



PENGUNAAN PHYTOLITH DALAM PENELITIAN ARKEOLOGI DI INDONESIA

*Phytoliths Usage in Indonesian Archaeological Research*Fathimatuz Zahro^{1*}, Alifah², Ati Rati Hidayah², Adana Presti Ariyanto¹, Yasmin Lana Amara¹¹Program Studi Arkeologi, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Udayana²Pusat Riset Arkeometri, Badan Riset dan Inovasi Nasional*Korespondensi: fathimatuz.zahro@student.unud.ac.id.

Diajukan: 17/04/2023; revisi: 04/05-21/07/2023; disetujui: 16/10/2023

Publikasi online: 30/11/2023

Abstract

Archaeological research in Indonesia uses several analyses to identify or explain questions related to archaeology. One of the analyses used is the phytolith. Phytolith is used as main or secondary data to reveal an environment related to vegetation in the past. Phytolith is micro botanical data. Phytoliths are found in the sediment or residue from an artifact. Due to several reasons, phytolith-related analysis is rarely used in Indonesian archaeological sites. The major topic of this article is a review of many research activities that have been conducted in Indonesia that use phytoliths as data. The method used is literature studies on several archaeobotanical studies with micro botanical data in the form of a phytolith. According to the findings of archaeological research utilizing phytolith data found at each site, it was found that the dominant elongate, spheroid, polybate shape indicates the presence of Poaceae and bulliforms shape that indicate Bambusoideae or Oryza.

Keywords: Phytolith; vegetation; microbotany; Indonesian sites.

Abstrak

Penelitian arkeologi di Indonesia menggunakan beberapa analisis untuk mengetahui atau menjawab pertanyaan terkait arkeologi. Salah satu analisis yang digunakan yaitu analisis *phytolith*. *Phytolith* digunakan sebagai data utama ataupun pelengkap untuk mengungkapkan sebuah lingkungan yang berkaitan dengan tumbuhan pada masa lalu. Proses mengidentifikasi *phytolith* membutuhkan panduan atau referensi, namun data referensi *phytolith* tumbuhan tropis masih jarang, sehingga dibutuhkan kumpulan referensi bentuk *phytolith* baik dari tumbuhan baru maupun dari konteks arkeologi. Ulasan dari beberapa penelitian arkeologi di Indonesia yang menggunakan *phytolith* sebagai data arkeologi menjadi fokus utama pada artikel ini. Metode yang digunakan merupakan studi pustaka dari beberapa penelitian arkeobotani dengan data mikrobotani berupa *phytolith*. Menurut temuan penelitian arkeologi yang menggunakan *phytolith* yang telah ditemukan pada masing-masing situs diketahui bahwa bentuk dominan *elongate*, *spheroid*, *polybate* yang mengindikasikan adanya tumbuhan *Poaceae* serta bentuk bulliform yang mengindikasikan tumbuhan *Bambusoideae* ataupun *Oryza*.

Kata Kunci: *Phytolith*; vegetasi; mikrobotani; situs Indonesia.

PENDAHULUAN

Pada tahun 1960-an Binford mencetuskan pemikiran arkeologi prosesual. Pendekatan prosesual yang menggunakan ilmu alam sebagai ilmu bantu dalam memecahkan permasalahan penelitian arkeologi dianggap lebih objektif dan terukur (Binford, 1968). Hal tersebut semakin dapat menjawab pertanyaan kompleks yang selama ini ada dalam

penelitian arkeologi. Selain itu, dengan adanya ilmu alam sebagai ilmu bantu dapat memberi sudut pandang lain terhadap hubungan manusia terhadap lingkungan alam sehingga memberi penjelasan terhadap suatu kebudayaan. Dalam hal ini data arkeologi yang dapat dijadikan acuan yaitu data berupa ekofak atau benda yang berasal dari alam.

Arkeobotani ada karena paradigma arkeologi prosedural yang dipelopori oleh Binford. Cara berpikir ilmu alam *scientific archaeology* dianggap lebih pasti dan lebih ilmiah untuk memecahkan permasalahan dalam penelitian. Sehingga perlu adanya beberapa ilmu bantu agar arkeologi dapat mengungkapkan suatu kebenaran. Arkeobotani terfokus pada interaksi manusia dengan tumbuhan di masa lalu yang didapatkan melalui analisis sisa-sisa tanaman purba. Terdapat beberapa pendekatan untuk menganalisis sisa-sisa tumbuhan dalam konteks arkeologi, yaitu melalui data mikrobotani dan makrobotani (Alifah, 2017; Miller, 1995; Siswanto, 2000). Data makrobotani merupakan data dari sisa tumbuhan yang dapat dilihat tanpa perlu bantuan alat. Berbeda dengan makrobotani yang dapat dilihat langsung, data mikrobotani memerlukan alat khusus untuk dapat dilihat karena ukurannya yang sangat kecil. *Starch*, polen, dan *phytolith* merupakan mikrobotani yang digunakan dalam penelitian arkeologi.

Phytoliths merupakan bagian dari suatu partikel silika dalam tumbuhan. Bagian silika ini dapat bertahan meskipun tanaman induknya telah mati dan bagian ini juga tidak akan terdekomposisi ataupun terbakar. Pada beberapa kasus, sisa tumbuhan atau bagian *phytolith* ini umumnya ditemukan pada bekas perapian atau lapisan abu, adapula yang ditemukan pada keramik, plester hingga alat batu yang digunakan manusia purba sebagai alat untuk memotong maupun pada gigi herbivora (Renfrew & Bahn, 2016).

Dalam konteks arkeologi sientifik, analisis *phytolith* merupakan alat penting dalam mendapatkan pemahaman yang lebih kaya dan komprehensif tentang kehidupan manusia masa lalu. Informasi yang diperoleh melalui analisis *phytolith* dapat membantu mengisi celah pengetahuan tentang pola makan, pertanian, lingkungan hidup, dan adaptasi manusia terhadap perubahan alam. Dengan demikian, analisis

phytolith memainkan peran penting dalam memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang sejarah manusia dan menggali pengetahuan baru tentang peradaban masa lalu.

Piperno (2006) memberi banyak nama untuk *phytolith* seperti *biogenic silica*, *biogenic opal*, *plant opal*, *opal phytoliths*, *biomineralizations*, *silicophytoliths*, *silica bioliths*, *silica bodies* atau *silicobioliths*. Penyebutan nama itu sama-sama mengarah ke *phytolith* yang terbentuk dari partikel silika pada tumbuhan yang terlepas ketika mati dan membusuk. *Phytolith* dapat ditemukan di berbagai bagian tanaman, termasuk daun, akar, buah, bunga dan batang kayu (Piperno, 2006).

Dibandingkan dengan serbuk sari (*pollen*) dan pati (*starch*), proses pengawetan *phytolith* relatif rumit. *Phytolith* dapat hidup dalam berbagai kondisi tanah, termasuk suhu yang relatif ekstrim. Dalam jangka waktu yang lama di dalam tanah, *phytolith* juga menjadi data insitu (Piperno, 1988). Tanaman memproduksi *phytolith* sejak usia enam bulan, oleh karena itu data *phytolith* dapat mengungkapkan keberadaan tanaman sejak dini. Diperlukan metode khusus untuk memisahkan *phytolith* untuk dapat diidentifikasi.

Ketika tumbuhan mati dan membusuk maka tumbuhan tersebut meninggalkan bahan anorganik silika sehingga dapat dikatakan bahwa *phytolith* merupakan data yang *insitu* (Piperno, 2006). Oleh karena itu, analisis *phytolith* penting untuk diaplikasikan pada penelitian arkeologi untuk merekonstruksi kehidupan manusia, khususnya dalam lingkup lingkungan. *Phytolith* juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana manusia berinteraksi dengan tanaman di situs, terutama di gua hunian. Residu artefak juga dapat dianalisis dengan *phytolith*. Hasil analisis ini digunakan untuk menganalisis fungsi alat, penggunaan tanaman, dan pola subsisten manusia di sebuah situs, selain

untuk mendefinisikan lingkungan (Alifah, 2017).

Identifikasi tumbuhan hingga tingkat spesies tidak dapat teridentifikasi secara detail dalam studi arkeologi menggunakan bukti mikrobotani dalam bentuk *phytolith*. Hal ini terjadi karena satu tanaman dapat membuat banyak jenis *phytolith*, dan berbagai jenis tanaman dapat menghasilkan berbagai jenis *phytolith* (Alifah, 2017). Untuk mendapatkan identifikasi tanaman secara detail dalam penelitian arkeologi maka diperlukan gabungan dari beberapa analisis menggunakan data yang lebih kompleks. Data tersebut berupa mikro dan makrobotani.

Penelitian atau kajian arkeologi dengan menggunakan *phytolith* sebagai data untuk menjawab suatu permasalahan di Indonesia relatif sedikit. Hanya terdapat beberapa peneliti yang menggunakan analisis *phytolith*. Kajian arkeologi lingkungan di Indonesia sudah cukup banyak, namun penggunaan data tumbuhan sebagai data primer masih sedikit dan perlu dikembangkan lagi. Karena keterbatasan penelitian yang menggunakan analisis *phytolith* membuat referensi yang dibutuhkan untuk analisis ini sangat minim. Keterbatasan referensi tersebut kemudian mengharuskan peneliti yang menggunakan analisis *phytolith* ini merujuk pada referensi dari luar negeri meskipun kondisi lingkungan dan tumbuhan disana sedikit berbeda dengan tumbuhan daerah tropis seperti Indonesia. Keragaman tumbuhan yang berada di iklim tropis seperti Indonesia seharusnya memiliki referensi analisis *phytolith* yang lebih beragam. Selain minimnya referensi yang ada di Indonesia, sarana dan prasarana masih belum sepenuhnya tersedia di beberapa laboratorium arkeologi Indonesia. Beberapa alat dan bahan yang masih sulit didapatkan untuk menunjang analisis *phytolith*. Hanya terdapat beberapa tempat yang menunjang dilakukannya pengamatan terhadap

phytolith. Dalam penelitian arkeobotani berbasis *phytolith* ini, analisis *phytolith*, identifikasi, teknik laboratorium yang lebih kompleks, dan proses kategorisasi yang lebih mutakhir diperlukan.

Dari berbagai penelitian arkeologi di Indonesia yang menggunakan analisis *phytolith*, dapat diketahui temuan *phytolith* apa saja yang ada dan berimplikasi terhadap hasil penelitian tersebut. Penulisan artikel ini bertujuan untuk pendataan terhadap temuan *phytolith* yang ditemukan di beberapa situs di Indonesia untuk digunakan sebagai referensi penelitian *phytolith* yang akan dilakukan dan memudahkan pencarian referensi *phytolith* di Indonesia

METODE PENELITIAN

Data diperoleh dengan Studi Pustaka terhadap penelitian arkeologi yang telah dilakukan pada situs-situs arkeologi, khususnya yang berada di Indonesia dan menggunakan data *phytolith* sebagai pembahasannya. Pada tulisan ini menggunakan metode penelitian berupa studi pustaka. Tulisan yang dijadikan acuan berupa artikel jurnal ilmiah arkeologi serta laporan tugas akhir (skripsi dan tesis) mahasiswa yang dilakukan pada beberapa situs arkeologi di Indonesia. Beberapa karya peneliti luar juga termasuk dalam tulisan yang dijadikan acuan. Data mengenai penelitian ini didapatkan melalui publikasi fisik dan nonfisik (*online*). Studi pustaka dipilih sebagai metode dalam penelitian ini karena sudah mencakup temuan *phytolith* di beberapa situs arkeologi Indonesia sehingga dapat dijadikan referensi data untuk penelitian lanjutan.

Tinjauan atas metode analisis *phytolith* yang telah digunakan oleh Piperno (1988 & 2006), Bowdery (1999), Rovner (1983), dan Pearsall (1989) untuk memaparkan secara jelas dan rinci terkait suatu temuan *phytolith* serta klasifikasi *phytolith* yang digunakan. Selain

itu, terdapat pula beberapa penelitian yang dilakukan di wilayah Indonesia oleh Mahirta (2003), Anggraeni (2012), Marniati EF (2007), Bulbeck & Caldwell (2008), Primawan (2011), Muasomah (2011), Octina (2013), Anggraeni et al. (2014), Idrus (2015), Elvida, Lea. (2016), Alifah (2016), Octina (2013), Muda (2017), Hidayah (2017), Patridina (2018), Pratama (2020), Rizky (2021), Arrozain (2021), Alifah et al. (2022), serta Perdana Y. (2022).

Pengolahan data pada penelitian di atas rata-rata memiliki tahap yang hampir sama. *Phytolith* yang terkumpul kemudian diidentifikasi dengan mempelajari bentuk dan ukurannya. Kemudian diklasifikasikan berdasarkan morfologinya dan dibandingkan dengan referensi, serta hasil penelitian sebelumnya untuk mendapatkan informasi tentang jenis tanaman yang menghasilkan *phytolith* tersebut.

Referensi yang digunakan dalam analisis *phytolith* pada penelitian di atas sangat beragam. *International Code of Phytolith Nomenclature 2.0* yang disusun oleh *International Committee for Phytolith Taxonomy* (ICPT) tahun 2019 sebagai referensi dasar untuk klasifikasi *phytolith* berdasarkan morfologi sebagai identifikasi untuk taksonomi. *Paleoethnobotany: A Handbook of Procedures* yang ditulis oleh Deborah M. Pearsal, *Phytolith: A Comprehensive Guide for Archaeologist and Paleocologist* yang ditulis oleh Dolores R. Piperno, *Plant Opal Phytolith Analysis: Major Advances in Archaeobotanical Research* yang ditulis oleh Irwin Rovner. Untuk diidentifikasi lebih lanjut guna mengetahui famili, genus, atau bahkan spesies tumbuhannya, peneliti di atas menggunakan referensi *Grass Phylogeny Working Group* (GPWG) (2001) dan referensi Twiss et al (1969) untuk klasifikasi morfologi *phytolith* dari kelompok rumput-rumputan (*Poaceae*). Sedangkan referensi Rovner (1983) dan

Piperno (2006) untuk mengklasifikasikan tumbuhan bukan rumput.

HASIL DAN PEMBAHASAN

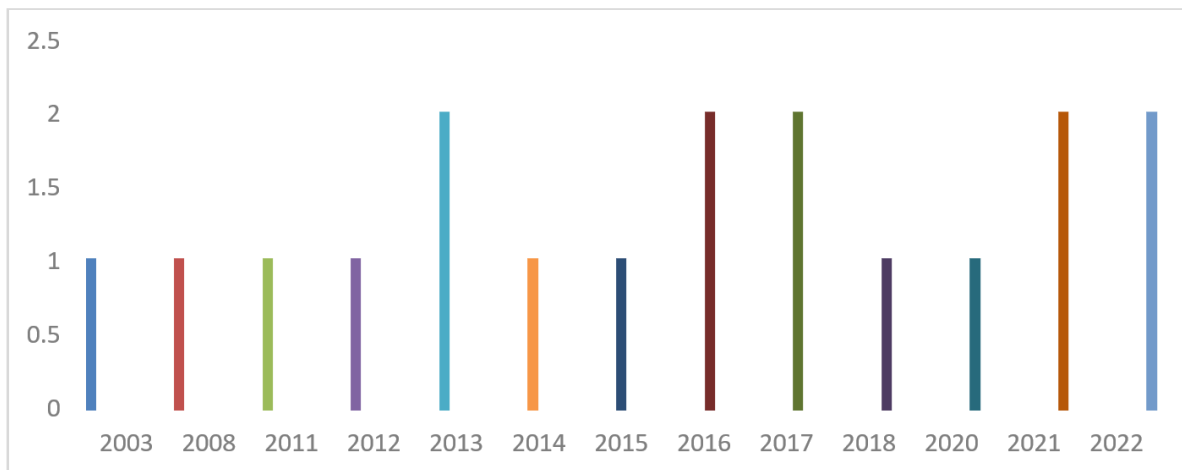
Temuan *phytolith* di berbagai situs arkeologi Indonesia menghasilkan jenis *phytolith* yang beragam. Beberapa situs menghasilkan data *phytolith* dari sedimen hasil ekskavasi, ada pula dari hasil residu artefak. Data *phytolith* ini dapat digunakan untuk mengetahui pemanfaatan tumbuhan oleh manusia di masa lalu, serta kondisi lingkungan di sekitar situs pada masa lalu. Hasil-hasil temuan *phytolith* mulai banyak bermunculan pada kurun waktu lima tahun belakangan.

1. Hasil Penelitian

a. Penelitian-Penelitian Arkeologi dengan Temuan *Phytolith*

Penelitian arkeologi yang memanfaatkan *phytolith* sebagai data utamanya relatif beragam dari segi jenis situsnya (Gambar 1). Namun, kebanyakan analisis *phytolith* ini masih digunakan pada situs hunian prasejarah. Meskipun tidak dipungkiri jika analisis ini juga bisa digunakan pada situs klasik di Indonesia. Penelitian arkeologi yang menggunakan *phytolith* diantaranya dilakukan oleh Mahirta (2003) di Nusa Tenggara Timur, dengan lokasi spesifik yaitu pulau Rote serta Sawu. Anggraeni (2012) juga melakukan penelitian yang menggunakan *phytolith* sebagai salah satu datanya. Penelitian tersebut dilakukan di Sungai Karama, Mamuju, Sulawesi Barat. Bulbeck & Caldwell (2008) melakukan penelitian di Sulawesi Selatan yang membahas tentang *oryza sativa*. Octina (2013) melakukan penelitian mengenai *phytolith* pada situs Wineki dan Padang Hadoa, Sulawesi Tengah serta di Situs Song Towo.

Penelitian lainnya yang dilakukan kurang lebih 8 tahun terakhir yaitu penelitian oleh Idrus (2015) yang membahas tentang lingkungan purba di Situs Gua Kidang, Kabupaten Blora. Elvida, (2016) melakukan penelitian



Gambar 1. Grafik Temuan Phytolith Berdasarkan Tahun
(Sumber: Diolah dari berbagai sumber, Tahun 2023)

terhadap variasi tumbuhan di Song Gilap, Wonogiri pada 2016. Pada tahun yang sama juga terdapat penelitian yang dilakukan oleh Alifah (2016) di Maluku pada Situs Gua Here Sorot Entapa dan Kuil Eu Lapa. Pada 2017 juga terdapat dua penelitian menggunakan *phytolith* sebagai salah satu data yang digunakan untuk dianalisis (Hidayah, 2017; Muda, 2017). Penelitian tersebut dilakukan oleh Muda (2017) di Pulau Madura pada situs Delubang dan Toroan, serta Hidayah (2017) di Nusa Pendida, Bali, tepatnya di Situs Gua Gede. Patridina (2018) melakukan penelitian di Alor, Nusa Tenggara Timur pada Situs Gua Makpan. Pratama (2020) melakukan penelitian di Dompus, Nusa Tenggara Barat tepatnya di Situs Doro Mpana pada 2020. Arrozain (2021) dan Rizky (2021) melakukan penelitian di Situs Kendenglembu, Banyuwangi dan Plawangan, penelitian yang sebelumnya juga telah dilakukan oleh Muasomah (2011). Penelitian yang terbaru dilakukan oleh Alifah et al. (2022) di Gua Arca, Kangean dan Perdana Y. (2022) di Situs Cenranae, Sulawesi Selatan.

b. Karakter Situs dan Hasil Interpretasi dari *Phytolith* pada Penelitian di Situs-Situs Arkeologi Indonesia

Data *phytolith* dari sedimen telah digunakan dalam beberapa penelitian di

Indonesia dan juga residu beberapa artefak untuk mengidentifikasi vegetasi masa lalu (Gambar 2). Elvida (2016) melakukan penelitian *phytolith* di Wonogiri pada Situs Song Gilap yang menggunakan sedimen sebagai sampel dalam penelitian tersebut. Karakter Situs Song Gilap dengan kondisi tanah relatif datar. Song Gilap diduga merupakan hunian yang bersubsistensi berburu dan mengumpulkan berbagai jenis kerang serta biji-bijian, salah satunya adalah kenari. Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat perubahan lingkungan dari masa sebelumnya, awalnya cukup kering menjadi lembab. Jika dihubungkan dengan keadaan saat ini, maka tidak ada peralihan lingkungan vegetasi di lingkungan Song Gilap. Kondisi lingkungan lembab serta dipenuhi rerumputan dan beberapa tanaman luruh daun, hal tersebut karena ditanam oleh masyarakat sekitar seperti pohon jati.

Muasomah (2011) melakukan penelitian di Kendenglembu yang kemudian dilanjutkan oleh Arrozain (2021). Keduanya menggunakan *phytolith* hasil dari residu artefak yang telah ditemukan di Situs Kendenglembu. Situs Kendenglembu yang berada di Banyuwangi, Jawa Timur merupakan situs terbuka. Situs ini berada bersebelahan dengan gunung Raung. Saat ini, kondisi vegetasi di sekitar

Kendenglembu dikelilingi oleh pohon karet dan kakao. Konteks kronologi budaya pada situs ini yaitu dari masa neolitik hingga masa klasik. Berdasarkan hasil analisis *phytolith* yang telah dilakukan oleh Muasomah dan diperbaharui oleh Arrozaeni yaitu dominasi keberadaan *phytolith poecea* hampir pada setiap spit. Selain itu, *phytolith* yang ditemukan dominasi relatif diisi oleh vegetasi *tree/shrub/herb/poaceae* (*Common form*) dan *tree/shrub/herb*. Kelompok vegetasi palem-paleman (*Arecaceae*), teki-teki (*Cyperaceae*), dan pisang-pisangan (*Musaceae*).

Penelitian dilakukan di Song Terus, Kecamatan Pracimantoro, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan sampel residu dari artefak yang ditemukan di Song Terus. Song Terus terdiri atas dua gua yang dipisahkan oleh jalan. Mulut gua Song Terus relatif kering. Mulut gua yang terletak tidak langsung mengenai matahari merupakan lingkungan yang sesuai untuk tempat hunian. Berdasarkan hasil analisis *phytolith* yang telah dilakukan, *phytolith poaceae* ditemukan hampir di setiap stratigrafi. Temuan *phytolith* rumput-rumputan merupakan indikasi bahwa terjadi pemanfaatan tumbuhan tersebut sebagai kebutuhan hidup manusia pendukung di Situs Song Terus Wonogiri. *Phytolith* lainnya yang mengindikasikan tumbuhan yang telah dieksploitasi yaitu spesies *Cocos nucifera* (kelapa), *Heliconia*, famili *Magnoliaceae*, *Fabaceae*, *Moraceae*, *Piperaceae* dan *Euphorbiaceae* (Primawan, 2011).

Penelitian dilakukan di pemukiman prasejarah di Sungai Karama, Mamuju, Sulawesi Barat yang merupakan salah satu situs Neolitik terpenting di Indonesia. Lembah Karama bagian bawah dan muara sungai mengandung aluvium holosen. Pada lapisan tersebut terdiri dari lapisan batu konglomerat dan batu pasir yang berselingan dengan batu gamping dan batu lanau. Penelitian ini menemukan beberapa

phytolith yang dapat diidentifikasi tumbuhan *Oryza* (padi), *cyperceae* (teki-teki), *palmae*, *poaceae*, *pseudosasa* (bambu) dan kemungkinan *phytolith* pinus. Penelitian lanjutan juga dilakukan ditempat yang hampir berdekatan oleh Anggraeni et al. (2014) di Lembah Karama, Sulawesi Barat yang merupakan situs prasejarah Neolitik. Hasil analisis *phytolith* dari sedimen pada penelitian yang telah dilakukan di Lembah Karama menunjukkan adanya dominasi tumbuhan palem-paleman, rumput-rumputan yang mengindikasikan pembukaan lahan. Serta temuan *phytolith* bambu dan padi liar atau padi yang telah didomestikasi (*Oryza sp*) (Anggraeni, 2012).

Situs Song Towo yang berada di kawasan Gunung Sewu merupakan situs hunian prasejarah. Penelitian ini memanfaatkan residu dari artefak yang ditemukan untuk dianalisis terkait temuan *phytolith* di dalamnya. Kondisi lingkungan gua saat penelitian dilakukan berupa lahan kering yang dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Berdasarkan analisis residu yang dilakukan, ditemukan bahwa manusia pendukung Situs Song Towo mengeksploitasi tumbuhan di sekitar dengan memanfaatkan artefak. Keberadaan tumbuhan pada residu artefak dan non artefak berupa temuan *phytolith* tumbuhan *Poaceae* dan sedikit dari tumbuhan pohon-pohonan tipe luruh daun dan dari sub family *Bambusoideae* menggambarkan kondisi lingkungan sekitar (Octina, 2013).

Penelitian yang dilakukan di Gua Kidang mengindikasikan bahwa tidak terjadi perubahan pada lingkungan permukaan. Gua Kidang merupakan kelompok gua yang terbentuk dari aliran sungai bawah tanah utama dan anak-anak sungainya. Gua Kidang merupakan hamparan luas dengan cahaya matahari cukup dan lantai gua yang sangat datar, sehingga terdapat aktivitas manusia dengan tinggalan budaya nomaden di dalamnya. Berdasarkan penemuan *phytolith* yang

terdapat pada sampel sedimen, ekosistem di sekitar permukaan Gua Kidang adalah padang rumput. Keberadaan beberapa bentuk *phytolith* lainnya juga mengindikasikan bahwa di sekitar lingkungan gua tersebut terdapat tanaman palem-paleman dan tumbuhan jenis daun luruh (Idrus, 2015).

Penelitian lain pada 2016 oleh Alifah mengungkapkan perubahan vegetasi di Pulau Kisar berkisar antara 38.000-17.000 tahun yang lalu. Peristiwa *dryas* muda mengakibatkan perubahan vegetasi, mengubah lingkungan terbuka dengan flora rumput-rumputan *gramineae* dan *cyperaceae* yang sekarang menjadi ekosistem mangrove. Hal tersebut dapat disimpulkan melalui analisis *phytolith* yang didapatkan pada sampel sedimen serta residu artefak. Perubahan iklim kering mengakibatkan menurunnya sumber daya dan peristiwa *cold event* yang membuat Gua Here Sorot Entapa tidak dihuni sementara waktu karena iklim. Manusia pendukung awalnya mengolah makanan hanya dengan dibakar, namun pada periode yang lebih baru manusia mengenal teknik memasak makanan menggunakan wadah gerabah. Hingga 4.500 BP-1.700 BP, gua-gua yang berada di Pulau Kisar menunjukkan keberadaan tanaman palem sebagai hasil dari pendudukan manusia di masa lalu (Alifah, 2016).

Tahun 2017 penelitian oleh O Linda menghasilkan analisis *phytolith* yang menunjukkan bahwa vegetasi di sekitar Situs Wineki didominasi oleh tumbuhan palem, namun vegetasi yang dijumpai saat ini telah didominasi oleh rerumputan. *Phytolith* tersebut didapat dari sampel sedimen. Perubahan kondisi vegetasi di sekitar Situs Wineki dari yang semula didominasi oleh tumbuhan palem menjadi dominan tumbuhan rumput mengindikasikan bahwa manusia pendukung di Situs Padang Hadoa memanfaatkan tanaman rumput (O Linda, 2017).

Lokasi penelitian ini berada di Situs Gua Gede, Nusa Penida, Bali. Pada penelitian ini *phytolith* didapatkan dari sampel sedimen serta residu yang terdapat pada artefak yang ditemukan di Situs Gua Gede. Tepat di depan gua terdapat sungai musiman. Daerah sekitar gua terdiri atas perbukitan, yang dimanfaatkan sebagai lahan pertanian bagi penduduk sekitar. Pulau Nusa Penida memiliki iklim tropis, sama halnya dengan wilayah Indonesia lainnya dengan temperature rata-rata 26°. Berdasarkan hasil analisis *phytolith* di situs Gua Gede, didapatkan dari sedimen dan artefak dapat diidentifikasi *phytolith* jenis *palmae* (sampel residu), *Tree/shurb/herb/poaceae* dan *Cyperaceae* (sampel sedimen). Keberadaan *phytolith* teki-teki menunjukkan bahwa lingkungan pada masa holosen lebih lembab daripada sekarang (Hidayah, 2017).

Situs Delubang dan Toroan memiliki karakter lingkungan yang secara umum sama seperti keadaan pulau Madura secara keseluruhan. Secara umum dua situs tersebut sangat memungkinkan jika digunakan sebagai tempat hunian oleh manusia masa lampau. Hasil penelitian pada dua situs tersebut, khususnya pada analisis *phytolith* dari sampel sedimen menunjukkan bahwa kondisi lingkungan masa lalu di sekitar Situs Gua Toroan dan Gua Delubang terdiri dari vegetasi berjenis rumput-rumputan. Hal itu dibuktikan dari keberadaan *phytolith* jenis *poaceae* (rumput-rumputan) yang mendominasi. Dapat disimpulkan jika kondisi lingkungan dahulu dan sekarang tidak jauh berbeda (Muda, 2017).

Gua Makpan diperkirakan terbentuk pada masa Mio-Pliosen, gua tersebut terbentuk dari lava dengan formasi batuan beku. Bagian depan gua memiliki kemiringan $\pm 45^\circ$ yang ditumbuhi rumput dan beberapa pohon pada bagian mulut gua. Bagian tengah gua terdapat sumber air. Pada penelitian ini data *phytolith* didapatkan dari sedimen dan residu yang

terdapat pada temuan artefak. Hasil interpretasi dalam penelitian ini mengungkapkan bahwa perubahan lingkungan terjadi di Gua Makpan antara 40.000 hingga 2.500 tahun yang lalu. Tingkat fluktuasi air laut menjadi salah satu indikator perubahan lingkungan, begitu juga dengan ditemukannya *phytolith poaceae* atau spesies rumput sebagai penanda iklim (Patridina, 2018).

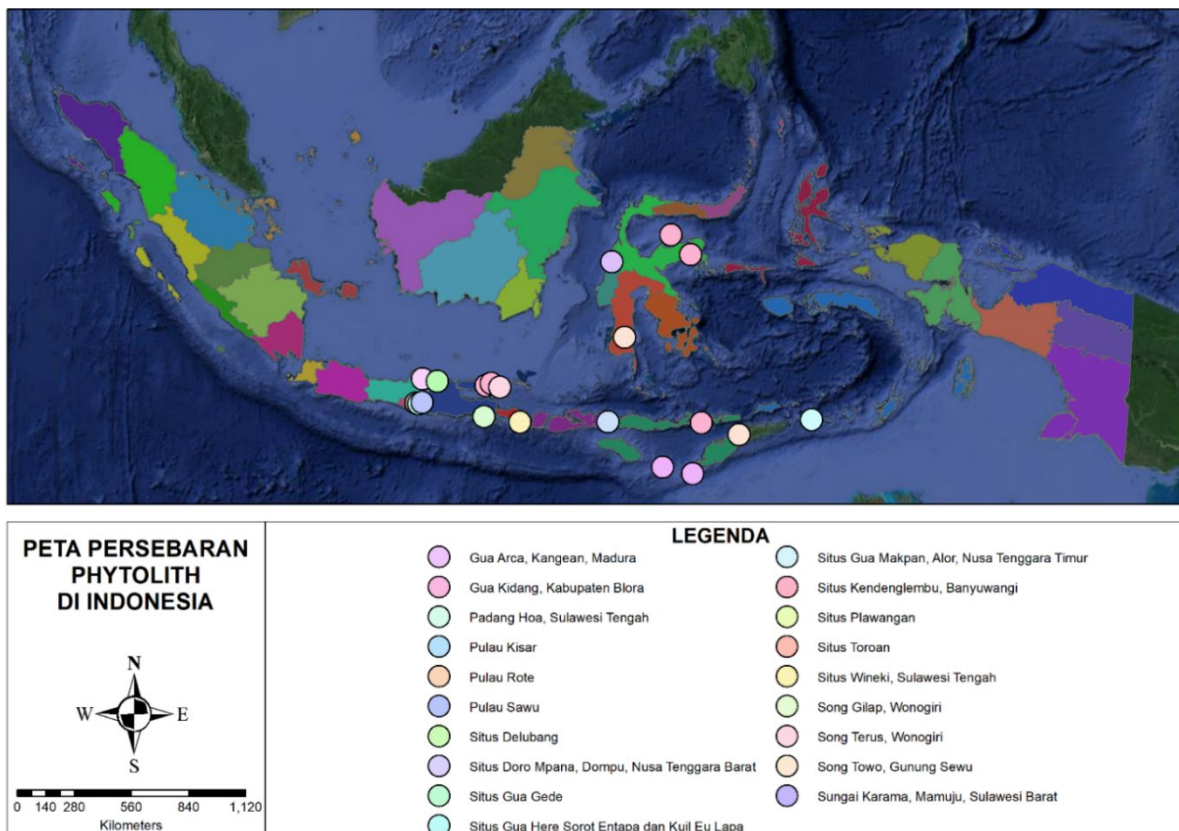
Situs Doro Mpana secara umum, baik dari segi cuaca, iklim dan vegetasi sama seperti kondisi Sumbawa. Menurut hasil *carbon dating* Situs Doro Mpana merupakan situs permukiman dengan (1273-1304 AD dan 1336-1398 AD). Situs ini juga digolongkan dalam kategori situs penguburan pra-islam yang berasal dari abad XIII-XV. Hal tersebut diketahui dari tinggalan arkeologi yang berasosiasi ke situs penguburan. Hasil analisis *phytolith* pada sedimen dan gerabah terdapat perbedaan. Hasil analisis pada penelitian ini (*phytolith* dari residu gerabah) menunjukkan keberagaman tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat pendukung Situs Doro Mpana. Tumbuhan yang dimanfaatkan merupakan jenis rumput-rumputan atau *Poaceae*, *tree*, *shrub*, *herbs* yang beberapa diantaranya merupakan tumbuhan herba monokotil seperti subfamili *Zingiberaceae*, *Marantaceae*, dan *Cannaceae*. Subfamili *Oryzoideae* dan *Euphorbiaceae* ditemukan pada setiap sampel residu mengindikasikan bahwa tumbuhan jenis padi-padian dimanfaatkan oleh masyarakat pendukung Situs Dorompana. Selain itu juga ditemukan *phytolith* tumbuhan untuk obat-obatan seperti *Amomum gracile* (saram), *Amomum maximum* (gangsa), *Curcuma longa* (kunyit) *Elettaria cardamomum* (kapulaga) dan *phytolith Arecaceae* yang digunakan sebagai bahan kerajinan (Pratama, 2020).

Gua Here Sorot Entapa kemungkinan dihuni 16.000 tahun yang lalu. Sumber makanan utama manusia penghuni gua tersebut berasal dari laut.

Sumber daya laut merupakan sumber penghidupan utama dan juga beberapa jenis tumbuhan pangan dalam jumlah yang sama. Kondisi kering di sekitar Pulau Kisar yang tidak memungkinkan untuk mendapatkan banyak sumber makanan (protein) kecuali laut. Manusia yang menempati gua ini memiliki kemampuan beradaptasi yang hebat. Penelitian ini menunjukkan upaya sekelompok manusia yang pada masa lalu melewati Pulau Kisar yang memiliki keadaan tidak kondusif untuk melangsungkan kehidupan. Berdasarkan pada analisis terhadap sampel mikrobiologi diketahui bahwa beberapa spesies tanaman telah dijadikan sumber pangan. Hasil analisis *phytolith* yang didapatkan dari sedimen menunjukkan bukti banyaknya sisa-sisa tumbuhan dan terdapat beberapa jenis tumbuhan seperti ganggang (*algae*), rumput-rumputan (*Pooideae*), tumbuhan daun, dan munculnya palem (Alifah & Mahirta, 2021).

Situs Plawangan digolongkan dalam situs penguburan prasejarah. Berdasarkan *phytolith* yang berada di residu gerabah, tumbuhan yang terindikasi yaitu tumbuhan yang biasa dikonsumsi sebagai bahan pangan seperti millet (*finger millet* dan *foxtail millet*) dan jail dari sub famili *poaceae* serta ada pula tanaman yang dimanfaatkan sebagai obat atau pun sebagai bahan pembungkus dan alas dalam memasak. Hal tersebut dapat dilihat dari keberadaan trengguli dan bambu. Pada penelitian ini juga ditemukan garut (*Maranta arundinacea*) pada lapisan teraduk sehingga disimpulkan bahwa tanaman garut ini berasal pada masa yang lebih muda, sekitar periode kolonial atau lebih muda (Rizky, 2021).

Situs Cenra Cenranae yang berada di Sulawesi Selatan merupakan situs arkeologi yang berada di kawasan karst Maros. Topografi di kawasan karst meliputi lereng terjal dan cekungan. Perubahan iklim terkait erat dengan fitur vegetasi selama periode Kuartar dan Tersier akhir.



Gambar 2. Sebaran temuan *phytolith* di situs arkeologi di Indonesia
(Sumber: Penulis, Diolah dari berbagai sumber, Tahun 2023)

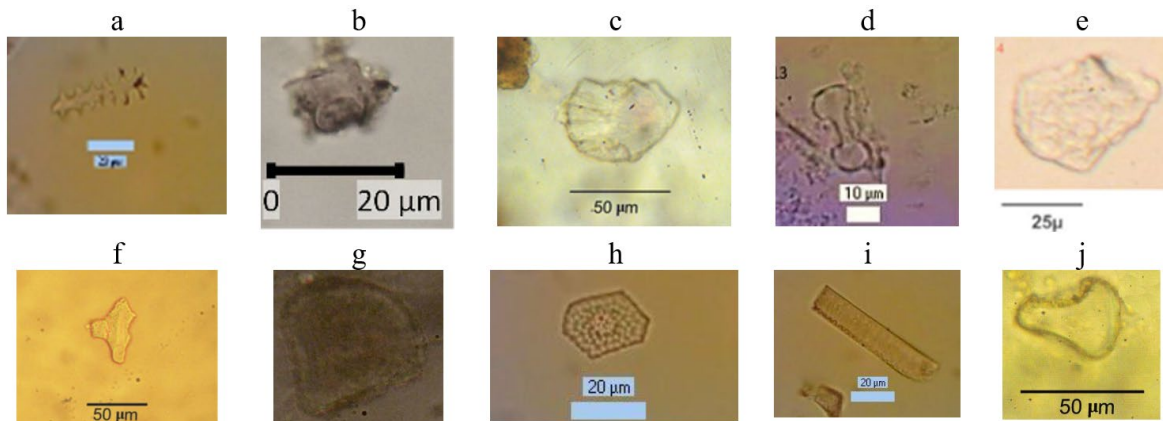
Penelitian yang dilakukan di Situs Cenra Cenranae menggunakan data *phytolith* yang didapatkan dari sedimen. Berdasarkan hasil analisis *phytolith* yang ditemukan di situs tersebut menunjukkan bahwa kelompok vegetasi *tree/shrub/herb/poaceae* (*Common form*) mendominasi di tiap lapisan. Peningkatan jumlah *phytolith Poaceae* berasosiasi dengan pembabatan hutan yang memungkinkan *Poaceae* untuk tumbuh. Selain *phytolith* kelompok *poaceae*, keberadaan *phytolith* kelompok palem-paleman (*Arecaceae*) dalam jumlah kecil memberikan indikasi bahwa Situs Cenra Cenranae merupakan situs yang terbentuk oleh campur tangan manusia didalamnya atau tidak alamiah (Perdana Y., 2022).

Pulau Kangean yang berada di Madura memiliki temuan arkeologi yang cukup beragam. Pulau Kangean termasuk Kawasan yang strategis yang

memungkinkan dilewati jika dalam konteks jalur migrasi. Penelitian ini memanfaatkan residu dari artefak untuk dilihat temuan *phytolith* didalamnya. Hasil analisis *phytolith* yang dilakukan menemukan indikasi *phytolith* padi liar yang berasal dari genus *Oryza*, serta *phytolith* bambu (*Bambusoideae*), palem-paleman (*Arecaceae*), labu-labuan (*Cucurbitaceae*), dan temu-temuan (*Zingiberaceae*). Pada residu gerabah ditemukan *phytolith* tipe *volcani form* yang mengarah pada tumbuhan pisang *Musa sp.* Atau *Ensete sp* dengan konteks penanggalan paling muda sekitar 900BP (Alifah et al., 2022).

c. Phytolih Berdasarkan Bentuknya

Phytolith yang ditemukan di situs-situs arkeologi Indonesia memiliki beragam bentuk. Hal tersebut terjadi karena tumbuhan iklim tropis seperti Indonesia memiliki variasi yang beragam (Gambar 3). Meskipun dari sub famili yang sama,



Gambar 3. Beberapa dokumentasi bentuk *phytolith* yang ditemukan dari situs arkeologi Indonesia. a. spinny, b. volcni form/conical, c. tracheid, d. dumbbell/bilobate, e. dacryodesoccidentail, f. heliconia, g. fan-shaped, h. cyperaceae, i. elongate ornamented, j. fan-shaped (Sumber: Alifah et al., Tahun 2022; Hidayah, Tahun 2017; Muasomah, Tahun 2011; Primawan, Tahun 2011)

namun memiliki genus yang berbeda. *Phytolith* yang ditemukan diantaranya: 3D shape, Angular, Articulated, Blocky, Bulliform/fan shape, Conical/hat shape, Cross, Dendriform, Dumbbell/ bilobate, Elongate, fusiform, Long cell, Papillae, Polybate, Point shape, Poa ligularis, Puzzle/puzlle, Rondel, Rectangle/ rectangular/square, Saddle, Scutiform, Schlereids, Smooth, Spinny, Spheroid/globular, Tapperered, Tent shape, Tracheid, Trapezium, Trapezoid, Triangular, serta Volcni form/conical (Lampiran 1).

Terdapat beberapa perbedaan nama dalam klasifikasi bentuk *phytolith*. Perbedaan pada klasifikasi bentuk terjadi karena peneliti luar yang tulisannya dijadikan acuan memberi nama masing-masing bentuk *phytolith*. Namun, setelah adanya ICPN 1.0 dan diperbaharui dengan ICPN 2.0 nama-nama bentuk *phytolith* memiliki keseragaman antara satu dengan yang lainnya.

2. Diskusi dan Pembahasan

a. Jenis Tanaman yang Dapat Diidentifikasi dari Temuan *Phytolith* di Situs Arkeologi Indonesia

Ada beberapa jenis *phytolith* yang dapat diidentifikasi sebagai suatu jenis vegetasi ataupun tumbuhan di berbagai situs arkeologi Indonesia (Tabel 1). Temuan

kelompok vegetasi *tree/shrub/herb/poaceae* relatif mendominasi pada penelitian di situs arkeologi Indonesia. Vegetasi *tree/shrub/herb/poaceae* tidak dapat diinterpretasikan lebih detail mengenai jenis tumbuhannya. Bentuk *phytolith* yang mengindikasikan vegetasi *tree/shrub/herb/poaceae* tidak memiliki kekhasan karena dapat ditemukan pada semua jenis tumbuhan sehingga hal tersebut menjadi penyebab utama tidak dapat diidentifikasi secara detail.

b. Temuan *Phytolith* yang Tidak Dapat Teridentifikasi dalam Penelitian di Situs Arkeologi Indonesia

Beberapa temuan *phytolith* yang berasal dari situs-situs arkeologi di Indonesia masih belum dapat teridentifikasi. Hal tersebut terjadi karena dibutuhkan referensi yang lebih banyak lagi. Pada situs Gua Kidang, Blora, beberapa bentuk yang belum dapat diidentifikasi yang terdapat pada lapisan bawah (Idrus, 2015). *Phytolith* pada Gua Makpan, NTT juga beberapa tidak dapat diidentifikasi. Elongate tidak dapat teridentifikasi lebih detail berasal dari jenis tumbuhan umum seperti *tree*, *shrub*, *herbs*, dan *poaceae*. Beberapa *phytolith* yang tidak dapat teridentifikasi karena keterbatasan referensi. Temuan *phytolith* lainnya pada

Tabel 1. Jenis tumbuhan yang berhasil diidentifikasi di beberapa situs arkeologi Indonesia

Jenis Tumbuhan	Sumber
Oryzoideae (padi liar), <i>Oryza sativa</i> (padi)	(Alifah et al., 2022; Anggraeni, 2012; Anggraeni et al., 2014; Arrozaïn, 2021; Bulbeck & Caldwell, 2008; E. F., 2007; Primawan, 2011)
<i>Arecaceae</i> (palem-paleman)	(Alifah et al., 2022; Anggraeni, 2012; Anggraeni et al., 2014; Arrozaïn, 2021; Hidayah, 2017; Pratama, 2020)
<i>Poaceae</i> (rumput-rumputan)	(Alifah, 2016; Anggraeni, 2012; Anggraeni et al., 2014; P. L. Elvida, 2016; Muasomah, 2011; Muda, 2017; O Linda, 2017; Octina, 2013; Perdana Y., 2022)
<i>Euphorbiaceae</i> (umbi-umbian)	(Alifah, 2016; Octina, 2013)
<i>Amomum gracile</i> (saram)	(Pratama, 2020)
<i>Buceracea</i> (tumbuhan berbunga yang pohonnya mengeluarkan aroma harum)	(Muasomah, 2011)
<i>Amomum maximum</i> (gangsa)	(Pratama, 2020)
<i>Anacardiaceae</i> (manga-mangga)	(Marniati, E F, 2007)
<i>Curcuma longa</i> (kunyit)	(Pratama, 2020)
<i>Ebenacea</i> (suku tumbuhan berbunga)	(Muasomah, 2011)
<i>Cyperceae</i> (teki-teki)	(Anggraeni, 2012; Hidayah, 2017)
<i>Elettaria cardamomum</i> (kapulaga)	(Pratama, 2020)
<i>Cocos nucifera</i> (kelapa)	(Primawan, 2011)
<i>Cucurbitaceae</i> (labu-labuan)	(Alifah et al., 2022)
<i>Bambusoideae</i> (bambu) atau <i>Bambusa sp</i> (bambu)	(Anggraeni, 2012; Arrozaïn, 2021; P. L. Elvida, 2016; Muasomah, 2011; Muda, 2017; Octina, 2013; Patridina, 2018)
<i>Maranta arundinacea</i> (garut)	(Rizky, 2021)
<i>Musa sp</i> atau <i>Ensete sp</i> (pisang)	(Alifah et al., 2022; Muasomah, 2011)
<i>Zingiberaceae</i> (temu-temuan)	(Alifah et al., 2022; Pratama, 2020)
<i>Heliconia</i> (tumbuhan semak/ perdu)	(P. L. Elvida, 2016; Primawan, 2011)

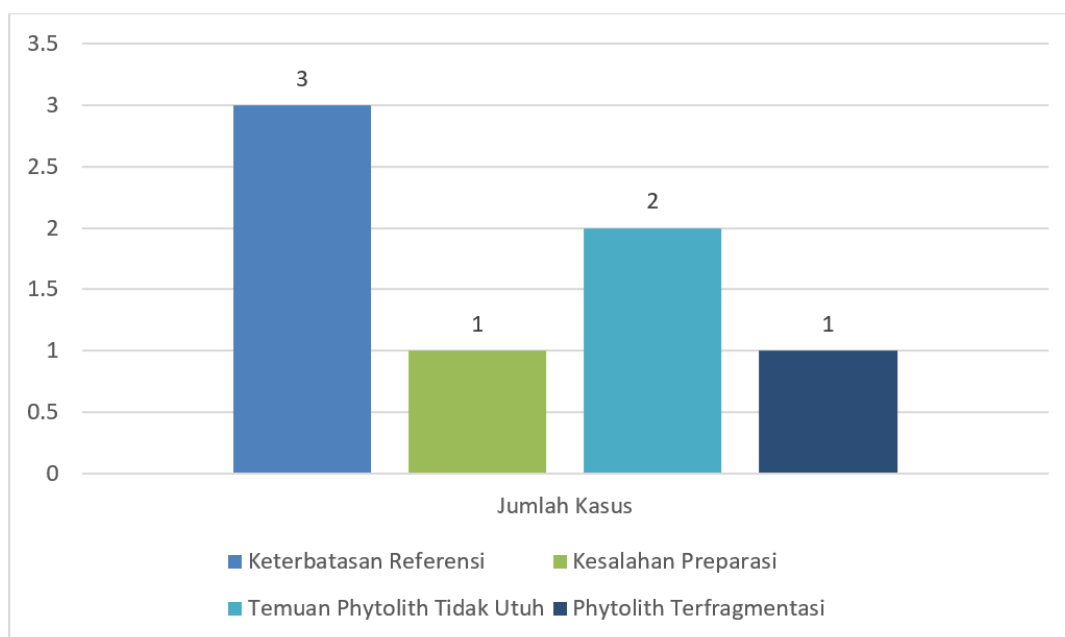
Sumber: Diolah dari berbagai sumber, 2023

sedimen masih tidak dapat diidentifikasi karena morfologinya tidak terdapat pada referensi dan dalam kondisi terbakar hingga berwarna hitam. *Phytolith* yang memiliki morfologi globular sulit diidentifikasi karena kabur dan sulit dikenali fiturnya mungkin karena kelalaian pada proses preparasi (Patridina, 2018).

Pada penelitian di Situs Doro Mpana, Dompu beberapa morfologi sferoid yang dapat teridentifikasi. Hal tersebut karena fitur yang tidak begitu jelas pada morfologinya, sementara sumber referensi maupun referensi tumbuhan masa sekarang belum ada (Pratama, 2020). Sedangkan pada Situs Plawangan *phytolith* yang berbentuk segitiga dan berbentuk seperti bintang pecah sehingga tidak dapat teridentifikasi. *Phytolith* ini kemungkinan pecahan dari *phytolith saddle* ataupun dari trapezoid (Rizky, 2021). Penelitian Gua

Here Sorot Entapa yang dilakukan oleh (Alifah & Mahirta, 2021) juga menemukan *phytolith* yang tidak teridentifikasi. Sebanyak 30% *phytolith* yang ditemukan tidak dapat teridentifikasi karena *phytolith* tersebut telah terfragmentasi. *Phytolith* yang terfragmentasi ini disebabkan kepadatan pembakaran yang tinggi (lapisan abu dan arang tebal).

Pada situs Kendenglembu, Banyuwangi terdapat beberapa *phytolith* yang tidak dapat diidentifikasi taksonomi tumbuhannya, karena tidak memiliki penanda yang menjadi ciri khas dengan tumbuhan lain. *Phytolith* tersebut cenderung ditemukan pada semua jenis tumbuhan (Arrozaïn, 2021). Beberapa *phytolith* yang ditemukan di Gua Arca, Pulau Kangean mengalami pecah dan patah sehingga berbentuk *irregular* yang tidak



Gambar 4. Grafik Jumlah Kasus Temuan Phytolith yang Tidak Dapat Tridentifikasi
(Sumber: Diolah dari berbagai sumber, 2023)

dapat diketahui lagi bentuk awalnya, sehingga tidak dapat diidentifikasi.

PENUTUP

Penelitian di berbagai situs arkeologi Indonesia menghasilkan beragam data *phytolith* yang telah berhasil dianalisis. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, temuan *phytolith* yang dominan berbentuk *elongate*, *spheroid*, *polybate*, *bilobate*. Beberapa jenis tumbuhan yang dapat dianalisis yaitu jenis *poaceae* (rumput-rumputan) dan *Arecaceae* (palem-paleman). Hal tersebut dikarenakan beberapa situs yang diteliti di Indonesia merupakan situs hunian masa prasejarah yang sangat memungkinkan tumbuhan dengan jenis tersebut tumbuh karena adanya pembukaan lahan oleh manusia zaman dahulu. Selain itu, tumbuhan yang mulai banyak ditemukan/diidentifikasi selain rumput dan palem-paleman yaitu *bambusoideae* (bambu) dan *oryza* (padi). *Phytolith* dengan bentuk *bulliform* dapat mengindikasikan keberadaan tumbuhan tersebut. *Phytolith* padi yang ditemukan di situs arkeologi Indonesia umumnya baik yang telah didomestikasi ataupun belum

didomestikasi. Keberadaan padi di Situs arkeologi Indonesia mengindikasikan manusia zaman dahulu (yang berada di Indonesia) telah mengenal padi dan memanfaatkannya sejak lama. Tidak heran jika tanaman padi hingga saat ini dijadikan makanan pokok oleh kebanyakan orang Indonesia.

Berdasarkan temuan *phytolith* di situs arkeologi Indonesia yang telah diidentifikasi dapat memberikan gambaran secara umum (meskipun belum mencakup semua) terkait tumbuhan yang hidup (vegetasi) di situs Arkeologi sejak lama ataupun pemanfaatan tumbuhan yang ada sejak dahulu. Temuan *phytolith* juga dapat melengkapi data yang diperlukan untuk mengungkap lingkungan situs. Dengan adanya temuan *phytolith* dapat juga menjadi patokan terkait bentuk *phytolith* yang telah diungkapkan di beberapa situs Arkeologi Indonesia.

Bentuk-bentuk *phytolith* yang ditemukan pada beberapa situs masih banyak yang belum dapat diidentifikasi. Hal tersebut menjadi peluang untuk penelitian kedepannya. Meskipun begitu, temuan berbagai macam bentuk *phytolith* yang

telah berhasil dianalisis pada situs-situs arkeologi Indonesia dapat digunakan sebagai acuan dalam identifikasi serta untuk kepentingan analisis *phytolith* di masa yang akan datang.

Referensi yang digunakan dalam penelitian arkeobotani, khususnya pada analisis *phytolith* masih menggunakan referensi dari luar. Kedepannya, diharapkan adanya penelitian untuk penyusunan basis data referensi *phytolith* secara lebih lengkap baik dari temuan dari situs arkeologi itu sendiri dan referensi *phytolith* yang berasal dari tanaman-tanaman endemik. Tanaman yang hanya dapat tumbuh di lokasi tertentu (endemik) dapat digunakan sebagai sumber

acuan primer untuk analisis arkeobotani menggunakan data *phytolith*.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pembimbing BRIN program MBKM Arkeobotani yang senantiasa membimbing serta memberikan ilmu terkait arkeobotani dalam penulisan artikel ini. Tidak lupa juga, terima kasih kepada M. Dزيyaul F. Arrozaain, S.Ark. yang telah melakukan *sharing* pada proses preparasi dan identifikasi mikrobotani di laboratorium BRIN Yogyakarta.

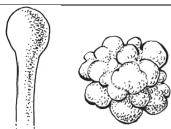


DAFTAR PUSTAKA



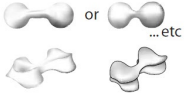




- Alifah. (2016). *Sumberdaya Tumbuhan dan Pemanfaatannya di Situs Gua Here Sorot Entapa dan Kuil Eu Lapa, Pulau Kisar Maluku: Berdasarkan Studi Arkeobotani*. Universitas Gadjah Mada.
- Alifah. (2017). Pemanfaatan Analisis Phytoliths dan Starch dalam Studi Arkeologi Lingkungan: The Utilization of Phytolith Analysis and Starch in the Study of Archaeology Environment. *KALPATARU*, 26(2), 137–146.
- Alifah, N., & Mahirta, N. (2021). Subsistence Strategy of Here Sorot Entapa Cave in Kisar Island, Maluku: Dwelling Site in Island with Limited Terrestrial Resources. *Kapata Arkeologi*, 17(1), 1–12. <https://doi.org/10.24832/kapata.v17i1.1-12>
- Alifah, Nfn., Widiyanto, H., Arrozaain, M. D. F., Purnamasari, R., Suniarti, Y., & Ansyori, M. (2022). Pemanfaatan sumber daya alam masa prasejarah berdasarkan temuan arkeologis Gua Arca, Pulau Kangean, Jawa Timur. *Berkala Arkeologi*, 42(1), 1–16. <https://doi.org/10.30883/jba.v42i2.955>
- Anggraeni. (2012). *The Austronesian migration hypothesis as seen from prehistoric settlements on the Karama River, Mamuju, West Sulawesi* [Australian National University]. <https://doi.org/10.25911/5d611e517d065>
- Anggraeni, Simanjuntak, T., Bellwood, P., & Piper, P. (2014). Neolithic foundations in the Karama valley, West Sulawesi, Indonesia. *Antiquity*, 88(341), 740–756. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0003598X00050663>
- Arrozaain, M. D. F. (2021). *Karakteristik Lingkungan Vegetasi Situs Kendenglembu, Banyuwangi Berdasarkan Analisis Phytolith*. Universitas Gadjah Mada.
- Binford, L. R. (1968). Some Comments on Historical Versus Processual Archaeology. *Southwestern Journal of Anthropology*, 24(3), 267–275. <https://doi.org/https://doi.org/10.1086/soutjanth.24.3.3629348>
- Bowdery, D. (1999). Phytoliths From Tropical Sediments: Reports From Southeast Asia and Papua New Guinea. *Indo-Pacific Prehistory Association Bulletin* 18, 2, 159–168.
- Bulbeck, D., & Caldwell, I. (2008). *Oryza sativa* and the origins of kingdoms in South Sulawesi, Indonesia: Evidence from rice husk phytoliths. *Indonesia and the Malay World*, 36(104), 1–20. <https://doi.org/10.1080/13639810802016117>







- Elvida, L. P. (2016). *Variasi Tumbuhan Masa Prasejarah Kajian Berdasarkan Phytolith Pada Sedimen Song Gilap, Wonogiri*. Universitas Gadjah Mada.
- Hidayah, A. R. (2017). *Pemanfaatan Kerang dan Tumbuhan di Situs Gua Gede, Pulau Nusa Penida, Bali*. Universitas Gadjah Mada.
- Idrus, I. H. (2015). *Kajian Lingkungan Purba Mikro Pada Situs Gua Kidang, Desa Tinapan, Kecamatan Todanan, Kabupaten Blora (Analisis Phytolith)* [Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Gadjah Mada]. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Madella, M., Alexandre, A., & Ball, T. (2005). International code for phytolith nomenclature 1.0. *Annals of Botany*, 96(2), 253–260. <https://doi.org/10.1093/aob/mci172>
- Mahirta, O. (2003). *Human Occupation on Rote and Sawu Islands, Nusa Tenggara Timur*. Australian National University.
- Marniati EF, N. (2007). *Pemanfaatan Artefak Tulang Untuk Eksploitasi Vegetasi di Situs Gua Song Blendrong : Kajian Berdasarkan Analisis Residu*. Universitas Gadjah Mada.
- Miller, F. N. (1995). Archaeobotany: Macroremains. *American Journal of Archaeology*, 99(1), 79–142. <https://doi.org/10.2307/506880>
- Muasomah. (2011). *Kemungkinan Pemanfaatan Tumbuhan di Situs Kendenglembu, Kab Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur : Kajian Berdasar Analisis Residu*. Universitas Gadjah Mada.
- Muda, K. T. (2017). *Prasejarah Situs Delubang dan Toroan, Pulau Madura, Indonesia*. Universitas Gadjah Mada.
- Neumann, K., Strömberg, C. A. E., Ball, T., Albert, R. M., Vrydaghs, L., & Cummings, L. S. (2019). International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0. *Annals of Botany*, 124(2), 189–199. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz064>
- Neumann, K., Strömberg, C., Ball, T., Albert, R. M., Vrydaghs, L., & Cummings, L. S. (n.d.-a). *International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0 International Committee for Phytolith Taxonomy (ICPT) Supplementary Information: Glossary of Descriptive Terms*.
- Neumann, K., Strömberg, C., Ball, T., Albert, R. M., Vrydaghs, L., & Cummings, L. S. (n.d.-b). *International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0 International Committee for Phytolith Taxonomy (ICPT) Supplementary Information: Morphotype Descriptions*.
- O Linda, R. (2017). Mikrofosil Tumbuhan (Phytoliths) Situs Weneki dan Padang Hadoa, di Kawasan Lembah Besoa, Sulawesi Tengah. *Kalpataru*, 26(2), 93–106. <https://bbtntlposo>.
- Octina, R. L. (2013). *Pemanfaatan Tumbuhan di Situs Song Towo: Berdasarkan Hasil Analisis Residu Ftolit Pada Artefak Batu dan Tulang*. Universitas Gadjah Mada.
- Patridina, E. P. B. G. G. (2018). *Sumber daya Tumbuhan dan Pemanfaatannya di Situs Gua Makpan, Alor, Nusa Tenggara Timur (40.000–2.500 BP)*. Universitas Gadjah Mada.
- Pearsall, D. M. (1989). Investigating New World tropical agriculture: contributions from phytolith analysis. In *Tropical Archaeobotany* (pp. 115–138).
- Perdana Y., J. M. V. H. (2022). *Variasi Vegetasi di Situs Cenra Cenranae, Sulawesi Selatan Berdasarkan Analisis Phytolith*. Universitas Gadjah Mada.
- Piperno, D. R. (1988). *Phytolith Analysis: An Archaeological and Geological Perspective*. Academic Press.
- Piperno, D. R. (2006). *A Comprehensive Guide for Archaeologist and Paleoecologist*. AltaMira Press.


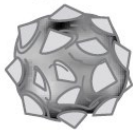

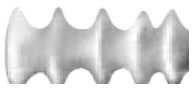
- Pratama, A. W. (2020). *Pemanfaatan Tumbuhan di Situs Doro Mpana, Dompu, Nusa Tenggara Barat Berdasarkan Analisis Phytolith Pada Residu Gerabah*. Universitas Gadjah Mada.
- Primawan, R. (2011). *Eksplorasi Vegetasi di Situs Song Terus Wonogiri Pada Masa Prasejarah : Kajian Berdasarkan Analisis Phytolith*. Universitas Gadjah Mada.
- Renfrew, C., & Bahn, P. (2016). *Archaeology Theories, Methods, and Practice* (Seventh edition). Thames & Hudson College.
- Rizky, T. M. (2021). *Pemanfaatan Tumbuhan di Situs Plawangan Berdasarkan Analisis Residu Pada Gerabah*. Universitas Gadjah Mada.
- Rovner, I. (1983). 6 - Plant Opal Phytolith Analysis: Major Advances in Archaeobotanical Research. In M. B. SCHIFFER (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* (pp. 225–266). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-003106-1.50011-0>
- Siswanto, Nfn. (2000). Analisis Arkeobotani Dalam Penelitian Arkeologi. *Berkala Arkeologi*, 20(1), 40–46. <https://doi.org/10.30883/jba.v20i1.805>
- Tanudirjo, D. A. (1989). *Laporan Penelitian Ragam Metoda Penelitian Arkeologi dalam Skripsi Karya Mahasiswa Arkeologi UGM*.


Lampiran 1. jenis *phytolith* sesuai kelompok bentuknya

Penamaan (bentuk)	Contoh Morfologi <i>Phytolith</i> Berdasarkan ICPN 2.0	Deskripsi Bentuk	Temuan di Situs Arkeologi Indonesia
3d Shape	 etc.	3d shape with various shapes	(Elvida, 2016a)
Angular		Having acute angles where sides meet	(Elvida, 2016) (Hidayah, 2017)
Articulated	/Jigsaw	Having two or more distinct phytolith "units" (typically equivalent to cells) connected or linked together	(Idrus, 2015) (Alifah, 2016) (Patridina, 2018)
	Bilobe	Having two or more discrete bilobe phytolith "units" joined together or attached	(Marniati EF, 2007) (Alifah, 2016)
	Echinate	Having two or more discrete beset with prickles phytolith "units" joined together or attached	(Elvida, 2016a) (Alifah, 2016)
Blocky		Flat, slightly convex, or concave faces are possible. The faces' edges are either sharp or blunt.	(Pratama, 2020) (Rizky, 2021) (Perdana Y., 2022)
Bulliform/ Fan Shape		Fan-shaped	(Pratama, 2020) (Primawan, 2011)
	Flabellate/ Cuneiform (ICPN 1.0)	Fan-shaped; solid phytolith, tabular, flabellate; heavily constructed. Its fan-shaped morphotype's lower half is noticeably narrower than its top half.	(Anggraeni, 2012) (Alifah, 2016) (Muda, 2017) (Rizky, 2021)
Conical/ Hat Shape		Cone-shaped, widest at the bottom and tapering to the apex from a more or less flat base, with	(Idrus, 2015) (Elvida, 2016a)

			an acute, truncated, rounded, or cavate apex.	
Cross		Morphotype with three or more (usually four) nearly equal lobes separated by three or more (commonly four) indentations on the OPS.	(Primawan, 2011) (Rizky, 2021)	
Dacryodesoccidentail		Wave-shaped / wrinkled	(Muasomah, 2011)	
Dendriform		Dendritic; having many finely branched processes	(Elvida, 2016a)	
Dumbbell/ Bilobate		Having two lobes	(Marniati EF, 2007) (Primawan, 2011) (Muda, 2017)	
Elongate	Dentate 	Much longer than wide, generally sharp projections with concave or straight edges	(Rizky, 2021)	
	Entire/Sinuate/Sinous Atau Elongate Smooth (Twiss <i>Et Al.</i> , 1969) 	Much longer than wide, featuring alternating but uneven concavities and convexities on the margin	(Marniati EF, 2007) (Elvida, 2016a) (Primawan, 2011) (Perdana Y., 2022) (Rizky, 2021)	
	Ornamented	Much longer than wide with ornamentations	(Muda, 2017)	
Fusiform		Spindle-shaped; bulging in the middle and thinning towards the edges	(Idrus, 2015)	
Long Cell		Long cell with protuberances	(Alifah, 2016)	

Papillae		Protuberances that are small, rounded, or sharp	(Hidayah, 2017)
Polybate/ Cylindrical Polylobate (ICPN 1.0)		Possessing more than two linearly organized lobes	(Marniati EF, 2007) (Hidayah, 2017) (Rizky, 2021)
Point Shaped		Unarticulated, solid body having a generally narrower, acute portion (referred to as the apex) and a wider portion (referred to as the base) (referred to as the antapex)	(Primawan, 2011)
Hair/ Bace Cells/Acute Bulbosus		Shaped like a hook	(Idrus, 2015) (Elvida, 2016a) (Muda, 2017) (Rizky, 2021)
Poa Ligularis			(Muasomah, 2011)
Puzzle (Puzzle)			(Pratama, 2020) (Perdana Y., 2022)
Rondel		Compact morphotypes with a circular or oval shape can be gently depressed or flattened along one side	(Muda, 2017) (O Linda, 2017) (Rizky, 2021)
Rectangle/ Rectangular/Square		Having four sides with opposite sides parallel and of equal	(Primawan, 2011) (Alifah, 2016) (Hidayah, 2017)
Ecynate		Having four sides; have projections at the edges, ridges, facets or protrusions that may seem like dentate margins in certain views.	(Alifah, 2016)
Saddle		Metcalf (1960) defined the symmetrical morphotype as	(Marniati EF, 2007) (Primawan, 2011)

			resembling a saddle or a war axe with twin edges.	
Scutiform			Synonyms of papillate; Circular to oval	(Elvida, 2016a)
Schlereids				(Elvida, 2016a)
Smooth			Having a surface free from irregularities	(Primawan, 2011)
Spinny			Having spiny	(Idrus, 2015) (Hidayah, 2017)
Spheroid/ Globular	Ornate/Nodulate/Nodular Atau Globular Granulate (ICPN 1.0)		The shape can be spheroidal, slightly Ellipsoid, or fully irregular, but the basic shape is A spherical. It can occur individually or in articulated groups.	(Pratama, 2020) (Perdana Y., 2022)
	Echinate/ Globular Echinate (ICPN 1.0)		Spherical, slightly ellipsoidal, or irregular shapes are possible. The basic shape is shaped like a sphere.	(Idrus, 2015) (Elvida, 2016a) (Perdana Y., 2022)
	Psilate		Spheroidal to somewhat Ellipsoidal or uneven, but with the basic shape of a sphere. The surface is smooth, with no decoration or protrusion.	(Primawan, 2011) (Alifah, 2016) (Rizky, 2021)
Tapperered				(Elvida, 2016a) (Hidayah, 2017)
Tent Shape				(Idrus, 2015)
Tracheid/Tracheary/ Cylindric Sulcate Tracheid (ICPN 1.0)			The shape might range from cylindric and elongate to compact and polyhedral. Cylindric elongate bodies can be straight, with a uniform diameter, and unbranched, or they can be uneven, ellipsoidal, brachiform, and have soft facets.	(Primawan, 2011) (Hidayah, 2017) (O Linda, 2017) (Muda, 2017)

Trapezoid		Four sides, one pair of which is parallel	(Marniati EF, 2007) (Rizky, 2021)
Volcani Form/ Conical		Has a flat circular base that tapers to a pointy tip	(Alifah et al., 2022)

Sumber morfologi dan deskripsi *phytolith*: ICPN 1.0 dan ICPN 2.0 (Madella et al., 2005; Neumann et al., n.d.-a, n.d.-b, 2019)