akan mempengaruhi tidak saja bentang alam, namun juga minimal lingkungan lokal (khususnya ketersediaan air).

Yang perlu dipertimbangkan, bila penggalian/penambangan dilakukan (diputuskan oleh aturan negara) pada tipe Menara Karst dan Pulau-Pesisir Karst akan mengakibatkan sangat signifikan pada keseimbangan ekosistem, khususnya ke-seimbangan tata-air dan keseimbangan jumlah energi (rantai-makanan dan jumlah pakan) regional, bukan lokal saja.

Oleh karena itu, pencegahan pertama haruslah pada tipe Menara-Karst dan Pulau-Pesisir Karst. Sedangkan untuk keperluan penggalian dapat diajukan wilayah-wilayah bertipe Bukit-Karst, dengan memperhatikan gejala-gejala karst yang hadir pada tipe Bukit-Gamping.

Pada peta sebaran batugamping dan karst, beberapa penamaan lokasi Bukit dan Gundukan ditambahkan dengan 'karst', karena ketika penelitian lapangan menunjukkan gejala karst. Oleh karena itu, Bukit

CURAH HUJAN PADA DAS SANGKULIRANG-MANGKALIHAT

Sangkulirang - Peta Daerah Riber Tanggung Media, Kalimantan Timur, 2000
 Peta 1: 250.000, November 1999
 Peta Provinsi Kalimantan Timur, Desember 2004
 Ribu Kalimantan, Desember 2008
 Ribu Kalimantan, Desember 2009
 Tanggung Media, 2000
 Ribu, 2000

PETA CURAH HUJAN SELATAN PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Gary, 2004
 Pusat Penelitian dan Pengembangan
 Sistem Informasi Geospasial dan Statistik, Samar
 Sebelah
 2004



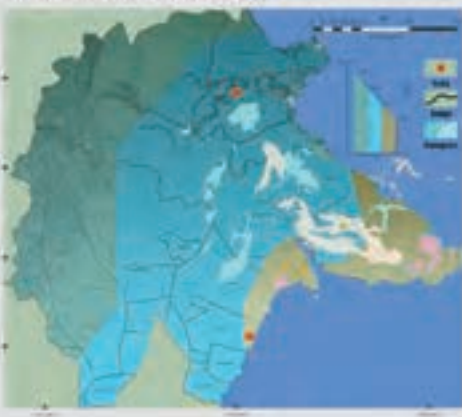
JANUARI
 Peta hujan bulanan curah hujan di Kalimantan Timur berada pada kisaran 11 - 110 mm/hari. Sebagian besar wilayah provinsi berada pada kisaran 6.1 - 6.0 mm/hari. Di bagian barat berada pada kisaran 8.1 - 12.0 mm/hari. Sebagian besar wilayah Kalimantan Timur memiliki curah hujan 6.1 - 6.0 mm/hari. Di sebelah timur (pantai bagian) curah hujan rendah pada kisaran 6.1 - 6.0 mm/hari sedangkan di bagian tengah curah hujan berkisar dari 6.1 - 12.0 mm/hari.

MARET
 Curah hujan curah hujan pada bulan Maret di Kalimantan Timur masih sama seperti pada bulan Januari dengan curah hujan berkisar 6.1 - 6.0 mm/hari dan 8.1 - 12.0 mm/hari. Sebagian besar wilayah Kalimantan Timur memiliki curah hujan 6.1 - 6.0 mm/hari. Di bagian barat berada pada kisaran 8.1 - 12.0 mm/hari. Sebagian besar wilayah Kalimantan Timur memiliki curah hujan 6.1 - 6.0 mm/hari. Di bagian tengah curah hujan berkisar dari 6.1 - 12.0 mm/hari.

MEI
 Peta hujan bul curah hujan di sebagian provinsi Kalimantan Timur ditunjukkan oleh kisaran nilai 6.1 - 6.0 mm/hari. Di bagian barat curah hujan berkisar 8.1 - 12.0 mm/hari. Sebagian besar wilayah Kalimantan Timur memiliki curah hujan 6.1 - 6.0 mm/hari. Di bagian tengah curah hujan berkisar dari 6.1 - 12.0 mm/hari.



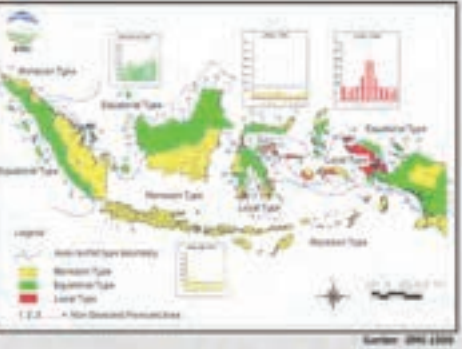
Area yang digambarkan adalah hasil pengamatan satelit yang juga digunakan dalam penelitian ini. Dengan demikian satuan yang digunakan untuk menyajikan data ini adalah mm/hari. Kita diharapkan untuk mengetahui jumlah curah hujan dalam satu bulan maka kita harus melakukan kumulasi jumlah hari dalam bulan tersebut.



AGUSTUS
 Peta hujan bul curah hujan di Kalimantan Timur adalah mulai meningkat dengan format di bagian barat curah hujan pada kisaran 6.1 - 6.0 mm/hari. Di bagian selatan dan di bagian timur curah hujan pada kisaran 6.1 - 6.0 mm/hari. Di bagian tengah curah hujan berkisar dari 6.1 - 12.0 mm/hari.

OKTOBER
 Peta hujan bul curah hujan di Kalimantan Timur adalah mulai meningkat dengan format di bagian barat curah hujan pada kisaran 6.1 - 6.0 mm/hari. Di bagian selatan dan di bagian timur curah hujan pada kisaran 6.1 - 6.0 mm/hari. Di bagian tengah curah hujan berkisar dari 6.1 - 12.0 mm/hari.

NOVEMBER
 Peta hujan bul curah hujan di Kalimantan Timur adalah mulai meningkat dengan format di bagian barat curah hujan pada kisaran 6.1 - 6.0 mm/hari. Di bagian selatan dan di bagian timur curah hujan pada kisaran 6.1 - 6.0 mm/hari. Di bagian tengah curah hujan berkisar dari 6.1 - 12.0 mm/hari.

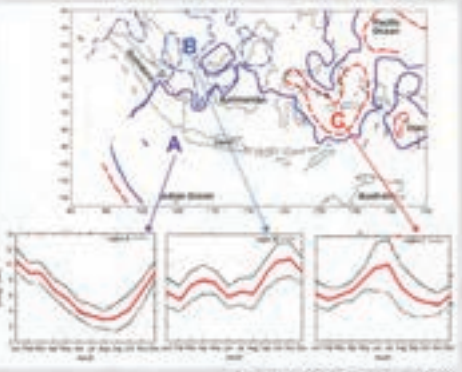


TIGA POLA HUJAN DI INDONESIA

1. Pola hujan musim yang dipengaruhi oleh angin pasat timur. Pola hujan ini terjadi di bagian timur Indonesia yang dipengaruhi oleh angin pasat timur yang bertiup dari timur laut ke barat daya.

2. Pola hujan muson yang dipengaruhi oleh angin pasat barat. Pola hujan ini terjadi di bagian barat Indonesia yang dipengaruhi oleh angin pasat barat yang bertiup dari barat laut ke timur daya.

3. Pola hujan lokal yang dipengaruhi oleh angin lokal. Pola hujan ini terjadi di bagian lokal Indonesia yang dipengaruhi oleh angin lokal yang bertiup dari berbagai arah.



atau Gundukan Gamping yang disebutkan di peta perlu diteliti ulang, apakah memang gamping saja atau teridentifikasi gejala karst. Potensi Bukit Gamping sebarannya paling banyak di Kalimantan, walaupun potensi Menara-Karst adalah potensi yang paling besar.

Inventarisasi karst 2012 ini tidak secara khusus menganalisis Biologi, Energi dan Kawasan Perikarst. Namun demikian, indikasi awal daerah Batugamping dan daerah Karst (endokarst dan eksokarst) dapat ditunjukkan secara sederhana.

Penelitian lebih lanjut, khususnya tentang kondisi biologi dan jaringan energi untuk mendapatkan luasan Perikarst (Bio-Echo) perlu dilakukan di masa depan. Penelitian Perikarst tentu akan memakan waktu yang cukup lama dan melibatkan sejumlah ahli.

Pendanaan di masa depan dapat diarahkan kepada penelitian zona Epikarst, zona Subkarst dan sekaligus memperkirakan zona Perikarst. Zona Perikarst bagaimanapun juga sedikit banyak akan mempengaruhi kualitas ekosistem zona Epikarst dan Subkarst suatu kawasan Karst.

Batu gamping Kalimantan terbentuk pada zaman Neosen Akhir, terdiri dari batuan gamping berumur akhir Miosen Tengah hingga Pleistosen (sekitar 12 sampai 1,6 juta tahun lalu). Batugampingnya ada yang setebal lebih dari 1.000 meter, namun ada pula yang hanya tipis puluhan meter saja. Rata-rata disusun oleh batugamping berlapis dan batugamping koral, yang berhimpun dengan napal, batu lempung dan batulumpur yang sebagian bersifat gampingan (lihat Setiawan, dkk : 2012).

Curah Hujan dan Karst Kalimantan

Iklim (lihat Dodo 2012) peta Curah Hujan kawasan karst Pesisir Timur terbagi menjadi 3 (tiga) kawasan yang semuanya memiliki curah hujan yang relatif rendah, antara 1.299 – 1.918 mm/ tahun, 1.919 – 2.500 mm/ tahun dan 2.501 – 3.163 mm/ tahun, dan turun tidak merata sepanjang tahun. Dengan keadaan demikian maka akuifer karst beserta mata-airnya yang hidup pada musim kemarau sangat berperan bagi masyarakat.

Banyaknya air yang dapat tertampung di dalam reservoir alami karst sangat tergantung pada ketinggian curah hujan, keutuhan hutan serta ketebalan humus yang dapat meningkatkan *run-in*, volume batuan karst serta volume rongga air yang terbentuk di dalam batuan karst. Ujung-ujung

kapiler dapat tersumbat oleh butiran-butiran tanah yang terhancurkan oleh air hujan atau karena tanah diolah. Akibatnya proses pengisian akuifer menjadi terkendala dan tidak optimal.

Untuk mempertahankan kawasan karst tetap sebagai akuifer alami maka *run-in* di bentang alam karst harus tetap berbentuk secara optimal. Hal ini dapat terjadi jika bentangalamnya tertutup hutan alam. Adanya rongga-rongga yang terbuka dan terhubung dengan ruang di luar maka terbentuk rongga terbuka yang disebut sebagai goa.

Dari sudut geologi, goa yang dianggap bernilai adalah goa yang masih mengalami proses karstifikasi. Sedang goa yang sudah tidak mengalami proses karstifikasi tidak berarti tidak bermanfaat.

Justru pada masa lalu, beberapa goa kering sering dijadikan tempat kegiatan manusia; termasuk membuat gambar cadas sebagaimana terdapat di kawasan karst Sangkulirang–Mangkalihat.

Dari kawasan karst Sangkulirang-Mangkalihat yang berada di perbatasan Kab Kutai Timur dengan Kab Berau muncul beberapa aliran sungai permukaan; antara lain S.Kulat, S. Jubungan, S. Lampaki, S. Talisayan, S.Liang. Sungai-sungai tersebut mengalir wilayah Kec Kelai, Kec Tabalar, Kec Talisayan, Kec Batu Putih di Kab Berau.

Kawasan karst banyak mempunyai lembah-lembah tertutup yang sangat luas, ada yang di dasar gunung karst, dan ada yang di puncak gunung karst. Akhir-akhir ini, daerah *enclave* ini menjadi tempat 'eksodus' bagi orang-utan dan rusa sambar yang terdesak karena dibukanya hutan habitat mereka untuk menjadi Kebun Kelapa Sawit.

Danau Tebo, Lembah Beirun-Batu Raya, Dataran Batu Lembu (dataran di antara karst Tondoyan-Suara-Nyapa) menjadi penuh dengan orang utan dan rusa Sambar. Suatu fenomena yang mengesankan, binatang ini berdesakan di suatu wilayah yang tentunya tetap punya keterbatasan day dukung.

Rusa di Danau Tebo bahkan sudah seperti 'kandang' penangkaran. Orang lokal tidak perlu menjatuhnya atau menombak lagi, cukup memukulnya dengan parang untuk mendapatkan dagingnya. Hal ini perlu diperhatikan oleh pemerintah. Kelapa Sawit juga harus mau berbagi tanggung jawab, selalin karena hutannya dipakai sawit, juga karena air-air karst lah yang dipakai kebun sawit yang sekarang banyak mengelilingi bukit dan gunung karst.

Sedikit catatan untuk perilaku orang utan di Lembah Beriun-Batu-Raya, beberapa kali terlihat induk orang utan dan anaknya 'turun' ke ceruk-ceruk karst di ketinggian yang sejajar dengan pucuk pohon, lalu pindah ke batang pohon lain. Satwa ini merasa tidak terganggu, karena diamati dari tebing yang lebih atas atau terpisah oleh jurang. Monyet makaka setiap pagi terlihat bergerombol di puncak-puncak menara karst. Setiap puncak tampak ada penguasa Jantannya. Tak jarang sang jantan merayu betina-betina, dan kadang kemudian menyenggama salah satunya. Betina lain dan anak-anaknya saling memungguni mencari kutu di bulu.

Bila kawasan karst suatu saat juga menjadi bagian yang dieksploitasi, maka selain musnahnya satwa, juga akan hancurnya tata air di kawasan ini. Kebun Sawit yang membutuhkan air itu akan sangat me-rana ketika musim kemarau panjang, apalagi bila El-Nino datang. Bagaimanapun juga kawasan karst di pesisir timur Kalimantan dari Tanjung-Selor (Kaltara) sampai Batu-Licin (Kalsel) sangat terpengaruh oleh kekeringan El-Nino.

Sedikitnya terdapat 39 situs bergambar-cadas prasejarah di kawasan karst Sangkulirang-Mangkalihat-Bengalon (Foto : Pindi, 2010).



Potensi Tersembunyi Kawasan Karst

Kawasan karst di Sangkulirang-Mangkalihat menyimpan juga situs-situs prasejarah penting berkelas dunia. Gambar-gambar cadas yang unik menggambarkan hubungan kekerabatan antara cap-cap telapak di dinding. Pindi Setiawan menyatakan gambar-gambar ini dibuat oleh orang yang mengagungkan Rusa Sambar, mempunyai tokoh kepercayaan Saman (dukun) yang berbusana unik bersongkok (bermahkota) tinggi dan memakai rumbai-rumbai di pinggangnya seperti rok. Mereka juga sangat percaya pada kekuatan geko (kadal). Imaji rusa, saman dan geko adalah imaji yang paling sering muncul pada dinding-dinding ceruk atau muara gua di Sangkulirang-Mangkalihat. Gambar adegan perburuan juga dilukiskan pada dinding gua Liang Sara di Gunung Kambing (Tutunambo). Penelitian gambar cadas ini diawali oleh Luc Henry Fage, dan kemudian dibantu Jean Michel Chazine dari 1988 sampai tahun 1994. Mereka selama itu berhasil menemukan 1 situs gambar arang di Diang Kaung pehuluan Kapuas, serta 1 situs bergambar hematit (cap tangan dan geko) di Gua Mardua, Sangkulirang.

Tahun berikutnya, mereka mengajak Pindi Setiawan yang telah bekerja pada gambar cadas di Papua, Maluku dan Sulawesi sebelumnya. Fage, Chazine dan Pindi kemudian mencari gua-gua bergambar di pulau Kalimantan, yang secara teori migrasi yang dilansir Belanda tidak ada lukisan lebih barat dari Sulawesi di Indonesia.

Mereka bertiga kemudian berhasil menemukan 30 buah gua di tahun-tahun berikutnya. Info-info dari penduduk yang sangat mengerti kawasan itu (misalnya pak Tewet, pak Tamrin, Pak Ham, Pak Karim, pak Jupri, pak Masri, pak Saleh), kemudian kajian etno-bahasa toponomi lokal nama-nama gua, serta pencarian pada wilayah 80 x 100 km persegi pada kawasan karst lah yang memungkinkan menemukan 'jarum' situs bergambar dari sekitar 400 ceruk dangau yang disurvei selama 8 tahunan terus menerus. Masih banyak situs bergambar ditemukan setelah 2002, misalnya 2006 goa Harto di Merabu, 2007 gua Pran, gua Apil di Baai, serta terakhir gua Pindi-deux di Momo.

Gambar-gambar berumur lebih tua dari aliran Austronesian, yaitu antara 5.000 tahun sampai 10.000 tahun lalu. Berarti gambar dibuat oleh orang-orang pra-Austronesia (yang baru datang sekitar 3000 tahun lalu ke Kalimantan). Gambar gambar besar kemungkinan dilukis oleh orang Austo-Asiatik. Inilah gelombang kedua dari ras manusia yang masuk

ke Kalimantan selama sejarah Homo Sapiens. Pertama Papuamelanesia, kedua Austro-Asiatik dan terakhir Austronesia. Selama ini dipercaya hanya ada dua gelombang yang masuk ke Kalimantan, yaitu Papuamelanesia dan Austronesia saja.

Melihat potensi itu, maka wilayah-wilayah karst selain penting untuk 'keseimbangan' ekosistem, khususnya tata-air, juga penting sebagai museum prasejarah dari gambar-gambar cadas yang berumur 10.000 tahunan tadi.

Kisruh Perniagaan Walet Kalimantan

Karst Kalimantan tidak bisa dilepaskan dengan sejarah perdagangan walet dunia. Tercatat 80% walet dunia berasal dari kawasan karst Kalimantan. Desa-desa Dayak dan Melayu dahulu banyak yang kaya dan menjadi besar civilisasinya karena perdagangan 'liur-emas' walet ini. Walet juga merupakan spesies kunci dari ekosistem karst.

Sejak 1983. Pemerintah Daerah mengeluarkan banyak peraturan daerah yang tidak memperhatikan 'sejarah' tradisi perdagangan walet. Pemerintah dengan dalih konsep bahwa 'bumi, air, udara dan kekayaan alam' adalah milik negara, mengambil alih kepemilikan gua. Namun kebijakan itu selama 20 tahun tidak terbukti berdampak pada 'kesejahteraan' masyarakat sekitar karst.

Pemerintah Daerah terkesan membuat peraturan tata niaga walet untuk 'memudahkan' penguasa mendapatkan upeti dari walet. Perniagaan tradisional diganti dengan sistem paktar (*pacher-Belanda*) dengan 'gaya baru'. Peraturan baru ini benar-benar mengebiri hal-hak adat dan sekaligus melecehkannya dengan menganggap kriminal masyarakat sekitar karst yang memperjuangkan haknya. Beberapa orang dipenjara resmi dengan tuduhan mencuri 'rumahnya' sendiri. Padahal secara moral, 'rumahnya' dirampas dengan kekuasaan penguasa.

Para paktar (pemenang tender wilayah walet) juga kemudian tidak mau merugi, beberapa kali membuat berita tidak benar agar tidak diganggu oleh masyarakat. Sarang-sarang yang tidak termasuk wilayah paktar pun harus dijual kepada paktar dengan harga rendah. Penduduk sekitar karst yang dulu berniaga walet bukan tidak melawan, namun tidak kuasa melawan.

Tercatat orang-orang Long Iram, Long Bagun, Gunung Tabur, Sangkulirang, Merabu, Panaan, Bengkalan-Dayak, Muara-Teweh sudah sering men-

gajukan keadilan, namun seringkali dijegal oleh isue-isue yang memfitnah. Belum lagi dukungan oknum-oknum keamanan yang mengintimidasi, kemudian anak buah paktar yang 'menindas'.

Para paktar juga kemudian mempekerjakan orang luar untuk menjaga gua. Orang-luar ini dipilih bisa dari Sulawesi atau daerah Kalimantan yang tidak mempunyai Karst. Strategi ini untuk mengurangi pencurian sarang oleh para penjaga gua. Para penjaga gua dari luar tidak diperbolehkan masuk ke gua, dan tidak diikutsertakan ketika memetik sarang. Mereka betul-betul hanya menjaga muara gua.

Yang tidak banyak diketahui orang adalah kondisi lapangan gua-gua sarang burung walet. Gua-gua ini berada jauh di tengah gunung karst, untuk mencapainya perlu menyusuri jurang, melipir sungai deras, memanjat tebing curam. Artinya tidak mudah untuk menggapai gua-gua ini. Tidak banyak orang mau dan mampu berniaga sarang walet. Tidak semua orang kampung, tidak semua Dayak mau melalukannya. Hanya yang berani dan tidak takut ketinggian yang menjalankannya, dan itu sudah berlangsung ratusan tahun sebelum perda-perda Paktar dibuat.

Pergeseran kepemilikan yang tidak menghargai hal-hal adat kepemilikan walet, secara sosial menggeser peran 'orang-orang' berani dan sering dianggap 'pahlawan' oleh masyarakatnya. Omongannya didengar dan dipercaya. Orang-orang seperti ini sehari-hari rendah hati, namun ketika melawan akan sepenuh hati, nyawa pun disodorkan. Perlawanan keras ini kemudian ditanggapi dengan pernyataan bahwa orang-orang sekitar karst sulit diajak berbicara, mudah marah, dsb.

Pada sisi lain, bila jalan menuju gua walet itu sulit, maka para pencuri ketika harus 'melarikan-diri' harus benar-benar tahu jalan. Bila tidak dengan mudah tersesat di antara menara-menara batu yang tak ada habisnya, sukur-sukur tidak terjatuh ke jurang.

Hal ini menunjukkan dua hal : Pertama perampok adalah orang yang sangat tahu jalan ; Kedua Paktar membuat berita seolah-olah gua dirampok, sehingga aparat keamanan dapat 'diatur' oleh paktar sesuai kepentingannya.

Perihal pertama tentang perampok yang 'tahu' jalan, tentunya menunjukkan perampok adalah orang yang sangat akrab dengan wilayahnya. Penelitian menunjukkan bahwa perampokan-perampokan sarang-walet yang dilakukan oleh

orang-orang yang 'tahu' jalan, tidak melulu karena 'tergiur' oleh mahalanya sarang-walet. Motif mengambil sarang walet bisa bermotifkan dendam dan kesal. Dendam karena uang pengganti kepemilikan gua tidak ada, namun ketika memetik ditangkap polisi. Kesal karena upah yang rendah, kesal karena ketika sakit tidak dibiayai paktar, kesal karena pembagian tidak adil, kesal karena tidak lagi diajak bekerja.

Pada perihal kedua, tercatat paktar-paktar suka membuat kondisi yang melemahkan posisi masyarakat asli pemilik gua walet. Selain meyebarakan berita 'bohong' tentang perampokan, juga yang paling menyedihkan adalah perampokan itu dilakukan oleh paktar dan anggotanya sendiri. Ini hal yang perlu ditangani dengan moralitas yang tinggi dari pihak keamanan (polisi).

Para paktar juga suka menggadaikan gua kepada orang kampung sekitar gua-walet. Hanya saja polanya hutan-piutang, orang kampung boleh meminjam pembiayaan kepada paktar, kemudian membayarnya ketika panen sarang. Hanya saja pemetikannya tetap dilakukan oleh paktar, sehingga 'pemilik' gua hanya menonton saja. Panen pun dipercepat menjadi kurang dari 40 hari. Artinya resiko menjaga gua dibebankan kepada penduduk, sedangkan nikmatnya perniagaan walet tetap paktar yang menikmati. Kecilnya keuntungan pemilik gua-gadai ini juga kemudian memicu perampokan gua, atau bahkan paktarnya sendiri yang 'diam-diam' merampok sebelum pemetikan resmi.

Cara lain menyangkut perihal kedua adalah paktar membeli langsung dari penjaga-pemetik gua, namun dengan harga yang sangat rendah (rata-rata hanya sepertiga dari harga di Samarinda). Sarangpun tidak dibayar kontan, namun bisa dibarter dengan barang-barang konsumtif. Pertukaran barang dan penjualan sarang walet selalu tanpa nota-nota yang jelas. Artinya orang kampung selalu merugi dan menggerutu di dalam hati.

Pada kasus di Long Iram, Long-Lanuk, Karang-Dalam dan Pengadan para paktar membarternya dengan minuman keras kepada penjaga-pemetik sarang walet ini. Sistem barter ini baik barang-barang konsumtif maupun minuman keras menjerat orang kampung kepada utang yang berkepanjangan, sekaligus ketergantungan pada minuman keras.

Perlawanan terakhir dilakukan oleh orang-orang Merabu, dengan mencegat rombongan pengangkut sarang walet Ranggasan (masih bisa mencapai

1 ton per panen). Penyanderaan sempat terjadi, pembicaraan sengit pun dilakukan. Beberapa minggu kampung Merabu dinyatakan 'darurat-keamanan' oleh pihak pemerintah. Yang dituntut oleh orang Merabu hanyalah janji paktar untuk membagi hasil-hasil panen, namun tidak kunjung dilaksanakan oleh paktar. Perlawanan massal ini berhasil sehingga Kampung Merabu mendapatkan bagi-hasil dari paktar.

Orang kampung Merabu dan Panaan memang pantas mendapatkan bagi hasil, mereka menolak sawit meluruhkan hutannya, sehingga hutan yang heterogen itu tetap bertahan. Hutan heterogen ini lah yang menjadi tempat hidup bermacam serangga sebagai pakan walet. Walet-walet yang kenyang akan membuat sarang lebih tebal dan lebih murni, dan hal itu menguntungkan paktar.

Banyak hal yang perlu diperbaiki di dalam perniagaan walet. Yang jelas pajak-pajak walet tidak pernah jelas bentuknya, sehingga terkesan ketidakjelasan perniagaan walet seperti yang dipelihara oleh para pejabat Pemda Kabupaten. Belum ada calon Bupati yang mempunyai program kampanye perbaikan niaga walet. Dan silahkan tanya pada paktar seperti apa mereka 'menservis' pejabat-pejabat keamanan dan Pemda untuk 'melanggengkan' ketidakjelasan ini.

1.9 Penutup

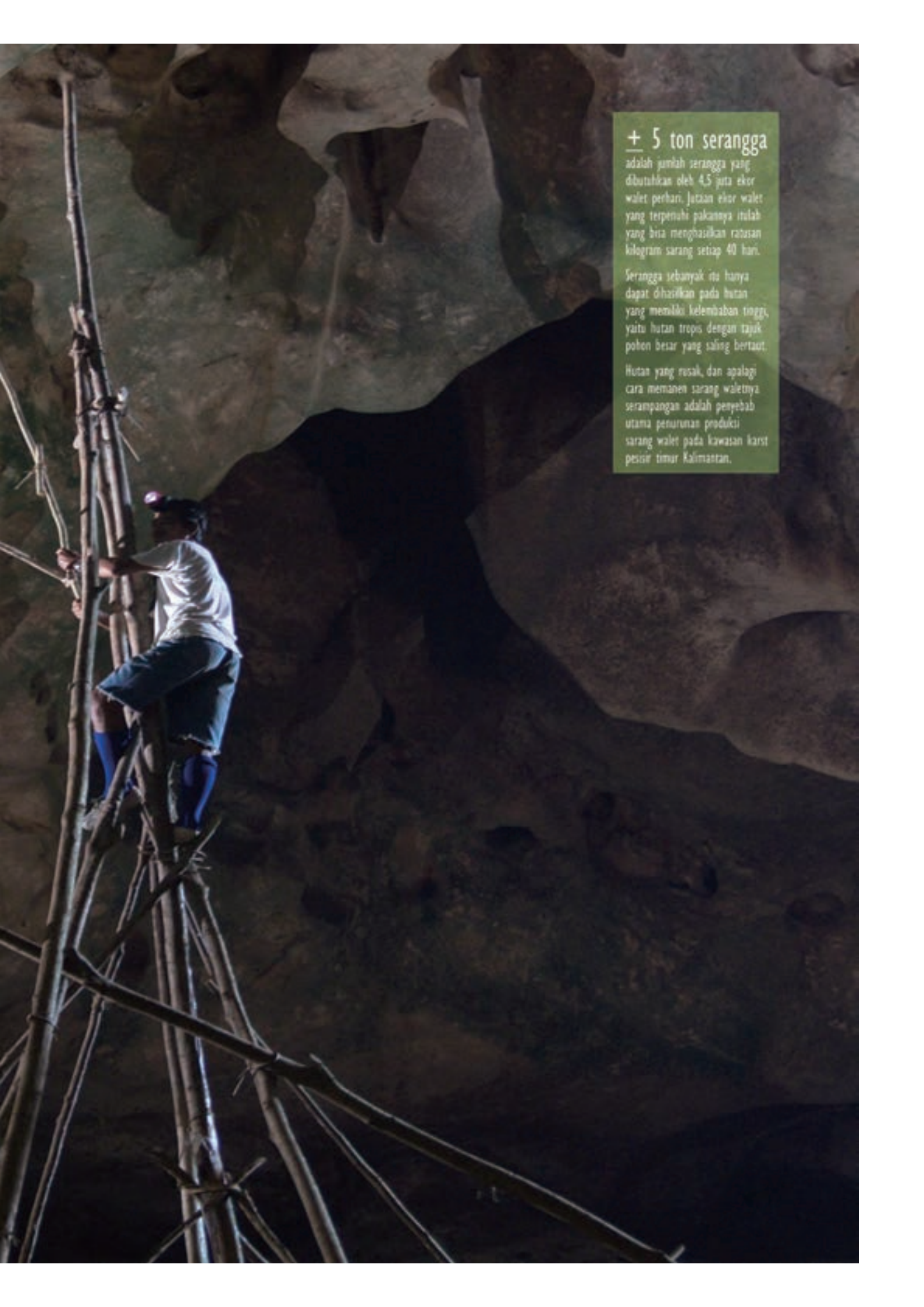
Demikian uraian-uraian penting dari inventarisasi batugamping dan karst. Lokasi-lokasi survey yang dipilih adalah lokasi yang menunjukkan gejala karst yang baik, serta mempunyai signifikansi budaya. Uraian bab terakhir adalah cerita sekilas hasil kunjungan-kunjungan singkat ke daerah gua-gua di Kalimantan.

Semoga buku ini berguna untuk menjadi dasar inventarisasi karst. Kekurangan utama buku ini adalah pendekatan Biologi. Sebenarnya memang sangat sedikit para ahli Biologi yang mau bersusah-susah ke gua. Namun, kami tetap mengambil contoh-contoh spesimen Kendolo untuk dianalisa ahli biota gua : Dr. Cahyo Rahmadi dari Pusat Penelitian Biologi LIPI, Cibinong.

Sekaligus sebagai tambahan kajian Hidrologi pada kawasan Merabu yang dianalisa oleh Dr.Eko Haryono dari Geografi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.



Pak Aca mencoba tunku (tangga) yang dipakai untuk menggopal serang walat di Gua Pelonyau, Merbau, Berau. (Foto : Zona, 2012).



+ 5 ton serangga

adalah jumlah serangga yang dibutuhkan oleh 4,5 juta ekor walet perhari. Jatah ekor walet yang terpenuhi pakannya itulah yang bisa menghasilkan ratusan kilogram sarang setiap 40 hari.

Sarang sebanyak itu hanya dapat dihasilkan pada hutan yang memiliki kelembaban tinggi, yaitu hutan tropis dengan tajuk pohon besar yang saling bertaut.

Hutan yang rusak, dan apalagi cara memanen sarang waletnya serampangan adalah penyebab utama penurunan produksi sarang walet pada kawasan karst pesisir timur Kalimantan.

2 KARST GUNUNG NYAPA

Terdapat tiga jenis kawasan karst di Kabupaten Berau, yaitu karst pedalaman, karst pesisir dan karst pulau. Karst pesisir dapat ditemui di Batu Putih, Batu Talisayan, Batu Manubar (Timoh Hantu). Sedang karst pulau : Pulau-pulau Derawan, Pulau-pulau Maratua-Kakaban, Pulau-pulau Batu Putih. Ketiga karst pedalaman Berau adalah gunung-gunung gamping pada DAS Kelay, DAS Tabalar, DAS Inaran, DAS Segah-Birang, Gunung Hantu, dan Tanjung Padas. Inventarisasi kali ini memfokuskan pada kawasan karst pedalaman sub DAS Kelay karena mencakup daerah yang paling luas, yaitu Gunung Nyapa dan Batu Kulat-Merabu-Mapulu.

Gunung Nyapa adalah kawasan karst pedalaman Berau yang berada di sungai Kelay. Gunung Nyapa menjadi salah satu lokasi inventarisasi 2012, karena mempunyai banyak situs kubur Dayak Gaii. Orang Gaii yang tinggal di Long Lamak menganggap situs-situs tersebut merupakan kubur panglima atau rajanya mereka.

Kemudian, Batu Kulat-Merabu-Mapulu adalah kawasan karst pedalaman Berau yang berada di hulu Kelay. Batu Kulat berada pada sisi barat, dan dikuasai secara adat oleh orang Dayak Lebo. Batu Kulat bahkan dianggap sebagai asal-muasal orang Dayak Lebo. Menurut orang Lebo, dari Batu Kulatlah dayak 'batu-karst' menyebar ke Berau dan ke Sangkayang. Inventarisasi kali ini fokus pada kawasan Merabu yang merupakan 'outlet' sistem air Kulat dan Mapulu.

Batu Merabu adalah celah (*daruk* atau *loerai*) antara Batu Kulat dan Batu Mapulu merupakan jalur tradisional sejak ratusan tahun lalu, yang menghubungkan orang Lebo di barat dehhingan orang Basap di timurnya. Sampai sekarang, terutama pencari string burung walet usa (*peremen*) dan pencari gaharu, masih menggunakan celah Merabu sebagai jalur penghubung antar sisi barat dan timur. Kawasan hutan batu Merabu tidak ikut terbakar di tahun 1983 dan 1997, sehingga masih berbutan primer, dengan kayu Meranti dan Ulin yang menjulang.

Batu Mapulu atau kadang disebut Batu Tumo merupakan kekuasaan adat orang Basap. Tintang adalah kampung Basap yang berada di kaki Batu Mapulu bagian timur. Tak jauh dari Tintang terdapat Sedegan Mapulu sebuah *resurgence* yang keluar dari Gua Tintang. Kampung Tintang dulu merupakan kampung besar, namun akibat musim kemarau yang panjang (efek el Nino) pada tahun 1982 dan kemudian diikuti kebakaran-hutan pada awal tahun 1983, kampung ini pelan-pelan ditinggalkan sampai benar-benar kosong tahun 1985.

Walau orang Lebo dan Basap merupakan kerabat dekat, namun mempunyai folklor 'karst' yang berbeda. Orang Lebo lebih banyak mencitakan Batu Kulat, sedang orang Basap lebih senang mencitakan Batu Tondoyan.



10 kampung

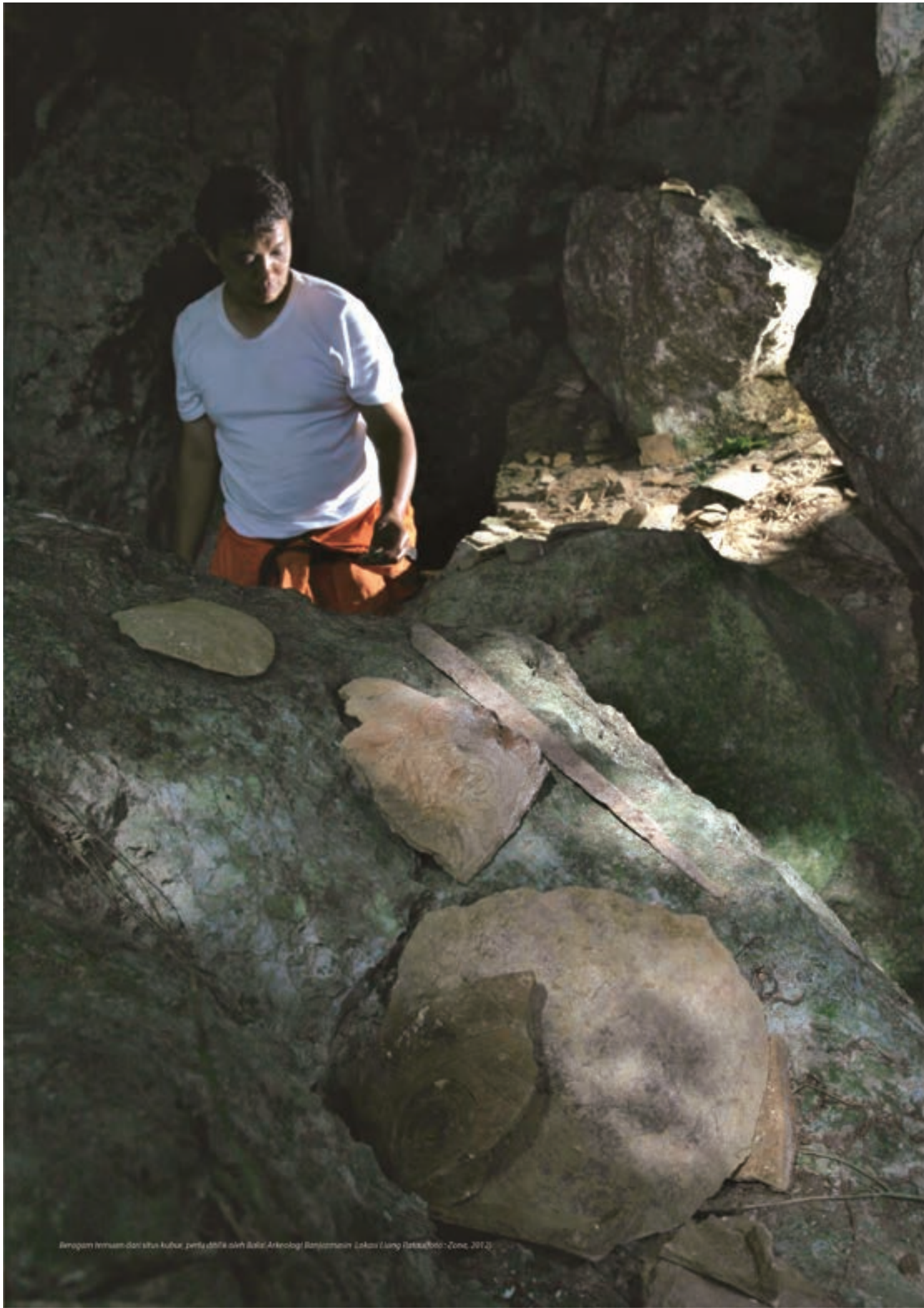
tersebar sebagai desa penambang
isi telur (sarang burung walet),
yaitu: Long Ayan, Long Langan,
Inaran, Long Lanuk, Nyapa-Indah,
Telok Sumbang, Merapan, Merabi,
Pansau, dan Teloh Harapan.
Terdapat pula komunitas teot
yang dikenal dengan SP=Satuan
Pemukiman) sebagai pencair
sarang burung walet, yaitu SP
Lai km 10, SP Samburata km 21,
dan SP Birang.

Ekosistem karst Berau yang masih
sangat baik adalah penampung
pakan yang hebat bagi burung
walet, sehingga burung-burung itu
mampu menghasilkan ratusan kilo
Bahkan sampai ratusan ton.

40 hari 6 kali

tersebar sarang walet diambil,
terutama oleh para peternak
sarang walet. Secara tradisional
pada periode November-
Desember-Januari, walet dibarkan
menetaskan telurnya dan
memelihara anaknya sampai
terbang.

Dewasa ini, ratusan-sarung
walet alam di ambil oleh
Pemerintah. Gota 'Iwak-emas' ini
dilelang pada perusahan swasta
atau perorangan. Sayangnya tidak
ada kontrol pelestariannya. Pada
banyak kasus, sering kali walet
terus menerus dipanen sarangnya,
tanpa memberi kesempatan sang
induk meneraskan telurnya.





Gunung Nyapa beberapa bagiannya merupakan bukit-bukit batugamping. Pada survey lapangan terlihat *clif-clif* gamping sampai ke tepian sungai Kelay, yaitu antara Long Lanuk dan Merasa. Pada peta geologi regional, batu gamping disini merupakan persilangan batugamping dan napal, breksi, batupasir, yang diendapkan dalam lingkungan litoral neritik (TOML). Sisanya merupakan formasi Telen yang merupakan batuan sedimen tertua yang terdiri dari batu sabak, batugamping, rijang, batupasir malihan dan batuan ultra mafik, merupakan kelompok batuan pra tersier, berumur dari Jura–Kapur.

2.1 GUNUNG NYAPA

Sebaran batugamping yang terletak paling utara wilayah Kalimantan terdapat di Kabupaten Bulungan (Tanjung Palas, Long Bia), dan Kabupaten Berau (Birang, Suaran, Tabalar, Merabu, Gunung Hantu, dan sebagian Nyapa). Batugamping di Bulungan dan Berau memiliki potensi sumber daya alam yang cukup besar.

Secara tradisional batugamping (dikenal dengan sebutan *batu-karang*) di daerah ini digunakan sebagai bahan bangunan, pengerasan atau fondasi jalan di daerah pedesaan. Pada beberapa tempat, batugamping terlihat dipakai sebagai penahan-gelombang, dan pagar batu.

Sejumlah penelitian terkait sumber daya batugamping di daerah tersebut, umumnya dapat digunakan sebagai bahan baku semen portland ; semen putih ; bahan pemurnian dan peleburan logam untuk industri metalurgi ; dan pada batugamping pantai dapat dipakai sebagai bahan untuk menurunkan kadar keasaman (pH) pada lahan pertanian dan perkebunan, dan dalam bidang perikanan (tambak udang).

Sebagai catatan, di Kabupaten Bulungan dan Berau terdapat usaha perikanan tambak ikan dan udang

yang menggunakan batugamping (untuk pengapuran) dari Sulawesi Selatan dan Jawa Timur.

Bagaimanapun juga, pengelolaan penggunaan batugamping di Kabupaten Bulungan dan Berau tetap memerlukan penelitian dan pengkajian yang hati-hati. Secara sekilas kawasan batugamping di Kalimantan banyak yang telah membentuk morfologi kars, dan menjadi kawasan hidrologi penting penndukung kelangsungan ekosistem di sekitarnya (baik epikars maupun perikars).

Jadi, suatu usaha pengelolaan galian/pertambangan batugamping harus berwawasan pada pengelolaan ekosistem kawasan karst, karena akan menjadi unsur penting di dalam menunjang pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

Batugamping Nyapa ada yang berada di puncak gunung, ada pula yang terletak di tepi Sungai Kelay. Sungai Kelay mengalir sepanjang 254 kilometer sampai pada pertemuan dengan Sungai Segah membentuk Sungai Berau di Tanjung Redeb. Hулunya sebagian berasal dari Pegunungan Mantan, dan sebagian lagi berasal dari Sungai Lesan. Sungai Lesan merupakan anak Sungai Kelay yang airnya bersumber dari pegunungan kars Kulat

(Buntung-Merabu-Mapulu-Kulat). Pada daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Lesan masih tersisa hutan primer perbukitan dataran rendah yang luas, dan yang hutan-hutan bergunung kars.

Sungai Kelai yang ke arah Barat mempunyai kawasan batugamping pula, menjulang terlihat jelas dari pinggir sungai, yaitu pada daerah Long Gi. Kawasan batugamping Long Gi ini terceritakan mempunyai banyak gua-gua yang bersungai. Gua sungai merupakan indikator utama klasifikasi kars.

Daerah yang disurvei adalah daerah batugamping yang paling hilir Sungai Kelai, yaitu Gunung Nyapa. Daerah ini menjadi prioritas karena sudah terdapat galian batugamping, walaupun baru di satu tempat saja, yaitu daerah Gua Kelelawar, Merasak.

Tidak diketahui apa arti dari kata 'nyapa'. Gunung Nyapa merupakan 'live-hood' tiga kampung : Long Lanuk, Nyapa Indah dan Merasak. Yang jelas, secara adat penguasa Gunung Nyapa adalah Dayak Gaai yang tinggal di Long Lanuk. Orang Gaai memberikan lahan di Nyapa-Indah dan Merasak kepada Dayak Kenyah pada tahun 1970 an.

Gunung Nyapa belum banyak diteliti secara keseluruhan, namun setidaknya daerah *livehood* nya ketiga desa itu, dapat dikategorikan sebagai batuan kars, karena mempunyai mikromorfologi, cekungan tertutup, jaringan gua, serta jaringan sungai bawah tanah. Khususnya pada jaringan

sungai bawah tanah, perlu disurvei lebih jauh, karena belum semua titik dan jalur diketahui. Pada batugamping di daerah Liu Bawan yang disurvei 2012, ditemukan 2 sedapan tebo (*resurgence*) dan satu gua bersungai.

Penduduk Merasak, Nyapa Indah dan Long Lanuk menyatakan masih banyak lagi gua bersungai dan sedapan di kawasan 'Batu'-Nyapa ini. Penduduk juga menyatakan bahwa batu-batu gua rapuh dan mudah runtuh.

2.2 Epikars dan Perikars

Gunung Nyapa secara umum bukan batuan gamping, namun pada beberapa bagian merupakan persilangan batugamping dan napal, breksi, batupasir. Diendapkan dalam lingkungan litoral neritik. Tebal sekitar 1500 m (lihat Situmorang,1982).

Pada peta geologi zona Epikars tampak hanya muncul di puncak-puncak gunung. Namun pada beberapa tempat di pinggir sungai Kelai antara Long Lanuk sampai Merasak menunjukkan singkapan batugamping.

Zona Perikars belum dapat ditentukan, namun setidaknya karakter air yang 'mengikis', jenis pepohonan yang ada, jenis serangga, jenis kelelawar sedikit-banyak mempengaruhi ekosistem zona endokars batugamping Gunung Nyapa.

Sebaran Formasi Lebak (TMOL) pada kawasan sungai Kelai. Gunung Nyapa merupakan bagian kecil dari kawasan batugamping Kelai, namun memegang peranan penting pada konteks sejarah kebudayaan Sungai Kelai, yang dahulu konon pernah dikuasai oleh Dayak Gaai yang sekarang bermukim di Long Lanuk. Kawasan batugamping Kelai baru sebagai yang sempat disurvei tahun 2012, namun demikian formasi TMOL Kelai menunjukkan indikasi batuan karst.



2.3 Endokarst

Gunung Nyapa tujuan survey inventarisasi kars di Sungai Kelay berada di selatan Tanjung Redep ibukota kabupaten Berau, tujuan pertama menuju desa Long Lanuk, dan kedua desa Merasa. Long Lanuk tidak begitu jauh dari Tanjung Redep, dapat ditempuh dengan mobil selama 1,5jam ; sedang Merasa 3 jam. Di dekat pintu gerbang Merasa (km 35), terdapat galian batu gamping. Posisinya di pinggir jalan, dekat Gua Kelelawar.

Long Lanuk merupakan yang mayoritas dihuni oleh Dayak Gaai, sedang Merasa dan Nyapa-Indah dihuni kebanyakan mengaku sebagai Dayak Kenyah. Pada wawancara terungkap bahwa Merasa dan Nyapa Indah merupakan tanah hibah dari orang Gaai Long Lanuk kepada pendatang Dayak Kenyah di tahun 1960-an.

Masyarakat Merasa, Nyapa-Indah dan Long Lanuk ada yang mengusahakan gua sarang walet hitam. Gua-gua sarang walet awalnya semua milik Dayak Gaai, namun kemudian dikelola mandiri oleh orang-orang Kenyah. Semua gua berada di daerah puncak Gunung Nyapa, beberapa yang tercatat misalnya : Gua Dge, Gua Pang Uteang, Gua Nyapa Atas, Gua Tengkup, Gua Elti, Gua Nguit Kop, Gua Terang Bulan, Gua Dalam, Gua Busak, Gua Skeng, dan masih banyak lagi. Semua gua tersebut meru-

Atas : Kampung Long Lanuk tepian Sungai Kelay (Foto : Zona, 2012)

Bawah : Gua Kelelawar dekat pintu masuk kampung Merasa (km 35), di dekatnya ada penggalian batu (Foto : Pindi 2012).



Kampung Long Lanuk pemukiman Dayak Gaai nan asri di tepian Sungai Kelay (Foto : Pindi, 2012).

pakan gua fosil, karena berada pada ketinggian 300-400 meter di atas Sungai Kelay.

Gua-gua itu sendiri menunjukkan indikasi kuat bahwa gamping di Gunung Nyapa adalah batu kars (mempunyai sistem lorong). Yang menjadi ancaman adalah batugamping di pinggir Sungai Kelay, pertama karena di peta dinyatakan bukan batuan gamping, kedua aksesibilitas ke daerah ini sangat mudah, yaitu Sungai Kelay dan jalan Trans Kalimantan. Jadi, inventarisasi Zona Endokars tahun 2012 fokus pada daerah pinggir sungai dan sekitar jalan trans Kalimantan.

LIANG PATAU

Lokasi

Lokasi ini dapat ditempuh selama 1,5 jam dari desa Long Lanuk menggunakan ketinting (perahu) menyusuri sungai kelay sepanjang 12Km ke arah Selatan, kemudian berjalan kaki lebih kurang 300m dari sungai ke arah Timur. Lorong guanya bertingkat dan tidak terlalu panjang serta minim ornamen.

Banyak ditemukan pecahan gerabah dan beberapa keramik, serta beberapa kerangka manusia. Diperkirakan gua ini pernah dijadikan kuburan pembesar salah satu suku Dayak. Dari gerabah dan keramik yang ditemukan, kemungkinan tempat ini pernah dipakai beberapa periode dan gerabah tua diperkirakan berumur antara 500-1000 tahun.

Tigapuluh meter dari Ilas Patau terdapat sebuah gua sedepan (sungai keluar) bernama Liang Jenum, air nya sangat bersih dan dingin menurut penduduk gua ini masih satu sistem dengan Liang Jenum Kecil yang juga sungai keluar pada saat musim hujan. Liang Jenum Kecil terletak sekitar 500 meter arah Selatan dari Liang Jenum dan Ilas Patau.

Atas : Ilas Patau atau tebing Patau, terdapat Liang Patau dan Liang Jenum (Foto : Pindi, 2012)

Bawah : Denah Liang Patau salah satu ceruk yang diperuntukkan bagi kuburan raja Dayak (Nico dan Rahmadi, 2012).



Deskripsi

Liang Patau merupakan ceruk di kaki tebing (*ilas*) Patau, yang batuanya berwarna putih diselingi kelabu tua, cenderung hitam. Ceruk ini memanjang utara-selatan, menghadap ke arah Barat (matahari terbenam). Ceruk ini bertingkat-tingkat, dan penuh dengan reruntuhan batu. Terdapat tiga lorong yang berada pada ketinggian 3 meter dari lantai ceruk. Ketiga lorong pendek ini berisi lungun (peti mati Dayak dari kayu).

Selain lungun ditemukan pula sejumlah tengkorak yang sengaja disimpan diantara bebatuan, karena tengkoraknya diletakkan persis menghadap ke muara ceruk (barat). Boleh jadi pada ceruk ini terdapat penguburan yang berbeda dengan lungun, dan lebih tua.

Lantai ceruk berpasir dan kering, dan di atasnya berserakan tembikar-tembikar yang besar kemungkinan berasal dari lungun tadi, atau dari kuburan yang diantara bebatuan.

Suhu rata-rata 26 derajat celsius, muaranya terlindung oleh pepohonan, tidak tampak monyet namun ada sisa-sisa kotorannya di beberapa tempat.

LIANG JENUM

Lokasi

Tigapuluh meter dari Ilas Patau terdapat sebuah gua sedepan (sungai keluar) bernama Liang Jenum, air nya sangat bersih dan dingin.

Deskripsi

Liang Jenum merupakan gua sungai, muaranya setinggi 3 meter dan lebarnya 8 meter, sedang sungainya selebar 3 meter. Batuanya putih diselingi kelabu tua seperti Liang Patau.

Air sungainya jernih dan mengalir ke Sungai Kelai. Terdapat satu muara lagi terletak sekitar 500 meter arah Selatan dari Liang Jenum dan Ilas Patau, dan masih satu sistem dengan Liang Jenum. Gua ini bernama Liang Jenum Kecil, yang air sungainya keluar pada saat musim hujan. Air ini sering menjadi tempat mengambil air bagi orang-orang *ketinting* (perahu) yang sedang melewati Ilas Patau.



Muara Liang Jenum berair jernih dan terasa dingin, airnya keluar dari gua (*sedepan*). Terdapat juga muara lain tak jauh dari muara ini, disebut Liang Jenum Kecil, namun hanya berair ketika musim hujan. *Jenum* pada bahasa Dayak Gaai berarti air. Sistem air bawah tanah pada batu gamping seperti ini menunjukkan salah satu indikasi batuan karst (foto : Zona, 2012).

BATU BELAH

Lokasi

Batu belah merupakan gua di tebing sungai (*cilf*), berada sekitar 500 meter di hulu tepian Ilas Patau. Muaranya berada sekitar enam meter dari permukaan sungai. Dahulunya merupakan gua sarang walet, namun penghasilannya sudah tidak ada.

Deskripsi

Batu Belah merupakan rekahan besar yang memanjang ke arah dalam bebatuan. Batu gamping disini berwarna putih bersih, diselingi warna coklat dan abu-abu tua. Jenisnya tampak sama seperti yang terlihat di Liang Patau dan Liang Jenum. Batu Belah sendiri berada pada cliff setinggi 30 meter dari permukaan sungai.

ILAS LUNGUN 1, 2, 3

Lokasi

Ilas Lungun merupakan ceruk-ceruk dekat kampung Merasa. Ceruk-ceruk ini mudah diketahui

pada sepanjang tebing gamping yang berada di sebelah kanan sungai bila menghulu, semuanya relatif menghadap ke barat. Lokasinya kira-kira 15 menit menghulu Merasa.

Ilas Lungun berarti tebing *lungun*, yaitu tebing (yang ceruknya) dipakai sebagai tempat peti mati orang Dayak (tampaknya peti mati Dayak Gaai).

Deskripsi

Ilas Lungun selalu berada di tepi sungai dan terletak cukup tinggi di atas permukaan sungai, diperkirakan untuk menghindari kena air bah, dan dapat 'melihat' matahari terbenam. Tinggi ceruk dari air rata-rata 5 meter. Ceruk sangat kering dan berlantai batu (bulan pasir). Tinggi sering tidak sampai 2 meter.

ILAS PUTIH

Lokasi

Ilas Putih merupakan tebing dan ceruk-ceruk dekat kampung Nyapa-Indah. Tebing ini mudah diketahui karena berada di pinggir sungai sebe-



lah kanan sungai bila menghulu. Ilas Putih mirip dengan Batu Belah, namun tidak mempunyai gua atau rekahan.

Deskripsi

Ilas Putih merupakan cliff pinggir sungai, tingginya sekitara 30 meter dan batumannya berwarna putih, kuning dan abu-abu tua. Bagian bawahnya terkikis air sungai, yang pada saatnya akan meruntuhkan sebagian tebingnya.

Fenomena di atas muncul berkali-kali pada tebing-tebing di pinggir Sungai Kelay. Tebing-tebing ini mempunyai pulau batu, yang dulunya merupakan bagian dari tebing yang tegak, namun kemudian runtuh akibat dasarnya terkikis oleh air terus menerus.

Pulau batu ada yang besar ada pula yang muncul ketika air surut saja, semua pulau batunya berwarna putih.

LUBANG BESAR

Lokasi

Lubang Besar atau Gua Besar berada dekat Kampung Merasa, sekitar 2 jam menghulu dari Long Lanuk. Dari kampung Merasa mengikuti jalan-desa sekitar 15 menit, dan berjalan sekitar 15 menit lagi untuk menuju muara guanya.

Gua Besar berada pada gunung batugamping di sebelah kanan Sungai Kelay bila menghulu. Sedangkan Batu Belah, Ilas Patau, Ilas Lungun serta gua-gua Walet berada pada batugamping sebelah kiri Sungai Kelay bila menghulu.

Pada muara Gua Besar terdapat 3 buah lungun yang besar, ditaruh di atas panggung di dalam sebuah ceruk setinggi 3 meter. Lungun-lungun ini diletakkan pada muara yang ke arah barat. Perlu ditilik lebih jauh apakah ada hubungan antara situs berlungun dan arah barat.

Pulau-pulau batu yang berada di depan tebing-tebing pinggir Sungai Kelay di daerah Long Lanuk merupakan runtuhan. Tebing ini runtuh diperkirakan karena dasar tebingnya terus terkikis jauh ke dalam (*under-cut*), sehingga tidak sanggup menahan bebannya sendiri (foto : Pindi, 2012).





Muara Lubang Besar dekat kampung Merasa, pada zona gullita ditemukan kecambah yang berwarna hijau. Kecambah ini mungkin terbawa oleh air dari atas gua. Pada zona gullita tidak ada proses fotosintesa, sehingga diperkirakan energi matahari-nya kecambah berasal dari kecambah itu sendiri, sampai akhirnya habis, kemudian mati membusuk. Kecambah mati menjadi makanan jangkrik gua (lihat Inzet) (Foto : Pindi, 2012).

Deskripsi

Lubang Besar merupakan gua terbesar yang berada pada sistem ini, bentukan endokarst lain berupa ceruk dan melorong sempit. Gua ini merupakan gua yang mempunyai dua tingkat lorong, lorong atas sudah kering sedang lorong bawah masih bersungai. Lorong bawah terputus-putus, namun dapat dilihat dari lorong atas. Lorong atas mempunyai panjang 300 meter, dan di akhir lorong bertemu dengan lorong bawah yang berair.

Pada tengah-tengah zona gullita, ada sebaran kecambah yang menghijau. Kemungkinan kecambah ini terbawa air, dan kemudian tumbuh sampai mengeluarkan daun hijau, dan akhirnya mati karena 'energi' bawanya habis. Kecambah ini menjadi makanan jangkrik gua. Jangkrik gua sangat dominan pada gua ini.

ILAS ASU

Lokasi

Ilas Asu atau tebing anjing merupakan objek wisata kampung Merasa. Tebing ini berada pada sistem kars sebelah kanan bila menghulu, dan dapat dicapai sekitar 20 menit dari kampung Merasa.

Deskripsi

Ilas Asu merupakan cliff setinggi 30 meteran, dan terdapat batu mirip anjing yang terbentuk oleh alam. Di depan cliff, terdapat reruntuhan batu gamping. Kemungkinan besar Ilas Asu merupakan bentuk cliff setelah sebagian bebatuannya runtuh akibat kikisan air di dasar tebing.



Salah satu ruangan Lubang Besi, terdapat banyak ornamen gua. Gua ini juga mempunyai sungai pada lorong di bawah ruangan ini (foto : Becky, 2012).



2.4 Sosial Budaya

Gunung Nyapa sudah sejak lama menjadi salah satu wilayah adat yang penting bagi Dayak Gaai Long Lanuk. Gua-gua sarang waletnya menjadi bagian dari penghasilan utama Dayak Gaai sampai 1980-an. Ketidakjelasan peraturan (perda Kabupaten Berau tentang Sarang Burung Walet 1983 dan 1992) sedikit banyak 'menghancurkan' tata niaga tradisional yang telah ada secara tradisional. Gua-gua walet dilelang tanpa memperhatikan wilayah adat dan sejarah kepemilikan sumber daya alam.

Pada kawasan batugamping di Gunung Nyapa selain ada yang dipakai sebagai gua-gua penghasil sarang walet, juga sejak ratusan tahun dipergunakan sebagai tempat menyimpan peti mati (*lungun*). Lungun-lungun ini ada yang sangat mewah (dibuatkan rumah-rumahan), mempunyai bekal kubur yang sangat banyak; ada juga yang sederhana saja.

Bekal kubur yang melimpah ini sering menjadi sasaran empuk para penjarah lungun, khususnya yang dilakukan para pendatang dan pemburu benda antik era 1980-an. Barang-barang itu sering tampak dijual di pasar barang antik di Balikpapan atau Samarinda.

PERSPEKTIF ARKEOLOGI

Salah satu situs yang mengandung potensi arkeologi gerabah adalah Liang Patau. Pada situs ini ditemukan makam leluhur orang Dayak, baik yang berupa lungun-lungun, maupun yang diselipkan di bebatuan saja. Dua tipe kubur ini tentu memerlukan penelitian lebih lanjut, apakah berhubungan atau dilakukan oleh masyarakat yang berbeda zaman.

Sisa-sisa budaya kubur lungun yang masih ada adalah peti-mati kayu-ulin (*lungun*), gerabah hitam kecil, perhiasan, tempat sirih, alat berburu (mandau, sumpit, tombak, kampak, mata kail), alat memasak (panci, katel, panci gaya Belanda), perhiasan (gelang, kalung, piring dan mangkok porselen Cina), dan mainan anak-anak.

Pada situs Liang Patau ditemukan juga gerabah yang berteknologi berbeda dengan gerabah bekal kubur lungun. Dugaan sementara, Liang Patau pernah digunakan sebagai makam oleh generasi lain sebelum generasi berbudaya lungun. Teknologi ini mungkin merupakan awal logam, jadi bukan Lapita, diperkirakan berusia sedikitnya 500 tahunan.

Tokoh adat Long Lanuk bercerita bahwa sangat banyak makan lungun yang mewah di Nyapa, khususnya di Sungai Nyapa, yang sekarang dihibahkan kepada orang Dayak Kenyah dan menjadi pemukiman Kampung Nyapa Indah dan Kampung Merasa (sebenarnya secara administrasi bukan Kampung, namun salah satu RT dari Kampung Long Lanuk).

Situs yang berlungun memang mudah ditemukan, khususnya yang di pinggir sungai. Ukirannya berupa orang hutan, bukan naga.

Samping kanan: Jenis penempatan lungun di tepian Sungai Kelai (Foto : Zona, Becky 2012).

Atas : Tengkorak di sela Batu ditemukan seperti yang diatur penempatannya menghadap ke arah muara Liang Patau (Foto : Pindi 2012).

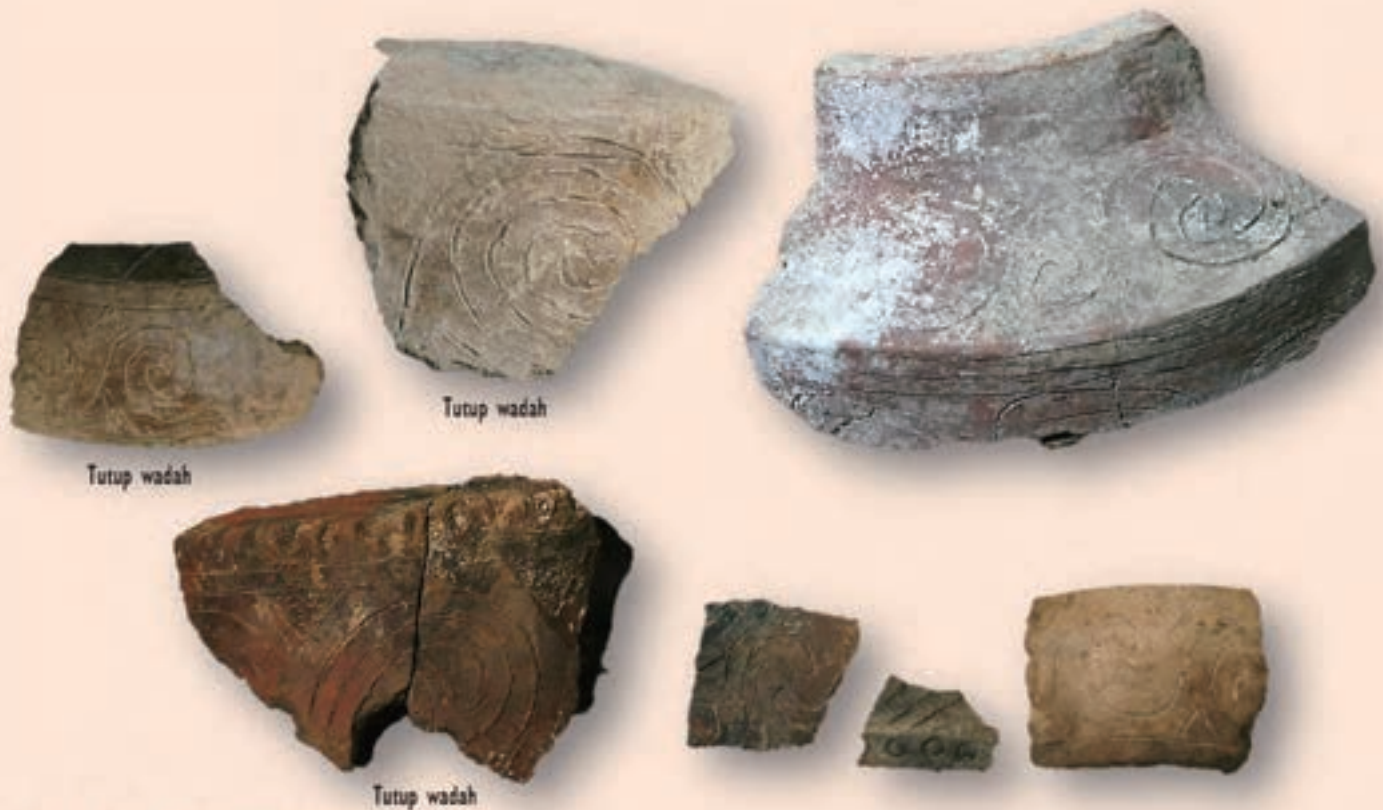
Bawah : Bekal kubur banyak ditemukan bersama lungun, misalnya wadah tembikar kecil ini. (Foto : Pindi 2012).



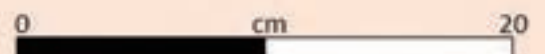




Gerabah Kelai : motif geometris-lingkaran + tumpal
 Inventarisasi Kawasan Karst Kalimantan, Sungai Kelai, Berau.
 Ketua : Dr. Pindi Setiawan,
 Tim : Achmad Zona, Nico, Rachmadi



Gerabah Kelai: motif geometris-sulur
 Inventarisasi Kawasan Karst Kalimantan, Sungai Kelai, Berau.
 Ketua : Dr. Pindi Setiawan,
 Tim : Achmad Zona, Nico, Rachmadi





Tutup wadah



Tutup wadah



Tutup wadah



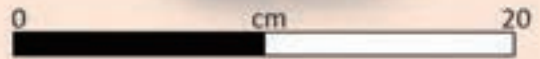
Tutup wadah

Gerabah Kelai motif geometris-tumpal

Inventarisasi Kawasan Karst Kalimantan, Sungai Kelai, Berau.

Ketua : Dr. Pindi Setiawan,

Tim : Achmad Zona, Nico, Rachmadi



Gagang talenan(?)



Tutup wadah

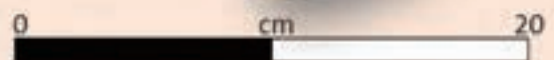


Gerabah Kelai : motif geometris lain-lain

Inventarisasi Kawasan Karst Kalimantan, Sungai Kelai, Berau.

Ketua : Dr. Pindi Setiawan,

Tim : Achmad Zona, Nico, Rachmadi



Potensi arkeologi ini perlu dikembangkan menjadi potensi wisata-budaya, sehingga dapat melindungi peninggalan yang menunjukkan hadirnya budaya-lungun di Gunung Nyapa ini.

POTENSI LAIN

Potensi Hidrologi (air-bersih) merupakan potensi yang dapat diangkat dari Gunung Nyapa, khususnya bila Sungai Kelai banjir dalam jangka waktu yang lama.

Terdapat banyak gua-sedapan (air keluar) dan mata air kars di Sungai Betam, Sungai Nyapa dan

Sungai Long Dan. Gua-gua yang di dasar perbukitan batugamping umumnya berupa gua-aktif yang bersungai kecil. Sungai-sungai kecil ini kemudian bermuara ke Sungai Kelai.

Gunung Nyapa sebelah timur berhadapan dengan Gunung Suaran dan Gunung Tabalar. Per sis di tengah-tengah ketiga gunung ini, terdapat bekas gunung api tua (Batu Tunggal). Boleh jadi gua-gua di gunung-gunung kars ini mengawetkan sejarah gunung api purba. Ini adalah potensi penelitian masa depan bagi peneliti Indonesia.

Mendokumentasikan benda arkeologi bukan sekedar memotret biasa, namun harus mampu mempresentasikan bentuk asli, warna asli, kondisi ukurannya. Pengambilan foto akan lebih 'menantang' lagi bila ruang-foto nya sempit, terjal, berada di ketinggian, dan tentunya sering dalam kekelapan. Peneliti kars perlu mempersiapkan diri sejak awal. Inzet : Foto rinci dari muka ukiran orang-utan. (Foto : Pindi dan Dhanny, 2012)





Pecahan gerabah dan bekal kubur berserakan sampai lorong-lorong sempit (foto: Zona, 2012).





3 KARST MERABU

Kawasan kars Merabu merupakan bagian dari sistem kars raksasa Kulat-Merabu-Marapun. Kawasan kars Merabu berada diantara dua gunung kars raksasa paling terkenal di Kalimantan Timur, yaitu Batu Kulat (di bagian selatan) dan Batu Mapulu (di bagian Utara). Kars Merabu merupakan *longai* (celah kars atau *pass*) yang sudah ratusan tahun menjadi jalur 'tol' bagi para pencari walet dan gaharu tradisional. *Longai* ini berupa dataran kars yang dikelilingi oleh bukit-bukit kars 100-300 meter tingginya. Di belakang bukit-bukit kars itulah menara-menara Baru Kulat dan Batu Mapulu menjulang tegak mencakar langit sampai 1000 meter. Jalur *longai* ini jugalah yang menjadi jalur pelarian tentara Belanda dari Sangkulirang ke Tarakan ketika dikejar-kejar tentara Jepang. Penduduk Merabu mempunyai beberapa kisah tragis bagaimana tentara Belanda berperang, dikejar dan dibunuh di hutan-hutan kars Merabu.

Kawasan kars Merabu dapat dicapai dengan dua cara, yaitu dari sisi barat atau dari sisi timur. Pada sisi barat catatan pertama, survey gua-gua di Kulat-Merabu-Mapulu dibuat oleh para peneliti gua Perancis (ESFIR, EFS) pada tahun 1982 dan 1983, yaitu Michel Chassier, Jacques Marion, George Robert dan Arnoult Seveau. Laporannya berjudul *Expédition spéléo française Indonésie (1982)* dan *Recherches spéléologiques à Bornéo, Kalimantan, Indonésie (1983)*. Setelah ekspedisi gua Perancis tersebut, tercatat Fage dan Toink (Aritin) di tahun 2006, serta Pindi Setiawan di tahun-tahun berikutnya untuk survei gambar cadas; Tim Arkeologi Nasional, Balai Arkeologi Banjarmasin dan tim *Anthropologie Moléculaire et Imagerie de Synthèse* di tahun 2008-2011 dalam rangka peninjauan potensi arkeologi. Tahun 2007 dan 2010, tim *spéléo Vulcains*, Lyon, *Fédération Française de Spéléologie* kembali melakukan ekspedisi speleologi pada bagian barat dari kawasan ini. Kawasan barat lebih mudah didekati karena berada di dekat trans Kalimantan dan gua-guanya dapat dicapai dengan perahu melalui tepian sungai Lesan.

Pada sisi timur, kawasan kars pedalaman Berau dapat dicapai melalui Perondongan-Tintang. Perjalanan dari Perondongan di tepian Sungai Karangam menuju Tintang di kaki Batu Mepulu harus menembus hutan selama tiga hari, dan memerlukan 1 hari *scrambling* menuju gua-gua besarnya. Kendala ini lah yang menyebabkan sedikitnya ekspedisi dan survey tidak banyak dilakukan. Tercatat tahun 2006: Fage, Chazine dan Pindi Setiawan pernah mensurvei wilayah Batu Mepulu dari dasar gunung (Gua Tintang) sampai puncaknya (Danau Tebo). Kemudian tahun 2002 tim *GS Vulcains*, Centre Terre, *Fédération* dari Perancis memetakan Gua Tintang. Terakhir tahun 2004 dengan menggunakan Helikopter, tim *Rapid Biology Survey* (TNC, P2 Biologi, dan beberapa *voullenteer* dunia) meneliti kawasan Danau Tebo.

Pasca kebakaran hutan 1997, kawasan Kars Kulat-Merabu-Mapulu adalah satu-satunya kawasan penghasil sarang burung walet yang menghasilkan sarang lebih dari 1 ton yang tersisa di Kalimantan. Kawasan kars lain sudah tak lagi menghasilkan sarang walet dalam hitungan ton, bahkan hanya di bawah 10 kilo saja. Hal itu tentu didukung oleh keadaan hutan tropis basah yang masih dalam keadaan sangat baik, di hutan yang tidak terbakar karena 'disembunyikan' oleh kars yang menjulang.

Setidaknya, hasil dari *Rapid Biology Survey* di tahun 2004, para peneliti P2 Biologi LIPI menyimpulkan bahwa kawasan ini adalah kawasan yang paling tinggi keragaman hayati karsnya. Dan, sejak 2004 sampai saat ini belum banyak berubah kondisi ekosistem karsnya. Tentunya kawasan ini masih banyak menyimpan 'cerita' ekosistem jutaan dan ribuan tahun lalu, baik endokars maupun eksokars.



89 jenis burung,

kemudian sedikitnya 17 jenis kelelawar dan 14 jenis ikan ditemukan pada kawasan kari pedalaman Berau. Data itu hanya diambil pada satu lokasi saja, yaitu Danau Tebo, danau kars di puncak Batu Mapala. Sejak dibukanya lahan-lahan sawit baru (pasca 2010), Danau Tebo direjeki Rusa Piyau. Danau Tebo memang terencil bagi manusia.

4 kampung

Dayak Lebo mengelilingi kawasan Kalai-Merabu-Mapala, yaitu Kampung Merapien, Kampung Merabu, Kampung Panaan dan Kampung Tintang-Mapala. Kampung Tintang-Mapala sudah sejak 1985 ditinggalkan penduduknya karena musim kering yang berkepanjangan (elek El Nino).

37 gua

di kawasan ini tercatat berpenghasilan sarang burung walet putih dan hitam. Gua Kolat dan Gua Kanggasan primadonanya : menghasilkan lebih dari 1 ton per 40 hari.

Namun sampai kapan? Bila tak ada kontrol apapun dari PEMDA. Perlu terobosan kebijakan dalam pengelolaan nira-burung walet.

Fenomena lain yang 'mempesona' pelintas tradisional adalah tegalan pada lembah kars dan bagian terendahnya bisa dipenuhi air. Ilmu kegoaan menyebutnya *polje*, atau diterjemahkan menjadi tegalan.

Tegalan karst adalah hamparan yang membentuk lembah hasil dari karst yang terlarut berjuta tahun, dan mempunyai sistem aliran air sendiri, baik di permukaan maupun di bawah tanah. Tegalan ini biasanya terdapat pada tipe Menara-Karst, dan contoh terbaik ada di kawasan Menara-Karst Merabu ini.

Pada musim hujan air bisa membanjiri seluruh tegalan, pada musim kemarau bisa hanya menjadi kolam. Kolam yang bisa 'bocor' ini oleh orang lokal disebut *tebo*. Fenomena tegalan bisa jumpai di gunung Gergaji, Tondoyan dan Mepulu (Di peta ditulis Gunung Bongkok). Gunung Mepulu mempunyai tegalan terdalam dan terluas, dikenal dengan nama Danau Tebo. Pada peta di puncak gunung Tondoyan tampak ada tegalan, namun belum pernah di survey.

Karst Merabu pada peta geologi merupakan formasi Telen yang merupakan formasi gamping tertua Pra-Tersier (Yura-Kapur) di Cekungan Kutai, berbeda dengan Gunung Kulat dan Gunung Mapulu yang merupakan gamping yang lebih masif dan terumbu dari jaman Tersier. Jadi tipe batugampingnya berbeda dan umurnya pun berbeda.

Di lapangan perbedaan itu tampak pada bentuk puncak-puncak karstnya: Gunung Mapulu dan Gunung Kulat bertipe Menara Karst dengan julangan khasnya. Sedang kawasan Merabu berbukit-bukit saja, walau tingginya sekitar 50 meteran, namun tidak ada yang mencapai 100 meter.

Kawasan Merabu persis berada di antara kedua gunung pada sisi baratnya. Menara Karst tampak lebih besar, lebih tinggi dan mungkin yang paling spektakuler daerah. Ini mencakup area seluas sekitar 300 km². Gunung Mapulu, bagian utara massif dalam bentuk mangkuk besar, di tengah-tengahnya terdapat sebuah danau besar, yaitu Danau Tebo. Puncak-puncak menara mencapai tinggi antara 400 dan 600 m, titik tertinggi di utara mencapai 940 m. Gunung Kulatnya di sebelah selatan menjulang sampai 1020 meter untuk titik tertingginya.

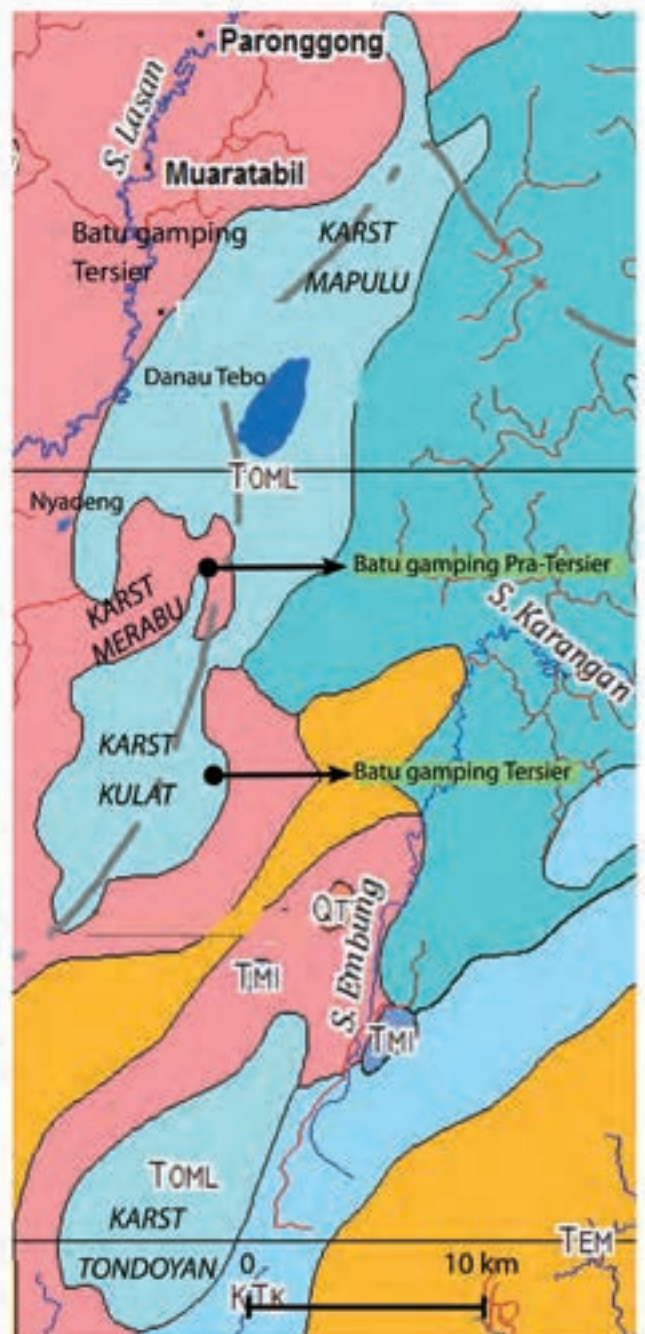
3.2 Epikars dan Perikars

Kawasan Merabu secara umum berupa bukit-bukit gamping, yang jelas menunjukkan gejala karst.

Sehingga bisa dikelaskan sebagai Bukit Karst. Titik tertinggi mencapai 90 meteran, namun pada bukit yang menjelang Menara Karst, tampak kemudian meninggi lebih dari 100 meter.

Terdapat fenomena kolam karst yang diisi oleh mata air dengan debit yang besar. Kolamnya mempunyai kedalaman 40 meteran, melewati di bawah muka air sungai Lesan. Kolam yang jernih ini dinamakan Telaga Nyadeng.

Sebaran Formasi Lebak mendominasi komposisi batugamping kawasan Sangkulirang-Mangkalihat, kecuali Karst Merabu, yang berada di atas Formasi Telen. Perbedaan ini nampak di lapangan, bila Formasi Lebak di Sangkulirang-Mangkalihat membentuk Menara Karst, sedang Telen membentuk Bukit Karst.



Mata air dan sungai-sungai kecil keluar masuk bukit-bukit karst ini. Tanah di antara bukit-bukti ini relatif datar dan sangat berhutan bagus. Pohon pohon jenis Meranti lurus dan cukup rapat. Banyak pula terlihat kayu ulin yang besar dan tinggi.

Pada musim penghujan tanah datar ini pada banyak bagian terendam air setinggi mata kaki, dan rawa-rawanya akan menjadi kolam setinggi 1-2 meter. Anak-anak Sungai Kelay seperti Sungai Ingau, Sungai Melangan, Sungai Bloyot dan Sungai Soan tampak berkali-kali menembus batu dan bukit karst.

Luas Kars Merabu lebih kurang 8,000 ha. Secara topografi merupakan dataran rendah di sempadan Sungai Lesan, serta dataran karst dan perbukitan karst. Dataran dan perbukitan karst mengeluarkan sungai-sungai kecil yang kemudian mengalir ke Sungai Lesan.

Pada dataran itulah banyak dijumpai telaga karst, *laruk* (kolam karst) dan *pesu* (rawa-rawa karst). Jejak babi dan rusa tampak jelas di sana sini menjejak di tanah pesu yang lembek. Hutan yang lebat di atas rawa-rawa, membuat burung berkicauan bersautan bergantian tak hentinya pagi-malam.

Burung-burung ini memang banyak hidup di hulu hulu sungai karst, burung-burung itu disebut *Pempulu*. Konon kampung Mapulu juga diambil dari daerah yang banyak burung-burung *pempulu* nya, yaitu di Sedepan Tintang-Karangan.

3.3 Endokarst

Bukit-bukit Karst Merabu walaupun 'tidak-besar', namun tetap mempunyai beberapa gua yang panjang, rumit dengan galeri-galeri cukup tinggi bisa mencapai 20-30 meter. Contohnya Sedepan Bu, Aremam Bata, Liang Kal dan Gua Kabilak. Ornamennya sangat indah dan beragam. Selebihnya merupakan gua-gua pendek dan ceruk-ceruk saja. Terdapat ceruk yang besar dan luas yaitu Liang Kecabe, tempat banyak lungun (peti mati Dayak) ditemukan.

Kawasan perbukitan karst Merabu adalah kawasan yang paling banyak mempunyai 'sedepan' atau *resurgence*. Terdapat sedepan yang besar seperti Gua Sedepan Bu dan Gua Sedepan Soan, lalu terdapat pula yang kecil namun cukup panjang misalnya Sedepan Ketep, Sedepan Bloyot, Sedepan Liang Belanda, Sedepan Tutungan Kalang.

Sedepan dimana-mana muncul dari gua-gua Merabu. Kawasan ini merupakan kawasan yang mempunyai banyak mempunyai sedepan atau *resurgence*, dan bila musim hujan banyak gua-gua sedepan dapat terisi penuh oleh air yang bersuhu 'sejuk' sekitar 22° Celcius. Salah satunya seperti di bawah ini : Sedepan Ketep (Foto : Z0na, 2012)





Masyarakat Merabu memang dibesarkan dengan sungai-sungai kecil yang keluar dari sedepan itu, tidak heran bila nama Merabu, berasal dari Menanga Bu (muara sungai Bu). Muara Sungai Bu adalah sungai yang berasal dari Sedepan Bu. Kono leluhur orang Merabu menggunakan gua-gua di hulu sungai, baik sebagai pemukiman ataupun pengu-buran.

Gua-gua di Merabu, tercatat sedikitnya 20 gua yang diambil sarang waletnya, umumnya sarang-hitam, (sarang putih hanya di Lubang Ilas dan Lubang Liang Plus). Sekarang penghasilan sarang dari perbukitan Merabu sangat sedikit, khususnya setelah 1998.

Survey endokarst (gua-gua) di Karst Merabu belum jelas siapa pertama sekali yang melakukannya.

Bisul-bisul 'pop corn' banyak dijumpai pada dinding-dinding Bukit Karst Merabu, dan dijumpai pula memenuhi bentukan ornamen yang lain di lantai gua. *Pop corn* adalah gejala pertumbuhan pengkristalan dan penguapan yang sempurna berkali-kali selama jutaan tahun dari kalsium yang mengandung Magnesium-Aragonit. Kadang disebut juga semak multikoralit (Foto Zona, 2012).



1 akar popcorn
2 jarum/batang aragonit
3 gelembung hidromagnesium

Menurut catatan, pada tahun 1982 empat orang dari Perancis, yaitu: Michel Chassier, Jacques Marion, George Robert dan Arnoult Seveau mengeksplorasi kawasan ini (dan juga di Pengadan Tutunambo dan Ambolabung). Namun dalam kurun 30 tahun ini sebenarnya sangat jarang survey endokarst. Suatu saat, kawasan ini perlu disurvei sangat rinci, mengingat umur batuanya jauh lebih tua dari batugamping umumnya di kawasan Sangkulirang-Mangkalihat.

Speleoterm *pop-corn* atau bisul-bisul koral sangat mudah dijumpai di Bukit Karst Merabu. *Pop-corn* adalah kalsit ber magnesium-aragonit yang tumbuh berkali-kali di atas suatu formasi speleoterm yang lain. *Pop-corn* tidak tumbuh seperti stalaktit yang cenderung tumbuh karena gravitasi. *Pop corn* tumbuh seperti semak-belukar yang mempunyai 'akar' di dinding gamping dan kemudian berkembang 'mekar'.

TELAGA NYADENG

Lokasi

Lokasi mata air berjarak empat km dari desa Merabu, dan diperlukan menyewa ketinting untuk menuju kesana, lama perjalanannya sekitar satu jam. Letak mata air Nyadeng di dataran sepandan sungai yang sudah sedikit masuk ke hutan.

Mata air Nyadeng berwarna biru muda kehijauan. Menurut informasi dari bapak Par (guide) mata air Nyadeng pernah diukur kedalamannya menggunakan Bambu mencapai 40 m. Debit aliran Nyadeng di hilirnya tercatat mencapai 707, 45 Liter/detik, suhu air 24 derajat di sedikit di bawah permukaan.

Deskripsi

Lantai telaga terlihat berupa batugamping, dan makin ke utara makin dalam. Warna air tampaknya berasal dari plankton-plankton yang hidup di air berkadar kapur tinggi. Umumnya membuat warna air biru kehijauan. Kecerahan air cukup baik tampak ikan-ikan di kedalaman 2 meter masih terlihat hilir mudik.

Telaga Nyadeng merupakan cekungan (dan mungkin juga amblesan) di kaki Menara-Karst. Cekungannya tampak terisi dari mata-air karst yang muncul dari dasar telaga. Jadi tidak terisi penuh oleh air hujan saja. Mata air itu pelan-pelan mengisi airnya sampai keadaannya seperti sekarang ini. Mata-airnya tampaknya berdebit tinggi, sehingga dapat



Telaga Nyadeng berair jernih biru kehijauan, dan terasa dingin,. Sumber air diduga berasal dari mata air karst di telaga. Sistem air bawah tanah pada batu gamping seperti ini menunjukkan salah satu indikasi batuan karst (foto : Zona, 2012).

'mencerahkan' air. Sumber mata-air nya berasal dari gunung karst Mapulu yang menjulang sudah 100 meter dekat Telaga ini.

Telaga ini kemudian meluapkan airnya menjadi sungai kecil (Nyadeng). Dari sejumlah tuturan penduduk tentang sifat air di Nyadeng, menyatakan bahwa air hujan tidak pernah secara nyata mengkeruhkan telaga, dan ketika musim kering Telaga ini tidak pernah surut ketinggian airnya. Suhu rata-rata 24 derajat celcius, sebagian besar tepian telaga terlindung oleh pepohonan.

SEDEPAN BU

Lokasi

Muara gua ini berada di lereng bukit, kira-kira 10 meter dari permukaan sungai. Titik muara gua paling barat berjarak sekitar 3,5 Km dari desa Merabu dan dapat ditempuh dengan berjalan kaki selama 1 jam melewati hutan dan beberapa sungai kecil, menjadikannya perjalanan yang cukup menarik.

Konon gua-gua di sekitar Sungai Bu adalah tempat nenek moyang masyarakat Merabu tinggal. Gua ini juga tampak bersarang walet, beberapa konstruksi bambu terlihat ditinggalkan pemetiknya.

Deskripsi

Tepat di bawah muara gua terdapat sungai bawah tanah yang mengalir ke permukaan melalui sy-

phon di salah satu lorongnya. Muara gua berupa slope yang berhenti di sebuah ruang yang besar. Memiliki lorong yang cukup panjang, dan di ujung lorong terdapat 1 muara lagi.

Ornamen-ornamen gua yang ditemui cukup banyak dan beberapa sangat besar. Biota yang ditemui antara lain : kelelawar, jangkrik, walet, udang dan ikan. Sering dimasuki penduduk untuk mencari sarang walet, dan terdapat beberapa vandalisme berupa coretan di dinding gua.

Pada salah satu ruang setelah berliku mengikuti sungai, terdapat sumur sekitar 5 meter di sisi barat sungai. Pada titik ini sungainya makin dalam dan berlumpur. Pada beberapa kelokan harus naik ke atas karena sungai membentuk siphon.

Gua ini sudah dipetakan oleh tim George Robert, namun belum dihitung debit airnya, yaitu sungai bawah tanahnya ber-debit 46,39 l/detik dan sungai permukaannya ber-debit 113,55 l/detik.

LUBANG TEMBUS

Lokasi

Gua ini terletak pada lereng bukit, setinggi 30 meter di atas permukaan sungai. Untuk mencapai gua ini harus menempuh perjalanan kurang lebih satu jam, serta harus berhati-hati karena melewati jalur terjal serta batuan yg hanya menempel dan kayu-kayu lapuk.



Seoropon Bu pada beberapa bagian gampangnya menghitam, juga stalaktit dan stalakmitnya (Foto : Zona 2012).

9 kilometer

lebih lorong-lorong gua telah dipetakan oleh para penelusur gua, dari Indonesia, misalnya Pindi, Zona, Rahmadi dan Nico, dari Perancis, misalnya G Robert, A Seveau, M Chastier.

Masih 'panjang' lorong lorong Merabu untuk dipetakan, namun setidaknya perlindungan dapat didahulukan.







Batu Lintang di Gua Tembus (foto: Zoni, 2012)

4,5 juta ekor

walet membutuhkan 5 ton serangga perhari. Serangga sebanyak itu hanya dapat dihasilkan pada hutan heterogen yang bertajak pohon besar yang saling bertaut.

Pembuat kebijakan pengelolaan sumber daya alam di Kalimantan sering lupa bahwa yang menyebabkan walet membuat sarang walet menjadi sumber PAD yang 'banyak' adalah hutan tropis yang bagus.





Deskripsi

Gua memiliki ruangan cukup luas dan tinggi serta lorong yang bertingkat. Gua ini memiliki sedikit keunikan, karena pada lorong yang di bawah terdapat satu blok yg di penuh lumut hijau. Gua-gua pada level dua (20-30 meter di atas permukaan sungai) tidak mempunyai sungai, namun tampak disana-sini tetesan stalakmit. Pilar-pilarnya besar dan tinggi, di beberapa tempat tampak stalakmit yang besar dan tinggi, namun berhenti tumbuhnya karena tetesan airnya berhenti.

Pada beberapa lokasi oksigen terasa tipis. Lorong atas mempunyai dua muara yg saling berdekatan. Kedua lorong ini tidak sempat dipetakan. Untuk biota seperti jangkrik gua serta lipas tanah banyak terdapat di gua ini. dipetakan.

SEDEPAN KETEP

Lokasi

Sedepan Ketep dapat dicapai sekitar 20 menit dari Gua Kabila, dan merupakan sungai keluar yang terletak di kaki bukit karst. Untuk mencapai liang ini harus menempuh perjalanan kurang lebih satu jam sebelum kami mencapai gua ini kami harus melalui rawa-rawa, dan menyebrang berkali-kali anak sungai, Pada sekitar muara kebetulan sedang menjadi sarang semut api hitam, dan juga serangan agas.

Deskripsi

Sedepan Ketep merupakan persimpangan, karena berada di suatu celah antara dua bukit karst. Muara gua berlumpur dan banyak dijumpai tanaman pakis. Lorongnya tampak jelas garis air tertinggi berada 1 meter di atas permukaan sungai-gua, sehingga tampaknya jika saat musim hujan di daerah

ini merupakan genangan air / rawa-rawa.

Selama pemetaan sering terlihat ikan seluang, udang-udang kecil, dan tak jarang ikan lais juga kerap terlihat. Di tengah gua terdapat tumpukan batu karena runtuh dari atas yg meghalangi aliran air. Gua berakhir pada sump, dan tidak bisa d lanjutkan tanpa alat yang memadai.

GUA KABILA

Lokasi

Terletak di atas sungai Bloyot dan masih satu sistem dengan gua Huarto (nama lokanyanya lubang bloyot). Dapat dicapai 2 jam perjalanan dari



15 sungai

minimal keluar dan menerobos bukit-bukit karst pada kawasan Merabu. Sungai-sungai ini kemudian mengalir ke Sungai Lesan dan menghulu ke Sungai Kelai.

Sungai adalah dasar utama wajah peradaban Kalimantan. Khususnya pada kawasan karst, maka selain sungai, gua-gua karst menjadi hunian bagi peradaban pertama Kalimantan, jauh sebelum kaum Austronesia datang.

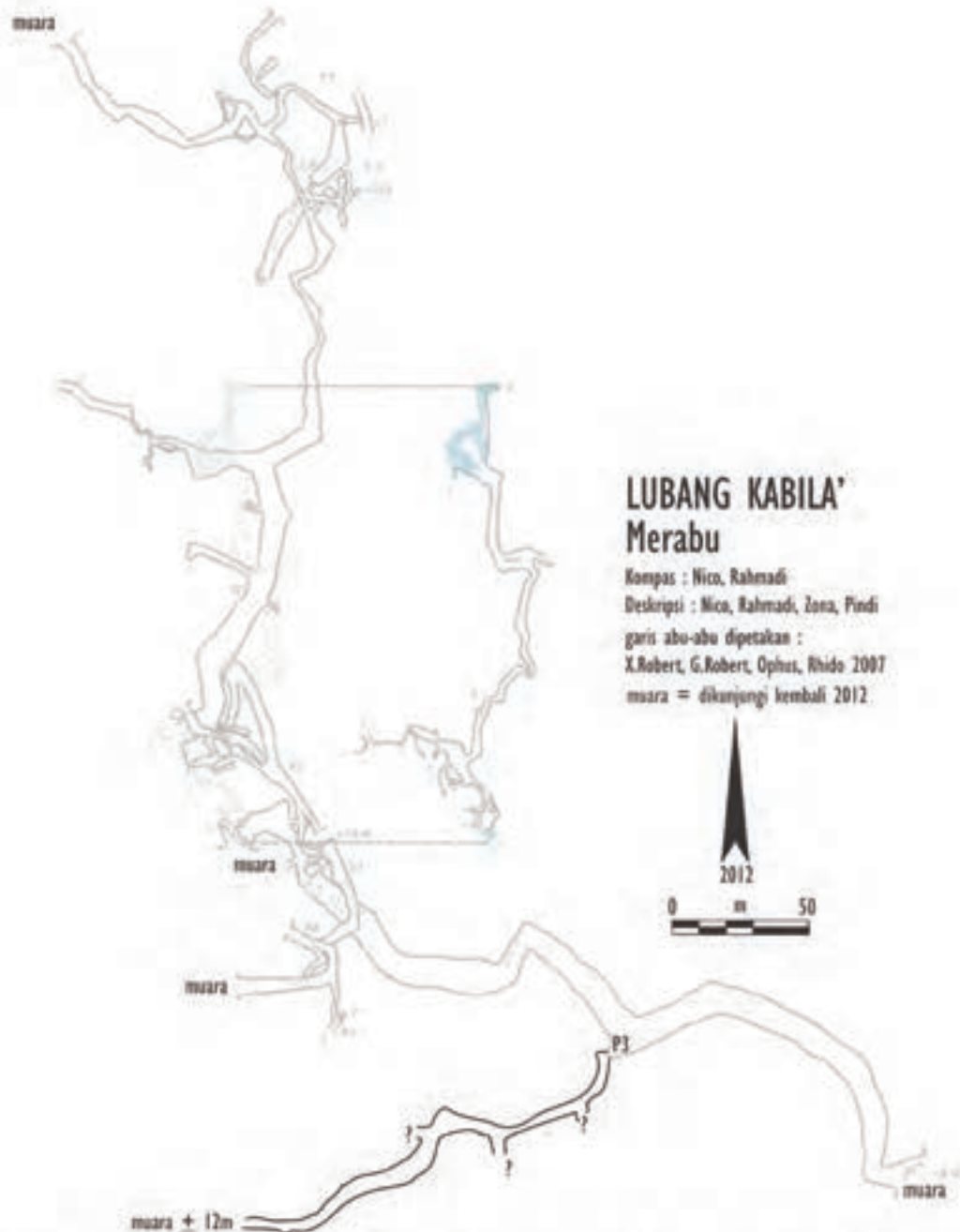
1000 kilogram

barang walis masih dibersihkan dari gua-gua sekitar Meratus-Kulit, per 40 hari.

Setahun dapat mencapai 16-18 ton barang walis dipanen. Namun sampai saat ini belum ada peraturan yang jelas untuk tata-laga walis. Semua hanya ingin memanen tidak ada kewajiban untuk memelihara permiaannya.

Maka suatu saat salah satu permiaaan teresa Kalimantan ini akan patah dan tinggal reruntuhan saja.





Peta Kabilak yang dibuat penelusur Perancis (G.Robert) dan kemudian ditambah lorong baru pada 2012. Gua ini merupakan terpanjang di Bukit Merabu.

Merabu. Ketika sampan Sedepan Bloyot menyebrang Sungai Bloyot ke arah kiri, dan naik ke lereng 20 meteran untuk menggapai muara-muara Kabilak.

Deskripsi

Gua Kabilak memiliki banyak muara gua, lorongnya bercabang-cabang dan berkelok-kelok. Pada saat dijelajahi kembali 2012, ditemukan tiga muara baru yang belum terpetakan George Robert dan kawan-kawan ekspedisi Perancis tahun 2007. Juga terdapat beberapa lorong baru, namun tidak sempat dipetakan. Biota umumnya kelelawar dan

jangkrik gua.

Gua Kabilak mempunyai banyak stalaktit dan stalakmit, pada satu segmen tampak stalaktit-stalaktit tergeletak di tanah seperti yang pernah patah. Orang lokal menyatakan itu kuburan batu nenek moyang. Galeri ini disebut Lorong Lungun oleh penduduk. Lorong Lungun merupakan jalur utama menuju lorong-lorong lain di kedalaman gua.

Lorong atas yang diabaikan penelusur Perancis berhasil dipetakan, namun belum dapat disatukan dengan peta lama. Lorong paling bawah mempunyai sungai yang mengalir perlahan.

Lorong paling utara lebih rumit dari lorong selatannya. Terdapat pula sebuah ruangan yang mempunyai lorong di atas dinding, diperlukan temali untuk menggapainya. Beberapa muara berada di tengah tebing bila di lihat dari luar.

AREMAN BATA'

Lokasi

Berada pinggir sungai dan terletak di kaki bukit pinggir sungai Soan. Dari Liang Kabilak dapat ditempuh 30 menit. Ini merupakan gua Walet yang diwariskan turun temurun, sekarang dimiliki oleh Pak Senen.

Deskripsi

Gua ini lebih berupa kubah, dengan ruangan utama dapat mencapai tinggi 50 meter ; memiliki 6 muara, dan ruang-ruang dengan runtuhnya batu yg cukup banyak. Biota yg dapat ditemui antara lain kelelawar, walet, scorpion, dan jangkrik.

Total panjang goa ini berdasarkan survey adalah 671.65m. goa ini jg pernah di jelajahi oleh tim dari Perancis pada tahun 2007.

GUA GALUNGAN

Lokasi

Terletak di sebelah timur gua Arman bata. Berada di kaki bukit dan satu bukit dengan Lubang Momo, tim Perancis menyebut gua ini sebagai Gua Penyalepa.

Deskripsi

Gua memiliki dua muara, dan merupakan gua horizontal. Terdapat beberapa lorong vertikal di dalamnya, namun tidak dalam. Beberapa ornamen terlihat tumbuh cukup baik disini. Terdapat juga banyak lumpur di salah satu lorongnya. Biota yg ditemui kelelawar dan jangkrik.

LIANG MOMO

Lokasi

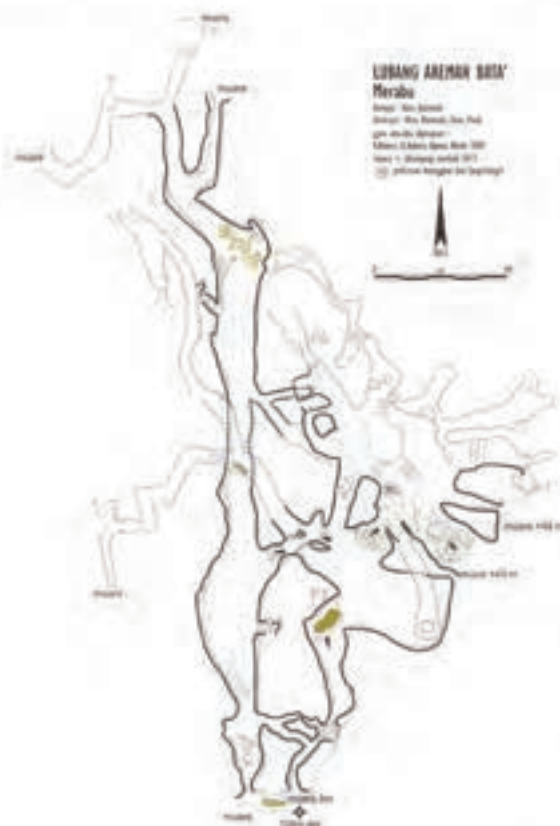
Liang momo juga merupakan gua yg dimiliki oleh bapak Senen yg merupakan salah satu team dari kegiatan ini. Untuk mencapai gua ini kami harus melewati hutan selama 15 menit di lanjutkan medan terjal dan berbatu tajam selain medan yg berat kami juga harus berhati-hati karena selama perjalanan menanjak banyak terdapat batu lepas dan hanya menempel pada batu yang lain.

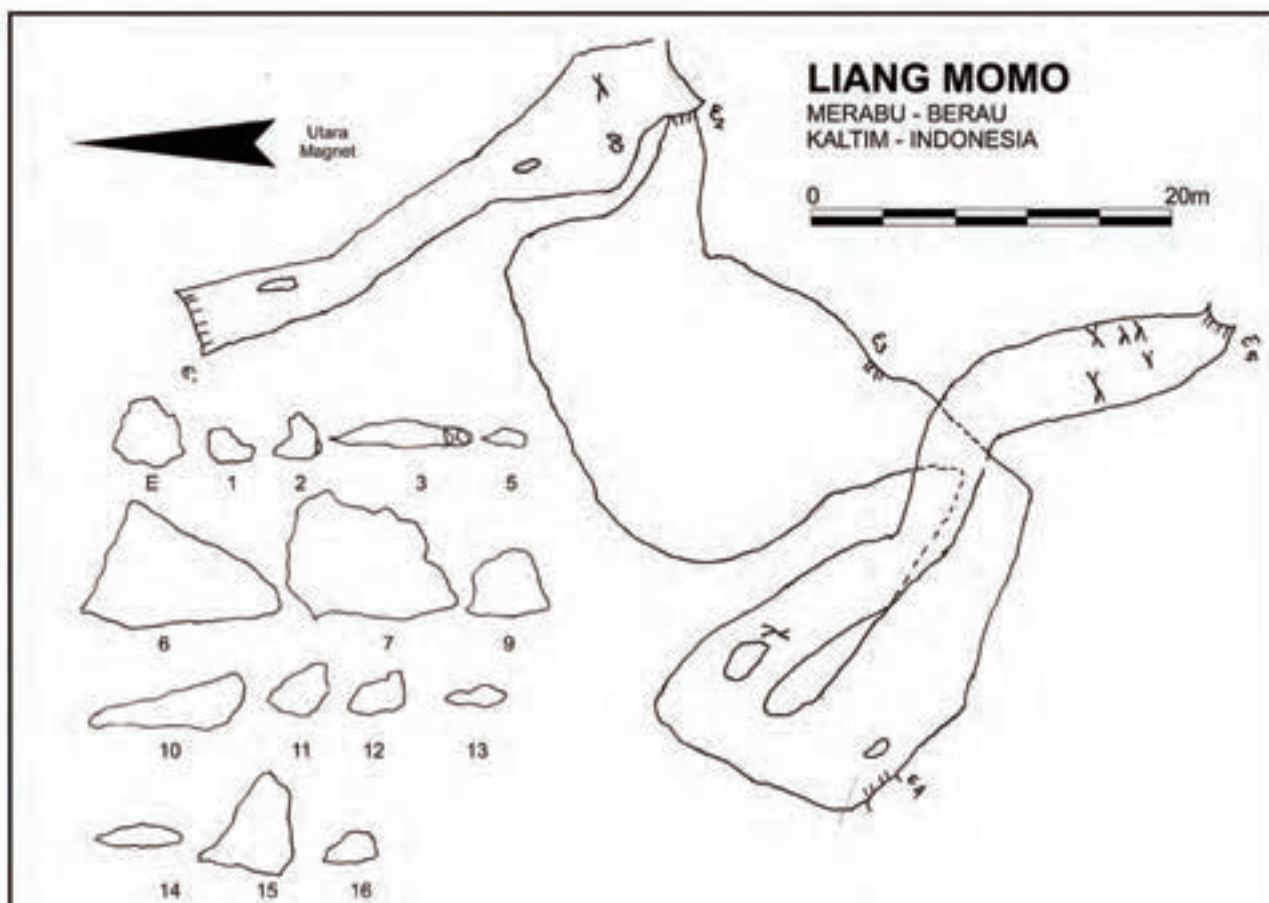
Deskripsi

Liang momo terletak di lereng bukit dan liang momo ini memiliki lima muara, Sesampainya di muara pertama yang merupakan satu-satunya muara yg bisa di akses, terdapat sarang lebah madu yang 2 bulan lagi siap dipanen oleh bapak Senen.

Setelah sampai di muara ke -2 kami harus berhati-hati karena langsung menghadap ke jurang, di muara ke-2 ini kami terpesona akan bentang alam Menara Karst Kulat yang menkrucut dan sejenak team beristirahat sambil menikmati bentang alam karst yang sangat menakjubkan ini.

Untuk melewati lorong dari muara 2 ini kami harus merayap sejauh 10 meter karena atap lorong yang rendah dan dilanjutkan dengan ruang yg berdiameter kurang lebih 7 meter dan terdapat muara ke 3 yg tidak dapat dicapai karena diameter muara kecil. Tidak jauh dari muara ke-3 terdapat muara





ke-4 dan kami pun beristirahat sejenak disini. setelah tenaga sudah terkumpul kembali, kami pun melanjutkan mapping, sekitar 50 meter dari muara ke-4 terdapat muara ke-5. Selama perjalanan menuju muara ke-5 ini kami harus jalan jongkok sambil menikmati stalagtit, stagmit dan pilar yg kecil. Setelah sampai di muara, kami sedikit di kaget kan karena di ujung gua ini terdapat tulang kera yg masih ada bulu. Setelah kami tanyakan kepada pemilik gua, kera itu adalah sisa makanan dari macan kecil dan dari sinilah liang momo dinamakan yg berarti liang macan.

Liang Momo gua fosil pada ketinggian 30 meter di atas sungai sekarang (Foto : Zona, 2012).



LOKASI-LOKASI LAIN

SEDEPAN HUANG

Merupakan salah satu sungai yang mengalir di wilayah Merabu. Airnya sangat jernih, terletak 150m disebelah barat gua Arman Bata. memiliki debit air sebesar 124,3 l/s.

LIANG KECABE dan GUA HARTO

Liang kecabe sebenarnya adalah sistem gua yang mencakup satu bukit penuh. Liang ini penuh dengan lubang-lubang dan lorong. Lubang atau muara di bagian Selatan pernah dipakai kuburan (lungun) orang dayak dahulu.

Yang tersisa adalah dua kuburan anak kecil dan satu orang dewasa. untuk kuburan anak kecil, di dalam peti terdapat kain serta benda-benda kesayangannya samasa hidup dan untuk peti orang dewasa terdapat mata kapak, guci kecil yg terbuat dr logam.

Peti mati dan kuburannya diduga terdapat benda-benda berharga tapi sudah hilang di ambil orang-orang yang berburu harta peninggalan zaman dulu.

Pada Goa Harto ditemukan gambar cadas prasejarah yang tampaknya terkait erat dengan gambar-gambar prasejarah di Sangkulirang-Bengalon. Umur gambar diperkirakan 5000 sampai 10.000 tahun lalu.

2A.4 Sosial Budaya

Liang Kecabe juga mempunyai gambar-cadas, namun gambar-cadas yang lebih signifikan ditemui di Liang Kabila dan Liang Pindi-Deux. Gua-gua di pegunungan batu kapur di Merabu selain dikenal dengan hasil sarang burung walet juga ditemukan beberapa peninggalan prasejarah berupa gambar-gambar di dinding gua dan kubur batu.

Gua-gua sarang waletnya menjadi bagian dari penghasilan utama desa Merabu sampai 1980-an. Sayangnya kemudian gua-gua walet dilelang tanpa memperhatikan wilayah adat dan sejarah kepemilikan sumber daya alam.

Pada kawasan batugamping di Merabu sejak ratusan tahun dipergunakan sebagai tempat menyimpan peti mati (*lungun*). Lungun-lungun ini ada yang sangat mewah (dibuatkan rumah-rumahan), mempunyai bekal kubur yang sangat banyak; ada juga yang sederhana saja. Selain Liang Kecabe ditemukan juga Liang Keteban.

Bekal kubur yang melimpah ini sering menjadi sasaran empuk para penjarah lungun, khususnya yang dilakukan para pendatang dan pemburu benda antik era 1980-an. Barang-barang itu sering tampak dijual di pasar barang antik di Balikpapan atau Samarinda.

PERSPEKTIF ARKEOLOGI

Sisa-sisa budaya kubur lungun yang masih ada adalah peti-mati kayu-ulin (*lungun*), gerabah hitam kecil, perhiasan, tempat sirih, alat berburu (mandau, sumpit, tombak, kampak, mata kail), alat memasak (panci, katel, panci gaya Belanda), perhiasan (gelang, kalung, piring dan mangkok porselen Cina), kain-kain batik juga tampak sisanya.

Potensi arkeologi ini dapat dikembangkan menjadi potensi wisata-budaya, khususnya wisata lungun dan wisata gambar-cadas prasejarah.

POTENSI LAIN

Potensi Hidrologi (air-bersih) merupakan potensi yang dapat diangkat dari Merabu, mikrohidro telah dicoba. Terdapat banyak gua-sedepan (air keluar) dan mata air kars, diantaranya Telaga Nyadeng, Sedepan Bu dan Sedepan Ketep.

Arah Matahari sangat penting bagi situs yang bergambar-cadas. Seperti di Bengalon-Sangkulirang relatif gua-gua yang menghadap timur atau barat digambari. Inzet: Imaji-imaji yang ditemukan di Gua Harto (Foto: Pindi, 2012)





9 situs

ditemukan sedikitnya di kawasan Bukit Karst Merabu yang tidak luas. Situs-situs ini ada yang berupa gambar-cadai prasejarah (10.000 tahun : 4 situs) ; situs hunian (2) ; situs pemakaman lungus (3).

Liang-liangnya bila musim kemarau memang nyaman ditinggali. Beberapa liang konon pernah dipakai tentara Belanda bersembunyi untuk menghindari kejaran Jepang di tahun 1943 an. Diantara yang terkenal : Liang Belanda di pهلuan Bu.

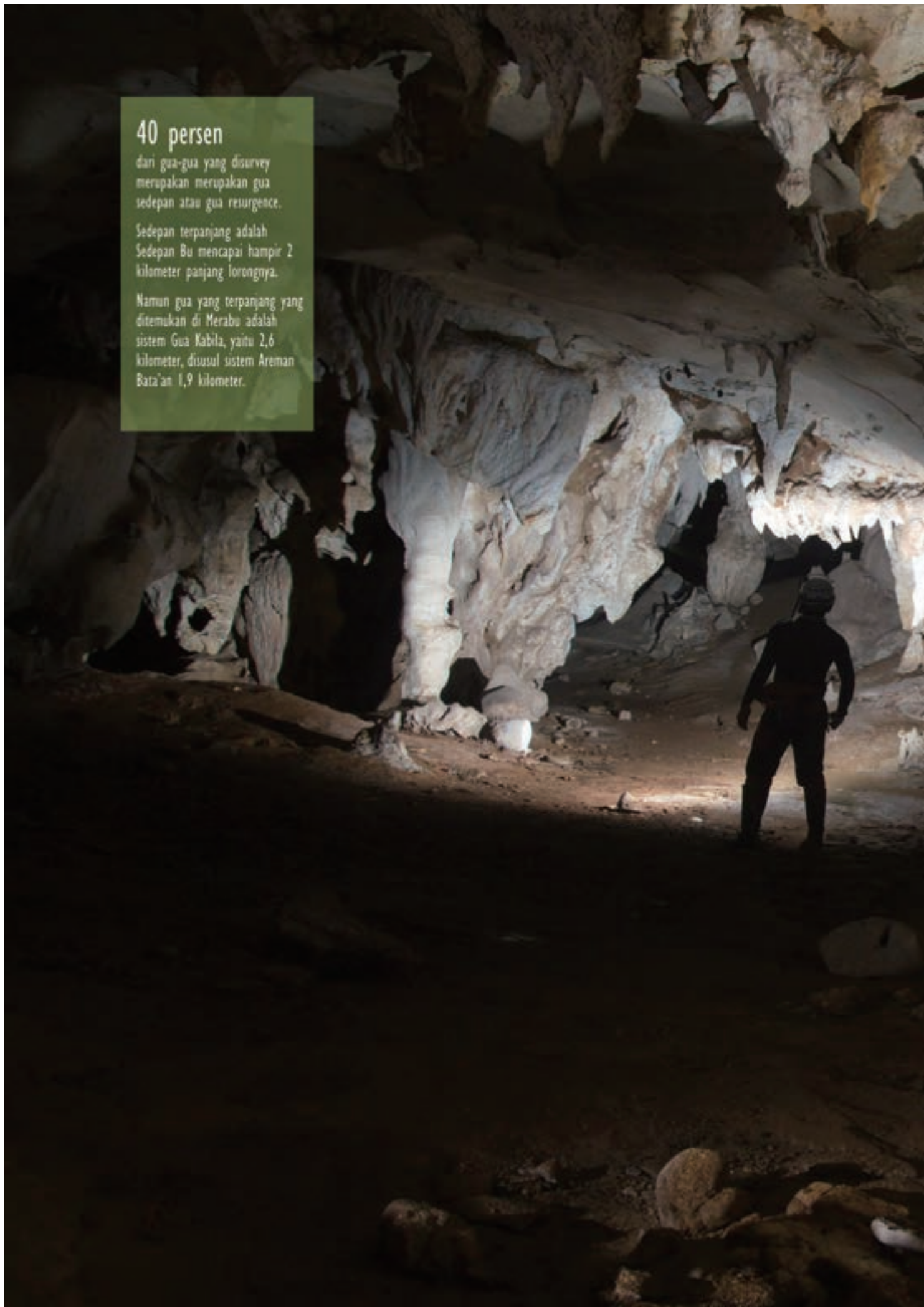


40 persen

dari gua-gua yang disurvei merupakan merupakan gua sedapan atau gua resurgence.

Sedapan terpanjang adalah Sedapan Bu mencapai hampir 2 kilometer panjang lorongnya.

Namun gua yang terpanjang yang ditemukan di Merabu adalah sistem Gua Kabila, yaitu 2,6 kilometer, disusul sistem Areman Bata'an 1,9 kilometer.





4 KARST KENDOLO

Kawasan Taman Nasional Kutai (TNK) mempunyai luas 198.629 Ha membentang di sepanjang garis khatulistiwa mulai dari pantai Selat Makasar sebagai batas bagian timur m mempunyai luas 198.629 Ha enuju arah daratan sepanjang kurang dari 65 km, di sebelah utara dibatasi oleh Sungai Sangatta, dan di sebelah selatan hutan lindung Bontang dan HPH PT. Surya Hutani Jaya. Kemudian di sebelah barat dibatasi oleh HPH PT. Kiani Lestari. Secara administrasi, Taman Nasional Kutai merupakan bagian dari Kabupaten Kutai Timur (80%), Kabupaten Kutai Kartanegara (17,48%) dan Kota Bontang (2,52%).

Taman Nasional Kutai menyimpan banyak keragaman biodiversitas khususnya dataran rendah yaitu jenis dipterocarpaceae seperti ulin yang khas di Kalimantan Timur. Vegetasi pantai didominasi tumbuhan jenis bakau (*Rhizophora* spp), sampai tipe hutan darataran rendah diantaranya meranti merah, pasak bumi, dan yang paling terkenal yaitu ulin. Tipe hutan pun bervariasi dari hutan pantai, hutan rawa air tawar [daerah sepanjang sungai], hutan kerangas [bukit sebelah barat teluk Kaba] dan hutan dipterocarpaceae campuran [bagian timur kawasan TNK]; dan hutan ulin yang mencakup 50% dari luas keseluruhan TNK.

Selain itu terdapat 11 dari 13 jenis primata Borneo; lebih dari separuh jenis mamalia Borneo serta 80 persen dari seluruh jenis burung di pulau Kalimantan. Kelompok primata yang berada di TNK misalnya Orangutan, Bekantan, Owa-owa, Klassi, Loris, Beruk ; kelompok ungulata misalnya Banteng, Rusa Sumbang, Kijang dan Kancil ; kelompok karnivora misalnya Beruang Madu, Harimau dahan ; kemudian kelompok reptilia misalnya Buaya Muara, Biawak, Buaya Senyulang ; dan kelompok aves tercatat 319 jenis burung yang mewakili 50% dari seluruh jenis burung yang hidup di Kalimantan.

Yang tidak banyak diketahui dari TNK adalah kawasan gampingnya, survey di tahun 2012 menunjukkan Biodiversitas TNK menjadi lebih kaya dengan kehadiran biota dan ekosistem batuan gamping dan karst di Bukit Martadinata, Bukit Kendolo dan Gunung Mentoko. Air terjun air asin juga ditemukan di kawasan TNK, dekat Bukit Kendolo sekali lagi makin memperkaya keanekaragaman hayati dan non-hayati TNK.



80% burung,

yang ada di Kalimantan ditemukan hidup di Taman Nasional Kutai.

Burung adalah agen terbaik di dalam penghutanan kembali bekas-bekas tambang. Sehingga penghancuran TNK sama saja dengan memperlama penghutanan kembali tambang-tambang batubara beerukuran giga di sekitar Taman Nasional Kutai.

4 desa definitif

di dalam Taman Nasional Kutai mempunyai sekitar 25.0 jiwa, ditambah persoalan penyerobotan lahan di jalur trans Kalimantan, Taman Nasional Kutai n tekanan yang luar biasa.

Gampangnya pun mulai untuk digali dan Walet diambil sarangnya.



© Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015



Karst Kendolo mempunyai batuan Batuliat dan Batugamping. Punggung paralel dan sangat tertoreh berbukit-bukit. Terdapat beberapa gua, yang paling di kenal adalah Lubang Angin.

4.1 Taman Nasional Kutai

Kawasan Taman Nasional Kutai [TNK] mempunyai luas 198.629 Ha secara geografis berada pada koordinat $0^{\circ}7'54'' - 0^{\circ}33'53''$ LU dan $116^{\circ}58'48'' - 117^{\circ} 35' 29''$ BT. Taman Nasional Kutai merupakan salah satu kawasan pelestarian yang penting di Indonesia yang menyimpan keragaman biodiversitas dataran rendah yaitu jenis dipterocarpaceae seperti ulin yang khas di Kalimantan Timur.

Taman Nasional Kutai mempunyai 11 dari 13 jenis primata Borneo, serta 80 persen dari seluruh jenis burung di pulau Kalimantan. TNK mempunyai bentangan tipe vegetasi pantai yang didominasi bakau (*Rhizophora spp*), sampai tipe hutan daratan rendah diantaranya meranti merah, pasak bumi, dan ulin. Tipe hutan bervariasi dari hutan pantai, hutan rawa air tawar, hutan kerangas [bukit sebelah barat teluk Kaba] dan hutan dipterocarpaceae campuran [bagian timur kawasan TNK]; dan hutan ulin yang mencakup 50% dari luas keseluruhan TNK.

TNK diam-diam memiliki potensi keanekaragaman nirhayati yang berupa sumberdaya mineral seperti minyak bumi, batubara, pasir, dan berbagai jenis batuan, khususnya batugamping. Potensi keanekaragaman nirhayati ini tidak banyak terungkap secara luas, dan khususnya lagi potensi-potensi batugamping.

Puncak-puncak bukit gamping relatif berbukit landai dan tidak membentuk tebing-tebing karst.

Sehingga cenderung sebagai gundukan gamping. Potensi lain seperti sarang walet, juga diam-diam menjadi incaran penduduk setempat dan pendatang.

TNK dewasa ini memang ditekan oleh gemerlap batubara dan gas bumi, dan terutama tekanan dari dibukanya jalan trans Kalimantan Samarinda-Sanggata. Seperti berbondong orang-orang yang mengaku memiliki hal ulayat di tanah Kutai.

Ketegasan dan keseriusan belum cukup menangani banyak hal di lapangan. TNK harus dibantu pula oleh peningkatan jumlah jagawana. Walaupun secara Undang-undang No. 5 tahun 1990, taman nasional adalah kawasan pelestarian alam yang mempunyai ekosistem hutan asli, yang dikelola dengan sistem zonasi, namun kekuatan daya dukung pendanaan perlu diperkuat.

4.2 Epikars dan Perikars

Karst Kendolo mempunyai bentangan utara-selatan, namun arah guanya tidak serta merta memanjang utara-selatan. Berbukit-bukit dan tidak menunjukkan kecuraman yang ekstrim.

EKosistem gua-gua di Kendolo sedikit banyak dibantu oleh masih baiknya hutan-hutan di wilayah 'perikars'-nya. Ponor-ponor di puncak bukit karst berkumpul di satu tempat dan kemudiaian biasanya pada bagian bawahnya muncul gua-gua

dari bukit karst. Luas dan sebaran batugamping di Kendolo tidak melebar, namun rapih memanjang ke arah utara-selatan.

Menurut peta geologi Kalimantan Timur, letak gua-gua ini terdapat pada suatu wilayah batugamping yang tepisah. Gua Martadinata terletak pada batugamping bagian selatan, sedangkan sisianya terletak di bagian utara. Kedua formasi ini terpisah sejauh kurang lebih 1,5 km. Namun demikian, plot gua-gua daerah Teluk Pandan berada tidak pada daerah gamping. Hal ini menunjukkan adanya kemungkinan bahwa daerah karst sebenarnya lebih luas, namun permukaannya tertutup oleh batuan jenis lain.

4.3 Endokarst

Bukit-Karst Kendolo tidak mempunyai gua-gua yang luas, gua yang paling besar adalah Lubang Angin. Gua-gua lain tampaknya sulit dijelajahi karena muaranya sempit atau lorongnya sempit dan curam.

Gua-gua relatif basah dan beberapa gua ponor atau tempat air masuk, sehingga lorong di dalam guanya berlumpur dan berair.

Para jagawana menceritakan gua-gua yang menjadi tempat walet bersarang di daerah Martadinata dan Kendolo diam-diam diambil oleh penduduk. Namun sampai saat ini, tampaknya tidak terlalu signifikan jumlahnya.

GUA MARTADINATA

Lokasi

Berada di puncak salah satu bukit, gua ini memiliki 1 mulut dan 1 aven. Dapat dicapai dari Desa Martadinata menyusuri jalan kebun, dan kemudian jalan kaki dari kebun salak kira-kira 1 jam. Jalannya landai, hanya ketika mendekati batuan gamping mulai bertangga-tangga dan berbatu. Namun tidak ekstrim.

Deskripsi

Pada muaranya nyta terdapat runtuh batu. Dalam gua ini hidup banyak kelelawar, sehingga bau guano akan tercium saat memasuki mulut gua.

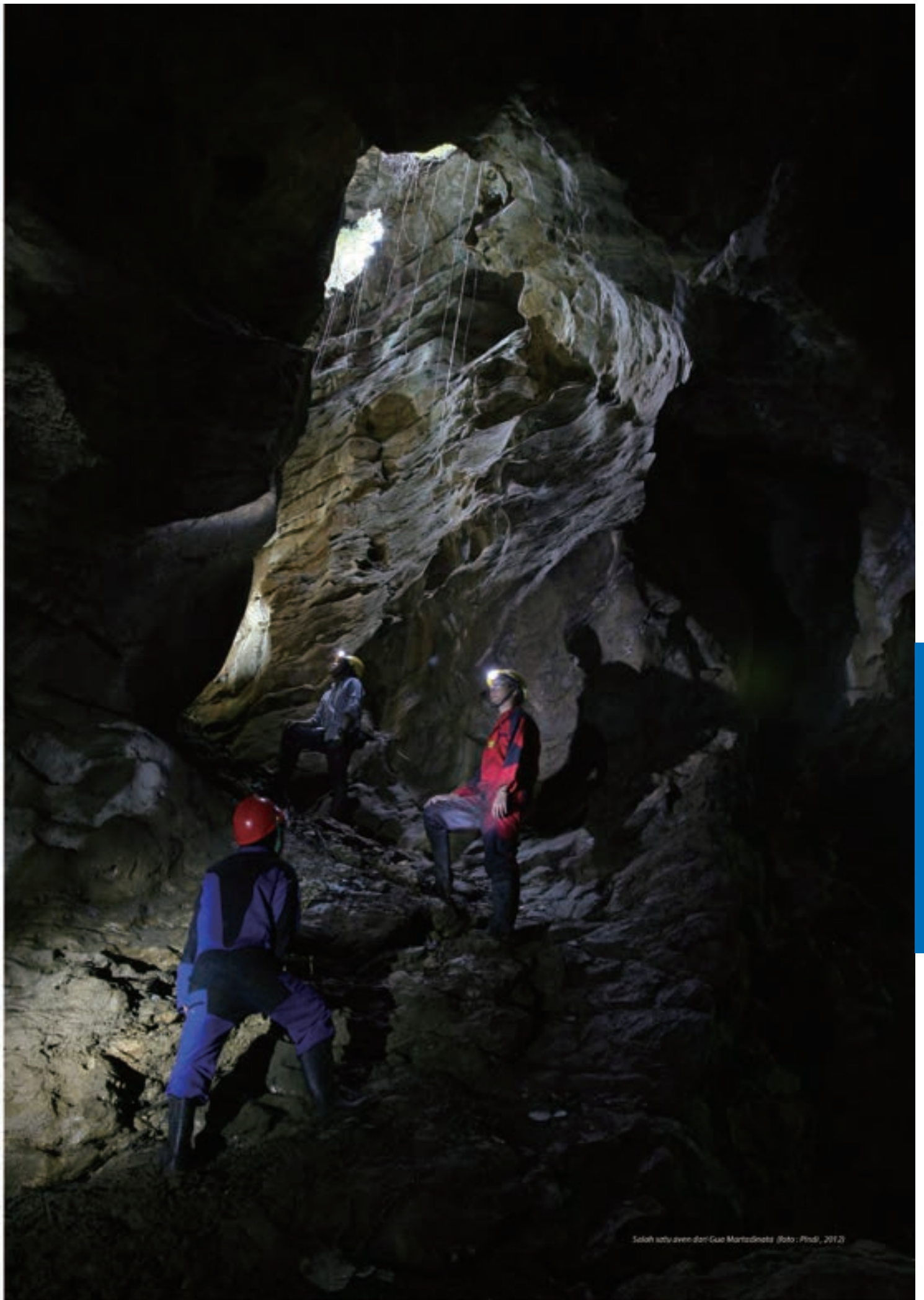
Sekitar 30 meter setelah mulut gua, terdapat genangan lumpur yang cukup dalam. Genangan ini diperkirakan terbentuk akibat lumpur serta

guano yang terbawa oleh air hujan yang mengalir masuk ke gua saat hujan dan kemudian mengendap di dalamnya. Saat kegiatan, tim mencatat ketinggian lumpur sampai setinggi dada, dan diperkirakan masih bertambah seiring pertambahan jarak dari mulut gua. Hal ini membuat tim tidak melanjutkan penelusuran.

Pada saat kegiatan, tim juga menemukan seekor ular timah yang sedang beristirahat di atap gua. Di sebelah barat dari gua ini terdapat sebuah ponor. Ponor ini berjarak sekitar 25 meter dari gua Martadinata dan terletak di sebuah cekungan kecil.

Sebaran Formasi Batugamping bercampur tanah liat merupakan hal yang nampak jelas di lapangan. Batugampingnya memanjang sampai hampir menyentuh Sungai Sangatta di utara.





Salah satu aven dari Gua Martinata (Foto: Pindi, 2012)



Gua Lubang Angin

Lokasi : Teluk Pandan, Kab. Kutai Timur, Kalimantan Timur

Tanggal : Oktober 2012

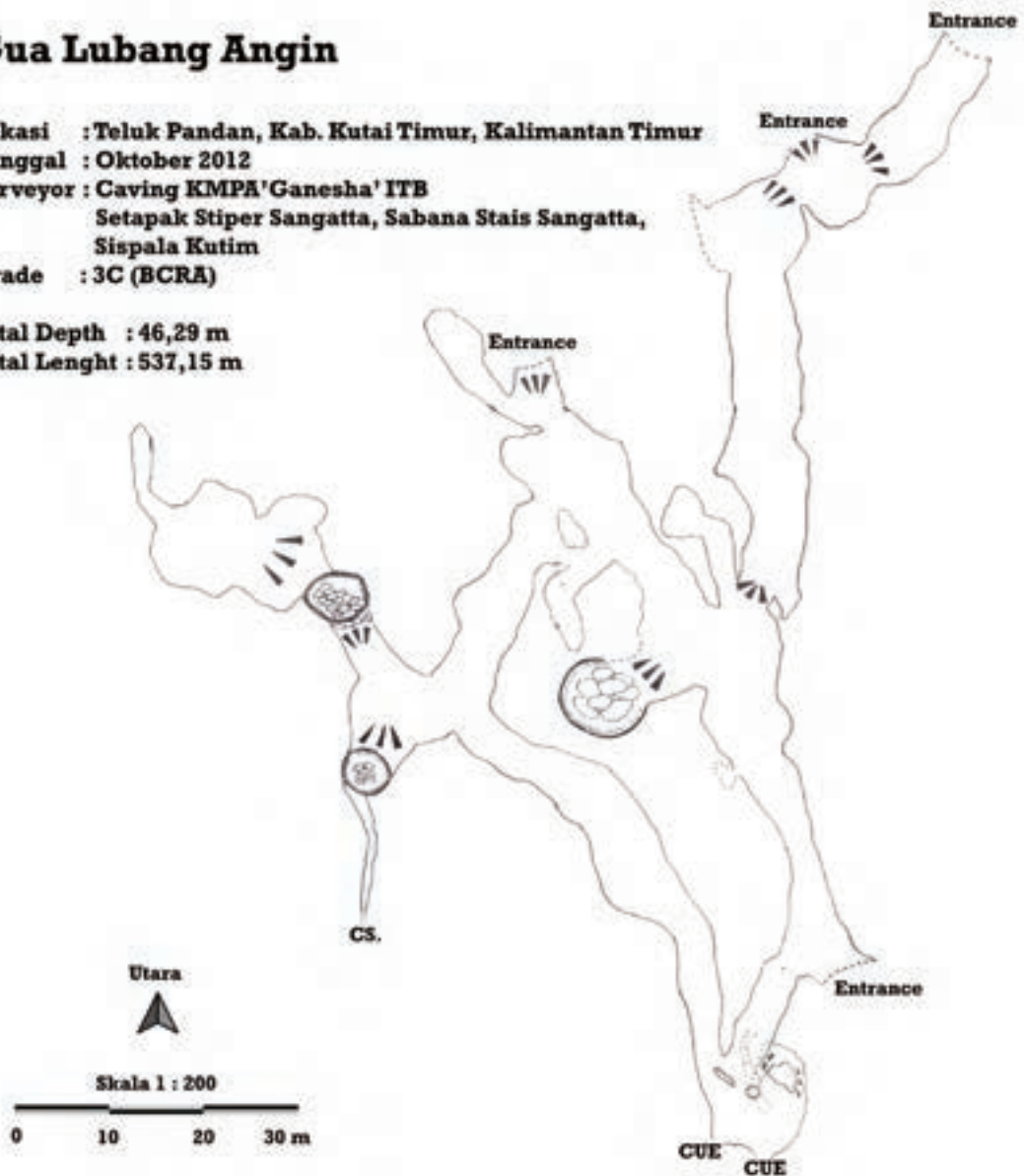
Surveyor : Caving KMPA 'Ganesha' ITB

Setapak Stiper Sangatta, Sabana Stais Sangatta,
Sispala Kutim

Grade : 3C (BCRA)

Total Depth : 46,29 m

Total Length : 537,15 m



◀ **Lumpur Debris dan Guano** memenuhi seluruh lorong martadinata (Foto Pindi, 2012).

LUBANG ANGIN

Lokasi

Lubang angin merupakan gua yang berdekatan dengan Gua Tengah dan Gua Tumpang. Namun tampaknya sistem Lubang Angin berdiri sendiri, sedang Gua Tumpang dan Gua Tengah saling berkaitan. Lokasi guanya cukup jauh, berjalan sekitar 4 jam dari ujung koral. Medannya bervariasi, namun umumnya tidak curam.

Stalaktit dan stalakmit di Lubang Angin menunjukkan bahwa gua ini sangat aktif pembentukan ornamen guanya (Foto Pindi, 2012).



Deskripsi

Gua ini merupakan gua dengan lorong-lorong cukup besar. Selain itu gua ini juga memiliki banyak lubang muara, sehingga angin berhembus dengan baik dalam gua ini. Alasan-alasan ini kemudian membuat kami memutuskan untuk membuat camp di bibir gua. Camp ini kami gunakan selama berkegiatan di daerah Teluk Pandan.

Sebagian besar gua ini dalam kondisi yang sudah tidak aktif dan menjadi fosil, namun pada tingkat terbawah dari gua ini terdapat aliran sungai bawah tanah. Aliran ini memiliki debit yang relatif kecil dan nampak tidak banyak berubah saat terjadi perubahan musim. Pada sungai ini ditemui udang dan kepiting. Aliran air sungai bawah tanah ini tidak terhubung dengan lorong gua yang ada di atasnya. Pada lorong utama dijumpai sebuah stalagmit besar yang masih hidup. Stalagmit ini masih terus mendapat suplai air yang menetes dari stalagtit di atasnya.

Gua ini memiliki tujuh muara yang kebanyakan terbentuk akibat runtuhnya. Lorong gua yang lebar memiliki banyak cabang. Terdapat beberapa aula pula pada gua ini yang ditinggali banyak kelelawar.

Tidak jauh dari gua ini terdapat sungai permukaan dengan debit yang tidak terlalu besar. Pada salah satu bagian sungai terdapat sebuah lubang (ponor). Ponor ini menjadi jalur dari air sungai tersebut, namun karena saat kegiatan belum banyak hujan yang turun, maka air sungai tidak mengalir ke ponor tersebut. Tersambung atau tidaknya air yang masuk lewat ponor ini dengan gua lubang angin belum bisa dipastikan, karena tidak ditemukannya aliran air yang kira-kira bersumber dari arah ponor sungai.

GUA TUNGGAP

Lokasi

Terletak tidak jauh dari gua lubang angin, sekitar 15 menit berjalan kaki. Medannya mudah dilalui.

Deskripsi

Gua ini merupakan gua horizontal dengan penggerusan air secara vertikal yang kuat. Ini mengakibatkan banyaknya lubang-lubang pada lantai gua ini. Bagian awal gua ini merupakan runtuhnya.

Tidak ditemukan ornamen yang masih aktif dalam gua ini, begitu pula dengan aliran air bawah tanah. Diperkirakan aliran air sudah turun ke tingkat



Gua Tumpang

Lokasi : Teluk Pandan, Kab. Kutai Timur, Kalimantan Timur

Tanggal : Oktober 2012

Surveyor : Caving KMPA 'Ganesha' ITB

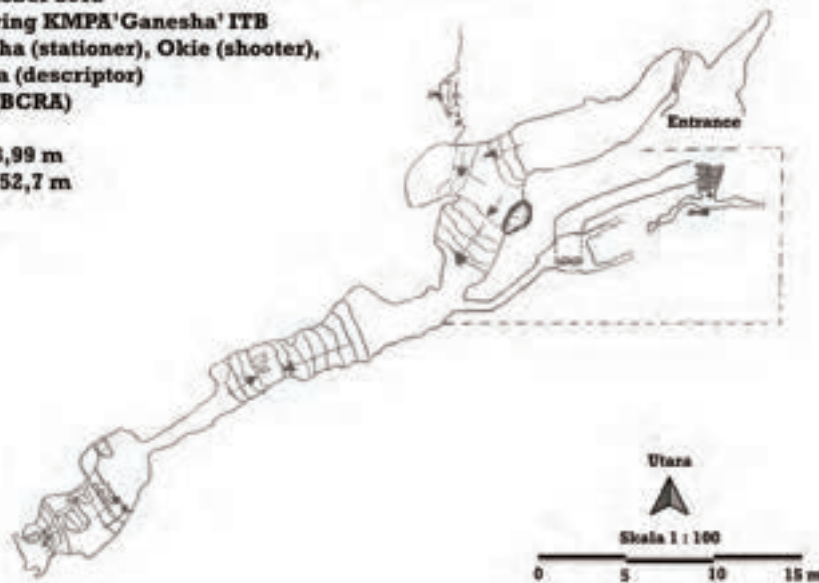
Yudha (stationer), Okie (shooter),

Yoga (descriptor)

Grade : 3C (BCRA)

Total Depth : 8,99 m

Total Length : 52,7 m



yang lebih rendah dan belum ada lorong gua yang bisa dimasuki untuk mencapai tingkat tersebut.

Sewaktu kegiatan, sempat ditemukan sebuah kerangka hewan pada salah satu lorong gua yang sempit. Kerangka ini diperkirakan merupakan kerangka dari babi yang terperangkap dalam gua dan kemudian mati.

Di sekitar gua terdapat banyak ponor-ponor yang diperkirakan tempat masuknya air. Ponor ini letaknya lebih tinggi dibandingkan dengan lorong gua.

GUA TENGAH

Lokasi

Berada di kawasan Teluk Pandan, bersama Lubang Angin dan Lubang Tumpang. Hanya berjarak 10 menit dari gua Tengah, dan 15 menit dari Lubang Angin. Muaranya di lereng, sehingga jalan mendekati muara cukup curam. Namun relatif mudah pencapaiannya. Hanya perlu diperhatikan karena cukup banyak celah-celah yang curam.

Deskripsi

Gua ini memiliki lorong panjang yang tidak terlalu lebar namun bercabang. Ornamennya masih dalam keadaan hidup, mengingat gua ini memang

dialiri cukup banyak air. Muaranya berupa runtunan dengan jalur diagonal akibat batu-batu yang tertumpuk di lantai gua.

Selain dibentuk karena adanya runtunan, gua ini juga dibentuk oleh aliran air, baik secara vertikal maupun horizontal. Pada level atas, terdapat aliran air yang bersumber lewat aliran air stalaktik. Aliran ini membentuk kolam-kolam pada dasar lantai gua. Pada level bawah, terdapat sungai bawah tanah yang mengalir. Sungai ini ditinggali banyak jenis hewan, termasuk hewan-hewan yang tidak memiliki pigmen. Didalamnya terdapat aliran sungai kecil yang didiami oleh ikan lele maupun kepiting. Saat kegiatan, sungai tidak memiliki debit yang besar, tapi kemungkinan debit akan bertambah seiring dengan perubahan musim.

Pada gua ini juga ditemui kelelawar, bahkan di bagian bawahnya sempat terlihat walet yang terbang mengitari salah satu lorong gua. Terlihat pula batang-batang kayu lapuk panjang yang tergeletak dalam gua, namun belum jelas apakah batang-batang itu dulunya digunakan untuk mengambil sarang walet atau bukan.

Karena letaknya yang berdekatan dengan gua Tumpang, diperkirakan hidrologi kedua gua ini saling berhubungan.

8 gua

tersebut berada pada kawasan TNK. Gua-gua yang telah dikunjungi menunjukkan gua-gua yang aktif. Beberapa gua mempunyai air jernih. Air-jernih ini menunjukkan bahwa air benar-benar keluar dari batuan karbonat, bukan dari dataran non-karbonat. Gua Martadinata merupakan 'pintu' masuk air dari muara guanya, sehingga membuat ujung lorongnya berlumpur tebal.



+ 3 kilometer

lorong gua-gua di kawasan TNK telah dipetakan. Baru 5 gua yang dipetakan, dan terdapat satu gua yang ideal dapat dipakai untuk ekowisata serta kelas alam untuk pendidikan konservasi.

Gua itu adalah Gua Lubang Angin, kira-kira dapat menampung sekitar 30 peserta. Gua Angin terletak di daerah karst dan terdapat aneka fenomena karst, seperti sungai bawah tanah, hilangnya air sungai ke batu dan fauna-fauna khas gua.



GUA KELELAWAR

Lokasi

Berada di kawasan Kendolo, dapat dicapai dalam 2 jam jalan kaki dari kebun terakhir jalanan kebun Kendolo. Jalan cukup menanjak, namun realtif tidak ekstrim

Deskripsi

Gua ini merupakan rumah bagi ratusan ribu kelelawar. Pada dasar gua bertumpuk guano dalam jumlah yang sangat banyak. Begitu banyak hingga aromanya sangat menusuk hidung. Gua ini tidak memiliki banyak lorong, bahkan selama kegiatan hanya ditemukan satu lorong pada gua ini.

Gua ini dibentuk oleh aliran horizontal yang berasal dari sungai permukaan. Sungai ini mengalir sepanjang gua, mulai dari mulut gua bagian utara hingga keluar di mulut bagian selatan. Gua ini nyaris tidak berbelok, lurus mengikuti aliran sungai yang ada. Ditemukan beberapa kolam dalam gua ini, namun karena begitu banyak guano yang ada dalam gua ini, diputuskan untuk tidak mengukur kedalaman dari kolam-kolam ini.

Gua ini masih dalam keadaan aktif, namun demikian tidak banyak ornamen yang bisa ditemui dalam gua ini. Pada gua ini juga sempat ditemui dua ekor ular yang sedang berburu kelelawar.

Sungai permukaan yang ada merupakan sunagi dengan debit yang tergantung oleh musim. Pada saat kegiatan, dimana merupakan saat-saat pergantian musim, debit air yang mengalir tidak besar karena hujan yang belum banyak turun.

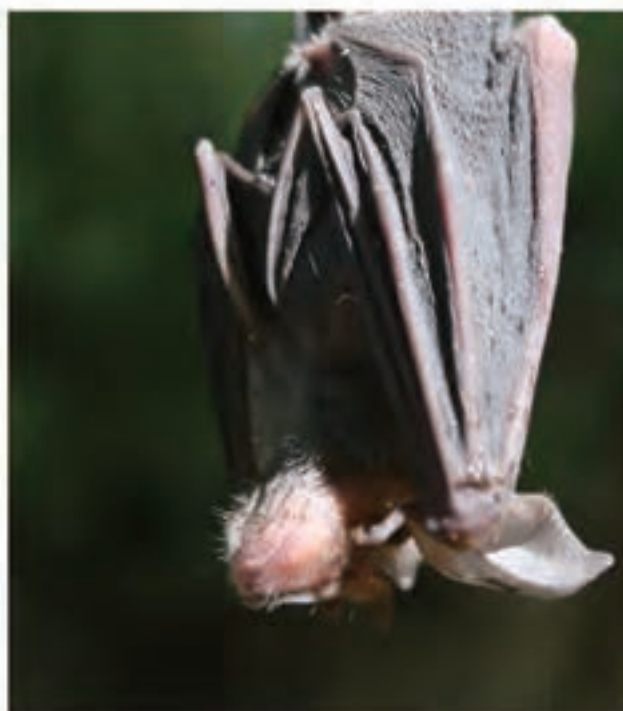
POTENSI LAIN

Air Terjun Martadinata

Air yang terjun sekitar 3-4 meter. Merupakan batubara yang tersingkap. Debit airnya bergantung pada curah hujan yang turun, sehingga pada musim kemarau debitnya menjadi berkurang. Bagian dasar dari air terjun ini tampak sudah tergerus, sehingga menjadi lebih dalam dibanding bagian sungai lain. Kemiringannya mencapai lebih dari 45°.

Air Terjun Air Asin

Air terjun berketinggian sekitar 3-4 meter. Debit airnya kecil. Unikny, air yang mengalir memiliki rasa asin, dan muncul dari dalam tanah berupa



Kelelawar sangat banyak ditemukan di gua ini, dan guanya memang berbau guano sangat kuat (Foto : Pindi, 2012).

gelembung-gelembung udara. Rasa asinnya tidak seasin air laut, namun jelas terasa asin saat dicicipi. Letaknya tepat disamping sungai Kendolo. Diduga air ini berasal dari air laut yang terperangkap saat permukaan laut menyusut jutaan tahun lalu.

Berdasarkan peta geologi daerah Kalimantan Timur, lokasi air terjun air asin ini berada di perbatasan daerah karst.

BIOSPLEOGI

Ular

Ular ditemukan di gua Martadinata dan Kelelawar. Pada gua martadinata ular yang ditemukan berjenis ular timah, sedangkan pada gua Kelelawar merupakan jenis viper. Kedua jenis ular ini merupakan ular berbisa.

Pada gua Martadinata, ular yang ditemukan sedang dalam bentuk melingkar. Hal ini menandakan ular tersebut sedang mencerna makanan yang telah ia tangkap sebelumnya. Sebaliknya, ular yang dijumpai di gua Kelelawar berada dalam kondisi menjulur dan siap menangkap kelelawar.

Ular-ular ini memakan kelelawar yang tinggal dalam gua, maka tidak heran jika pada kedua gua yang memang menjadi sarang kelelawar dalam jumlah besar ini ditemui ular.



Lorong Gua Retlewar merupakan runtuhan-runtuhan, tidak banyak stalaktit dan stalakmit (Foto : Firdi, 2012)



± 3000 individu

kelelawar berkelemb pada Gua Kelelawar. Individu sebanyak itu membuat aliran energi matahari (guano) sangat melimpah di gua ini.

Melimpahnya energi itu menyebabkan banyaknya antropoda dan serangga sepanjang lorong-lorong ini.

Gua Kelelawar merupakan gua kedua terbanyak aliran energinya setelah Gua Lubang Angin yang juga memiliki ribuan individu kelelawar.



Kepiting

Kepiting ditemui pada gua-gua di daerah Teluk Pandan yang memiliki aliran air, yaitu Gua Lubang Angin dan Gua Tengah. Kepiting ini lebih berwarna putih dibanding kepiting yang hidup di permukaan. Kepiting ini memiliki berbagai ukuran, mulai dari sebesar ibu jari hingga setelapak tangan.

Lele Gua

Selama kegiatan, lele hanya ditemukan di aliran sungai bawah tanah pada gua Tengah dan ditemukan dengan jumlah yang tidak sedikit. Lele ini tidak memiliki pigmen sehingga berwarna jauh lebih putih daripada yang berada di permukaan. Lele ini hidup terisolasi dalam gua sehingga berevolusi untuk tidak memiliki pigmen.

Kelelawar

Kelelawar terdapat di semua gua yang dimasuki, namun jumlah terbesar terdapat pada gua kelelawar. Jumlahnya yang sangat banyak membuat tim sempat kesulitan untuk berjalan dalam gua karena tertabrak kelelawar yang berterbangan. Selain itu,

kelelawar dalam jumlah besar ini membuat guano yang berada pada lantai gua menjadi bertumpuk. Namun demikian, tidak ditemui adanya upaya penambangan guano pada gua-gua yang dikunjungi. Hal ini mungkin dikarenakan akses menuju gua yang relatif sulit.

Tikus

Tikus sempat terlihat dalam gua Tumpang. Belum jelas apakah tikus ini memang tikus yang hidup dalam gua atau hanya tikus yang terperangkap.

Kodok

Kodok dalam jumlah banyak terlihat pada Gua Lubang Angin. Kodok-kodok ini berada di dekat mulut gua, pada tanah yang relatif lembab.


Walet

Walet sempat terlihat di gua Tengah. Karena hanya satu orang anggota tim yang melihat walet ini, diperkirakan jumlah walet yang ada dalam gua ini hanya sedikit.

Air Garam muncul dari dasar Sungai Kendolo. Rekahan-rekahan gamping dan sejarah geologi memungkinkan fenomena ini terjadi di Kalimantan (Foto : Pindi, 2012)



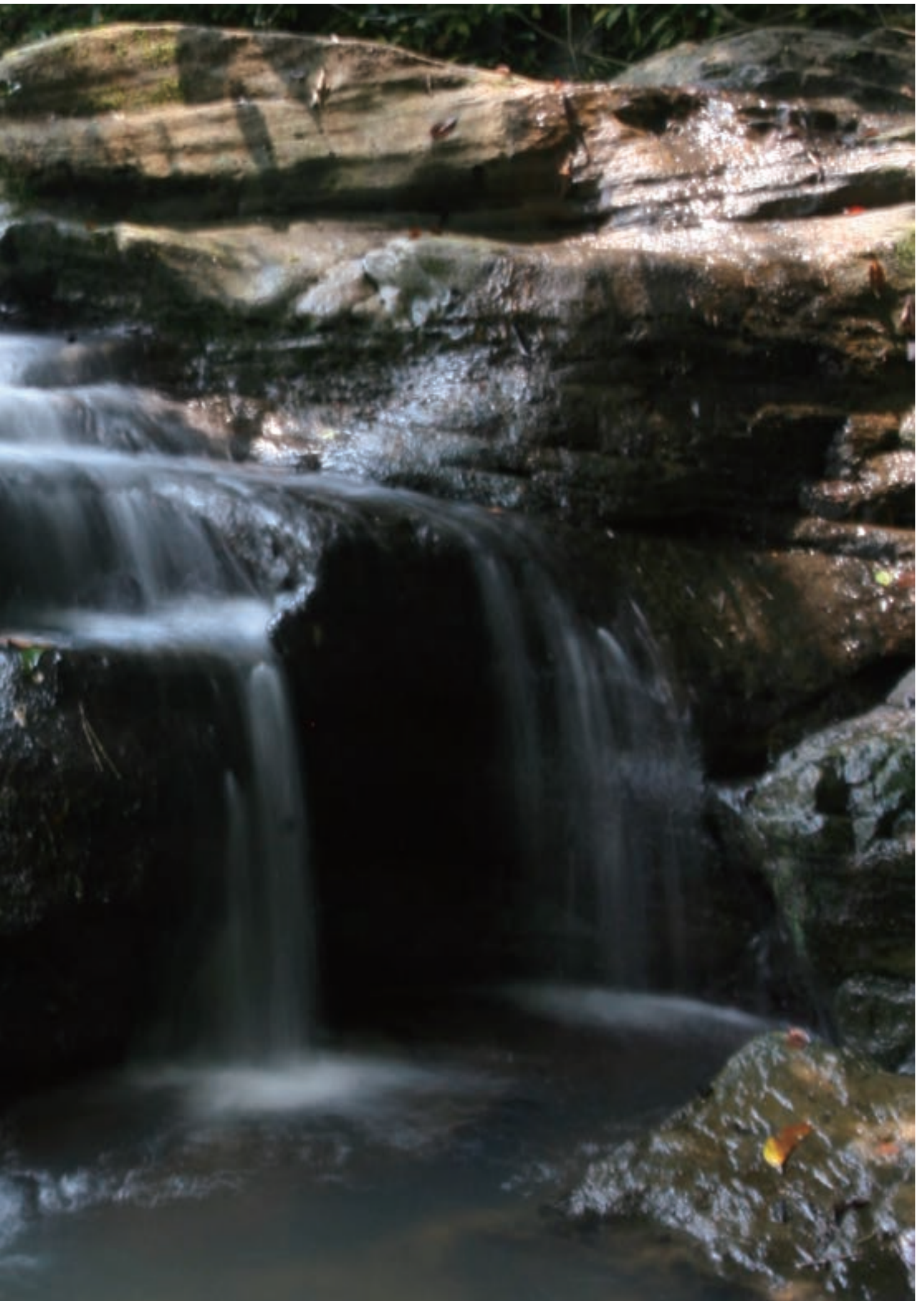




+ 400 meter

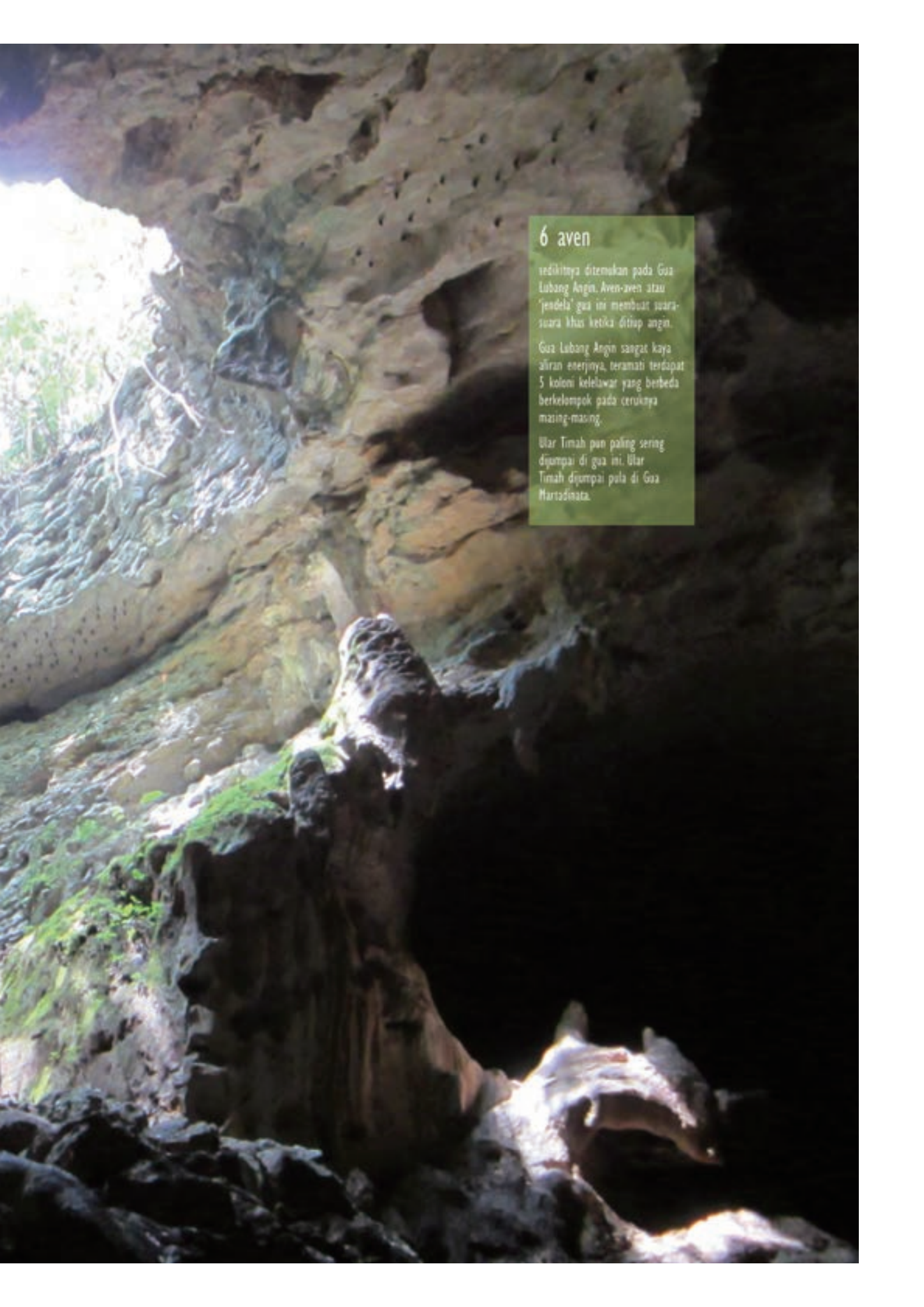
persegi luas Danau Buaya, yang airnya berasal dari Sungai Kendolo nan jernih. Sungai Kendolo terbendung oleh formasi batuan membentak air terjun kecil dan kolam air tawar yang indah dan asri.

Konon Danau ini terdapat Buaya pemakan ikan bermacam-ramping. Keberadaan Buaya Sumpat akan memperkaya keanekaragamahyati dari TNK





Culona Lubang Angin (foto: Haryadi, 2012).




6 aven

sedikitnya ditemukan pada Gua Lubang Angin. Aven-aven atau 'jendela' gua ini membuat suara-suara khas ketika ditiup angin.

Gua Lubang Angin sangat kaya aliran enerjinya, teramati terdapat 5 koloni kelelawar yang berbeda berkelompok pada ceruknya masing-masing.

Ular Timah pun paling sering dijumpai di gua ini. Ular Timah dijumpai pula di Gua Martadinata.



+ 24-25⁰ celcius

suhu rata-rata lorong Gua Labang Angin kala siang hari. Gua ini sejuk karena banyak memiliki lubang angin yang biasa disolahkan dengan sebutan "aven".

Terdapat sungai kecil mengalir di lorong paling barat. Pada lorong bersungai ini tampak lumpur berada di sepanjang tepinya. Hal ini menunjukkan sumber air berasal dari aliran di luar formasi karst, dan membawa endapannya ke dalam gua. Gejala akuatik di gua ini berbeda dengan gejala akuatik pada Gua Labang Tengah.



Tinjauan fauna (oleh Dr. Cahyo Rahmadi)

Hasil koleksi Mahasiswa Pecinta Alam ITB dari gua-gua di Taman Nasional Kutai diperoleh spesimen fauna gua khususnya Arthropoda gua yang dikoleksi dari lima gua (Gua Lubang Angin, Gua Kelelawar, Gua Tengah, Gua Martadinata, dan Gua Tumpang). Dari hasil koleksi tersebut diperoleh sedikitnya 17 jenis fauna gua dengan rincian satu jenis moluska dan 16 jenis Arthropoda dari kelompok Crustacea, Arachnida, Diplopoda, Chilopoda dan Insecta.

Moluska

Moluska yang diperoleh hanya satu jenis dari kelompok Gastropoda, ordo Pulmonata yang diduga dari anggota suku Subulinidae. Namun demikian, untuk status identitas jenisnya masih perlu dikaji lebih jauh.

Crustacea

Kelompok Crustacea diwakili oleh tiga ordo yaitu Natantia (udang), Brachyura (kepiting) dan Isopoda (udang-udangan). Kepiting yang ditemukan dari keempat gua masih menunjukkan kepiting yang belum teradaptasi dengan lingkungan gua ditunjukkan dengan warna tubuh dan kondisi mata yang besar.

Dari kelompok kepiting sedikitnya ditemukan tiga jenis yang berbeda dan salah satunya dari suku Parathelphusidae. Sedangkan kelompok udang (Natantia) ditemukan beberapa spesimen yang diwakili dari Suku Atyidae yang merupakan udang berukuran kecil. Beberapa spesimen menunjukkan mata yang sudah mengecil namun masih perlu dikonfirmasi status ekologi udang tersebut apakah jenis troglobit atau bukan.

Diplopoda

Kelompok Diplopoda atau lebih dikenal dengan kaki seribu memiliki keanekaragaman yang sangat tinggi. Di Kalimantan Timur, khususnya di Karst Sangkulirang sedikitnya ada dua jenis baru yang diperoleh dari gua-gua di daerah Danau Tebo, dan Gua Ampanas. Jenis tersebut dipublikasikan oleh Golovatch (2009) di jurnal Zoosystema.

Sedangkan jenis yang diperoleh dari Taman Nasional Kutai, kaki seribu ditemukan di tiga gua dan paling banyak ditemukan di Gua Lubang Angin.

Kelompok yang ditemukan diwakili oleh ordo Spirostreptida, Platydesmida dan satu jenis yang belum teridentifikasi namun diduga dari kelompok Julida. Spirostreptida diwakili oleh Suku Cambalopsidae yang diduga dari Marga Plusioglyphiulus.

Arachnida

Kelompok Arachnida merupakan kelompok yang dicirikan dengan fauna yang memiliki kaki empat pasang dan alat mulut dengan dua ruas yang disebut dengan chelicera.

Kelompok Arachnida yang ditemukan diwakili oleh Amblypygi (kalacemeti) dan Araneae (laba-laba). Kelompok kalacemeti ditemukan dua suku yaitu Charontidae dan Charinidae. Suku Charontidae yang ditemukan berasal dari marga Charon yang banyak ditemukan di gua-gua di Sulawesi, Jawa, Maluku, Papua sampai beberapa pulau di Pasifik. Marga Charon di Kalimantan Timur sampai saat ini hanya ditemukan di Gua Ampanas dan Gua Lubang Angin.

Sedangkan Suku Charinidae diwakili oleh Marga Sarax yang hanya ditemukan di Gua Lubang Angin. Sebelumnya, pada tahun 2010 dipublikasi tiga jenis baru Marga Sarax dari Sangkulirang yaitu Sarax cavernicola, Sarax mardua dan Sarax sangkulirangensis (Rahmadi et al. 2010). Jenis yang ditemukan di Gua Lubang Angin mirip dengan jenis Sarax sangkulirangensis yang banyak ditemukan di gua-gua di bagian utara karst Sangkulirang seperti Gua Ampanas, Gua Tabalar dan gua di daerah Danau Tebo.

Dari penampakan tubuhnya, Sarax dari Gua Lubang Angin belum menunjukkan jenis khas gua (troglobit) berbeda dengan jenis Sarax cavernicola dan Sarax mardua yang sudah memiliki ciri jenis khas gua. Potensi jenis baru kalacemeti dari Karst Sangkulirang dan khususnya Taman Nasional Kutai masih sangat besar, temuan jenis baru masih terbuka lebar jika eksplorasi arachnofauna di Taman Nasional Kutai dilakukan secara intensif.

Insecta

Kelompok Insecta (serangga) diwakili oleh beberapa ordo antara lain Hemiptera, Hymenoptera (Semut/lebah/tawon), Orthoptera (jangkrik), Lepidoptera (Ngengat/kupu-kupu) dan Blattaria (kecoak). Ordo Hemiptera diwakili oleh Suku Reduviidae dari jenis Bagauda yang memiliki penampakan dengan kaki panjang dan tipe mulut penusuk dan

penghisap yang berbentuk seperti jarum. Jenis *Bagauda* banyak ditemukan di gua-gua di Borneo seperti Kalimantan Tengah dan Sarawak.

Di Taman Nasional Kutai, *Bagauda* ditemukan di tiga gua yaitu (Gua Lubang Angin, Gua Kelelawar dan Gua Martadinata). Kelompok lainnya adalah Hymenoptera yang diwakili oleh Suku Formicidae (semut), hanya dua gua yang dikoleksi semutnya yaitu Gua Lubang Angin dan Gua Martadinata. Kelompok jangkrik (Orthoptera) yang ditemukan dari satu suku dan dua marga yaitu *Rhaphidophora* dan *Diestrammena*.

Diestrammena memiliki tubuh yang lebih langsing dan biasanya memiliki corak pada tubuh dan kakinya sedangkan *Rhaphidophora* lebih kekar dan berwarna coklat dan biasanya tanpa corak pada tubuhnya.

Di TNK, *Rhaphidophora* ditemukan di Gua Tumpang, Gua Kelelawar dan Gua Tengah. Sedangkan *Diestrammena* ditemukan di Gua Lubang Angin dan Gua Martadinata.

Kelompok kecoak yang ditemukan diduga dari jenis *Blatta* yang banyak ditemukan di gua-gua dengan kandungan bahan organik yang tinggi seperti kotoran kelelawar/sriti/walet (guano). Kecoak ditemukan di Gua Kelelawar dan Gua Martadinata.

Pada tahun 2004, ditemukan kecoak raksasa dari Gua Baai (Gua Ambulabung) yang merupakan kecoak gua terbesar yang pernah dikenal. Sampai saat ini, jenis kecoak gua raksasa, *Miroblatta baai*, hanya ditemukan di satu gua di daerah Sungai ke-luar Baai (Grandcolas & Deharveng, 2007).

Meskipun demikian, beberapa penelusur gua pernah melaporkan kecoak yang sama terlihat di gua lain. Namun temuan kecoak raksasa lain di Sangkulirang masih perlu diverifikasi lagi.

Perbandingan antar gua

Berdasarkan jumlah jenis yang diperoleh, Gua Lubang Angin merupakan gua yang paling banyak ditemukan fauna guanya yakni sebanyak 13 jenis, sedangkan gua yang paling banyak berikutnya adalah Gua Kelelawar dan Gua Martadinata. Keberadaan jumlah jenis ini dapat merepresentasikan kondisi gua dan keanekaragaman mikrohabitat yang ada di dalamnya. Namun demikian, belum banyak yang bisa didiskusikan disini tentang perbandingan masing-masing gua mengingat belum banyak informasi yang diperoleh dan hasil koleksi spesimen yang masih minim untuk memberi gambaran secara utuh.



Kelelawar pemakan serangga berkoloni sampai 3000 individu di Gua Kelelawar (Foto: Pindl, 2012)

5 KARST LAIN

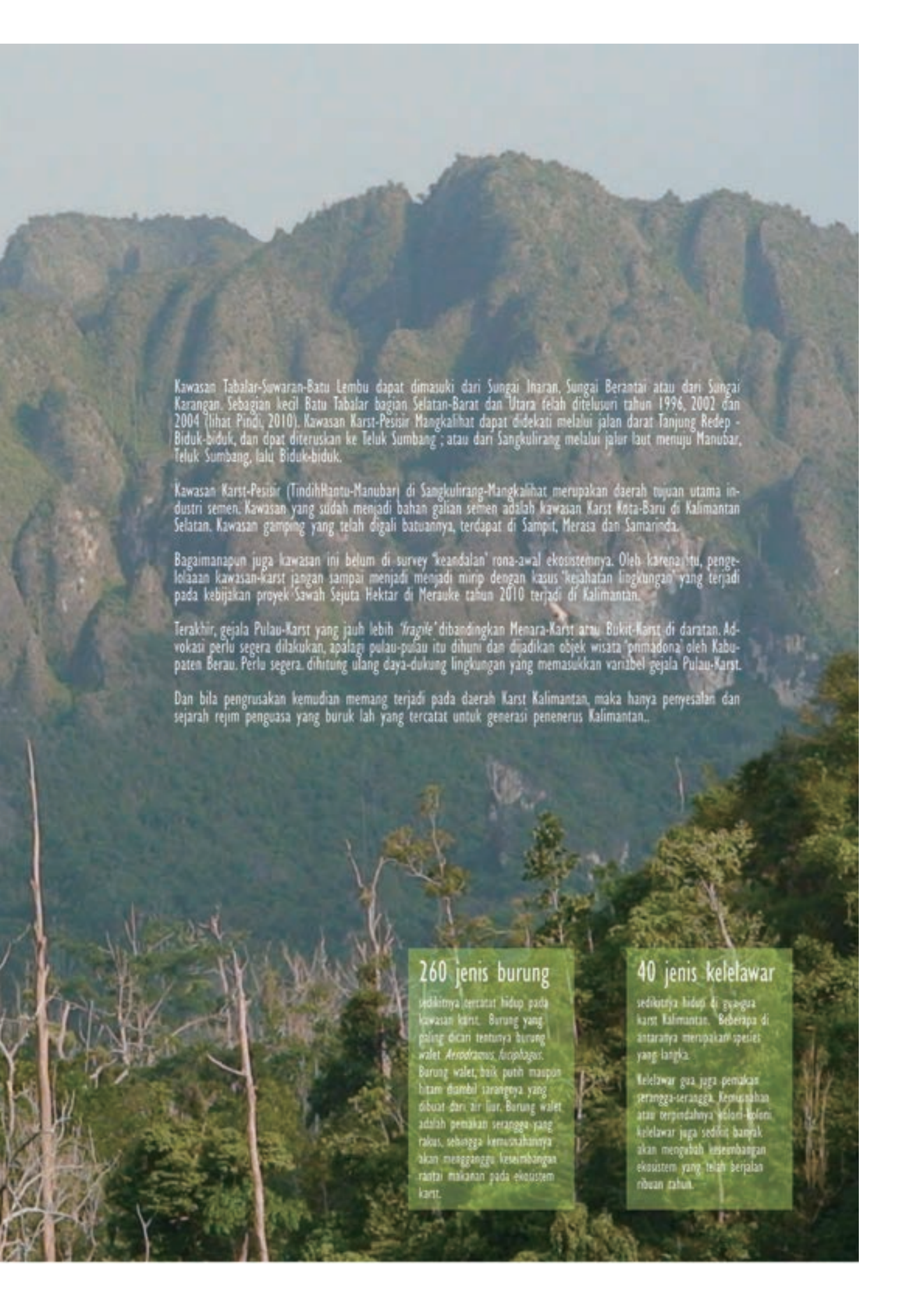
Yang dimaksud karst lain, pertama adalah karst-karst sudah diteliti cukup rinci pada perspektif budaya, namun mempunyai tingkat kebersentuhannya dengan kegiatan manusia sangat tinggi. Kegiatan manusia yang dimaksud adalah sawit dan batubara di sekitar tegakan karst : Pengadan, Tutunambo, Gergaji-Baturaya. Perlu dicatat, pengambilan sarang walet yang telah berlangsung ratusan tahun pada ketiga bentang alam itu, sekarang boleh dikatakan sudah tidak ada lagi. Kajian hayati, antropologi dan arkeologi pernah dilakukan di kawasan Gergaji-Baturaya, dan laporannya dituangkan pada buku Monografi Kawasan Karst Kutai-Timur (2007 dan 2008), kemudian buku Menyingkap Gambar Prasejarah Kalimantan (2011), dan Sangkulirang nan Eksotis (2012). Oleh karena dianggap cukup lengkap, maka pada laporan inventarisasi ini kawasan Gergaji-Baturaya disinggung sedikit saja.

Kedua, adalah kawasan karst di hulu-hulu sungai utama. Hal ini untuk memberi gambaran betapa berserakannya kawasan batugamping dan karst di pulau Kalimantan ini. Hulu Kayan, Bengalon, Mahakam, Kapuas dan Barito mempunyai gundukan-gundukan karbonat, yang relatif terlindungi dari aktivitas ekstraktif manusia. Kawasan ini cukup rumit tingkat pencapaiannya, dan sangat mahal untuk dijangkau. Hulu Kapuas (Karst Tanjung Lokang), Hulu Kayan (Karst Telanbala), Hulu Barito-Murung (Karst Tumbang Topus), dan Hulu Bengalon (Karst Tondoyan). Kawasan karst Tumbang Topus telah diinventarisasi oleh Pusat Penelitian Biologi, LIPI (lihat Rahmadi dan Suhardjono, 2004).

Semua kawasan di atas umumnya mempunyai masalah ganda, yaitu masalah (dapat) terganggunya kesesimbangannya dengan luasan lahan sawit-batubara, sekaligus konflik tata-niaga walet. Yang sedikit berbeda adalah pengelolaan sarang burung walet rakyat yang berada di dalam kawasan Taman Nasional Betung Kerihun. Ini sebuah kasus yang dapat dipelajari bersama : tata-niaga walet di dalam kawasan konservasi.

Kawasan karst hulu Bengalon sebelum kebakaran besar 1997 merupakan gudang sarang walet, namun sekarang tinggal 3 gua yang dinaga oleh paktar atau oleh yang menyewa gua. Kawasan karst ini (Tondoyan, Gergaji, Batu Api) berpotensi mempunyai masalah dengan bukaan sawit, batubara dan galian gamping di masa depan.

Kawasan batugamping yang sampai saat ini belum banyak dilihat adalah Tabalar-Suwaran-Batu Lembu ; Karst-Pesisir di Mangkalihat ; dan Karst-Pulau di Kepulauan Derawan, sehingga belum dibahas pada laporan ini. Semua kawasan itu mempunyai kisah panjang tata-niaga walet, budaya kubur di gua dan sangat mungkin mengawetkan hayati purba di dalam lorong-lorong guanya.



Kawasan Tabalar-Suwaran-Batu Lembu dapat dimasuki dari Sungai Inaran, Sungai Berantai atau dari Sungai Karangan. Sebagian kecil Batu Tabalar bagian Selatan-Barat dan Utara telah ditelusuri tahun 1996, 2002 dan 2004 (lihat Pindi, 2010). Kawasan Karst-Pesisir Mangkalihat dapat didekati melalui jalan darat Tanjung Redep - Biduk-biduk, dan dapat diteruskan ke Teluk Sumbang ; atau dari Sangkulirang melalui jalur laut menuju Manubar, Teluk Sumbang, lalu Biduk-biduk.

Kawasan Karst-Pesisir (Tindihantu-Manubar) di Sangkulirang-Mangkalihat merupakan daerah tujuan utama industri semen. Kawasan yang sudah menjadi bahan galian semen adalah kawasan Karst Kota-Baru di Kalimantan Selatan. Kawasan gamping yang telah digali batuanannya, terdapat di Sampit, Merasa dan Samarinda.

Bagaimanapun juga kawasan ini belum di survey "keandalan" rona-awal ekosistemnya. Oleh karena itu, pengelolaan kawasan-karst jangan sampai menjadi mirip dengan kasus "kejahatan lingkungan" yang terjadi pada kebijakan proyek Sawah Sejuta Hektar di Merauke tahun 2010 terjadi di Kalimantan.

Terakhir, gejala Pulau-Karst yang jauh lebih "fragile" dibandingkan Menara-Karst atau Bukit-Karst di daratan. Advokasi perlu segera dilakukan, apalagi pulau-pulau itu dihuni dan dijadikan objek wisata "primadona" oleh Kabupaten Berau. Perlu segera dihitung ulang daya-dukung lingkungan yang memasukkan variabel gejala Pulau-Karst.

Dan bila pengrusakan kemudian memang terjadi pada daerah Karst Kalimantan, maka hanya penyesalan dan sejarah rejim penguasa yang buruk lah yang tercatat untuk generasi penenerus Kalimantan..

260 jenis burung

sedikitnya tercatat hidup pada kawasan karst. Burung yang paling dicari tentunya burung walet *Aerodramus fuciphagus*. Burung walet, baik putih maupun hitam diambil sarangnya yang dibuat dari air liur. Burung walet adalah pemakan serangga yang rakus, sehingga kemusnahannya akan mengganggu keseimbangan rantai makanan pada ekosistem karst.

40 jenis kelelawar

sedikitnya hidup di gua-gua karst Kalimantan. Beberapa di antaranya merupakan spesies yang langka.

Kelelawar gua juga pemakan serangga-serangga. Kemusnahannya atau terpendahnya telan-kolon, kelelawar juga sedikit banyak akan mengubah keseimbangan ekosistem yang telah berjalan ribuan tahun.

A KARST PENGADAN





Karst Pengadan sekarang dikelilingi oleh Kebun Sawit. Karst ini relatif kecil dan namun dapat dikategorikan sebagai Menara-Karst. Gua bergambar-cadas merah pertama Kalimantan adalah Gua Mardua, ditemukan kembali oleh Fage di tahun 2004.

Al. Pengadan

Pengadan merupakan desa Logging yang dibuat oleh PT. Sangkulirang, di tahun 1970an, dihuni kebanyakan oleh orang Sulawesi. Pengadan hulu dihuni oleh orang-orang luar Kalimantan (Sulawesi, Jawa, Timor), sedang Pengadan Hilir dihuni oleh orang Kutai.

Kampung aslinya adalah Muara Bulan, sekitar 30 menit meng-hulu Sungai Pengadan. Muara Bulan terkenal dengan buayanya, dan mudah terlihat puluhan mata-buaya di malam hari 'seperti'

Pabrik Kelapa Sawit berdiri dengan gagahnya di tengah-tengah perkebunan yang mengelilingi Karst Pengadan. Belum ada penelitian tentang dampak sawit terhadap karst.



yang berkumpul di pertigaan muara. Secara adat Karst Pengadan dan Karst Tutunambo adalah milik orang Muara Bulan, yang bersuku Dayak Basap.

Dapat dicapai dari Sangatta menuju Bengalon dan kemudian belok ke Kaubun, waktu yang dibutuhkan dari Sangatta kira-kira 4-5 jam, tergantung kondisi jalan.

Desa pernah pernah sangat makmur dan mempunyai lapangan terbang kecil. Seiring dengan surutnya logging di tahun 2000 an, maka Pengadanpun turut surut sampai titik nadirnya di tahun 2004. Para penduduk banyak yang pindah, atau mengambil kayu-kayu sisa hutan terbakar yang 'masih' ada harganya.

Tahun 1994, tidak jauh dari Pengadan lama, didirikan Pengadan Baru atau Buluh Kepung untuk para transmigran dari Timor, Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, dan beberapa transmigrasi lokal. Pengadan Baru mulai dihuni oleh sekitar 250 kepala keluarga di tahun 1995.

Pada tahun 2006 dimulailah Perkebunan Kelapa Sawit Teladan Prima Grup, yang menghidupkan kembali Pengadan. Desa ini sekarang menjadi pelabuhan kapal untuk kelapa sawit Estate Pengadan dan Estate Karangan. Sampai saat ini belum diketahui apa dampak dari perubahan hutan ke sawit terhadap ekosistem karst.

A.2 Epikarst dan Perikarst

Batu Pengadan merupakan menara karst mandiri yang dibentuk dari formasi Lebak : persilangan batugamping dan napal. Tingginya 300 meter. Dahulu dikelilingi hutan hujan yang lebat di sisi utaranya, namun 1997 terbakar karena program pembersihan lahan sampai sekitar kilo 35-37.

Karst Pengadan mempunyai 3 tingkat sistem pelorongan, yaitu : lorong yang sejajar dengan sungai ; lorong yang berada pada ketinggian 30 meter di atas sungai sekarang ; serta ceruk-ceruk kecil di puncak menara.

Walau Perikarst nya merupakan perkebunan kelapa sawit (Teladan Prima Grup), namun Epikarstnya belum banyak terganggu oleh kegiatan penggalian. Ditemukan penggalian di bawah bukit ini, namun sudah tidak dipakai sejak logging tidak beaktivitas di sini sejak 1998.

A.3 Endokarst

Batu Pengadan tercatat pertama kali dijelajahi oleh penelusur gua pada tahun 1982 dan 1983 yang berasal dari Perancis : Chassier, J. Marion, G. Robert dan Robert A. Seveau). Mereka mengeksplorasi gua Ampanas, dan gua Mardua. Berikutnya pada tahun 1992 oleh mahasiswa pecinta alam Universitas Parahiangan Bandung. Pada tahun 1994 ditemukan pertama kali gambar-cadas pertama di kawasan Sangkulirang, oleh Luc Henry Fage dan Irminus Deni, bersama dengan Luc Henry ikut pula arkelog J.M. Chazine. Pada tahun 1995, Gua Mardua didata gambarnya dengan lebih rinci oleh Luc Henry Fage (Penelusur gua dan pembuat dokumenter), J.M. Chazine (CNRS Marseille France) dan Pindi Setiawan (ITB). Setelah 1995, banyak kunjungan ke Batu Pengadan untuk mengeksplorasi, namun tidak diketahui laporan-laporannya.

Batu Pengadan dahulu merupakan gua yang penuh dengan sarang burung. Namun setelah tahun 1993 an tampaknya sarang-burung walet menurun drastis akibat pengelolaan yang salah, dan setelah kebakaran besar 1997 tak ada lagi kabar gunung ini melakukan perniagaan sarang-burung walet.

Gua-gua pada level bawah, mempunyai sungai-sungai bawah tanah, berair jernih dan tak berlumpur. Pada sisi timur dan selatannya, ditemukan beberapa sedepan (*resurgence*) yang kemudian mengalir ke Sungai Pengadan. Gua yang paling terkenal adalah Sedepan Ilas Belimbing, Gua Peng-

galian dan Gua Ampanas. Ini indikasi penting bahwa batuan gamping Pengadan adalah batuan karst, sehingga tidak boleh dijadikan penggalian batu.

GUA AMPANAS

Berada di kilo 5 Pengadan, terdapat gundukan karst yang mempunyai gua air panas (70^o) dan mengeluarkan bau belerang. Gua ini biasa dipakai mandi dan menjadi tujuan wisata lokal, lorongnya cukup panjang dan bercabang-cabang. Kelelawar ditemukan namun tidak banyak.

Batu Pengadan merupakan gunung karst yang tidak 'besar' seperti gunung menara karst lainnya di kawasan Sangkulirang. Namun menunjukkan indikasi gejala karst yang nampak jelas di lapangan. Batugampingnya memanjang sampai menyentuh Sungai Pengadan (Baai) di utaranya.



GUA MARDUA

Berada di kilo dua dari Pengadan, merupakan gua pada tingkat dua dan muaranya terletak 40 meter di atas permukaan sungai. Gua ini dulu merupakan gua sarang walet, namun sudah tidak dipelihara lagi oleh pemilik terakhir (alm) Iskandar, seorang transmigran dari Timor.

Gua Mardua adalah gua pertama yang tercatat mempunyai gambar prasejarah berwarna merah di pulau Kalimantan. Selain gambar merah, ditemukan pula gambar arang berwarna hitam yang menggambarkan perahu. Gua Mardua merupakan

tempat favorit pemuda-pemuda Pengadan meluangkan liburan, khususnya pada Lebaran dan 17 Agustus. Tidak heran bila muaranya ditemukan banyak sekali coretan vandalisme, dan menimpa banyak imaji-imaji gambar prasejarah.

Terdapat dua lorong, satu buntu dan satunya melorong dan sebelum masuk ke ruang yang besar harus melalui muara gua yang kecil hanya cukup sebadan. Namun setelah celah itu, guanya sendiri melorong sejauh 800 meteran, dan mempunyai ruangan yang tinggi (30 meteran) dan lebar mencapai 20 meteran.



B. KARST TUTUNAMBO



Batu Merah menjulang setinggi 237 meter dari kaki gunungnya (Rita - Pindl, 2011)



Batu Tutunambo dikenal juga dengan sebutan *Batu Muara-Bulan* adalah sebuah menara karst dan oleh penduduk lokal terbagi atas 4 wilayah yaitu Gunung Kambing, Batu Nyéré, Batu Ambolabung dan Batu Maut. Sekarang dikelilingi oleh Kebun Sawit. Karst ini menjulang mencapai ketinggian 700 meter dpl. Sisi utara barat mempunyai tebing yang cukup tinggi, yaitu 400 meter, dan disebut *Ilas Merah*. Terdapat 7 situs bergambar merah, 4 di Gunung Kambing dan 3 di Batu Ambolabung.

B1. Tutunambo

Tutunambo adalah gunung 'keramat' orang Muara Bulan (Desa Baai) yang berarti topi (ambo) hitam (tutun), karena gunung ini sering terlihat hitam berselimutkan awan.

Dapat dicapai sekitar 1 jam dari Pengadan ke arah Perondongan, Sekarang berada dekat perkebunan kelapa sawit, dahulu merupakan daerah logging yang PTS yang terkenal banyak kayunya. Tahun 1990-an sebagian logging menjadi HTI. Daerah ini terbakar hebat di tahun 1997, dan dewasa ini sudah ditumbuhi oleh tumbuhan hutan sekunder.

Batu Tutunambo sering diselimuti awan sehingga terlihat hijau tua kehitaman. Bagian selatan gunung sekarang dijadikan perkebunan sawit. (Foto : Pindi, 2010)



B.2 Epikarst dan Perikarst

Batu Tutunambo mempunyai formasi Lebak : persilangan batugamping dan napal, dan merupakan tipe Menara Karst yang panjangnya 15 kilometer kali lebarnya 8 kilometer.

Batu Tutunambo mencirikan gejala karst yang sangat jelas, khususnya karena mempunyai sedapan-sedapan (gua sungai). Gua sungai Baai adalah yang paling terkenal, gua ini keluar-masuk karst sehingga membuat beberapa gua.

B.3 Endokarst

Batu Tutunambo tercatat pertama kali dijelajahi oleh penelusur gua pada tahun 1986 dan 2003 yang berasal dari Perancis, ke Lubang Kambing. Tahun 1995 disurvei oleh Luc Henry Fage, J.M.Chazine dan Pindi Setiawan, mereka bertiga menemukan 3 situs gambar cadas berwarna merah di Lubang Payau, Lubang Kambing, Liang Emperan Anak Kambing dan Liang Sara. Tercatat pula ekspedisi Mapala UI tahun 1992 (?) menelusuri gua Kambing.

Gua sungai ditemukan pula di hulu Sungai Baai di daerah Batu-Nyere, penduduk menamakannya Lubang Sungai-Sumur. Gua ini dipenuhi oleh air, dan terdapat beberapa aven yang menjadi tempat

turun ke gua ini. Pada hulu Sungai Baai terdapat air terjun yang airnya bersumber dari karst, ketinggian air terjun ini sekitar 5 meter dan berada pada ketinggian 400 meter dpl.

Gua sungai yang sudah memfosil adalah Lubang Kambing, ini adalah salah satu gua terbesar pada kawasan Sangkulirang-Mangkalihat. Tinggi langit-langitnya mencapai 100 meter, lebar muaranya kira-kira 300 meter.

Gua Kambing merupakan gua penghail sarang walet hitam dan sarang walet putih. Konon pernah mendapatkan 100 kilo sarang hitam dan 50 kilo sarang putih. Seriring buruknya pengelolaan pemanenan sarang walet, maka produksinya jauh menurun. Gua lain yang dikenal sebagai penghasil sarang putih yang cukup banyak adalah Lubang Tebegang dan Lubang Sara'. Setelah kebakaran besar 1997, gua-gua si sini tidak begitu banyak lagi menghasilkan sarang walet.

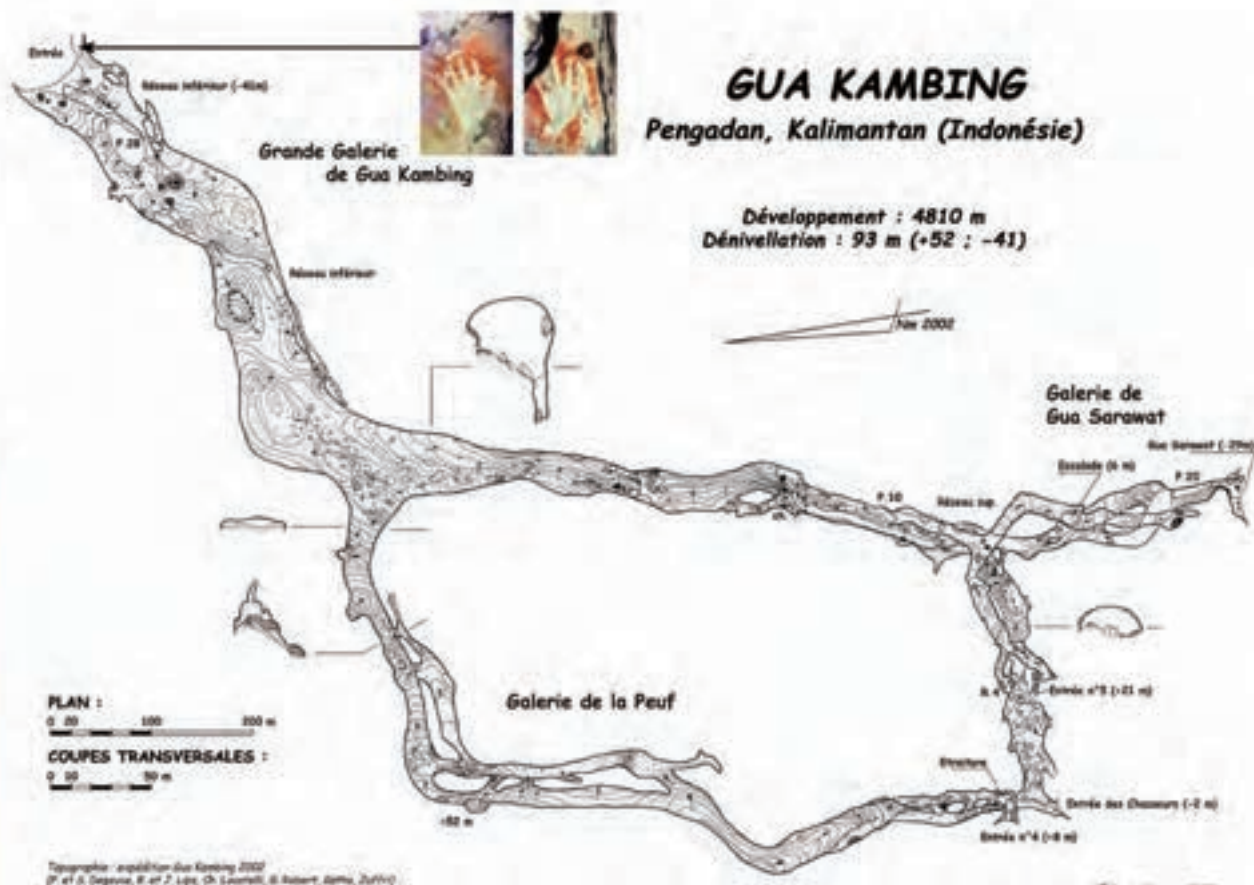
Karst ini masih belum banyak ditelusuri sehingga masih memungkinkan menemukan hal-hal yang baru, baik hayati, geologi maupun budaya, khususnya gambar-cadas prasejarah.

LUBANG KAMBING

Berada pada ketinggian 400 m dpl, untuk menggapainya bukan merupakan jalan yang mudah. Banyak tebing-tebing pendek (10-20 meter) harus dipanjat untuk mendekati muaranya. Biasanya perjalanan Lubang Kambing dimulai dari Liang Lombok di kilo 52 dari Pengadan. Liang Lombok merupakan ceruk yang sangat besar, konon Dayak-dayak Basap Muara Bulan melakukan Belian di ceruk ini, terakhir dilakukan pada tahun 1970-an. Sekarang tidak pernah lagi.

Lubang Kambing panjangnya sekitar 4 kilometer menembus Gunung Kambing dari barat laut ke tenggara. Ruangnya raksasa dan tinggi, naik turun berbukit-bukit menunjukkan sungai yang besar pernah mengikis lubang ini jutaan tahun lalu.

Muara barat lautnya merupakan muara yang sangat lebar dan tinggi. Setelah berjalan sekitar 1 jama di dalam gua, terdapat petakan-petakan kolam batu (*rimstone*) yang berisi penuh dengan air segar (22-23°). Orang biasanya menyempatkan berendam di kolam ini, menyegarkan badan sebelum meneruskan perjalanan ke muara bagian barat yang biasa disebut Lubang Anak Kambing sekitar 45 menit.





Muara Besar dari Lubang Kambing. Perhatikan sosok yang kecil dibandingkan muara yang sangat besar (Foto : Fage, 1995)

SEDEPAN AMBOLABUNG

Dapat dicapai dari kilo 27 dari Pengadan, kemudian berjalan datar sekitar 1 jam untuk mencapai muaranya. Muaranya berupa air keluar, dan mempunyai ruang yang besar. Pada ruang yang besar terdapat lubang besar di atas langit-langit.

Gua bersungai ini mempunyai jeram kecil di sisi baratnya, cukup berbahaya sehingga perlu hati-hati ketika menyebrang.

Sedepan Ambolabung merupakan sistem gua dari gua sungai Baai mempunyai banyak muara-muara yang keluar-masuk gunung Tutunambo. Beberapa diantaranya Sedepan Ambolabung (paling hilir), Lubang Sarang Burung, Lubang Kadulang, Lubang Mungan, Lubang Kecabe dan Lubang Masuk Baai (Sedepan Baai) (lihat Robert, dkk 2007).

Ruang Ambolabung sangat lega dan terdapat lubang di atasnya kira-kira 12 meter. (Foto : TNC 2004)





Cahaya dari lubang di atas ruang di dalam gua.



Terdapat pendak, Nelayan juga berjualan ikan di sini. Untuk mencapai lokasi ini dibutuhkan waktu sekitar 20 menit dari lokasi parkir.

KARS LAIN

C KARST GERGAJI-BATURAYA



Batu Gergaji-Baturaya menjulang mencapai ketinggian 600 meter dpl. Terdapat 26 situs bergambar merah yang sangat indah gambarnya. Kawasan ini merupakan kawasan prioritas untuk Kawasan Cagar Budaya.

C1. Gergaji-Baturaya

Gergaji-Baturaya sejatinya merupakan satu gunung karst, namun karena sejarah tektoniknya maka secara kasat-mata gunung ini seakan terpisah. Gergaji dinamakan demikian memang karena menara-menara karstnya yang berjejer sejajar sungai, sehingga dari sungai puncaknya terlihat seperti mata gergaji. Sedang Baturaya adalah sebutan untuk gunung yang luas, hal ini karena Baturaya mempunyai dua lembah karst yang luas dan rata, satu di atas (gejala polje) dan di bawah (dataran lapiaz).

Pada gunung Gergaji-Baturaya ini lah sejarah manusia Kalimantan tertoreh jauh ke masa prasejarah. Terdapat sedikitnya 26 situs gambar prasejarah, ditambah dua situs penguburan prasejarah berkumpul padat di gunung ini. Tersebar pada tiga tingkat : tingkat dasar (di bawah kanopi), tingkat lereng (di tebing), tingkat atas (puncak punggung). Gambar-gambar ini, sampai dengan buku ini dibuat merupakan gambar-gambar tertua di Asia Tenggara.

C.2 Epikarst dan Perikarst

Batu Gergaji-Baturaya mempunyai formasi Lebak : persilangan batugamping dan napal, dan merupakan tipe Menara Karst yang panjangnya 20 kilometer kali lebarnya 5 kilometer, memanjang utara-selatan.

Baturaya mempunyai lembah polje yang disebut dengan Kolam Payau (kolam tempat minum rusa). Kolam ini kecil pada musim kemarau, namun pada musim penghujan airnya dapat membanjiri 1/2 dari lebar lembah itu. Pada lembah ini terdapat dua sungai kecil (*creek*), satu di sisi timur dekat Lubang Wanadri (atau Gua Payau 2) dan yang lain pada sisi selatan. Sisi selatan ini berasal dari jejeran Gergaji, dan pada kawasan puncak Gergaji (di antara kaki-kaki menara terdapat kolam-kolam air kecil yang selalu berair jernih). Air-air ini menjadi sumber bagi para penjaga sarang walet di gua-gua puncak gunung karst.

C.3 Endokarst

Batu Gergaji-Baturaya mencirikan gejala karst yang sangat jelas, khususnya karena mempunyai Sedapan Marang, Lubang Sungai dan banyak mataair karst, khususnya di sepanjang sisi baratnya. Sedapan Marang adalah gua yang menembus dari sisi timur ke sisi barat. Gua-gua lain melorong sejajar dengan aliran Sungai Marang dan Sungai Jélé.

Batu Gergaji-Baturaya tercatat baru pertama kali dijelajahi oleh penulis pada tahun 1997, Penulis ke daerah ini atas saran dari Saleh (Dayak Perondongan) yang pernah melihat gua ber-cap tangan banyak.

Gua itu bahkan dinamakan Lubang Jeriji (Gua berjari) oleh bapaknya Saleh. Tahun 1997 dimulailah eksplorasi pada gunung seluas (20x5km)

ini, dan target utama adalah Lubang Jeriji. Lubang ini ternyata berada di tebing 100 meter di atas hulu sungai Marang (sungai Marang sebelum masuk Sedepan Marang). Tak mudah mencari jalan menuju muara gua yang berada di atas ketinggian 100 meter ini, namun kenyakinan penulis adalah semua gua yang digambar pasti *'reachable'*, jadi pasti ada jalan 'mudahnya'. Bertiga, penulis bersama Saleh dan Tamrin (keponakan Saleh), selama dua hari mencari sela-sela menara karst, dan memipir jurang-jurang, akhirnya ditemukanlah muaranya. Gua ini sangat bagus untuk situs gambar prasejarah, dan merupakan salah satu gua terbaik dari 6 buah situs bergambar di kawasan Sangkulirang-Mangkalihat. Gambarnya unik dan beragam, kemudian galeri gambarnya juga bermacam-macam, ada di dasar gua, ada di balkon, ada yang melihatnya harus tiduran. Gua indah ini kemudian ditasbihkan menjadi Gua Saleh untuk mengabadikan jasanya.

Selain gua-gua bergambar prasejarah, gunung karst ini mempunyai gua yang menantang untuk dijelajahi. Terdapat Sedepan Marang dan Lubang Tebo, gua tempat Sungai Marang menembus gunung. Kemudian Lubang Tanah Liat, tempat beribu kelelawar berkoloni, Lubang Karta, gua sedalam 150 meteran, dan banyak lagi.

Ciri-ciri karst sangat nampak pada gunung ini, dasar gunung ini dipenuhi oleh batuan lapiaz yang tajam-tajam, kemudian dindingnya banyak yang mempunyai *solition pits*, gua aktif bersungai, mempunyai danau karst, kolam karst, mata air karst. Sungguh keterlaluan bila kemudian gunung ini dinyatakan 'bisa' ditambang oleh Pemerintah.

Menurut hemat penulis, Gunung Gergaji-Baturayalah yang paling pantas dinominasikan sebagai Kawasan Cagar Budaya, apalagi bila ditingkatkan menjadi Warisan Budaya Dunia. Sebelum ke arah sana, maka pengelolaan wilayah karst perlu dikaji dan dipopulerkan pada masyarakat. Perlu dicatat, bajwa yang paling paham tentang kawasan ini tentunya adalah orang-orang lokal (Bengalon), sehingga keterlibatan orang-orang ini sejak awal dapat menjadi dasar yang kuat pada pengelolaan kawasan lindung karst Gergaji-Baturaya.

Gambar Prasejarah di gunung ini mengawetkan telapak anak-anak (atas pada Gua Ham); Gambar prasejarah di sini mempunyai ciri khas, yaitu telapak yang disambungkan dengan gerigis (garis-garis), sehingga tampak seperti yang saling berhubungan 'makna' (foto bawah - Ceruk Téwét) (Foto : Pindi, 2006 dan 2012).





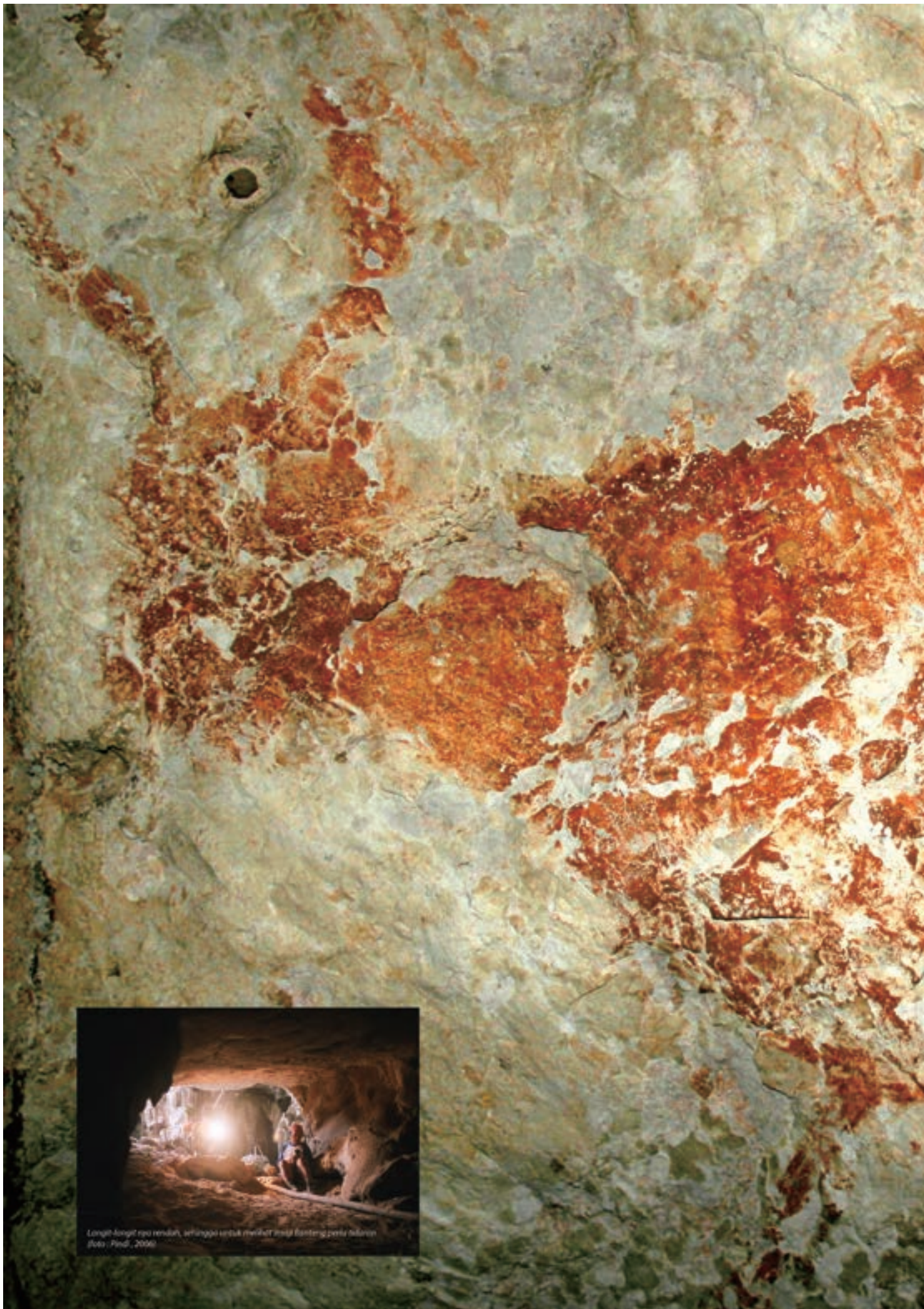
1900 imaji

cap-tangan sedikitnya diterakan pada dinding dan langit-langit Gua-gua berjeriji (jeman) ini berada di kawasan Gergap-Sanuraya, Kabupaten Kutai-Timur.

Terdapat cap-tangan yang digayakan, yaitu di Gua Ham (atas-cap tangan berjeriji dan ongkai); dan di Gua Salih (bawah-cap tangan digayakan seperti teratak) serta di Gua Kelampayan (atas-cap tangan digayakan seperti teratak) dan di Gua Salih (bawah-cap tangan digayakan seperti teratak).

Imaji cap tangan yang digayakan juga ditemui di Gua Peradit, Kabupaten Kutai-Timur.





Lantai-lantai ryo rendah, sehingga untuk melihat hasil hanteng perlu belahan
foto : Pind., 2006



2000 imaji

sedikitnya terlokasikan pada dinding dan plafon di muara-muara gua atau ceruk di Kawasan Karst Hulu Bengalon.

Gambar-gambar itu diletakkan pada 20 sentimeter dan 40 sentimeter yang ditemukan pada kawasan karst Sangkulirang-Mangkalihat, Kalimantan Timur.

LUBANG KEBOBOH

Berada pada ketinggian 90 m dpl, berada sekitar 3 meter di atas Sungai Marang sekarang. Lubang Keboboh berarti gua yang banyak avenu-nya. Sampai saat ini Lubang Kebobo masih dijaga, karena menghasilkan sarang burung walet walau sudah tidak seberapa banyak (data 2012).

Gua ini dapat dicapai dari tepian Tebor, tepian pertama Sungai Marang, cucu Sungai Bengalon. Kirakira 5 menit akan sampai pada muara utama sebelah utara. Lorong gua searah dengan aliran Sungai Marang, yaitu membentang utara-selatan. Pada

Lubang Keboboh juga mempunyai banyak kelelawar, serta terlihat beberapa ular timah. Kodok banyak ditemukan, demikian pula tikus tanah. Pada muara utama Lubang Keboboh banyak ditemukan lapiaz (batuan resak) yang berlubang-lubang seperti keju, kadang batuan ini terendam oleh luapan Sungai Marang. Muara Keboboh juga paling sering terlihat ular kobra hitam berseliweran menjelang sore.

Pada Lubang Keboboh atas ditemukan kerangka manusia terlipat, diperkirakan dari rasa Mongoloid. Kerangka terlipat memang tidak lazim untuk Mongoloid, sehingga diperkirakan ini Mongoloid

Gua Keboboh dijaga oleh tiga orang penjaga sarang burung walet. Pagar-pagar dan jebakan dibuat oleh para penjaga ini untuk mencegah pencuri sarang burung datang. Gua Keboboh mempunyai sungai kecil yang mengalir dari arah timur ke barat, diperkirakan airnya bersumber dari resapan air yang melalui karst. Pada sungai tidak terlihat lumpur, dan air tampak jernih. Air ini menjadi sumber air bersih bagi penjaga (foto : Fage, 2006).



yang lebih tua dibandingkan kerangka terlentang Mongoloid yang ditemukan di Liang Jon (sekitar 500 m arah selatan Lubang Keboboh).

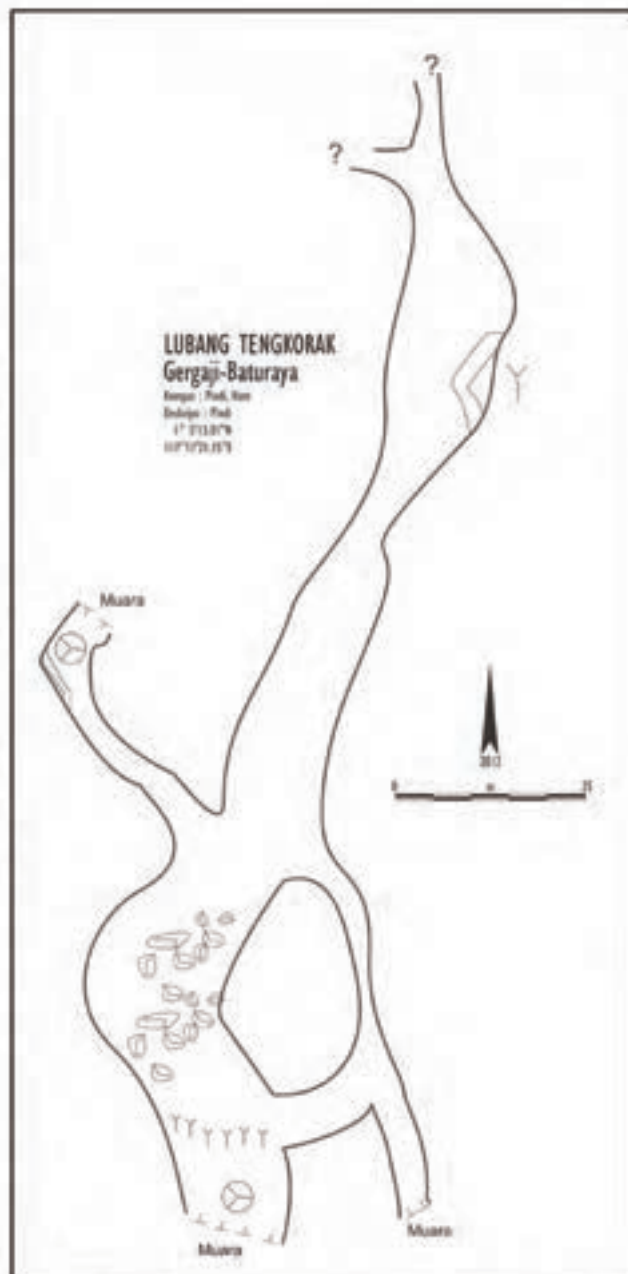
LUBANG TENGGORAK

Berada sekitar 20 meter di atas Sungai Marang sekarang. Gua ini dapat dicapai dari Sungai Marang, setelah Ilas Kedanum. Dari tepian Lubang Sungai dapat dicapai sekitar 15 menit. Lubang ini dinamakan Lubang Tengkorak, karena dulunya banyak ditemukan tengkorak, namun sekarang tidak ada sama sekali. Gua ini membentang utara selatan searah dengan aliran Sungai Marang, dan mempunyai banyak stalaktit besar di sekitar muaranya.

Lubang Tengkorak diduga merupakan gua hunian masa prasejarah. Data C14 tertua menandakan pada tahun 12.000 tahun lalu. Pada gua ini ditemukan pula 5 buah cap tangan, dan imaji seperti sosok. Cap tangan di Gua Tengkorak cukup unik karena menerakan enam jari. Tidak dapat disimpulkan, apakah ini kondisi *polydactyly* (suatu kelainan genetik yang dapat diwarisi dan memberikan kelebihan jumlah jari), atau suatu kesengajaan. Terdapat pecahan tembikar yang sudah terbenam sebagian di dalam kalsit di muara kedua sebelah utara.

Di luar muara Lubang Tengkorak terdapat selasar berpasir dan relatif yang rata. Selasar ini kering karena di bawah *over-hang*, sehingga terlindung dari air hujan. Dari selasar ini, orang dapat melihat ke sungai dengan leluasa.

Lubang Tengkorak merupakan gua yang nyaman, 20 meter di atas Sungai Marang dan mempunyai selasar yang kering karena berada di bawah *over-hang* (foto : Pindi, 2007)



D KARST MERATUS





Kawasan Meratus mempunyai sebaran karst yang berserakan dan kecil-kecil. Hal ini merupakan 'makanan' empuk bagi industri semen dan galian, karena murah dan tidak sulit di dalam meng-eksprasi-nya. Ancaman terbesar adalah kehancuran karst sekaligus akan menghancurkan spesies kunci dan keseimbangan tata air.

DI. Kawasan Karst Meratus

Kawasan Meratus merupakan tempat tinggal bagi 316 burung dari 358 spesies yang ada di Borneo (data YCHI). Kekayaan itu selain karena hutan yang masih baik, sedikit banyak juga dipengaruhi oleh kawasan karst yang memberi keragaman tersendiri bagi kawasan Meratus.

Gua-gua kawasan karst Meratus juga menyimpan cerita-cerita purba manusia Austromelanesoid, manusia pertama penjelajah bumi Kalimantan sekitar 20.000-10.000 tahun lalu.

Batu Kelumpang Hulu, mudah dilihat dari pinggir jalan. Bukit gamping ini relatif kecil, berlorong-lorong gua yang tidak panjang. Mata air ditemukan disekelompok titik di kaki bukitnya. Perlu analisa yang lebih mendalam, apakah batuan ini gamping atau karst.



Hujan rata-rata terjadi 10 hari dalam sebulan hujan (2000-2500mm/tahun), sehingga dalam hitungan setahun curah hujan pesisir Kalimantan Selatan ini tidak begitu banyak dibandingkan pedalaman-nya. Kawasan karstlah yang menyimpan 'kesedikit-an' air, untuk kemudian dimanfaatkan sepanjang tahun, khususnya bagi masyarakat di bawah kawasan karst Meratus.

D.2 Epikarst dan Perikarst

Secara umum batuan gamping tidak terlalu tinggi, namun banyak diantaranya mempunyai sistem jaringan sungai bawah tanah, sehingga penggalian pada kawasan Epikarst perlu dilakukan hati-hati.

Kawasan ini juga mempunyai arah sesar yang berbeda-beda, sehingga gua-gua disini relatif pendek karena 'terpotong-potong' secara geologi. Gua Hapu merupakan contoh yang baik menunjukkan gejala tersebut.

Batuan gamping sangat berkembang sambung menyambung dari utara ke selatan. Pada beberapa tempat tampak terpotong, hanya tersisa masif-masif kecil. Kawasan gamping ini, walaupun relatif tidak seraksasa saudaranya di Kalimantan Timur, namun tetap mempunyai banyak mata air 'batu' yang digunakan penduduk sekitar karst.

D.3 Endokarst

Gua-gua Meratus karena sejarah geologinya tidak mempunyai lorong yang memanjang berkilometer dan tidak ditemukan lorong yang sangat menjulang.

Gua-gua Meratus umumnya mempunyai banyak muara dan aven, berlorong pendek namun bercabang-cabang. Beberapa gua masih sangat aktif seperti Gua Temu Luang (penghasil sarang burung walet yang penting). Rata-rata gua-gua di Meratus merupakan gua fosil.

GUA BATU HAPU

Ini adalah gua yang paling dikenal oleh masyarakat awam, namun gua yang paling banyak konflik adalah Gua Temu Luang. Gua Batu Hapu dapat dikunjungi paling dekat dari Binuang.

Gua Batu Hapu mempunyai banyak muara (19) dan ruangan besar yang bercelah-celah, perlu waktu lama untuk memetakannya. Terdapat mata air muncul dari bebatuan di baratdaya Batu Hapu.

Ruangan yang terang menyebabkan gua ini favorit dikunjungi, sebaliknya sangat miskin fauna. Terlihat sejumlah kelelawar pemakan buah bertengger di dekat ceruk-ceruk tempat angin masuk yang teduh. Pada tempat-tempat gelap ditemukan kelelawar kecil pemakan serangga, namun jumlahnya tidak banyak. Sarax dan Kalajengking ditemukan di lantai gua yang lembab.

GUA LOSAN

Gua losan berada dekat Batu Sopang, mudah pencapaiannya dari jalan raya TanaPaser-Banjarmasin. Terdapat lampu-lampu di dalam gua yang dibuat oleh Pemda setempat, generatornya terletak dekat pintu luar, dan terdapat tangga. Sayangnya tangga terlalu curam dan cukup licin, sehingga perlu sedikit berhati-hati. Di dalam gua tampak bekas-bekas jalan semen yang pernah dibuat untuk pengunjung.

Gua ini merupakan gua berlorong cukup panjang, dan menembus sisi bukit Batu Butuk yang berbeda. Losan memang berarti 'tembusan'. Ruang gua ini cukup luas dan banyak ditemukan stalaktit. Batuan disini tanpaknya mengandung ferooksida, sehingga bebatuannya kekuning-kuningan.

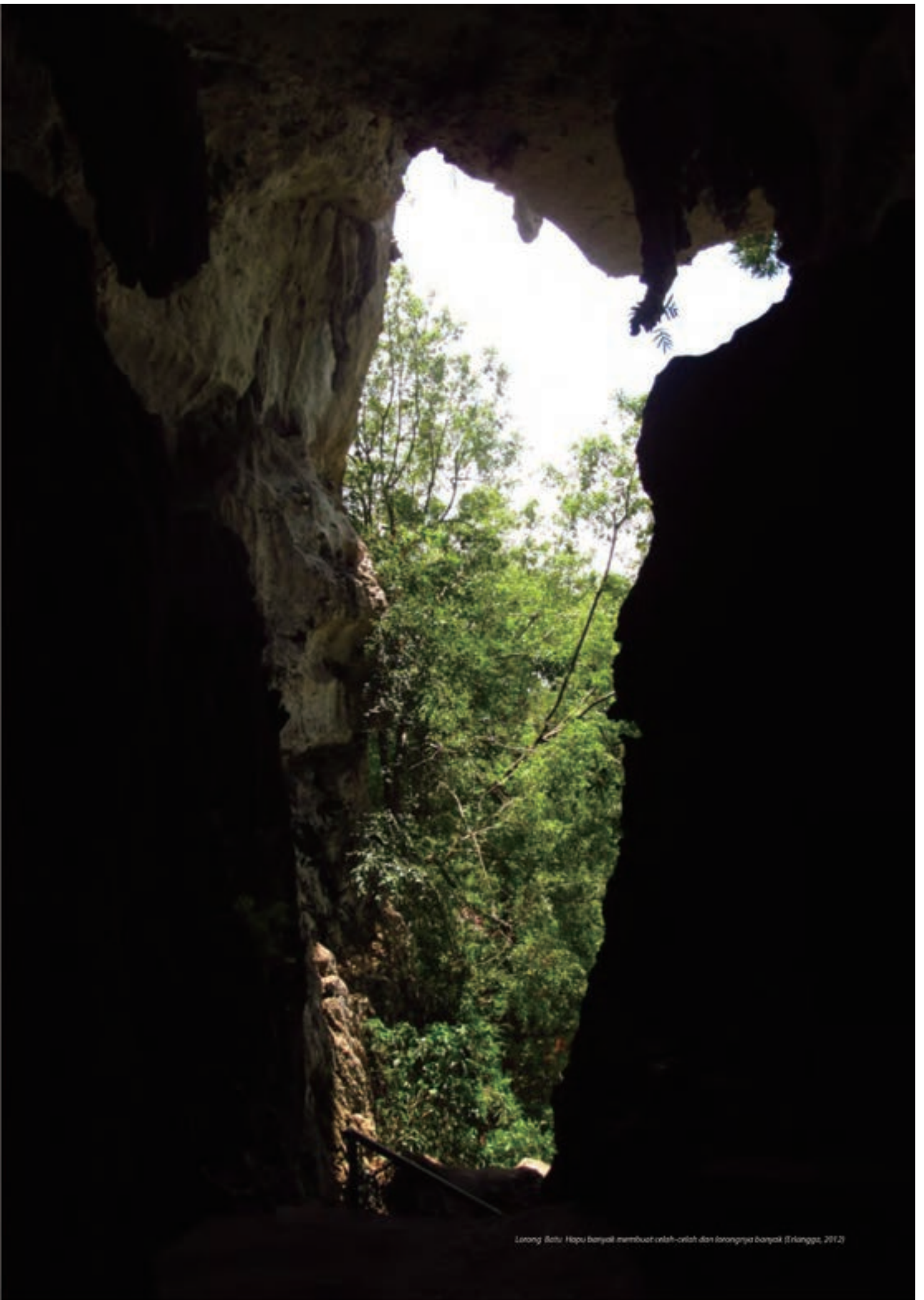
Gua ini juga dikenal dengan gua 'gamelan', karena sejumlah stalaktitnya bila diketok ketok membuat suara cukup 'merdu' seperti gamelan.



Ciri khas batugamping Laksado yang mempunyai batu-batu gamping kecil yang berserakan di bawah kaki bukit-batugampingnya (Foto : Erlangga, 2012).

Muara Batu Hapu gua ini cukup besar dan rumit, sangat berpotensi menjadi ruang kelas kursus gua. Sayangnya banyak sampah dari para pengunjung.





Lorong Batu Hopu banyak membuat celah-celah dan lorong-lorong banyak (Erlangga, 2012)

E KARST HULU SUNGAI

E1. Kawasan Karst Hulu Sungai

Kawasan Karst hulu sungai perlu dijabarkan untuk memberi gambaran yang cukup tentang kawasan gamping Kalimantan. Kawasan Karst Tutunambo yang telah dibahas sejatinya adalah hulu Sungai Muarabulan. Kemudian Karst Gergaji-Baturaya merupakan cabang dari hulu Sungai Bengalon. Demikian juga Karst Merabu, merupakan bagian dari Karst Kulat-Mepulu yang menjadi bagian ekosistem penting dari hulu Sungai Lesan.

Selain dua kawasan yang telah disebut itu, terdapat pula kawasan karst hulu sungai yang perlu diketahui :

1. Kalimantan Barat : Kawasan Hulu Bungan ;
2. Kalimantan Tengah : Kawasan Hulu Barito ;
3. Kalimantan Timur-Utara : Kawasan Hulu Mahakam, Hulu Bengalon, Hulu Berau, Hulu Kayan-Bahau.

Sebagai catatan selain karst di atas, sebenarnya terdapat pula sebaran batugamping, sebagai berikut :

1. Propinsi Kalimantan Timur-Kalimantan Utara : kawasan Paser, kawasan Samarinda, kawasan Tenggara, kawasan hulu Mahakam ; kawasan Kelay ; kawasan Birang, ; kawasan Tabalar ; kawasan Suwaran ; kawasan Batu Putih ; kawasan Biduk-biduk ; kawasan Teluk Sumbang ; kawasan Tanjung Palas, Kawasan Telan Bala ; kawasan hulu Bahau.
2. Propinsi Kalimantan Selatan : kawasan Meratus Selatan (Kandangan, Asam-asam) ; Meratus Tengah (Binuang, BatuLicin, Bengkalan) ; Meratus Utara (Tabalong) ;
3. Propinsi Kalimantan Barat : kawasan pesisir Sambas ; kawasan pesisir Kapuas (kawasan Seberuang, Bungan, Mandai, Tekelan dan Keriau) ;
4. Propinsi Kalimantan Tengah : kawasan Kotawaringain (kawasan Arut, Lamandau, Plantikan) ; kawasan Karau ; Muara Teweh - hulu Barito (Teweh, Lahay, Bumban, Laung) ; Murung (Tumbang-Topus) ;

Hasil inventarisasi 2012, juga secara umum dapat dikelaskan kepada empat jenis batugamping-karst Kalimantan, yaitu :

1. Tipe Menara Karst: Tersebaran di pesisir timur

Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara : Sebaran dapat dijumpai pada daerah Sekrat, Pedalaman Bengalon, Pedalaman-Lesan, Pedalaman Sangkulirang, Mangkalihat (Manubar, Tindih Hantu), Suawaran, Pedalaman-Tabalar, Birang-Hulu ;

2. Tipe Bukit Gamping (dan Karst) : Khususnya tersebar pada di pesisir Kapuas Kalimantan Barat pada wilayah Taman Nasional Betung Kerihun ; pegunungan Meratus ; di sekitar Long Iram-Long Bagun pertengahan Mahakam ; perbukitan gamping Sampit dan Kota Waringin ; pesisir Mahakam di Long Apari ; utara Samarinda (Batu Biru) ; pesisir Sungai Kendolo pada daerah Taman Nasional Kutai ; bukit-bukit gamping Wahau ; daerah Merasa-Nyapa ; Bukit Bengen di Tabang ; perbukitan di utara Gunung Sekrat ; Mangkalihat (Batu Putih, Batu Ampayan) ; di Long Bawan-Merasa ; di Long Boy Kelay ; di Karang (Mandu Dalam, Batu Mendadem, dan Ara-Raya) ; serta Tanjung Palas di Tanjung Selor. ;
3. Tipe Gundukan Gamping (dan Karst) : Gundukan (~Pinnacle- masyarakat sekitar sering menyebutnya *Baturesak*) banyak ditemukan pada pegunungan 'tanah' Kalimantan yang berada di hulu sungai dan pesisir : pesisir Nyapa (anak Sungai Kelay) ; karst Pinang di Gunung Murung-Temiang pada pesisir Sungai Kenyamukan-Pinang Sangatta ; pesisir Barito di Tumbang Topus ; pesisir Kayan di perbukitan Telanbala ; pesisir Bahau di perbukitan Saan ; pesisir Tanah Baru Kalimantan Selatan ; daerah Paser Kalimantan Selatan.

E.2 Kalimantan Barat : Hulu Kapuas

Karst Hulu Kapuas berada pada beberapa anak sungainya, yaitu hulu Sungai Embaloh (Tekelan-Gunung Betung), hulu Sungai Mudai, hulu Sungai Bungan-Burit dan hulu Sungai Bungan-Keriau.

Daerah yang paling sering dikunjungi adalah daerah karst Bungan-Keriau, hal ini karena kampung ini menjadi tempat lintasan utama wisata lintas borneo Kapuas-Mahakam.

Dayak yang secara 'adat' menguasai daerah ini adalah Dayak Hovongan yang masih berburu. Dayak Hovongan merupakan dayak punan, sehingga tidak memakai Lamin (rumah-panjang) dalam sistem tempat tinggalnya.

SEBARAN KAWASAN BATU GAMPING DAN Karst KALIMANTAN BARAT



Desa Bungan dapat dicapai 4-5 jam dari Putusibau dengan menggunakan perahu ketinggi. Dari Desa Bungan untuk mencapai Karst Keriau harus masuk lagi berperahu 4-5 jam lagi menuju Tanjung Lokang.

Dari Tanjung Lokang, orang dapat mencapai Atekop di hulu Sungai Mahakam kurang lebih 1 minggu. Sedang kawasan karstnya berada di kawasan Singai Keriau dekat Gunung Kerihun. Tercatat ada 55 gua yang umumnya merupakan sumber daya sarang burung walet. Burung walet cukup potensial hasilnya, karena pakannya masih terenuhi oleh hutan yang masih baik.

Pada *Diang* (Gua) Kaung ditemukan gambar arang yang ditenggarai digambar bukan olah Dayak Hovongan, namun jauh lebih tua dari itu. Masyarakat Hovongan tidak merasa nenek-moyangnya menggambar imaji-imaji itu (lihat Fage, dkk, 2011).

Diang Kaung juga menyimpan lungun (peti mati kayu). Walaupun lungun itu banyak yang sudah hancur dan tampak dijarah isinya.

Diang Kaung mempunyai gambar arang yang tua, imaji-imaji ini berada pada langit-langit. Diperkirakan umurnya mencapai 3000 tahun (Foto : Fage, 1998).



E.2 Kalimantan Tengah : Hulu Barito

Sungai Barito merupakan sungai penting bagi perdagangan walet di wilayah Kalimantan Tengah, yang berada di sekitar hulu anak Sungai Barito.

Kawasan gua-walet lebih mudah diketahui keberadaannya, karena masih cukup banyak orang-orang yang mengetahui letaknya di lapangan. Salahsatu wilayah yang terkenal dengan waletnya adalah Karst di hulu Sungai Montalat, kemudian di daerah Lemu ada Karst Batu Besar, dan gua-gua walet yang paling hulu dari karst Barito adalah kawasan karst Tumpang Topus. Tumpang Topus sudah sangat dekat dengan daerah karst hulu Sungai Mahakam (Long Apari).

Pencapaian ke Montalat dan Batu Besar relatif mudah, karena dekat dengan kota-kota besar, yaitu Teluk Betung dan Lemu. Sedangkan untuk pencapaian ke Tumpang Topus cukup 'rumit'. Biasanya orang ke Tumpang Topus malah dari arah Mahakam, namun bila dari arah Barito dapat mengambil arah Puruk Cahu menuju tepian Keramu, di Sungai Murung, anak Sungai Barito. Dari tepian Desa Keramu dengan menggunakan perahu ketingting masih diperlukan waktu satu hari untuk mencapai Desa Tumpang Topus.

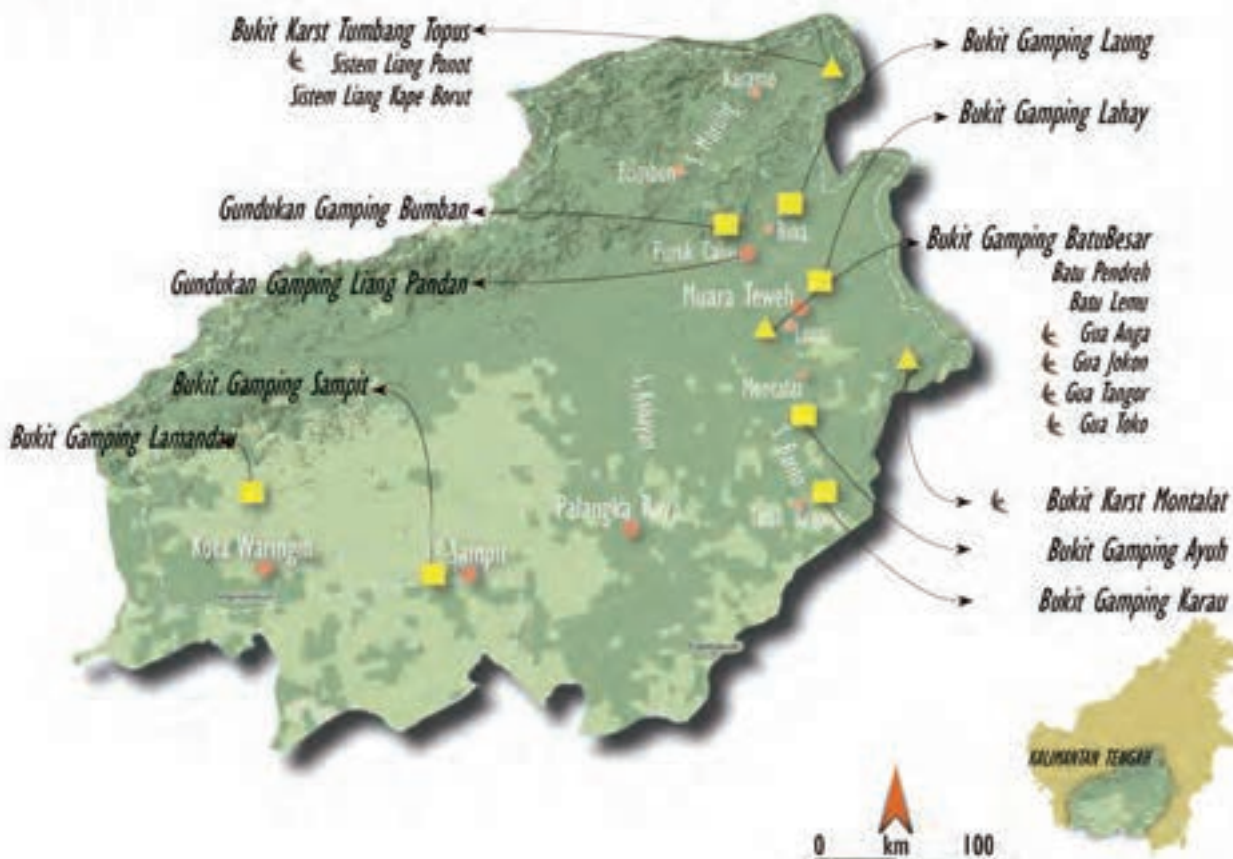
Menurut hasil penelitian Rahmadi, dkk (2004) dari Pusat Penelitian Biologi, LIPI, diperoleh berbagai spesimen fauna gua-gua daerah Tumpang Topus. Rahmadi, dkk melaporkan ditemukan 429 spesimen invertebrata dari 22 ordo. Terdapat satu jenis Isopoda (*Stenalsellus* sp) diperkirakan jenis baru bagi kekayaan fauna gua di Indonesia. Ular, kodok dan tikus merupakan pemangsa paling atas pada sistem perguaan di Tumpang Topus.

Pada DAS Hulu Barito masih terdapat beberapa kawasan batugamping (belum teridentifikasi apakah karst atau bukan), yaitu :

1. Kawasan batugamping Bumban
2. Kawasan batugamping Liang Pandan
3. Kawasan batugamping Laung
4. Kawasan batugamping Lahay
5. Kawasan batugamping Ayuh
6. Kawasan batugamping Karau.

Di luar DAS Barito, terdapat pula bukit-bukit batugamping kecil di daerah Sampit dan di daerah Lamandau (dekat Kota Waringin). Batugamping di Sampit tampak sudah dibuka untuk penggalian batu.

SEBARAN KAWASAN BATU GAMPING DAN KARST KALIMANTAN TENGAH



E.2 Kalimantan Timur :

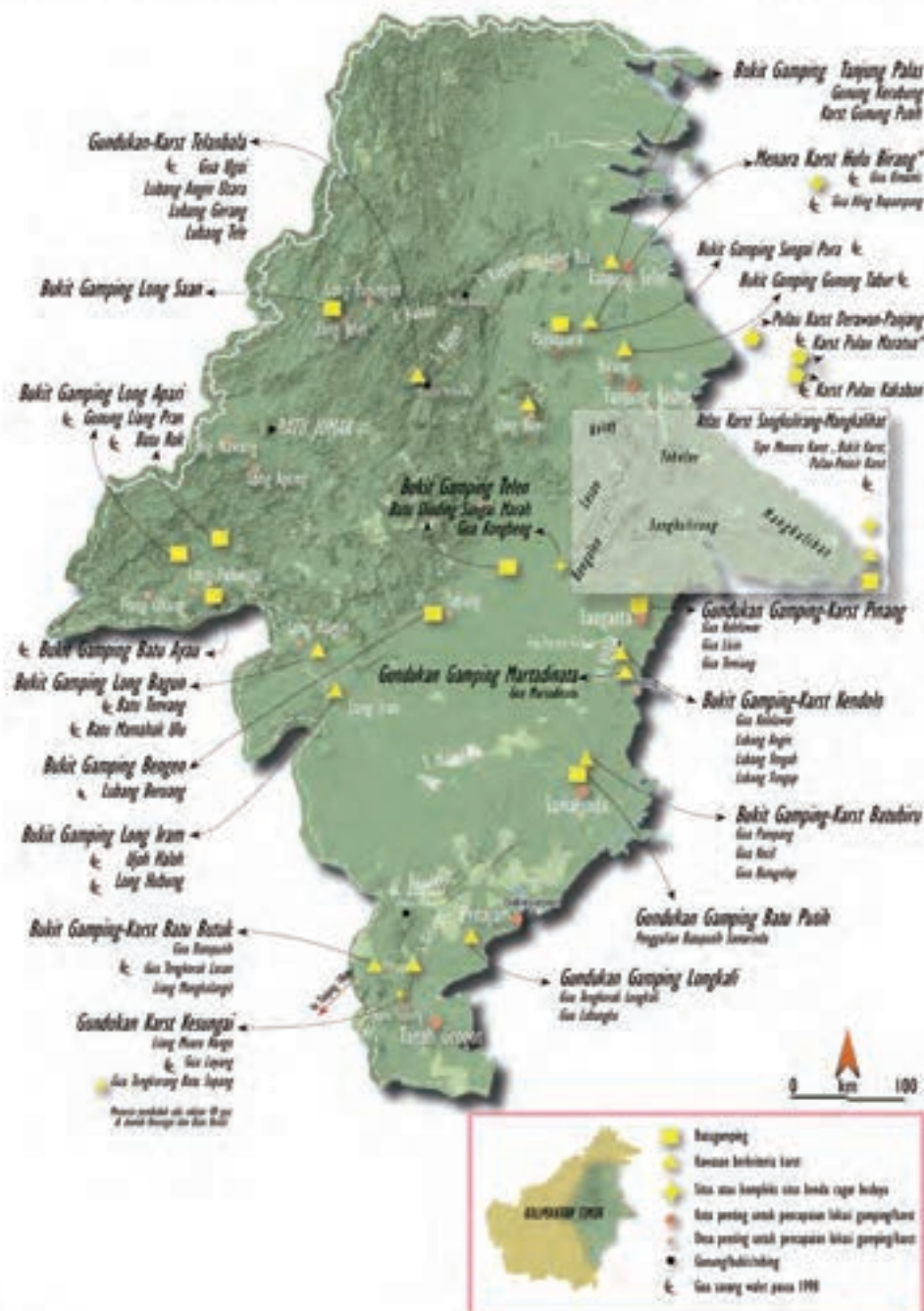
Untuk membahas kawasan karst Kalimantan Timur tampaknya perlu lebih lama lagi menelusuri hulu-hulu sungai utamanya, yaitu Sungai Mahakam, Sungai Bengalon, Sungai Kelai-Segah dan Sungai Kayan-Bahau.

Pada hulu Sungai Mahakam misalnya, terdapat kawasan Bengen dekat kota Tabang, Long Iram, Long Bagun, Batu Ayau, Batu Rok dan Liang Pran. Salah satu anak Sungai Mahakam, yaitu Sungai Telen mempunyai jejeran batugamping pendek namun cukup panjang di tepiannya. Kemudian dekat Sungai Wehea, terdapat batugamping terkenal, yaitu

Batu Kong Beng setinggi 150 meter. Pada gua Kong Beng ditemukan tujuh buah arca, terdiri dari arca Siwa dan arca Budha. Arca ini diperkirakan berasal dari masa Mulawarman, yang 'disembunyikan' oleh penganut Hindu-Budha yang terdesak oleh Islam di tahun 1600-an.

Pada hulu Sungai Bengalon, selain yang telah dibahas (Gergaji), terdapat kawasan karst Tondoyan, di hulu Sungai Jele, anak Sungai Bengalon. Karst Tondoyan menjulang sampai mencapai ketinggian 1021 meter di atas permukaan laut. Ini merupakan tebing karst tertinggi di Pulau Kalimantan. Kawasan Tondoyan dipercaya sebagai 'gunung-su-

SEBARAN KAWASAN BATU GAMPING DAN Karst KALIMANTAN TIMUR DAN KALIMANTAN UTARA





Batu Tutunambo (foto atas) dan Batu Tondoyan (foto kanan) menjulang tinggi di atas 700 meteran. Gua-guanya besar dan raksasa. Gunung-gunung batu ini merupakan tujuan wisata petualangan yang sangat menantang.

ci' bagi Dayak Basap, dayak yang hidupnya sekitar kawasan karst Bengalon-Sangkulirang.

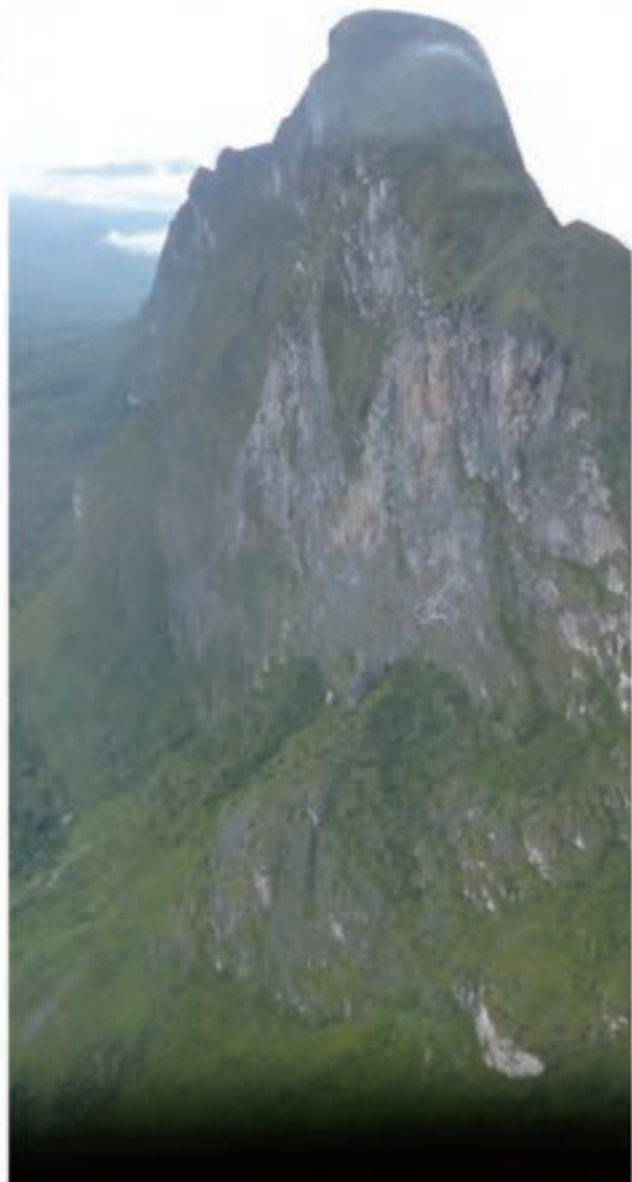
Terdapat juga karst pada kawasan Sangkulirang yang penting, yaitu Karst Tutunambo-Ambolabung, Tabalar, Pelawan, Tindih Hantu dan Manubar.

Kemudian hulu Sungai Berau (pertemuan sungai Segah-Kelai), selain kawasan karst hulu Kelai : karst Nyapa di Long Lanuk, dan karst Kulat-Bongkok di daerah Merabu, juga terdapat sebaran : karst Suran di kawasan hulu Inaran (anak Sungai Berau).

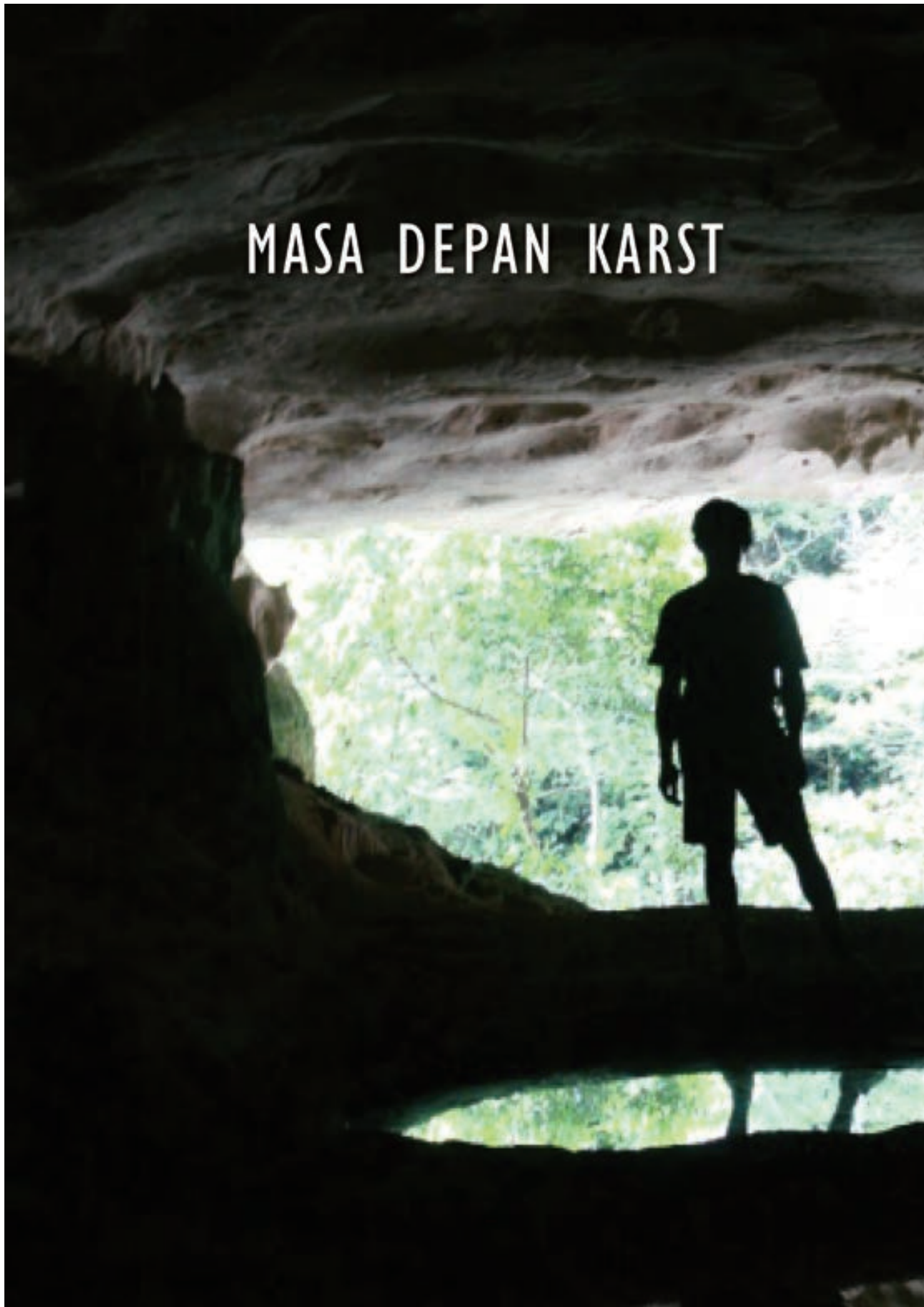
Sebaran karst di Sungai Segah : kawasan karst Birang di hulu Birang, kawasan karst hulu Pagat Pura. Sebaran Karst di Kelai juga ditemukan di Long Boy.

Pada Sungai Kayan, sebaran karst kecil ada di kawasan Telanbala. Telanbala adalah riam yang sangat berbahaya untuk diarungi. Penduduk tidak pernah mengarungi segmen Telanbala pada sungai Kayan. Terdapat 15 kilometer jalan menyusur ke arah hulu, baru kemudian dapat kembali diteruskan menuju daerah Dayak yang terkenal : Apokayan. Di Telanbala terdapat 4 buah gua, salah satu gua yang bernama Gua Ugai merupakan gua sarang waletnya orang Apokayan.

Salah satu cabang Sungai Kayan adalah Sungai Bahau. Sungai Bahau mempunyai kawasan karst kecil dekat Long Saan. Baik Sungai Kayan maupun Sungai Bahau merupakan sungai yang penuh dengan riam-riam.



MASA DEPAN KARST





Lubang Kolam di kawasan Merahu, sebelum memetakan air dari stalaktit sepanjang tahun (foto: Pindl, 20012).

6. Pesisir Timur Kalimantan : Fragile

Kawasan karst Kalimantan 80 % lebih berada pada pesisir timur Kalimantan, memanjang dari Baru Licin di Kalimantan Selatan, sampai Tanjung Putih di Kalimantan Utara.

Bentangan sepanjang ribuan kilo itu, sedikit banyak telah membentuk ekosistem pesisir Kalimantan Timur menjadi Hutan Tropis seperti sekarang ini. Gunung-gunung karst menyimpan air musim hujan untuk dikeluarkan pelan-pelan di musim Kemarau yang kering. Musim kemarau yang sering menimbulkan kebakaran hutan yang hebat.

Kemudian kawasan karst ini juga menyerap hujan deras dari musim barat. Angin musim barat sejatinya tidak mempunyai energi yang cukup untuk sampai 'utuh' ke pesisir timur. Hal ini mengakibatkan pesisir timur cenderung lebih kering dari jantungnya Kalimantan (lihat Dodo, 2012, dalam Setiawan, dkk, 2012).

Oleh karena itu, penggundulan di daerah karst hulu-hulu sungai saja sudah dapat mengakibatkan air banjir yang besar, apalagi bila kawasan karst yang menyerap air dihancurkan.

Pada konteks keadaan iklim regional seperti itu, pesisir timur Kalimantan telah menjadi ajang 'perebutan' sumber daya alam. Secara tradisi jelas pengumpul sarang walet, dan kemudian kawasan antara pegunungan karst telah dibongkar menjadi perkebunan sawit, tambang batu-bara.

Belajar dari berbagai masalah karena 'pembagian' pemanfaatan yang kurang diperhitungkan di kawasan Maros-Pangkep (Sulawesi Selatan) , kawasan Gunung Kidul (Jogyakarta) dan kawasan Citatah (Bandung), maka selayaknya kawasan karst di pesisir timur Kalimantan ini perlu sangat berhati-hati dalam mengelola Karstnya.

Dampak lingkungan yang terjadi akan jauh lebih hebat dibandingkan Maros, Citatah dan Gunung Kidul bila kawasan karst ini terhancurkan oleh kebijakan yang salah.

Kebijakan pada kawasan karst itulah yang menjadi kendala utama : status kawasan dan hukum perlindungan dan pengelolaan kawasan karst masih belum menyentuh ranah operasional yang rinci. Pengalaman di Citatah, Jawa Barat, Jogyakarta dan Sulawesi Selatan menunjukkan lemahnya perlindungan dan pengelolaan kawasan karst karena hukum yang kurang jelas. Sampai saat ini kawasan karst mempunyai daya-tawar yang 'rendah' dalam konteks perlindungan sumber daya alam.

Masalah lain, situs-situs di kawasan karst (terkumpul sangat banyak di kawasan karst Sangkulirang-Bengalon-Mangkalihat) tersebar puluhan kilometer, dan sebaran itu tidaklah sembarang. Itu adalah sebaran 'ruang-budaya' ciptaan manusia prasejarah. Jadi idealnya pada bila memungkinkan yang dilindungi adalah ruang-budayanya.

Undang-undang Benda Cagar Budaya yang baru memungkinkan perlindungan ruang-budaya tersebut. Namun kenyataannya di lapangan, sering kali perlindungan hanya pada titik situsnya. Sedang titik lain diprioritaskan untuk 'diberikan' kepada pemanfaatan yang ekstraktif nan ekspansif ; yang sering kali hanya puluhan tahun saja 'menyumbang' kepada pendapatan negara, namun selamanya akan menggerogoti keuangan negara untuk pembiayaan akibat bencana.

Ancaman utama akan potensi karst sebagai daya tarik ekonomi non-ekstarktif adalah kenyataan bahwa karst merupakan bahan baku semen. Di masa depan kawasan ini oleh pusat cadangan bahan baku semen utama bagi Indonesia, khususnya setelah batu bara habis (sekitar 15 tahun lagi).


Untungnya sejak 2003 beberapa PEMDA berinisiatif mengupayakan pengelolaan dan pelestarian kawasan karst, misalnya Kabupaten Kutai Timur dan Kabupaten Berau. Pada tingkat propinsi, maka Propinsi Kalimantan Timur juga memelopori pengelolaan kawasan karst. Peran Awang Farouk (Gubernur Kaltim 2008-2013) berperan besar pada pengelolaan pelopor ini. Juga Makmur, Bupati Berau mempunyai perda perlindungan kawasan geologi karst.

Yang perlu disadari para pimpinan ekonomi dan pimpinan politik baik daerah maupun pusat, batu bara suatu saat tidak akan lagi jadi primadona ekonomi, dan 'kekuatan' kontribusi minyak dan gas tidak sebesar batu-bara, namun laju ekonomi yang sedang dinikmati sekarang, bagaimanapun juga akan terus dipertahankan di masa depan.

Untuk itu, salah satu cara mudah adalah mengambil sumber daya alam yang tersedia, yaitu karst. Jelas sekali bahwa kawasan karst pesisir timur Kalimantan berpotensi sebagai sumber utama bahan baku semen. Namun, bila keinginan akhir dari industri semen adalah kemakmuran di masa depan, maka belum tentu pilhan semen adalah pilihan terbaik untuk pesisir timur Kalimantan.

Harus disadari oleh semua pihak, bahwa semen adalah pemanfaatan sumber daya alam yang bersifat ekstraktif. Karst bila telah rusak tidak akan





pernah bisa lagi diperbaiki, karst akan rusak selamanya, karena pembentukan batuan karst membutuhkan waktu jutaan tahun.

Yang pasti, kawasan karst pesisir timur Kalimantan merupakan pembeda utama dengan wilayah lain yang tidak bergunung Karst. Kawasan karst menjadi tangki air bagi sungai-sungai utama Kutai Timur, sekaligus benteng banjir utama. Kehancuran kawasan karst pesisir timur akan mempengaruhi kualitas ekosistem.

Kehancuran kawasan karst pesisir timur dapat menjadi suatu bencana bagi orang yang hidup di sepanjang aliran sungai-sungai utamanya. Bila hal itu terjadi, maka tidak satu pihakpun bisa menang-gulangi bencana bagi masyarakat yang hidup di sepanjang sungai. Bencana dari kehancuran karst di atas, tak akan lebih dari 20 tahun dari awal pembongkarannya, bahkan mungkin bisa lebih cepat.

Peradaban pesisir timur Kalimantan yang hebat ini sebenarnya dibangun dengan kehadiran sungai-sungai yang mengalir berkelok menuju pantai timur. Kehancuran sungai di pesisir timur, dapat menghancurkan peradaban hebat itu. Bagaimana agar Peradaban tidak 'hancur'? Hormati sumber air dari sungai-sungai itu, yaitu (salah satunya) kawasan karst.

Oleh karena itu Pemerintah perlu sangat hati-hati dalam pengelolaan kawasan karst. Pemerintah pusat tidak boleh sembrono mengeluarkan kebijakan-kebijakan 'nasional' bila menyangkut kawasan karst Pesisir-Timur. Tak ada salahnya, pemerintah pusat dan daerah bersama 'melajukan' pengembangan ekonomi Pesisir-Timur yang berbasis pada pemanfaatan kelestarian Alam ; yang melibatkan para stakeholder yang memang hidup dengan Alam (sungai dan karst).

Yang pasti karst dapat meningkatkan kesejahteraan dengan melestarikannya. Tidak percaya? Silahkan melihat kawasan karst di Vietnam dan China.

