

KONSERVASI GAMBAR CADAS PADA SITUS GUA PRASEJARAH DI KAWASAN LEANG-LEANG, MAROS-PANGKEP, SULAWESI SELATAN

CONSERVATION OF ROCK ART ON PREHISTORIC CAVE SITES IN THE LEANG-LEANG AREA, MAROS-PANGKEP, SOUTH SULAWESI

R. Cecep Eka Permana¹

¹Departemen Arkeologi, Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Universitas Indonesia, Indonesia

rcecep.ekapermana@gmail.com

Abstrak. Gua prasejarah Indonesia menurut penelitian terkini merupakan tertua di dunia berasal setidaknya dari 51.200 tahun lalu yang ditemukan di Sulawesi Selatan. Saat ini di wilayah Sulawesi Selatan terdapat lebih 300 gua yang sudah teridentifikasi sebagai tinggalan manusia prasejarah. Gua-gua prasejarah sejenis juga banyak ditemukan di Sulawesi Tenggara, Kalimantan Timur, Maluku, dan Papua. Banyaknya temuan gua prasejarah di Indonesia di satu sisi merupakan suatu kebanggaan atas warisan budaya yang luar biasa, namun di sisi lain menjadi pekerjaan rumah yang besar. Permasalahan yang umum dijumpai pada gua-gua prasejarah tersebut adalah kerusakan baik yang disebabkan oleh faktor alam maupun faktor budaya (aktivitas manusia). Kerusakan pada gua merupakan ancaman serius bagi pelestarian warisan budaya, khususnya budaya gua manusia prasejarah. Solusi yang dapat diberikan adalah mengkaji faktor perusak baik situs maupun gambar-gambar yang ada di dalamnya. Kajian di Kawasan Leang-Leang, Maros-Pangkep (Sulawesi Selatan) menunjukkan bahwa faktor perusak gambar gua antara lain mikroorganisme. Analisis laboratorium berhasil mengidentifikasi mikroorganisme itu berupa jamur dari genus *Paecilomyces*. Berdasarkan karakteristik jamur genus tersebut diketahui bahwa perubahan lingkungan meningkatkan aktivitas jamur. Selain itu, aktivitas manusia sekitar situs dapat menaikkan agresivitas jamur tersebut dalam proses perusakan gambar cadas. Informasi faktor penyebab kerusakan dapat digunakan dalam upaya konservasi gambar cadas pada gua prasejarah.

Kata Kunci: Gambar Cadas, Gua Prasejarah, Kerusakan Gambar, Konservasi

Abstract. According to recent research, Indonesia's prehistoric caves are the oldest in the world dating back at least 51,200 years, which were discovered in South Sulawesi. Currently in the South Sulawesi region there are more than 300 caves that have been identified as prehistoric human remains. Similar prehistoric caves are also found in Southeast Sulawesi, East Kalimantan, Maluku and Papua. On the one hand, the discovery of many prehistoric caves in Indonesia is a source of pride for its extraordinary cultural heritage, but on the other hand, it is a big homework assignment. A common problem found in prehistoric caves is damage caused by both natural and cultural factors (human activity). Damage to these caves poses a serious threat to the preservation of cultural heritage, especially prehistoric human cave culture. The solution that can be given is a study of the factors that damage both the site and the images in it. Studies in Leang-Leang area, Maros-Pangkep (South Sulawesi) show that factors destroying cave drawings include microorganisms. Laboratory analysis succeeded in identifying the microorganism as a fungus from the genus *Paecilomyces*. Based on the characteristics of this genus of fungi, it is known that changes in the environment increase the activity of fungi. In addition, human activity around the site can increase the aggressiveness of the fungus in the process of destroying rock images. Information on factors causing damage can be used in conservation efforts for rock images in prehistoric caves.

Keywords: Rock Arts, Prehistoric Caves, Damage To Rock Art, Conservation

DOI: 10.55981/konpi.2024.57

This conference is held by the Ministry of Culture and National Research and Innovation Agency of Indonesia

©2024 The Author(s). This is an open access article CC BY-SA license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1 Pendahuluan

Gambar cadas sering disebut dengan istilah lukisan gua, lukisan prasejarah, lukisan gua prasejarah, atau lukisan dinding gua. Secara umum, istilah ‘gambar cadas’ digunakan untuk menyebut fenomena budaya masa prasejarah berupa coretan atau goresan pada dinding gua, ceruk, atau tebing. Istilah lain yang sering juga digunakan untuk menyebut fenomena budaya seperti ini adalah *rock art*.

Rosenfeld (1988:1-2) memberikan arti *rock art* adalah lukisan atau pahatan yang dibuat pada batu alamiah yang masih melekat pada batuan induknya. Lukisan atau pahatan ini dapat dibuat pada dinding-dinding batu, baik di dalam gua maupun di tempat-tempat terbuka yang bersifat alamiah. Taçon dan Christopher (1998:5), dan Whitley (2005:3) juga menyampaikan pengertian yang mirip bahwa *rock art* berhubungan dengan suatu gambar atau motif yang dibuat pada permukaan batuan alamiah tak bergerak, seperti permukaan tebing, dinding gua, dan bongkahan batu besar.

Istilah lain yang sering juga dipergunakan untuk menyebut *rock art* adalah *cave art* atau *rock painting*. Ketiga istilah itu terutama digunakan untuk kajian yang menganggap bahwa fenomena budaya itu termasuk dalam seni. Di luar anggapan sebagai produk seni, menurut Taçon dan Christopher (1998:5), para penulis atau peneliti biasanya menggunakan istilah *rock image*, *rock picture*, *rock marking*, *rock trace*, dan *rock glyph*.

Dalam tulisan ini digunakan istilah gambar cadas karena untuk memberikan pengertian yang lebih netral. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), ‘gambar’ berarti tiruan barang (orang, binatang, tumbuhan, dan sebagainya); yang dibuat dengan coretan pensil dan sebagainya pada kertas dan sebagainya. Karena fenomena budaya itu tidak hanya hasil melukis tapi juga menggores dan mengoles, maka untuk pengertian yang bersifat umum digunakan istilah ‘gambar’ tersebut. Sementara itu, kenyataan menunjukkan bahwa banyak fenomena budaya itu tidak hanya ditemukan di dalam gua, melainkan pada dinding-dinding tebing atau bongkahan batu besar alami, maka istilah ‘cadas’ digunakan untuk menyatakan semua media yang bersifat keras tersebut (Permana, 2014:2).

Gambar cadas merupakan hasil budaya yang bersifat universal karena terdapat hampir di seluruh dunia, baik di Afrika, Eropa, Amerika, Asia, maupun Australia. Temuan gambar cadas umumnya berupa motif telapak tangan (*hand stencil*), binatang (*zoomorphic*), manusia (*anthropomorphic*), geometris, dan motif abstrak. Gambar Cadas prasejarah di Indonesia hampir ditemukan di seluruh Nusantara. Gambar cadas terbanyak ditemukan di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Kalimantan Timur, Maluku, dan Papua Barat (Permana, 2014:14). Bukti adanya gambar cadas menunjukkan bahwa manusia pernah beraktivitas di tempat itu. Menurut Soejono & Leirissa (2009:94-95) budaya gambar cadas di Indonesia berkembang pada masa berburu dan mengumpulkan makanan tingkat lanjut.

Budaya gambar cadas di Indonesia (khususnya di Sulawesi Selatan) merupakan tertua di dunia, lebih tua dibandingkan dengan situs gua terkenal di Eropa seperti El Castillo (Spanyol). Bukti gambar cadas tertua di dunia berdasarkan penelitian yang dilakukan tahun 2014 di Situs Leang Timpuseng (Maros) berusia 39.900 tahun (Aubert et al., 2014). Kemudian pada 2019 di Situs Leang Bulu Sipong 4 (Maros) berusia 44 ribu tahun (Aubert et al., 2019), lalu pada 2021 di situs Leang Tedongnge (Pangkep) berasal dari 45.500 tahun lalu (Brumm et al. 2021), dan terakhir pada 2024 di gua karst di Leang Karampuang (Maros) berasal dari 51.200 tahun yang lalu (Oktaviana et al., 2024).

Berdasarkan hasil penelitian di atas, jelas bahwa gambar cadas Indonesia berasal dari waktu yang sangat lama. Bukti pertanggalan yang sangat tua itu lumrah banyak gambar cadas Indonesia yang rusak, terancam hilang, dan bahkan sudah musnah. Seorang ahli konservasi gambar cadas, Bednarik (2003:133-136) berpendapat bahwa gambar cadas pada lingkungan alami saat ini sudah mencapai titik keseimbangan yang tinggi. Keseimbangan ditunjukkan dengan gambar cadas yang telah berusia puluhan ribu tahun dijumpai dalam keadaan yang masih baik. Lebih jauh Bednarik berpendapat bahwa walaupun gambar cadas ditemukan rusak, maka sebagian disebabkan karena faktor luar. Faktor luar yang ditengarai sebagai penyebab kerusakan gambar cadas itu adalah pelapukan alami pada media gambar. Selain itu, Sebagian lagi kerusakan disebabkan oleh aktivitas manusia seperti, permukiman, pertanian, pariwisata, industri, dan vandalisme

Salah satu daerah yang banyak ditemukan gambar cadas di Indonesia adalah Sulawesi Selatan, terutama di Kawasan karst Maros-Pangkep. Gambar cadas di sini banyak berada di lingkungan permukiman, pertanian, industri, dan pariwisata. Karakteristik lingkungan yang demikian, tidak heran jika banyak dijumpai situs gua dan gambar cadas di dalamnya yang mengalami kerusakan dan memerlukan perhatian untuk upaya konservasi.

2 Metode

Gambar cadas di daerah Maros-Pangkep, Sulawesi Selatan penting dilakukan kajian berkaitan dengan konservasi. Hal ini disebabkan banyak faktor yang menjadi penyebab kerusakan. Secara khusus, tulisan ini mengkaji kerusakan yang terjadi di kawasan Leang-Leang yang terkenal dengan nama Taman Arkeologi Leang-Leang di Maros. Di dalam kawasan wisata ini terdapat dua situs gua terkenal yakni Leang (gua) Pettae (LPT) dan Leang Pettakere (LPK). Dua gua ini dipilih berdasarkan perbedaan lokasi gua yang berpengaruh pada aksesibilitas pengunjung dan potensi keterancaman. LPT berada di lereng bawah bukit sangat mudah diakses oleh pengunjung dengan kondisi ruang gelap dan lembab. LPK berada di tebing bukit dan agak sulit untuk diakses dengan kondisi ruang terang dan kering. Identifikasi bentuk dan kondisi eksisting gambar cadas, serta perilaku manusia terhadap objek. Secara khusus diambil juga data mikroorganisme pada LPT yang kerusakan dinding gua dan gambarnya paling banyak terjadi. Hal ini dilakukan dengan asumsi mikroorganisme lebih cepat berkembangbiak pada kondisi gua yang lembab.

Pengambilan sampel mikroorganisme dilakukan pada dinding gua yang memiliki lapisan endapan yang ditengarai pembawa sifat perusak. Sampel yang diambil bukan pada objek gambar, melainkan berada di antara lukisan babirusa dan cap telapak tangan (*handstencil*). Sampel diambil menggunakan spatula dengan cara mengikis secara berhati-hati. Sampel hanya diambil sedikit sekitar 25 mg dan dimasukkan ke dalam botol kaca steril berukuran kecil. Botol berisi sampel ditutup dengan penutup karet, dibungkus dengan aluminium foil, dan dimasukkan ke dalam kotak berpendingin (*coolbox*). Proses pengambilan sampel dilakukan oleh peneliti laboran mengenakan sarung tangan karet dan masker untuk mencegah kontaminasi, serta didampingi oleh staf dari BPCB Sulawesi Selatan dan juru pelihara situs setempat (Permana, Habibi dan Gunawan, 2021:6; Permana (ed), 2021: 80-81).

Pengolahan data sampel dilakukan di Laboratorium Biologi Balai Konservasi Borobudur. Sampel dibiakkan hingga mikroorganisme tumbuh. Hasil isolasi mikroorganisme, diperoleh isolat untuk dianalisis lebih lanjut mengetahui identifikasi dan karakteristik spesifik jamur (Permana, Habibi dan Gunawan, 2021:6). Tahap berikutnya mengkaji karakteristik spesifik jamur sehingga dapat dikenali penyebab berkembangnya jamur dan upaya untuk melakukan konservasi gua dan gambar cadas yang ada di dalamnya.

3 Hasil Penelitian

Gua prasejarah di daerah Sulawesi Selatan berada pada Kawasan perbukitan karst Maros-Pangkep. Kondisi gua dan gambar cadas di Maros-Pangkep dapat mewakili keadaan geografis karst situs gua prasejarah pada umumnya baik di Indonesia maupun di belahan dunia lainnya. Menurut laporan konservasi yang dilakukan oleh Balai Konservasi Borobudur, perbukitan karst terbentuk akibat proses pengangkatan pada zaman pascaglasial kala Holosen. Gugusan karst mempunyai karakter tersendiri, yakni adanya sisa-sisa jenis binatang laut, adanya menara-menara karst, dan rekahan-rekahan pada batuan. Satuan morfologi karst Maros-Pangkep Sulawesi Selatan membujur ke arah timur sampai ke gugusan pegunungan kapur Bulu Ballano ([Suhartono et al., 2008](#)). Gugusan perbukitan karst Maros-Pangkep terbentuk karena proses pelarutan batuan (karstifikasi) sehingga terbentuk bukit-bukit karst yang menyerupai menara (*tower karst*). Pada bagian kaki bukit-bukit karst terdapat lubang-lubang alami (gua) yang oleh penduduk setempat disebut *leang*. Di sepanjang gugusan karst dijumpai sejumlah *leang* yang di dalamnya banyak ditemukan sisa peradaban nenek moyang dari masa prasejarah (Said et al.(ed), 2007).

Gua-gua yang ditemukan di wilayah Maros merupakan salah satu objek wisata sejarah terpenting di antara beberapa kompleks gua prasejarah di Sulawesi Selatan. Gua prasejarah yang dikaji di sini adalah kompleks gua di Kawasan Leang-Leang yang kini bernama Taman Arkeologi Leang-Leang (sebelumnya bernama Taman Prasejarah Leang-Leang atau Taman Purbakala Leang-Leang) yang menyajikan wisata edukasi tentang arkeologi dan geologi. Taman Arkeologi Leang-Leang terdiri atas dua gua prasejarah yang telah terkenal hingga ke mancanegara, yaitu Leang Pettae dan Leang Pettakere yang paling sering dikunjungi oleh wisatawan, peneliti, dan akademisi yang berkepentingan. Selain gambar cadas, di kedua situs ini ditemukan tinggalan budaya berupa alat batu dan sisa makanan (Balai Pelestarian Cagar Budaya Sulawesi Selatan, 2023). Tinggalan budaya yang ditemukan di Leang-leang diduga merupakan salah satu bukti tertua dari budaya Toala (Nur, 2009).

3.1 Taman Arkeologi Leang-Leang

Secara administratif, Taman Arkeologi Leang-Leang berada di Desa Leang-Leang ini sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Balocci, di selatan dengan Kecamatan Kallabirang, di barat dengan Desa Manggaloreng dan Desa Tukamasea, dan di sebelah timur berbatasan dengan Desa Labuaja Kecamatan Cendrana. Desa Leang-Leang berjarak 5 km dari ibukota kecamatan, 13 km dari ibukota kabupaten, dan 43 km dari ibukota provinsi. Luas wilayah Desa Leang-Leang 1,600 ha, dengan wilayah terluas berupa hutan lindung 1.015 ha, kemudian sawah 500 ha, pemukiman 50 ha, dan perkebunan 35 ha. (Permana, dkk 2018:8-9).

Kawasan prasejarah Leang-leang merupakan wilayah kerja Taman Nasional Bantimurung-Bulusaraung, khususnya Resort Bantimurung Leang-Leang. Kawasan ini masuk dalam zona pemanfaatan seluas 2,25 ha. Topografi kawasan ini meliputi topografi perbukitan dan dataran. Jenis tanah di kawasan ini adalah jenis *eutropepts* turunan dari *inceptisol*, umumnya ditemukan pada daerah yang berlereng terjal dan puncak bukit kapur. Situs gua prasejarah di sini sebagian terdapat pada bagian kaki dan pertengahan bukit karst. Adapun daerah dataran terdapat pemukiman, sawah, dan ladang penduduk Desa Leang-Leang (lihat gambar 1). Pada beberapa tempat juga terdapat tempat penggembalaan dan pengandangan hewan ternak sapi dan kuda. Ternak sapi dan kuda biasanya akan dilepas di area persawahan setelah panen (Permana, dkk 2018:9-10).



Gambar 1. Taman Arkeologi Leang-Leang dan Keadaan wilayah Desa Leang-Leang. (Sumber: <https://www.bantimurung-bulusaraung.id/leang-leang/>)

Selain pemukiman, sawah, dan ladang penduduk, di sekitar Taman Arkeologi Leang-Leang ini terdapat pula beberapa situs gua prasejarah yang penting, seperti Leang Burung, Leang Barattedong, Leang Ellu Loang, Leang Jing, Leang Barugaya, Leang Lambattorang, Leang Sampeang, Leang Samungkeng, dan Leang Tengae. Situs-situs gua tersebut memiliki karakter yang hampir sama, yakni terdapat gambar cadas berupa gambar telapak tangan warna merah, sebagian terdapat gambar hewan babi, serta di lantai guanya terdapat temuan berupa alat-alat batu dan kulit/cangkang kerang sisa makanan masa lalu. Khusus mengenai gambar cadasnya, sebagian besar sudah dalam kondisi rusak.

Taman Arkeologi Leang-Leang yang berada di Kelurahan Kalabbirang, Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros ini dikelola oleh Balai Pelestarian Cagar Budaya berdasarkan penetapan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan dengan surat keputusan nomor 240/M/1999 dan tanggal 4 oktober 1999 sebagai Taman Prasejarah Leang-Leang. Namun, sejak 2023 Taman Arkeologi ini dibawah pengelolaan Direktorat Museum dan Cagar Budaya, Direktorat Jenderal Kebudayaan. Taman Arkeologi ini berada di wilayah yang datar di dekat kaki bukit karst. Di tengah-tengah taman terdapat beberapa kumpulan batuan karst yang tegak berdiri dengan tinggi 1 hingga 5 meter (lihat foto 1) (Permana, dkk 2018:44).

Memasuki Taman Arkeologi Leang-Leang dapat dijumpai beberapa fasilitas objek wisata, yakni situs Leang Pettae dan Leang Pettakere. Selain itu, di area taman ini terdapat fasilitas berupa *Bola* (rumah) Leppangeng, Pusat Informasi Gambar Prasejarah, ruang rapat, mushalla, toilet, taman batu, *Bola* Toana, sungai purba, bukit karst, dan lain-lain. Pembangunan dan pengembangan Taman Arkeologi Leang-Leang sebagai objek wisata berbasis sejarah dan budaya bertujuan untuk meningkatkan angka kunjungan ke tempat wisata ini.

Situs Leang Pettae (LPT) berada di halaman depan taman, dengan posisi mulut gua berada di kaki bukit. Leang Pettae merupakan suatu ceruk yang cukup besar, memiliki ornamen berupa stalaktit dan stalagmit. Leang Pettae berada pada posisi astronomik $04^{\circ} 58' 44,6''$ LS dan $119^{\circ} 40' 30,5''$ BT. Gua ini berada pada ketinggian kurang lebih 36 meter dari permukaan laut, sedangkan dari tanah yang ada di depannya tingginya berkisar antara 2-3 m. Gua ini menghadap ke arah barat tepatnya 290° dengan pintunya yang berukuran tinggi 8 m dan lebar 12 m. Suhu udara di dalam gua berkisar 30°C dengan kelembaban rata berkisar 70%, sedangkan kelembaban rata-rata dinding gua berkisar antara 15-25%. Permukaan dinding Leang Pettae sebagian besar bertekstur kasar, banyak terdapat tonjolan-tonjolan batuan, sedangkan pada atap gua terdapat stalaktit. Intensitas cahaya yang masuk ke gua ini tidak begitu besar sehingga bagian dalam gua menjadi remang-remang dan lembab (Permana, dkk 2018:45, 57-58; Permana, Habibi dan Gunawan, 2021:6).

Di dalam Leang Pettae terdapat gambar cadas berupa motif babirusa dan telapak tangan. Gambar cadas di Leang Pettae pertama kali ditemukan oleh Heeren Palm pada tanggal 26 Februari 1950, berupa motif telapak tangan dengan latar belakang warna merah sebanyak tujuh buah. Seluruh gambar telapak tangan tersebut menggambarkan tangan kiri, berjari lengkap dengan jari-jari yang ramping. Pagi keesokan harinya Van Heekeren menemukan lukisan babirusa dalam posisi melompat dengan mata panah tertancap di jantungnya (lihat gambar 2). Pada lantai gua pernah ditemukan artefak batu, tembikar polos dan tipis, serta hematit (bahan untuk membuat gambar cadas) (Heekeren, 1952:22-25).



Gambar 2: Taman Arkeologi Leang-Leang, Maros. (Sumber: <https://www.bantimurungbulusaraung.id/leang-leang/>)

Situs Leang Petta Kere (LPK) berada pada posisi geografis $04^{\circ} 58' 43,2''$ LS dan $119^{\circ} 40' 34,2''$ BT dengan ketinggian 50 m di atas permukaan laut (dpl). Sesungguhnya gua ini terletak di tengah tebing dengan ketinggian dari permukaan tanah di bawahnya berkisar ± 15 m. Walaupun letak gua ini berada di tebing bukit tetapi pada bagian pintunya masih terdapat lantai yang menjorok keluar selebar kurang lebih 1 sampai 2 meter yang berfungsi sebagai pelataran gua. Pintu gua menghadap ke arah barat dengan ukuran tinggi 8 m dan lebar ± 4 m. Suhu udara di dalam gua rata-rata berkisar 27°C dengan kelembaban rata-rata 65%, sedangkan kelembaban rata-rata dinding gua berkisar antara 17-22%. Situs Leang Petta Kere pertama kali diteliti oleh van Heekeren tahun 1950. Gambar cadas yang ditemukan di sini terdiri atas 16 motif telapak tangan berlatar merah dan dua motif babi rusa berwarna merah di ruang atas. Sebagian besar motif telapak tangan terdiri dari telapak dan jari lengkap, dan beberapa diantaranya motif telapak tangan sampai pada bagian lengan (lihat juga gambar 3). Alat-alat batu mikrolit/serpih termasuk mata panah yang sisinya bergerigi pernah ditemukan menyebar di bagian lahan di bawah pelataran gua (Permana, dkk 2018:44-45, 56).



Gambar 3. Situs Leang Pettae (atas) dan Leang Pettakere (bawah). (Sumber: Penulis)

3.2 Kerusakan Gambar Cadas di situs Leang Pettae

Seperti telah disebutkan di atas, kerusakan situs LPT jauh lebih banyak dibandingkan dengan LPK. Kerusakan gambar cadas yang terjadi di situs LPT secara umum dapat dibagi dua sebab, yakni alam dan manusia. Penyebab kerusakan dari faktor alam akibat perubahan iklim yang berdampak pada perkembangan mikroorganisme pada dinding gua. Kerusakan gua sebagai akibat mikroorganisme itu terlihat pada dinding yang tumbuh jamur yang menyebabkan pengelupasan permukaan batuan, termasuk gambar yang ada di sana.



Gambar 4. Kerusakan Gambar dan Pengambilan sampel (Sumber: Penulis)

Kondisi gambar babirusa pada situs LPT saat ini telah mengalami kerusakan sama dengan kondisi gambar telapak tangan yakni, gambar yang memudar, menjadi kurang jelas, dan mengalami pengelupasan. Selain itu, terdapat lapisan endapan putih yang berada di dekat gambar dan berada tepat di gambar tersebut. Pengamatan terhadap kondisi Situs LPT menunjukkan bahwa temperatur dan suhu pada bagian dalam ruangan rendah, lembab, dan basah. Kondisi ini memudahkan mikroorganisme berupa jamur untuk berkembang biak. Kondisi di bagian lantai, dinding, dan ruang di dalam gua basah dengan temperatur udara yang lebih rendah dari area mulut gua. Stalaktit dalam jumlah kecil masih meneteskan air dan ditemukan jejak air pada bagian ujungnya. Tetesan air

akan muncul lebih banyak ketika musim hujan. Kondisi ini membuat sebagian gambar mengalami perubahan kualitas akibat jamur yang berkembang.

Hasil identifikasi jamur di Laboratorium Biologi Balai Konservasi Borobudur dari Situs LPT menunjukkan ciri umum dari golongan genus *Paecilomyces* (Permana, Habibi, dan Gunawan, 2021:7). Menurut Samson (1974) klasifikasi genus *Paecilomyces* ini adalah Fungi (Kingdom), *Ascomycota* (Division), *Euascomycetes* (Class), *Eurotiales* (Order), dan *Trichocomaceae* (Family). Ciri morfologi yang tampak pada jamur tersebut adalah rantai *Phialoconidia* bersel tunggal (*amerconidia*) diproduksi dalam suksesi *basipetal* dari *phialidae*. *Conidia* terbentuk dalam rantai dengan usia termuda terletak di bagian dasar yang disebut *basocatenate*. Pengamatan di laboratorium menunjukkan perkembangan koloni jamur termasuk cepat dan memiliki bentuk bubuk atau tepung. Pada awal pertumbuhan koloni jamur berwarna putih, tetapi ketika sampai tahap sporulasi berwarna kuning kehijauan. Nucci & Anaissie dalam buku *Clinical Mycology* (2009) juga menggambarkan pertumbuhan jamur seperti yang terjadi pada percobaan di laboratorium tersebut. Pada situs LPT, jamur genus *Paecilomyces* ini ditengarai penyebab kerusakan gambar cadas pada dinding gua.

Menurut riwayat penelitiannya, genus *Paecilomyces* pertama kali dideskripsikan oleh G. Bainier pada tahun 1907, sebagai genus yang berkerabat dekat dengan *Penicillium* dan hanya terdiri atas satu spesies, yakni *Paecilomyces variotii* Bainier. Lima puluh tahun kemudian, deskripsi dari genus ini direvisi oleh A.H.S. Brown dan G. Smith. Revisi juga dilakukan oleh S.A Samson pada tahun 1975, sehingga tercatat memiliki 31 spesies. Genus ini sekarang telah terdaftar sebanyak 145 spesies (Moreno-Gavira et al., 2020).

Sejatinya Genus *Paecilomyces* mengandung beberapa spesies, yang paling umum adalah *Paecilomyces lilacinus* dan *Paecilomyces variotii*. Warna koloni dan ciri-ciri mikroskopis tertentu membantu membedakan spesies *Paecilomyces* satu sama lain. *Paecilomyces krustasea* dan *Paecilomyces variotii*, misalnya bersifat termofilik dan dapat tumbuh dengan baik pada suhu setinggi 50°-60°C (<http://drfungus.org/knowledge-base/paecilomyces-species/>). Genus *Paecilomyces* memiliki hifa bersepta hialin hingga kekuningan, seringkali dengan dinding halus dan konidiofor bercabang vertikal atau tidak beraturan, dan *fialida* dengan dasar lebar dan leher memanjang (Moreno-Gavira, dkk. 2020:2).



Gambar 5. Konidia dan hifa genus *Paecilomyces* (Sumber: www.researchgate.net/figure/Morfologia-microscopica-del-hongo-Paecilomyces-sp)

Genus *Paecilomyces* memiliki banyak spesies, baik patogen maupun saprofit, dan dapat ditemukan di berbagai habitat, termasuk tanah, bahan tanaman atau makanan yang membusuk, produk makanan yang dipasteurisasi, sedimen laut, kompos, serangga, nematoda, atau *rizosfer* berbagai tumbuhan. Selain itu, banyak spesies dari genus *Paecilomyces* mempunyai peran dalam degradasi senyawa aromatik, produksi etanol dari limbah agroindustri, atau penghilangan amonium dari media sintetis atau pengurangan emisi amonia pada kotoran unggas. Namun demikian, tidak dapat mengabaikan fakta bahwa *Paecilomyces* menyebabkan beberapa penyakit menular pada manusia pada pasien dengan immunosupresi (kekebalan tubuh melemah) dan juga sebagai agen penyebab kematian tanaman (Moreno-Gavira, dkk. 2020:2; Permana, Habibi dan Gunawan, 2021: 9).

Selain yang disebabkan oleh alam tersebut, kerusakan yang terjadi di situs LPT juga disebabkan oleh faktor manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Perilaku manusia secara langsung misalnya dengan menyentuh dinding gua, khususnya gambar cadas yang ada di permukaannya para pengunjung terutama murid sekolah yang datang dan masuk dalam jumlah besar dan banyak yang menyentuh gambar pada dinding gua. Banyak murid sekolah yang memegang gambar cadas sebagai bentuk rasa kepenasaran mereka. Untuk mencegah kerusakan perilaku pengunjung tersebut, kemudian pengelola Taman Leang-Leang membuat pembatas di dalam

gua. Sementara itu, perilaku yang tidak langsung disebabkan oleh pengunjung yang masuk ke dalam gua dalam kondisi berkeringat, sambil makan, dan bahkan ada yang merokok.



Gambar 5. Pengunjung ke Leang Pettae. (Sumber: www.kompasiana.com, dan www.reportasependidikan.com)

4 Diskusi

Situs LPK dan LPT merupakan situs andalan yang terdapat di Taman Arkeologi Leang-Leang, Maros, Sulawesi Selatan. Sebagai destinasi wisata yang populer, kedua situs, khususnya Leang Pettae terjadi banyak kerusakan, baik yang disebabkan oleh alam maupun manusia (pengunjung/wisatawan). Menurut Bednarik (2003:134-135) gambar cadas yang melekat pada batuan karst sangat rentan rusak apabila media gambar cadas mendapat gangguan. Gangguan pada batuan sebagai akibat proses alami umumnya berupa pelapukan. Pelapukan pada batuan biasanya disebabkan karena kelembaban akibat dari rembesan air secara kapilaritas dalam batuan atau secara hidrologis menembus struktur batuan pembentuk gua.

Curah hujan yang tinggi atau aliran air akibat gravitasi, dapat membuat air meresap hingga menembus dan membasahi permukaan batuan bergambar. Air yang bergerak di dalam batuan, baik secara gravitasi maupun kapiler, membawa zat-zat garam dan mengendap pada zona tertentu. Zona pengendapan garam (*subflorescence*) mengembang beberapa milimeter sejajar dengan permukaan batuan dan di bawah permukaan batuan yang kemudian mengering. Proses itu terjadi berulang-ulang sampai membentuk lapisan “*drummy*” hingga kemudian terangkat hingga akhirnya mengelupas. Proses pelapukan batuan semakin cepat terjadi pada daerah yang biasa terkena hujan langsung atau terkena rembesan air pada dinding gua. Kondisi seperti itu menyebabkan mikroorganisme tumbuh subur dan berkembang biak dengan cepat (Bednarik, 2003:134).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium diketahui bahwa kerusakan gambar cadas pada gua prasejarah di Taman Arkeologi Leang-Leang disebabkan oleh mikroorganisme sejenis jamur dari genus *Paecilomyces* (Permana, Habibi, dan Gunawan, 2021:7). Dari kajian literatur diketahui bahwa karakteristik jamur *Paecilomyces* digambarkan bersifat kosmopolitan dan biasa hidup di tanah. Jamur *Paecilomyces* sering pula ditemukan pada sisa tanaman yang telah membusuk dan pada produk makanan. Jamur ini juga biasa digunakan sebagai agen hayati yang efektif dalam pengendalian nematode, yakni sejenis cacing berbentuk benang penghambat pertumbuhan akar tanaman (Moreno-Gavira et al., 2020; Nucci & Anaissie, 2009). Pada umumnya, jamur ini dapat tumbuh dengan cepat pada kelembaban lebih dari 65%. Ketika kelembaban relatif mencapai 75-95%, spora jamur tumbuh menjadi miselium. Suhu optimum yang dibutuhkan jamur adalah pada kisaran 20⁰-35⁰ C, meski ada beberapa spesies yang berkembang baik pada suhu 50⁰-60⁰ C (Nucci & Anaissie, 2009).

Dengan karakteristik seperti itu, maka merupakan hal yang lumrah apabila jenis jamur *Paecilomyces* banyak ditemukan di dalam gua prasejarah. Jamur ini menghasilkan enzim protease yang dapat merusak unsur organik gambar cadas dan sekitarnya. Dugaan ini juga didasarkan pada lapisan tempat diambilnya sampel jamur yang mendominasi dinding Leang Pettae, termasuk yang menutupi gambar cadas. Pengkajian lebih lanjut terhadap karakteristik jamur *Paecilomyces* diketahui juga dapat mendegradasi dan mengubah unsur logam pada pigmen gambar cadas menjadi bentuk lain. Seperti diketahui bahwa gambar cadas umumnya dibuat menggunakan oker mengandung unsur oksida besi atau oksihidroksida seperti hematit (Fe₂O₃), goetit (FeOOH), magnetit (Fe₃O₄) dan limonit (FeO.nH₂O) (Permana, Habibi dan Gunawan, 2021:9).

Hasil reaksi unsur logam tersebut dengan jamur jenis *Paecilomyces* menghasilkan penggaraman dalam bentuk endapan warna putih (MacDonald et al., 2019). Dampak penggaraman ini menyebabkan pengelupasan dinding gua dan membahayakan jika terdapat gambar cadas di sana. Kajian Gagan dkk (2022) yang membandingkan berbagai foto dokumentasi menunjukkan bahwa di LPT sebagian besar pengelupasan gambar cadas terjadi sejak lama. Pada dokumentasi awal tahun 1950, kerusakan pada dinding gua dan gambarnya sudah terlihat.

Langkah preventif untuk meminimalisir pengaruh jamur terhadap gambar cadas adalah dengan mengontrol lingkungan, seperti suhu dan kelembaban. Hasil pengukuran suhu pada saat pengambilan sampel di LPT berkisar $29^{\circ}30'$ C dengan kelembabannya mencapai 74,7% (Permana, Habibi dan Gunawan, 2021:9). Bila mengacu pada Nucci & Anaissie (2009) spora jamur tumbuh menjadi *miselium* pada kisaran 20° - 35° C dengan kelembaban 75-95%. Hal ini berarti suhu dan kelembaban pada LPT sangat cocok dengan karakteristik tumbuh kembang jamur *Paecilomyces*. Agar jamur tidak tumbuh dengan cepat semestinya menjaga kelembaban di bawah 65%. Rekayasa konservasi untuk menjaga kelembaban perlu dilakukan sejauh tidak menyalahi kaidah arkeologi.

Kondisi yang hampir sama juga dilaporkan oleh Jurado et al., (2009) misalnya di gua prasejarah di Eropa yang termasuk Warisan Dunia UNESCO yakni, Altamira di Spanyol dan Lascaux di Prancis. Pada kedua gua tersebut koloni jamur juga berkembang biak dengan baik karena suhu rendah. Menurut penelitian Bastian dan kawan-kawan (2010), jenis jamur yang banyak menyerang gua-gua prasejarah di Spanyol adalah dari spesies *Fusarium solani*. Jenis jamur yang sama juga dilaporkan terdapat pada sedimen gua-gua prasejarah di Slovakia, Inggris, Amerika, dan India. Upaya konservasi yang dilakukan tidak lain menjaga suhu untuk mengontrol pertumbuhan jamur.

Faktor lingkungan lain yang perlu dijaga agar jamur tidak berkembang biak adalah polusi udara berupa debu. Polusi udara pada Situs LPT diperkirakan berasal dari pabrik semen dan marmer, selain polutan dari peternakan ayam, kotoran sapi, kotoran kelelawar, dan kotoran burung (Permana, Habibi dan Gunawan, 2021:10). Menurut kajian Sari et al., (2016) dan Rosa & Elvrida (2017) polutan dari peternakan ayam, kotoran kelelawar, dan kotoran burung mengandung zat kimia berbahaya seperti nitrogen dan fosfat. Debu dari kotoran hewan tersebut dapat membentuk deposit di dinding gua dan menjadi penyubur pertumbuhan jamur.

Sebagai organisme yang bersifat heterotrof, jamur genus *Paecilomyces* perlu diwaspadai karena kemampuannya bertahan hidup meski pada keadaan ruang yang kering dan udara yang tidak bergerak. Apalagi di dalam gua yang tidak kering dan udara yang bergerak maka debu di dalam gua yang mengandung kotoran hewan atau pembusukan tanaman yang terangkat dengan adanya udara bergerak di dalam gua, akan menempel pada gambar cadas. Demikian pula bila terjadi adanya udara bergerak (angin) dari luar yang masuk ke dalam gua dan membawa berbagai polutan industri, peternakan, pupuk, pestisida pertanian, serta polutan lainnya, akan semakin meningkatkan pertumbuhan jamur dalam gua.

Mengingat gua situs LPT merupakan salah satu objek utama tujuan wisata di Taman Arkeologi Leang-Leang, maka perlu perhatian khusus dari instansi terkait seperti Pengelola Taman Arkeologi Leang-Leang dan Dinas Pariwisata Kabupaten Maros. Faktor aktivitas pengunjung seperti gerak langkah di dasar gua yang menyebabkan naiknya debu, keringat yang menetes, tangan yang menyentuh dinding gua dan gambar, serta nafas yang mengeluarkan karbondioksida, sangat berpotensi menyumbang pembiakan cepat jamur. Pembatasan jumlah pengunjung yang masuk ke Taman Arkeologi umumnya dan gua-gua yang ada di dalamnya perlu dilakukan dan dipertahankan terus.

5 Penutup

Taman Arkeologi Leang-Leang merupakan destinasi wisata yang populer di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Situs Leang Pettae salah satu guanya banyak terjadi kerusakan pada gambar cadasnya, baik yang disebabkan oleh alam maupun manusia. Kerusakan yang disebabkan oleh faktor alam berdasarkan hasil analisis laboratorium diketahui disebabkan oleh sejenis jamur dari genus *Paecilomyces*. Karakteristik jamur *Paecilomyces* digambarkan bersifat kosmopolitan dan biasa hidup di tanah. Sebagai organisme yang bersifat heterotrof, jamur genus *Paecilomyces* juga perlu diwaspadai karena kemampuannya bertahan hidup meski pada keadaan ruang yang kering dan udara yang tidak bergerak (tanpa adanya angin). Rekayasa lingkungan gua perlu dilakukan untuk meminimalisir pertumbuhan jamur agar kerusakan dinding gua bergambar dapat diatasi.

Kerusakan gambar cadas yang disebabkan oleh faktor manusia, terjadi misalnya sejumlah orang yang masuk ke dalam gua, atau orang yang masuk ke dalam gua dalam kondisi berkeringat, sambil makan, dan bahkan ada yang merokok. Apalagi orang yang masuk ke dalam gua menyentuh dinding gua, khususnya pada gambar cadas

yang ada di permukaannya. Hal itu terjadi sebagai dampak Taman Arkeologi Leang-Leang sebagai destinasi wisata dan objek penelitian.

Untuk keperluan konservasi gua prasejarah seperti Leang Pettae, berdasarkan pengalaman pelestarian gua prasejarah di Spanyol, perlu dipertimbangkan untuk membuat kebijakan yang melarang pengunjung masuk ke dalam gua. Bukan sekadar pembatasan pengunjung atau membuat batas di dalam gua seperti yang dilakukan sekarang di Leang Pettae. Dalam kaitan ini disarankan untuk pembuatan media pengganti. Media pengganti itu misalnya berupa papan informasi lengkap di luar gua atau di dalam ruangan informasi khusus. Upaya konservasi lain yang dapat juga dilakukan adalah pembuatan replika gua yang mirip tanpa mengurangi aspek keaslian dan petualangan bagi pengunjung yang memasukinya.

Ucapan Terima Kasih

Tulisan ini merupakan bagian dari Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) dengan perjanjian penugasan PTUPT Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional tahun 2021 Nomor NKB-260/UN2.RST/HKP.05.00/2021 tertanggal 9 Maret 2021 berjudul “Preservasi dan Konservasi Gambar Cadas Indonesia: Studi Kasus Gua Prasejarah di Kawasan Karst Maros-Pangkep Sulawesi Selatan. Terima kasih kepada anggota tim Ariyanti Oetari, Octria Adi Prasajo, Edy Gunawan, dan Mohammad Habibi.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis tidak memiliki konflik kepentingan yang relevan dengan isi artikel ini.

Daftar Pustaka

- Anaissie, Michael R. McGinnis (Ed.), *Clinical Mycology* (Second, hal. 309– 327). Churchill Livingstone.
- Aubert, M., Brumm, A., Ramli, M. et al, (2014). “Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia”, *Nature*, 514 (7521), 223–227. <https://doi.org/10.1038/nature13422>.
- Aubert, M. *et.al.* (2019). “Earliest hunting scene in prehistoric art”, *Nature*, 576(7787), 442–445. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1806-y>
- Balai Pelestarian Cagar Budaya Provinsi Sulawesi Selatan. (2023, October 18). Leang-Leang Virtual Tour . Retrieved from <https://bpcbsulsel.id/leangleang/>
- Bastian, F., Jurado, V., Nováková, A., Alabouvette, C., & Saiz-Jimenez, C. (2010). “The microbiology of Lascaux Cave”. *Microbiology*, 156(3), 644–652. <https://doi.org/10.1099/mic.0.036160-0>
- Bazergan, A. dkk. (2024). “Implementasi Jaringan Nirkabel Internet pada Objek Wisata Taman Prasejarah Purbakala Leang–Leang Kabupaten Maros”. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOI)*, 9(3), 691 - 700.
- Bednarik, R. (2003). *Rock art conservation*. International Federation RockArt Organization.
- Brumm, Adam., *et al.*, (2021). “oldest cave art found in Sulawesi”, dalam *Science Advances* Vol. 7 No. 3 (http://www.researchgate.net/publication/348446906_Oldest_cave_art_found_in_Sulawesi)
- Jurado, V., Nova, A., Alabouvette, C., & Saiz-Jimenez, C. (2009). “The fungal colonisation of rock art caves: Experimental evidence”. *Naturwissenschaften*, 96, 1027–1034.
- Gagan, M.K., Halide. H., Permana, R.C.E. dkk (2022) “The historical impact of anthropogenic air-borne sulphur on the Pleistocene rock art of Sulawesi” *Nature: Scientific Reports*, 12:21512. www.nature.com/scientificreports/
- MacDonald, B. L., Stalla, D., He, X., Rahemtulla, F., Emerson, D., Dube, P. A., Maschmann, M. R., Klesner, C. E., & White, T. A. (2019). “Hunter-gatherers harvested and heated microbial biogenic iron oxides to produce rock art pigment”. *Scientific Reports*, 9(1), 17070. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53564-w>
- Moreno-Gavira, A., Huertas, V., Dianez, F., Sanchez-Mountesinos, B., & Santos, M. (2020). “Paecilomyces and its importance in the biological control of agriculture pests and diseases”. *Plant*, 9, 1746.
- Nucci, M., & Anaissie, E. J. (2009). *Hyalohyphomycosis*. In & M. A. P. Elias J.
- Nur, M. 2009. Pelestarian Kompleks Gua Leang-Leang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Tesis, Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada (*tidak diterbitkan*).
- Nur, M. (2017). “Analisis nilai penting 40 gua prasejarah di Maros, Sulawesi Selatan”. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya*, 11(1), 64–73. (<https://doi.org/10.33374/jurnalkonservasicagarbudaya.v11i1.171>)
- Oktaviana, AA, et al. (2024) “Narrative cave art in Indonesia by 51,200 years ago”, dalam *Nature*, volume 631, 814–818
- Permana, R.C.E, dkk. (2018) *Eko-Wisata-Budaya Leang-Leang*, Depok: Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya Universitas Indonesia
- Permana, R.C.E., Habibi, M., dan Gunawan, E. (2021) “Jamur Paecilomyces dari Leang Pettae di kawasan karst Maros dan saran pelestarian gambar cadasnya” *Berkala Arkeologi*, Vol. 41 No. 1, 1-14.
- Permana, R.C.E (ed) (2021). *Pedoman Preservasi dan Konservasi Gambar Cadas Indonesia*. Jakarta: Wedatama Widya Sastra.
- Pratiwi, N. dan Cahyani, E. 2020. “Optimalisasi Pengelolaan Taman Prasejarah Leang-Leang Sebagai Daya Tarik Wisata di Kabupaten Maros”, *Jurnal Mallinosata* Volume 5, No.1: 22-33.
- Rosa, B., & Elvrida. (2017). “Kajian efektivitas pemberian pupuk guano dan biochar terhadap produksi dan serapan hara NPK tanaman padi”. *Jurnal Agrotek Lestari*, 4(2), 71–79.
- Said, A. M., Ramli, M., & Sumantri, L. (Ed.). (2007). *Direktori potensi wisata budaya di kawasan karst Maros-Pangkep Sulawesi Selatan Indonesia*. Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala Makassar.

- Samson, R. A. (1974). *Paecilomyces and some allied Hyphomycetes*. Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Sari, K. M., Pasigai, A., & Wahyudi, I. (2016). “Pengaruh pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea* var. *Bathytis* L.) pada Oxic Dystrudepts Lembantongoa”. *e-J. Agrotekbis*, 4 (2), 151–159.
- Soejono, R. P., & Leirissa, R. Z. (Ed.). (2009). *Sejarah nasional Indonesia I (Edisi mutakhir)*. PN Balai Pustaka. ✓
- Suhartono, Y. (2012). “Faktor-faktor penyebab kerusakan lukisan gua prasejarah di Maros Pangkep dan upaya penanganannya”. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*, 6, 14–25. <http://repository.kemdikbud.go.id/4083/>
- Suhartono, Y., Atmaja, Y., & Lambang, R. P. (2008). *Studi konservasi lukisan gua prasejarah di Maros dan Pangkep*. Yogyakarta: Balai Konservasi Borobudur.

Biografi Penulis

R. Cecep Eka Permana lahir 31 Mei 1965 adalah pengajar Program Studi Arkeologi FIB UI sebagai dosen tetap sejak 1991. Lulus S1 Arkeologi FSUI 1989; lulus S2 Antropologi Program Pascasarjana UI 1996; dan lulus S3 Arkeologi FIB UI 2008. Menjadi Guru Besar FIB UI tertanggal 1 Juli 2020. Karya tulis antara lain “Membaca Ulang Seni Indonesia Purba: Gambar Cadas Gua Maros Sulawesi – Sangkulirang Kalimantan”, *Proceeding: Dari Ganesa sampai Sastra Artificial Intelligence BWCF Society*, 2023: 351-370; “*Animal motifs on rock art in Papua and West Papua*”, *Jurnal Wacana*, Vol. 23 No. 1 2022:157-199; dan “*The historical impact of anthropogenic air-borne sulphur on the Pleistocene rock art of Sulawesi*” (Penulis ketiga bersama Michael K. Gagan, Halmar Halide, dkk.) pada *Nature*, 12:21512, 2022. Sementara itu, karya buku seperti *Pedoman Preservasi dan Konservasi Gambar Cadas Indonesia*, 2021, Wedatama Widya Sastra, Jakarta, serta *Jejak Peradaban Kemaritiman pada Gambar Cadas Nusantara*, 2019, Wedatama Widya Sastra, Jakarta.