

Tinjauan kembali temuan butir pati *Triticeae* pada kalkulus gigi rangka manusia Situs Plawangan, Rembang

Reassessment of *Triticeae* starch grain from dental calculus of human remain from Plawangan Site, Rembang

M. Dziyaul F. Arrozain¹, Intan Puspitasari², Sofwan Noerwidi³

Perkumpulan Ahli Arkeologi Indonesia (IAAI) Komda DIY-Jawa Tengah¹, Alumnus S-1 Arkeologi, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Gadjah Mada², Pusat Riset Arkeometri, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)³

dziyaul.arrozain@aol.com

ABSTRACT

Keywords:

Starch grain;
Triticeae;
archaeobotany;
dental calculus;
plawangan site

The extraction of microbotanical remains from dental calculus in human skeletal material at the Plawangan site resulted in the recovery of a single starch grain. Preliminary analysis suggested that it derived from *Triticeae* cereals, specifically wheat or barley. The presence of this cereal plant at Plawangan is potentially significant for indicating translocational exchange during the Early Metal Age. This study re-evaluates the starch grain through descriptive-qualitative and multivariate comparative analyses, including Linear Discriminant Analysis (LDA) and cluster analysis. The data used were 50 specimens of wheat and barley starch reference samples. The results demonstrate that the grain does not originate from *Triticeae*, with notable differences in surface area morphology. Consequently, the earlier interpretation of wheat or barley consumption at Plawangan during the early centuries AD is no longer supported. The implications of these findings reveal a research opportunity for identifying the starch taxonomy by comparing it with local economic plants.

ABSTRAK

Kata Kunci:

Butir pati; *Triticeae*;
ardeobotani;
kalkulus gigi; situs
plawangan

Ekstraksi sisa tumbuhan mikro dari kalkulus gigi rangka manusia di Situs Plawangan mendapatkan satu butir pati. Analisis awal menduga butir pati tersebut merupakan sisa konsumsi tumbuhan serealia *Triticeae* seperti gandum atau barli. Hal ini dapat mengindikasikan koneksi antarwilayah pada Masa Awal Masehi. Artikel ini mengkaji ulang identifikasi butir pati yang sebelumnya diduga sebagai *Triticeae*. Butir pati diidentifikasi melalui analisis perbandingan secara deskriptif-kualitatif dan multivariat berupa *Linear Discriminant Analysis* (LDA) dan kluster. Data yang digunakan yaitu sampel referensi butir pati gandum dan barli berjumlah masing-masing 50 buah. Hasil analisis menunjukkan bahwa butir pati tersebut bukan berasal dari tumbuhan *Triticeae*, khususnya gandum dan barli. Hal ini disebabkan perbedaan utama pada luas permukaannya. Hasil tersebut juga menggugurkan interpretasi awal yang menduga adanya aktivitas konsumsi gandum atau barli di Situs Plawangan pada awal Masehi. Implikasi atas hasil penelitian ini membuka peluang baru untuk mengidentifikasi lebih lanjut taksonomi butir pati tersebut dengan membandingkannya terhadap tumbuhan-tumbuhan lokal.

Artikel Masuk

09-05-2025

Artikel Diterima

23-08-2025

Artikel Diterbitkan

17-11-2025



BERKALA
ARKEOLOGI

VOLUME : 45 No.2, November 2025, 121-146

DOI : <https://doi.org/10.55981/jba.2025.11355>

VERSION : Indonesian (original)

WEBSITE : <https://ejournal.brin.go.id/berkalaarkeo>

ISSN: 0216-1419

E-ISSN: 2548-7132



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non
Commercial-ShareAlike 4.0 International License

PENDAHULUAN

Butir pati (*starch grain*) merupakan karbohidrat kompleks yang tersusun atas amilosa dan amilopektin ([Henry, 2014](#)). Dalam arkeologi, butir pati menjadi salah satu proksi analisis arkeobotani untuk mengetahui relasi manusia dan tumbuhan di masa lalu ([Lancelotti & Madella, 2023](#)). Relasi tersebut berkaitan dengan pemanfaatan tumbuhan sebagai salah satu sumber daya alam untuk pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Beberapa penelitian butir pati terkini telah menunjukkan relasi manusia dan tumbuhan melalui lanskap permukiman ([Núñez-Cortés et al., 2024](#)), makanan dan cara makan ([Arranz-Otaegui et al., 2024](#); [Field et al., 2024](#)), dan bahkan persebaran tumbuhan di berbagai wilayah ([Barber & Benham, 2024](#)). Dengan demikian, butir pati menjadi sisa tumbuhan yang sangat penting guna mengetahui aktivitas subsistensi manusia di masa lalu.

Upaya untuk mengetahui aktivitas konsumsi tumbuhan di masa lalu dapat dilakukan dengan mengekstraksi butir pati dari berbagai konteks data arkeologi, salah satunya kalkulus gigi dari rangka manusia. Menurut [Henry \(2020\)](#), kalkulus gigi merupakan matriks yang terdiri atas protein bakteri dan kristal mineral, terutama kalsium fosfat, yang memerangkap sisa-sisa makanan selama masa hidup manusia. Sisa makanan tersebut contohnya berupa butir pati. Butir pati yang ditemukan pada kalkulus gigi sebagian besar diinterpretasikan sebagai sisa makanan dari aktivitas diet. Namun, tidak menutup kemungkinan butir pati tersebut merupakan sisa dari aktivitas non-diet, seperti aktivitas pengobatan ([Radini et al., 2019](#)).

Baru-baru ini, satu butir pati diperoleh dari kalkulus gigi rangka manusia Situs Plawangan, Rembang. Hasil analisis awal terhadap butir pati tersebut menunjukkan adanya kemiripan visual dengan butir pati dari suku (*tribe*) *Triticeae* ([Puspitasari, 2023](#)). Oleh sebab itu, butir pati tersebut diinterpretasikan sebagai kemungkinan adanya konsumsi gandum atau barli yang dilakukan oleh manusia pendukung Situs Plawangan pada masa awal Masehi ([Puspitasari, 2023](#)).

Triticeae merupakan takson suku (*tribe*) tumbuhan yang merupakan subminor dari takson keluarga (*family*) rumput-rumputan (Poaceae) ([Feldman & Levy, 2023](#)). Berdasarkan karakter filogenetiknya, tumbuhan *Triticeae* termasuk kelompok *subfamily* rumput Pooideae dengan jumlah 27 genus dan 501 spesies ([Soreng et al., 2015, 2017](#)). Di antara ragam spesies *Triticeae* terdapat jenis-jenis tumbuhan yang merupakan serealia, seperti gandum (*Triticum sp.*), barli (*Hordeum vulgare*), dan rye (*Secale sp.*). Ketiganya telah dikenal dan dikonsumsi sebagai bahan pangan sejak Masa Prasejarah. Dalam perkembangannya, gandum dan barli tersebar hingga Asia ([Jones et al., 2011](#)), sedangkan rye hanya di Timur Tengah dan Eropa ([Schreiber et al., 2021](#)).

Gandum dan barli merupakan tumbuhan yang diperkenalkan di Asia Tenggara. Keduanya pertama kali didomestikasi di daerah *Fertile Crescent*, Timur Tengah. Gandum didomestikasi pada 7500-6500 BC (*Before Christ*), sedangkan barli diduga telah didomestikasi sebelum 7000 BC ([Grubben & Partohardjono, 1996](#)). Pada 3000-2000 BC, gandum dan barli mulai diperkenalkan di India dan China. Adapun di Asia Tenggara, gandum pertama kali diperkenalkan di Filipina oleh Bangsa

Spanyol pada tahun 1664 ([Findley & Roberts, 2024](#)), sedangkan asal-usul awal masuknya barli masih belum jelas.

Sementara itu, Situs Plawangan merupakan situs penguburan berupa kubur tempayan. Rangka manusia yang ditemukan memiliki afinitas ras Mongoloid ([Soegondho, 1990](#)). Meskipun berfungsi sebagai area penguburan, Situs Plawangan juga menunjukkan sisa aktivitas sehari-hari yang kompleks melalui ragam artefaknya, seperti fragmen gerabah, artefak logam (besi, perunggu, dan emas), manik-manik, dan keramik ([Prasetyo, 1994](#)). Ragam karakter artefak dan fitur penguburan tempayan mengindikasikan bahwa corak budaya di Situs Plawangan berupa Masa Logam Awal. Masa ini diperkirakan muncul sejak Awal Masehi (100-500 M) ([Soegondho, 1990](#)).

Periode Awal Masehi ditandai dengan pesatnya pertukaran barang-barang berharga antar wilayah di Asia Tenggara, termasuk tumbuhan ([Bellwood, 2017](#)). Hasil penelitian [Wang et al. \(2023\)](#) di Situs Óc Eo, Vietnam mengidentifikasi sisa butir pati pala (*Myristica fragrans*) yang mengindikasikan perdagangan rempah dari Maluku ke Asia Tenggara Daratan pada 200 M. Fenomena ini menandakan bahwa manusia pendukung situs-situs Masa Logam Awal kemungkinan telah mengenal tumbuhan-tumbuhan ekonomi nonlokal, baik sebagai bahan pangan maupun komoditas perdagangan.

Keberadaan butir pati diduga berasal dari *Triticeae*, yang merupakan tumbuhan nonlokal, di Situs Plawangan sangat signifikan. Alasan pertama, butir pati tersebut dapat menunjukkan aktivitas pertukaran pada Masa Awal Masehi. Hal ini didukung oleh letak situs yang berada di pesisir laut Jawa ([Gambar 2](#)). Menurut [Manguin & Indradjaja \(2011\)](#), pesisir laut Jawa merupakan bagian dari jaringan perdagangan antar wilayah pada Awal Masehi. Alasan kedua berkaitan dengan tren paleodiet. Temuan butir pati yang diduga *Triticeae* memiliki konteks di dalam kalkulus gigi rangka manusia. Hal ini membuktikan secara kuat adanya aktivitas diet. Jika dugaan butir pati tersebut benar merupakan *Triticeae*, maka hal ini menunjukkan tren paleodiet tumbuhan serealia baru selain padi (*Oryza sativa*) dan jawawut (*Setaria italica*) yang umum dikonsumsi pada Awal Masehi ([Deng et al., 2022](#)). Berdasarkan signifikansi-signifikansi di atas, maka penelitian lebih lanjut mengenai taksonomi butir pati *Triticeae* penting dilakukan guna memperjelas interpretasinya.

Penelitian terhadap butir pati *Triticeae* dari kalkulus gigi rangka manusia Situs Plawangan hingga saat ini masih belum dilakukan secara komprehensif. Minimnya sampel referensi yang digunakan dalam penelitian awal oleh [Puspitasari \(2023\)](#) menyebabkan interpretasi taksonomi pada butir pati tersebut masih berhenti pada dugaan semata. Oleh sebab itu, artikel ini akan meneliti kembali temuan butir pati *Triticeae* tersebut. Melalui penelitian ini, taksonomi butir pati diharapkan dapat diidentifikasi lebih jelas apakah benar merupakan gandum atau barli sehingga dapat melengkapi informasi yang telah ada mengenai pemanfaatan sumber daya tumbuhan di Situs Plawangan pada Awal Masehi.

METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan deduktif dalam menganalisis temuan butir pati *Triticeae* dari kalkulus gigi rangka manusia Situs Plawangan, Rembang. Analisis butir pati dilakukan dalam lingkup arkeobotani agar hasil

identifikasi taksonomi tumbuhan dapat dihubungkan dengan kemungkinan aktivitas budaya yang dilakukan oleh manusia ([Lancelotti & Madella, 2023](#)).

Hipotesis awal dalam penelitian ini didasari pada hasil penelitian [Puspitasari \(2023\)](#), yang menduga bahwa butir pati dari kalkulus gigi rangka manusia Situs Plawangan merupakan sisa dari tumbuhan *Triticeae*. Butir pati tersebut diekstraksi menggunakan protokol [Henry & Piperno \(2008\)](#) dengan modifikasi yang terdiri atas pembersihan kotoran dan lempung menggunakan larutan *calgon* ($(NaPO_3)_6$) 10% dan pembersihan karbonat menggunakan larutan asam klorida (HCl) 15%.

Hasil penelitian [Puspitasari \(2023\)](#) memberikan dua kemungkinan jenis tumbuhan *Triticeae* yang dapat dimanfaatkan, yaitu gandum (*Triticum sp.*) dan barli (*Hordeum vulgare*). Dibandingkan dengan spesies lain yang ada di dalam keluarga *Triticeae*, gandum dan barli merupakan tumbuhan pangan yang masif dipertukarkan di Kawasan Eurasia sejak 8000 BP ([Jones et al., 2011](#)). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa keduanya diperdagangkan melalui jalur sutra pada Awal Masehi (200 BC-200 AD) ([Dong et al., 2017, 2018](#)). Hal ini berkorelasi dengan pertanggalan Situs Plawangan, yang juga berkembang pada Awal Masehi. Oleh karena itu, dugaan adanya butir pati *Triticeae* dari Situs Plawangan perlu dianalisis dengan membandingkannya terhadap gandum dan barli sebagai tumbuhan ekonomi yang lumrah dipertukarkan pada masa tersebut.

Alasan lain mengenai pemilihan data pembanding gandum dan barli yaitu justifikasi awal terhadap bentuk butir pati. Temuan butir pati yang diduga *Triticeae* dari Situs Plawangan memiliki bentuk lingkaran ([Puspitasari, 2023](#)). Bentuk tersebut relatif jarang dimiliki oleh tumbuhan serealia. Penelitian [Henry et al. \(2009\)](#) menunjukkan bahwa tumbuhan serealia umumnya memiliki bentuk butir pati *polygon*, kecuali tumbuhan suku *Triticeae*, seperti gandum dan barli, yang memiliki bentuk lingkaran. Adanya kesamaan bentuk tersebut membuat penggunaan data pembanding gandum dan barli dalam penelitian ini dapat memberikan hasil yang lebih terarah dan akurat.

Sampel gandum dan barli yang digunakan dalam penelitian ini berupa biji dari tumbuhan segar. Penyiapan butir pati kedua tumbuhan tersebut dilakukan di Laboratorium Arkeologi FIB UGM. Prosedur ekstraksi butir pati dari sampel tumbuhan segar mengacu pada protokol [Field \(2006\)](#) dengan beberapa modifikasi, sebagai berikut:

- Biji dihancurkan menggunakan alu dan mortar hingga menjadi bubuk halus;
- Bubuk biji ditabur pada permukaan *slide* kaca dan diberi media perekat (nonpermanen: air *aquades ultra pure* (dH_2O); permanen: Eukitt®);
- Bubuk biji diamati butir patinya menggunakan mikroskop yang memiliki filter *cross-polarised*, dalam hal ini menggunakan mikroskop Olympus seri CX-31;
- Butir pati didokumentasi menggunakan perangkat Optilab tipe Advance, serta kalibrasi menggunakan aplikasi Image Raster v.3.0.

Hasil ekstraksi butir pati gandum dan barli memperoleh jumlah yang sangat melimpah. Namun, untuk keperluan analisis perbandingan, maka hanya 50 butir pati yang diambil sebagai sampel dari tiap tumbuhan, sehingga total keseluruhan sampel referensi butir pati berjumlah 100. Jumlah tersebut dianggap

telah dapat mewakili tren karakteristik butir pati berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh [Torrence et al. \(2004\)](#).

Tabel 1. Deskripsi parameter analisis perbandingan deskriptif-kualitatif

No.	Parameter	Deskripsi
1.	Ukuran (size)	Ukuran maksimal butir pati: kecil (1-10 μm), sedang (11-24 μm), dan besar ($>25 \mu\text{m}$)
2.	Bentuk 2D (2D shape)	<ul style="list-style-type: none"> Lingkar-oval: kecenderungan berbentuk melingkar, bulat, dan/atau agak memanjang Trapesium-segitiga: berbentuk trapesium atau berada di antara trapesium-segitiga, dan segitiga dengan sudut yang membulat Tak beraturan: berbentuk yang tidak rata dan tanpa pola Bersudut: memiliki sudut yang lancip di sepanjang garis marginnya Memanjang: berbentuk <i>lanceolate</i> hingga kerucut, termasuk bentuk tabung
3.	Posisi hilum (Hilum position)	Titik posisi kedudukan hilum pada permukaan butir pati: <i>centric</i> (di tengah), <i>slightly eccentric</i> (berada agak jauh dari tengah), dan <i>eccentric</i> (di pinggir)
4.	Rongga tengah (Central cavity)	Cekungan permukaan atau area terbuka yang berpusat di sekitar <i>hilum</i> ; bisa berbentuk lonjong (<i>oblong</i>) atau bulat (<i>round</i>)
5.	Extinction-cross	Inferensi optik yang menyebabkan butir pati tampak memiliki garis X saat diamati melalui tampilan <i>cross-polarized</i>
6.	Retakan (Fissure)	Retakan pada area <i>hilum</i> yang murni dihasilkan oleh butir pati (nonmodifikasi)
7	<i>Lamellae</i>	Cincin pertumbuhan secara konsentrasi pada butir pati

Sumber: [Louderback et. al., 2022](#) dengan modifikasi

Analisis perbandingan antara sampel butir pati *Triticeae* dan sampel referensi butir pati gandum dan barli dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama berupa analisis perbandingan secara deskriptif-kualitatif. Perbandingan ini dilakukan dengan mengamati kondisi karakter morfologi yang tampak secara visual dari setiap butir pati. Parameter yang digunakan mengacu pada *International Code for Starch Nomenclature* (ICSN) 1.0 (ICSN, 2011) yang dimodifikasi oleh penelitian Louderback et al. (2022), antara lain: ukuran, bentuk 2D, posisi *hilum*, rongga tengah, *extinction-cross*, retakan, dan *lamellae* (**Tabel 1**). Lebih lanjut, hasil pengamatan dan pengukuran terhadap parameter butir pati dinyatakan dalam frekuensi angka antara 0,00 hingga 1,00. Hal ini dilakukan untuk menentukan tren morfologi butir pati.

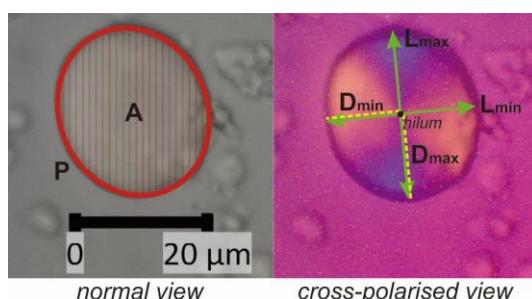
Tahap kedua berupa analisis multivariat *linear discriminant analysis* (LDA). Analisis LDA melakukan pengelompokan terhadap data yang didasari oleh karakteristiknya ([Shennan, 2004](#)). Menurut [Smith \(2014\)](#), LDA menganalisis kombinasi linear dari setiap variabel (karakteristik) sampel yang menghasilkan sebuah model prediksi mengenai seberapa baik sampel dapat dibedakan antara kelompok yang diketahui (*known group*) dan yang ditentukan (*defined group*). Dalam penelitian ini, analisis LDA berguna untuk membedakan butir pati *Triticeae* dan sampel referensi butir pati gandum dan barli berdasarkan kemiripan morfologinya. Analisis tersebut dilakukan menggunakan aplikasi Past v.5.0.2.

Parameter (variabel) yang digunakan dalam analisis LDA yaitu data metrik pengukuran fitur-fitur morfologi butir pati (data morfometri) ([Gambar 1](#)). Acuan perumusan parameter mengadopsi protokol [Berenguer et al. \(2024\)](#) dengan modifikasi yang disajikan pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Deskripsi parameter analisis multivariat LDA dan gugusan (*cluster*)

No.	Parameter	Deskripsi
1.	L_{\max}	Ukuran panjang butir pati maksimum
2.	L_{\min}	Ukuran panjang butir pati minimum
3.	D_{\max}	Ukuran jarak maksimum <i>hilum</i> terhadap margin butir pati
4.	D_{\min}	Ukuran jarak minimum <i>hilum</i> terhadap margin butir pati
5.	P (Perimeter)	Ukuran keliling butir pati
6.	A (Area)	Ukuran luas permukaan butir pati

Sumber: [Berenguer et al., 2024](#) dengan modifikasi



Gambar 1. Skema pengukuran morfometri butir pati.

(Sumber: Dokumentasi Dziyaul Arrozain, 2025)

Keenam parameter dianalisis menggunakan prinsip *canonical correlation*. Nilai eigen (*eigenvalue*) yang dihasilkan dapat menunjukkan persentase signifikansi hasil pengelompokan LDA. Hasil analisis LDA disajikan dalam bentuk *confusion matrix*.

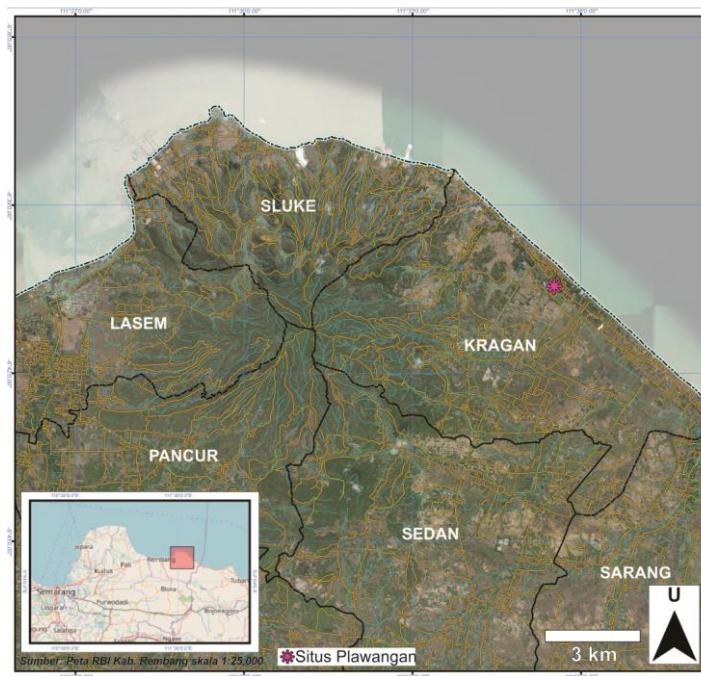
Selain analisis LDA, artikel ini juga melakukan analisis multivariat gugusan (*classical clustering multivariate analysis*). Analisis ini dapat mendukung validasi hasil analisis LDA ([Smith, 2014](#)) dan memberikan visualisasi pengelompokan yang lebih jelas. Analisis multivariat gugusan melakukan prediksi kelompok butir pati berdasarkan kedekatan karakteristiknya ([Drennan, 2009](#)). Dalam hal ini, semua parameter metrik ([Tabel 2](#)) di setiap butir akan dicari kedekatannya menggunakan prinsip similaritas *euclidean* dengan algoritma UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average*) melalui aplikasi Past v.5.0.2. Hasil yang diperoleh berupa diagram dendrogram yang menggambarkan prediksi kelompok butir pati.

Kombinasi dari kedua tahapan analisis perbandingan, baik deskriptif-kualitatif maupun multivariat, memberikan hasil yang lebih detail dalam mengidentifikasi taksonomi pada butir pati *Triticeae*. Hal ini dapat menjawab hipotesis awal mengenai dugaan butir pati suku *Triticeae* yang tergolong jenis tumbuhan gandum atau barli.

HASIL PENELITIAN

Konteks dan Deskripsi Butir Pati *Triticeae*

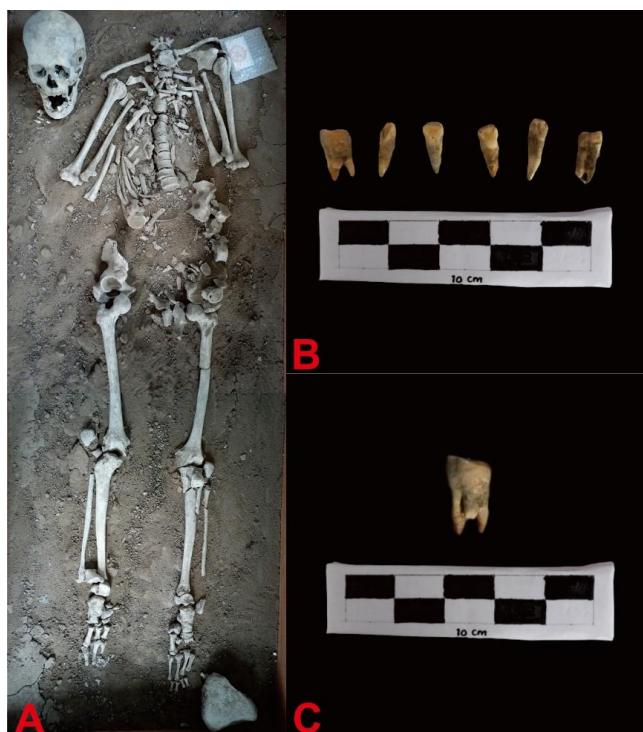
Rangka manusia PLW I merupakan salah satu temuan rangka manusia di Situs Plawangan, Rembang ([Gambar 2](#)). Rangka ini ditemukan saat kegiatan ekskavasi pada tahun 2018 ([Puspitasari, 2023](#)). Pada saat pengambilan data, rangka manusia PLW I ditampilkan dalam kotak kayu di Rumah Peradaban Situs Plawangan.



Gambar 2. Peta situs Plawangan, Rembang.

(Sumber: Intan Puspitasari, 2023)

Hasil analisis menunjukkan bahwa rangka manusia PLW I ini memiliki afinitas ras Mongoloid. Identitas usia rangka tersebut diperkirakan ± 35 tahun dengan jenis kelamin laki-laki ([Puspitasari, 2023](#)). Kondisi rangka manusia PLW I saat ini sebagian besar tampak tidak utuh ([Gambar 3-A](#)). Hanya tulang paha (*femur*), tulang kering (*tibia*), tulang betis (*fibula*), tulang panjang (*humerus*), rahang atas dan bawah (*maxilla* dan *mandibula*), serta gigi-geligi yang masih relatif terpreservasi dengan baik ([Damai, 2023](#)).



Gambar 3. Rangka manusia PLW I (A), gigi-gigi lepas rangka manusia PLW I (B), geraham lepas RM² (C).
 (Sumber: Dokumentasi [Intan Puspitasari, 2023](#))

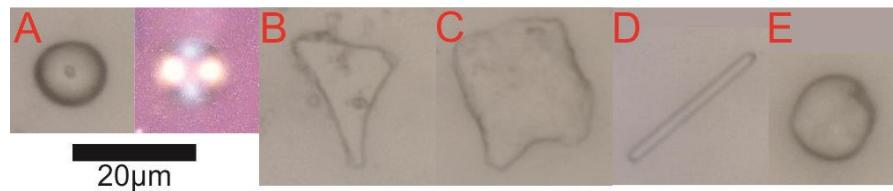
Rangka manusia PLW I memiliki kondisi gigi-geligi yang tidak lengkap. Penelitian [Damai \(2023\)](#) menunjukkan bahwa rangka manusia PLW I mengalami *tooth loss* pada bagian gigi seri (*incisivus*) dan taring (*canine*), baik di rahang atas maupun rahang bawah. Selain itu, kondisi *tooth loss* juga dijumpai satu gigi geraham (*molar*) di bagian rahang atas yang merupakan indikasi dari gejala *post-mortem tooth loss* ([Damai, 2023](#)). Enam gigi lepas yang terdiri atas tiga gigi seri bagian *mandibula*, satu gigi taring, satu gigi geraham depan bagian *maxilla*, dan satu gigi geraham juga ditemukan di sekitar kotak wadah rangka tersebut ([Puspitasari, 2023](#)) ([Gambar 3-B](#)). Menurut analisis [Puspitasari \(2023\)](#), gigi-geligi lepas tersebut merupakan bagian dari rangka manusia PLW I. Interpretasi ini didasari atas kecocokan antara bagian *tooth loss* pada rahang PLW I dengan gigi-geligi yang lepas.

Di antara gigi-geligi yang lepas pada rangka manusia PLW I, terdapat salah satu gigi yang memiliki kalkulus, yaitu gigi geraham kedua rahang atas sebelah kanan (RM^2) ([Gambar 3-C](#)). Kondisi gigi mengalami atrisi pada mahkotanya. Akumulasi matriks kalkulus pada gigi tersebut berada di bagian *lingual*. Analisis sisa tumbuhan mikro yang terkandung di dalam matriks kalkulus tersebut menunjukkan adanya butir pati dan fitolit ([Puspitasari, 2023](#)) ([Tabel 3](#)).

Tabel 3. Rekapitulasi sisa tumbuhan mikro pada kalkulus gigi lepas RM^2 PLW I

Gigi	Butir Pati	Fitolit				
		ACUTE BULBOSUS	BLOCKY	ELONGATE ENTIRE	TRAPEZOID	SPHEROID PSILATE
RM^2 PLW I lepas	1	3	6	7	3	4

Sumber: [Puspitasari, 2023](#)



Gambar 4. Temuan butir pati (A) dan fitolit (B-E) dari kalkulus gigi RM^2 PLW I.

(Sumber: [Puspitasari, 2023](#))

Butir pati yang ditemukan di dalam kalkulus gigi geraham lepas (RM^2) rangka manusia PLW I berjumlah satu buah ([Gambar 4-A](#)). Butir pati ini memiliki bentuk lingkaran (*circular*). Titik *hilum* tampak jelas dan berada tepat di tengah butir pati. Garis *extinction-cross* memiliki tingkat visibilitas yang jelas dengan membentuk sudut perpotongan sebesar $\pm 90^\circ$. Butir pati ini tidak memiliki *lamellae* dan rekahan (*fissure*) pada permukaannya. Fitur khas yang dimiliki berupa cekungan kecil yang berada tepat di permukaannya (*central cavity*). Lebih lanjut, butir pati ini tampak mengalami penebalan pada garis tepinya. Adapun hasil pengukuran morfometri butir pati ini ditunjukkan pada [Tabel 4](#) berikut.

Tabel 4. Pengukuran morfometri butir pati dari kalkulus gigi lepas RM^2 PLW I

Butir pati	L_{max}	L_{min}	D_{max}	D_{min}	P	A
Butir pati I	12,46	10,73	6,27	5,08	33,48	87,17

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Keterangan: pengukuran menggunakan satuan μm

Berdasarkan ciri-ciri yang telah dideskripsikan, [Puspitasari \(2023\)](#) menduga bahwa butir pati ini berasal dari tumbuhan *Triticeae*. Hal ini didasari oleh perbandingan karakter visual butir pati tersebut dengan butir pati *Triticeae* yang dianalisis oleh [Yang & Perry \(2013\)](#). Kemiripan bentuk morfologi lingkaran dan adanya garis *extinction-cross* menjadi justifikasi utama atas klasifikasi

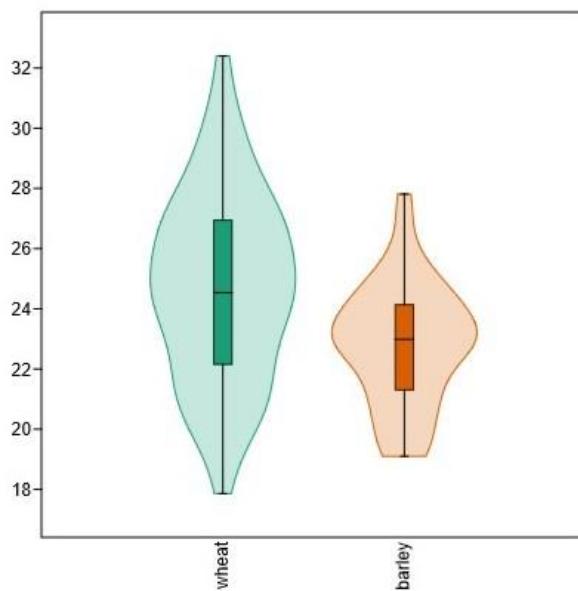
taksonomi butir pati tersebut ([Puspitasari, 2023](#)). Namun demikian, identifikasi yang dilakukan oleh [Puspitasari \(2023\)](#) belum secara tegas menentukan taksonomi yang detail. Oleh sebab itu, butir pati *Triticeae* tersebut diinterpretasi sebagai sisa tumbuhan yang kemungkinan berasal gandum atau barli ([Puspitasari, 2023](#)).

Fitolit yang turut ditemukan pada kalkulus gigi lepas RM² rangka manusia PLW I berjumlah 23 fitolit ([Puspitasari, 2023](#)) ([Gambar 4-B-E](#)). Sebanyak 19 fitolit merupakan kelompok *Common form* yang terdiri atas morfotipe ACUTE BULBOSUS ([Gambar 4-B](#)), BLOCKY ([Gambar 4-C](#)), ELONGATE ENTIRE ([Gambar 4-D](#)), dan TRAPEZOID. Kelompok ini tidak dapat diidentifikasi taksonominya secara detail akibat tidak adanya fitur khas, serta dapat ditemukan di seluruh jenis tumbuhan (International Committee for Phytolith Taxonomy (ICPT), 2019). Di sisi lain, empat fitolit sisanya memiliki morfotipe SPHEROID PSILATE ([Gambar 4-E](#)). Morfotipe ini relatif sering dijumpai pada jenis tumbuhan berkayu ([An & Xie, 2022](#); [Collura & Neumann, 2017](#)). Oleh sebab itu, [Puspitasari \(2023\)](#) mengklasifikasikan keempat fitolit tersebut sebagai indikator kelompok tumbuhan *Tree/Shrub/Herb*.

Identifikasi Butir Pati *Triticeae*

Sampel referensi butir pati gandum dan barli

Sampel referensi butir pati gandum dan barli yang digunakan dalam penelitian ini masing-masing berjumlah 50 butir pati sehingga total keseluruhan sampel butir pati berjumlah 100 butir pati ([Lampiran A](#)). Masing-masing sampel referensi butir pati gandum dan barli terlebih dahulu dilakukan analisis uji normalitas. Hal ini dilakukan supaya data acuan memiliki distribusi yang normal sehingga proses identifikasi dapat meminimalisir potensi terjadinya bias.

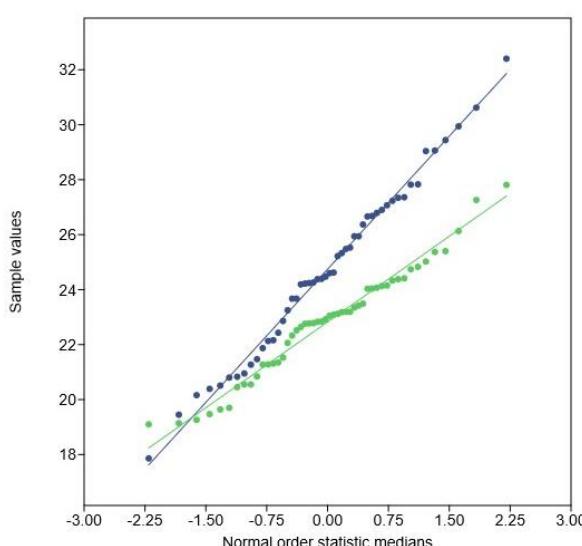


Gambar 5. Violin-boxplot ukuran panjang masing-masing sampel referensi butir pati gandum (*wheat*) dan barli (*barley*).
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Uji normalitas data dilakukan dengan metode *Shapiro-Wilk* karena jumlah data di setiap kelompok tumbuhan relatif kecil ($n=50$). Acuan yang digunakan

dalam uji normalitas ini yaitu ukuran panjang maksimal dari setiap butir pati (L_{\max}) ([Gambar 5](#)). Adapun hasil uji normalitas menunjukkan bahwa kedua sampel referensi butir pati gandum dan barli memiliki distribusi yang normal ($p>0,05$). Sampel referensi butir pati gandum memiliki nilai $p=0,95$, sedangkan sampel referensi butir pati barli memiliki nilai $p=0,32$ ([Lampiran B](#)).

Kondisi data yang normal juga didukung dari hasil analisis *normal probability plot* (NPP). Analisis berbasis regresi ini menunjukkan bahwa sebaran data butir pati gandum dan barli relatif dekat dengan garis lurus ([Gambar 6](#)). Indeks *correlation coefficient* sampel referensi butir pati gandum mencapai 0,9957. Di sisi lain, sampel referensi butir pati barli juga memiliki indeks koefisien korelasi yang tidak jauh beda, yaitu 0,9884.



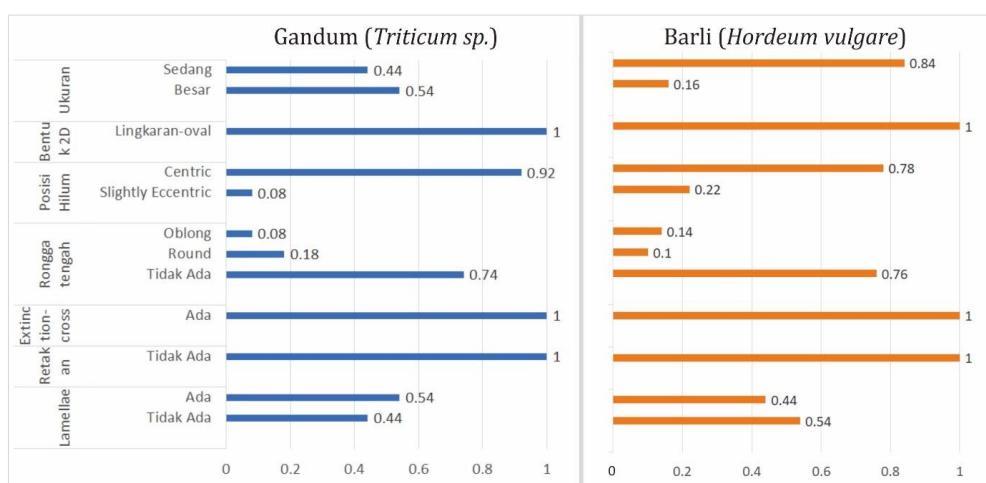
Gambar 6. Normal probability plot sampel referensi butir pati gandum (biru) dan barli (hijau).
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Berdasarkan hasil uji normalitas diketahui bahwa sampel referensi butir pati gandum dan barli memiliki distribusi data yang normal. Sebaran data butir pati di setiap kelompok gandum dan barli telah cukup representatif mewakili keseluruhan populasi butir pati. Hal ini memberikan implikasi bahwa keduanya dapat digunakan sebagai data acuan dalam analisis perbandingan guna mengidentifikasi taksonomi butir pati *Triticeae*.

Analisis Perbandingan Deskriptif-Kualitatif

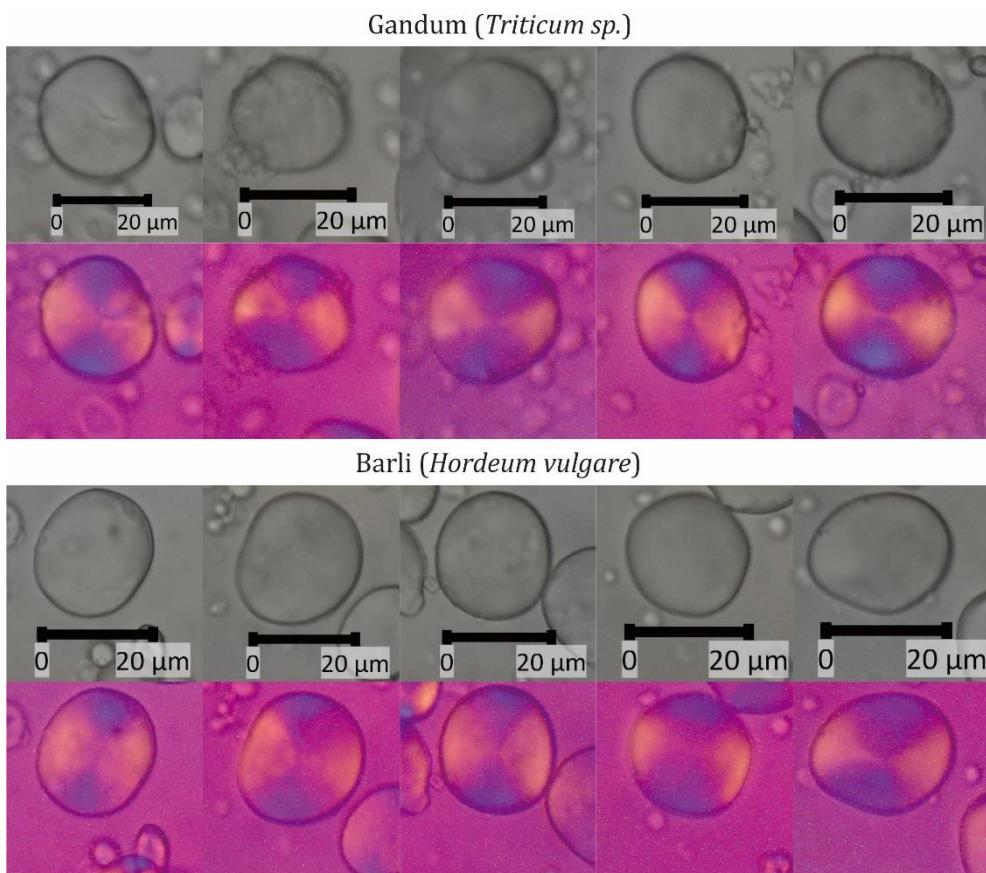
Analisis perbandingan secara deskriptif-kualitatif dilakukan terhadap karakter morfologi butir pati yang tampak secara visual. Setiap butir pati diamati keberadaan fitur-fiturnya berdasarkan parameter yang telah disusun. Meskipun dalam analisis ini juga terdapat proses pengukuran, tetapi hal tersebut masih sebatas hasil angka yang sifatnya kategoris untuk menentukan kelas ukuran butir pati.

Secara umum, butir pati gandum memiliki morfologi berbentuk lingkaran-oval dengan ukuran yang relatif besar ($L_{max}>25\text{ }\mu\text{m}$) ([Gambar 7 & 8](#)). Namun, tidak sedikit pula yang memiliki ukuran sedang (11-24 μm). Butir pati ini juga memiliki garis *extinction-cross* yang sangat jelas (*visible*). Sementara itu, posisi *hilum* pada butir pati gandum cenderung berada tepat di bagian tengah permukaannya. Kondisi permukaan tersebut halus (*smooth*) tanpa ada rekahan (*fissure*). Beberapa butir pati gandum memiliki variasi rongga tengah (*central cavity*) berupa bulat (*round*) dan garis memanjang (*oblong*), meskipun mayoritas tidak tampak memilikinya. Di sisi lain, garis *lamellae* cenderung dominan pada hampir seluruh butir pati gandum.



Gambar 7. Frekuensi karakter morfologi pada sampel referensi butir pati gandum dan barli.
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Adapun butir pati barli secara visual memiliki karakter morfologi berbentuk lingkaran-oval dengan ukuran yang sedang ($L_{max}=11-24\text{ }\mu\text{m}$) ([Gambar 7 & 8](#)). Posisi *hilum* pada butir pati ini berada tepat di tengah permukaannya. Namun, tidak sedikit pula terdapat butir pati yang memiliki posisi *hilum* yang berada agak ke pinggir (*slightly eccentric*). Kondisi permukaan butir pati barli halus tanpa ada rekahan. Sementara itu, rongga tengah hampir tidak dijumpai pada setiap butir pati barli. Hanya beberapa butir pati saja yang memilikinya. Kecenderungan bentuk rongga tengah pada butir pati barli berupa garis memanjang, meski juga dijumpai adanya bentuk bulat dalam jumlah yang sangat sedikit. Keberadaan garis *lamellae* mayoritas tidak ditemukan di setiap butir pati tersebut. Namun, tidak sedikit pula beberapa butir pati barli yang diketahui memiliki garis *lamellae* yang relatif tipis.



Gambar 8. Beberapa variasi morfologi sampel referensi butir pati gandum dan barli.

(Sumber: Dokumentasi Dziyaul Arrozain, 2025)

Hasil analisis perbandingan deskriptif-kualitatif antara karakter morfologi butir pati *Triticeae* dan sampel referensi butir pati menunjukkan bahwa butir pati *Triticeae* memiliki kemiripan, baik dengan gandum maupun barli ([Tabel 5](#)). Secara visual, butir pati *Triticeae* memiliki bentuk morfologi yang sama dengan gandum dan barli yakni berupa lingkaran-oval. Posisi *hilum* butir pati ini juga tepat berada di tengah permukaannya. Bahkan, garis *extinct-cross* pada butir pati *Triticeae* juga terlihat jelas, seperti halnya gandum dan barli. Selain itu, tidak adanya fitur rekahan pada permukaan butir pati *Triticeae* juga menambah aspek kemiripan butir ini dengan kedua tumbuhan tersebut.

Tabel 5. Perbandingan morfologi butir pati secara deskriptif-kualitatif antara gandum, barli, dan *Triticeae*

	Gandum	Barli	<i>Triticeae</i>
Ukuran	Besar , sedang	Sedang , besar	Kecil
Bentuk	Lingkaran-oval	Lingkaran-oval	Lingkaran-oval
Posisi hilum	Centric	Centric	Centric
Rongga tengah	Tidak ada , round, oblong	Tidak ada , oblong, round	Round
Extinction-cross	Ada	Ada	Ada
Rekahan	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Lamellae	Ada , tidak ada	Tidak ada , ada	Tidak ada

Sumber: Hasil Analisis, 2025

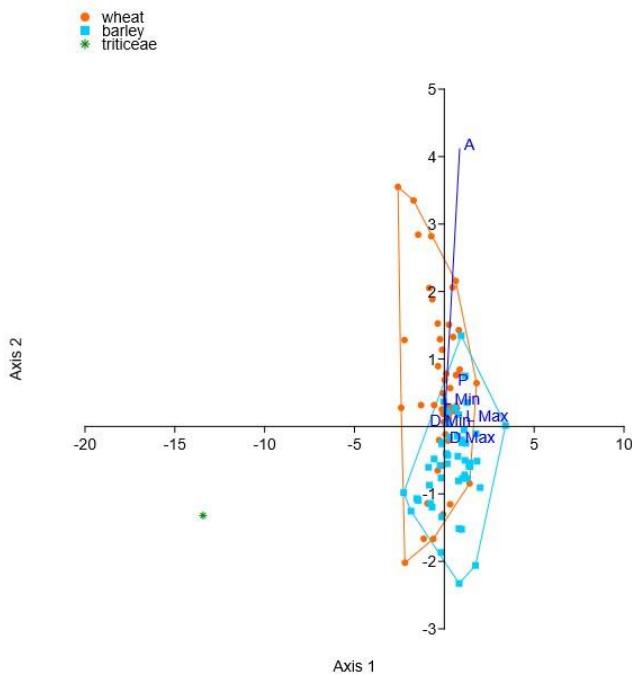
Keterangan: Tulisan dengan **bold-underline** merupakan fitur yang paling dominan

Namun demikian, butir pati *Triticeae* memiliki perbedaan dengan butir pati gandum dan barli. Butir pati *Triticeae* memiliki ukuran yang relatif kecil ($L_{max}=10,73$). Hal ini jauh di luar jauh di luar rentang ukuran yang dimiliki oleh gandum atau barli. Selain itu, adanya rongga tengah pada butir pati *Triticeae* merupakan fitur yang secara mayoritas tidak dimiliki oleh gandum dan barli. Meskipun dalam jumlah yang sedikit, ada butir pati gandum dan barli yang memiliki rongga tengah. Tren rongga tengah berbentuk bulat lebih banyak dimiliki oleh butir pati gandum daripada barli. Jika hal ini tetap digunakan sebagai parameter perbandingan, maka butir pati *Triticeae* tersebut memiliki kemiripan dengan gandum. Sementara itu, dalam hal parameter *lamellae*, butir pati *Triticeae* memiliki kemiripan dengan barli. Hal ini tidak lepas dari dominannya butir pati barli yang tidak memiliki *lamellae*. Seperti halnya kasus parameter rongga tengah, absennya *lamellae* juga ada pada butir pati gandum dalam jumlah yang sedikit.

Berdasarkan hasil analisis perbandingan secara deskriptif-kualitatif diketahui bahwa identifikasi butir pati *Triticeae* belum mendapatkan hasil yang memuaskan. Banyaknya kemiripan fitur butir pati *Triticeae* terhadap butir pati gandum dan barli menyulitkan proses penggolongan butir pati ini ke dalam salah satu di antara kedua tumbuhan tersebut. Bahkan adanya kemiripan yang saling bertolak belakang berupa keberadaan fitur rongga tengah dan *lamellae* menambah bias dalam proses identifikasi yang detail terhadap butir pati *Triticeae* ini. Melihat kondisi-kondisi tersebut, maka diperlukan sebuah analisis perbandingan yang dapat mengidentifikasi lebih detail perbedaan fitur-fitur morfologi, utamanya perbedaan kecil yang tidak tampak secara visual. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan analisis multivariat terhadap ukuran morfologi (morfometri) butir pati, baik *Triticeae* maupun gandum dan barli.

Analisis Multivariat

Hasil analisis LDA menunjukkan bahwa setiap sampel butir pati gandum, barli, dan *Triticeae* mengelompok terhadap garis axis 1 dan garis axis 2 ([Gambar 9](#)). Garis axis 1 memiliki nilai eigen sebesar 1,965 yang merepresentasikan 85,54% data, sedangkan garis axis 2 memiliki nilai eigen sebesar 0,332 yang mewakili sisa data sebesar 14,46%. Pengelompokan butir pati juga berkorelasi erat dengan parameter ukur. Hal ini tampak dari garis *biplot* tiap parameter yang cenderung berhimpit pada kuadran I.



Gambar 9. Grafik scatter plot LDA.
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Berdasarkan [Gambar 9](#) diketahui bahwa butir pati gandum mengelompok dengan rentang $-2,756\text{--}1,796$ (axis 1) dan $-2,02\text{--}3,55$ (axis 2), sedangkan butir pati barli pada rentang $-2,263\text{--}3,41$ (axis 1) dan $-2,327\text{--}1,347$ (axis 2). Pengelompokan kedua butir pati tersebut mengalami perpotongan di tengahnya. Hal ini tampak jelas dengan adanya beberapa sampel butir pati gandum yang masuk ke dalam area *convex hulls* yang dimiliki oleh butir pati barli, dan begitupun sebaliknya. Situasi tersebut menandakan bahwa butir pati gandum dan barli relatif memiliki kemiripan meskipun tidak secara menyeluruh. Konsekuensinya, penggolongan butir pati ke dalam kategori gandum atau barli relatif masih mengandung bias.

Sementara itu, butir pati *Triticeae* berada jauh, baik dari kelompok butir pati gandum maupun barli ([Gambar 9](#)). Butir pati *Triticeae* berada di ujung kuadran III dengan nilai axis 1 sebesar $-13,431$ dan axis 2 sebesar $-1,319$. Hal ini mengindikasikan bahwa butir pati *Triticeae* cenderung memiliki perbedaan yang signifikan dengan butir pati gandum dan barli sehingga tidak dapat dikategorikan ke dalam dua spesies tersebut.

Kategorisasi butir pati gandum, barli, dan *Triticeae* dapat diperjelas melalui *confusion matrix* dengan tingkat keakuratan klasifikasi mencapai 79,21% ([Tabel 6](#)).

Tabel 6. Confusion matrix klasifikasi butir pati gandum, barli, dan *Triticeae*.

		Predicted Group			
		Gandum	Barli	<i>Triticeae</i>	Total
Given Group	Gandum	35	15	0	50
	Barli	6	44	0	50
	<i>Triticeae</i>	0	0	1	1
	Total	41	59	1	101

Sumber: Hasil Analisis, 2025

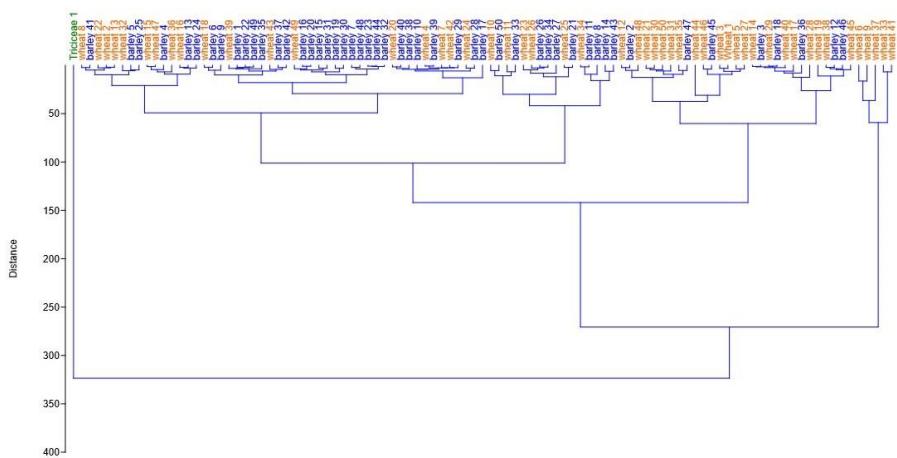
Berdasarkan matriks tersebut diketahui bahwa 15 dari 50 butir pati gandum (30%) memiliki kemiripan morfologi dengan butir pati barli. Hanya 35 butir pati atau sekitar 70% dari total sampel yang dapat diklasifikasikan sebagai butir pati gandum. Sementara itu, butir pati barli berbagi kemiripan morfologi dengan butir pati gandum sebesar 12% atau sekitar 6 butir pati. Mayoritas pati barli sejumlah 44 buah (88%) dapat diklasifikasikan sesuai dengan yang diprediksi sebelumnya. Adapun butir pati *Triticeae* tepat berada di *predicted group* yang sama dengan *given group*-nya, sehingga butir pati tersebut dapat diyakini merupakan butir pati *Triticeae* (100%).

Kemiripan morfologi yang dialami oleh beberapa butir pati gandum dan barli dipengaruhi oleh parameter panjang (L_{\max} dan L_{\min}) dan jarak hilum (D_{\max} dan D_{\min}) ([Lampiran C](#)). Selisih rata-rata L_{\max} dan L_{\min} antara kedua butir pati tersebut relatif kecil yaitu 1,92 dan 2,22. Bahkan, selisih rata-rata jarak hilum lebih kecil daripada ukuran panjang butir pati. Selisih rata-rata D_{\max} sebesar 0,89, sedangkan D_{\min} sebesar 1,15. Kecilnya nilai rata-rata dari keempat parameter tersebut menyebabkan perbedaan antara kedua butir pati tersebut relatif kecil. Hal ini mempengaruhi proses klasifikasi setiap butir pati sehingga menghasilkan grafik *convex hulls* yang berpotongan. Oleh sebab itu, tidak mengherankan jika terdapat 15 butir pati gandum yang cenderung dapat dimasukkan ke dalam klasifikasi butir pati barli dan 6 butir pati barli dapat digolongkan sebagai butir pati *Triticeae*.

Meskipun demikian, dua parameter lainnya, berupa keliling (P) dan luas permukaan (A) relatif memiliki selisih rata-rata yang lebih besar. Selisih rata-rata keliling antara butir pati gandum dan barli sebesar 5,66, sedangkan rata-rata luas sebesar 75,62 ([Lampiran C](#)). Hal ini menjadikan keduanya sebagai faktor yang cukup berpengaruh dalam membedakan kelompok butir pati gandum dan barli.

Adapun butir pati *Triticeae* diklasifikasikan sebagai butir pati yang sangat berbeda dengan butir pati gandum dan barli. Ringkasan rata-rata parameter yang dihasilkan dari analisis LDA menunjukkan bahwa nilai keenam parameter butir pati *Triticeae* memiliki selisih yang cukup besar dengan butir pati gandum dan barli ([Lampiran C](#)). Namun, di antara parameter tersebut, hanya parameter luas permukaan (A) yang memiliki pengaruh signifikan terhadap klasifikasi butir pati *Triticeae*. Hal ini tampak dari nilai selisih rata-rata luas butir pati *Triticeae* yang mencapai 358,60 terhadap butir pati gandum dan 282,98 terhadap butir pati barli.

Hasil analisis LDA juga didukung oleh analisis multivariat gugusan. Grafik dendrogram menunjukkan bahwa butir pati *Triticeae* merupakan gugusan yang berbeda dengan butir pati gandum dan barli, meskipun antara butir pati gandum dan barli itu sendiri memiliki gugusan yang tercampur ([Gambar 10](#)). Hal ini dibuktikan dari jauhnya jarak persamaan parameter yang dimilikinya terhadap parameter butir pati gandum dan barli (*distance*=325). Oleh sebab itu, butir pati *Triticeae* tidak dapat diidentifikasi sebagai bagian dari kelompok butir pati, baik gandum atau barli.



Gambar 10. Grafik dendrogram analisis multivariat gugusan.
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

DISKUSI DAN PEMBAHASAN

Butir pati *Triticeae* yang ditemukan pada kalkulus gigi lepas (RM^2) rangka manusia PLW I tidak dapat diidentifikasi ke dalam kelompok butir pati gandum dan barli seperti yang diasumsikan oleh [Puspitasari \(2023\)](#). Meskipun secara tampilan visual butir pati ini tampak tidak memiliki perbedaan morfologi terhadap butir pati gandum dan barli, tetapi konfigurasi atas morfometri menunjukkan perbedaan yang signifikan. Parameter berupa ukuran panjang, jarak *hilum*, keliling dan luas permukaan memiliki pengaruh dalam membedakan butir pati *Triticeae* dengan butir pati gandum dan barli. Namun demikian, hanya luas permukaan saja yang dapat menjadi parameter khas (*distinctive feature*) sebagai acuan utama untuk membedakannya.

Hasil tersebut secara tidak langsung mengoreksi metode identifikasi yang dilakukan oleh [Puspitasari \(2023\)](#) sebelumnya. Upaya identifikasi melalui perbandingan visual terhadap kesamaan bentuk morfologi dan garis *extinction-cross* tidak dapat menunjukkan klasifikasi yang akurat. Hal ini disebabkan keduanya tidak memiliki fitur yang khas yang dapat membedakan takson butir pati. Selain itu, beberapa jenis tumbuhan diketahui memiliki butir pati dengan fitur bentuk dan garis *extinction-cross* yang relatif mirip, bahkan sama. Contohnya, butir pati kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) dan talas (*Colocasia esculenta*) sama-sama memiliki bentuk lingkaran-oval dengan garis *extinction-cross* yang tampak jelas ([Arrozain, 2024](#)). Oleh sebab itu, cara identifikasi butir pati *Triticeae* yang

dilakukan oleh [Puspitasari \(2023\)](#) dengan mengacu sampel referensi hasil penelitian [Yang & Perry \(2013\)](#) diragukan keakuratannya.

Implikasi dari lemahnya identifikasi taksonomi butir pati yang ditemukan pada kalkulus gigi lepas (RM²) rangka manusia PLW I berpengaruh pada interpretasinya. Adanya keraguan terhadap identifikasi butir pati sebagai takson *Triticeae* menyebabkan interpretasi aktivitas konsumsi tumbuhan serealia seperti gandum dan barli yang dilakukan oleh manusia pendukung Situs Plawangan pada awal Masehi belum dapat dibuktikan kebenarannya. Hal ini justru relevan dengan penelitian asal-usul kedua tumbuhan tersebut di Asia Tenggara yang menunjukkan bahwa perkenalan gandum, dan mungkin juga barli, tidak lepas dari pengaruh kolonial Bangsa Eropa pada abad ke-17 M ([Findley & Roberts, 2024](#); [Grubben & Partohardjono, 1996](#)).

Namun demikian, keberadaan butir pati dari kalkulus gigi tersebut masih memungkinkan dapat diinterpretasikan sebagai sisa makanan secara umum. Hal ini tidak lepas dari konteks posisi matriks kalkulus gigi ([Henry, 2020](#)). Posisi kalkulus berada pada bagian *lingual* gigi RM² rangka manusia PLW I. Bagian tersebut merupakan sisi yang dekat dengan lidah sehingga bersinggungan langsung dengan makanan saat proses mastikasi atau pengunyahan. Hal ini mengindikasikan bahwa matriks kalkulus pada gigi RM² rangka manusia PLW I kemungkinan besar akumulasi dari sisa makanan yang tidak termastifikasi dengan baik, serta mengalami transformasi menjadi sebuah kalkulus.

Berdasarkan konteks tersebut, identifikasi butir pati perlu dilakukan lebih presisi untuk menunjukkan aktivitas konsumsi, khususnya yang berupa tumbuhan, dengan melihat asosiasi yang sesuai. Alih-alih langsung diinterpretasikan sebagai kemungkinan tumbuhan suku *Triticeae*, butir pati pada kalkulus gigi RM² rangka manusia PLW I seharusnya diidentifikasi secara awal dengan mengacu temuan sisa tumbuhan lain yang ada, yaitu fitolit. Analisis [Puspitasari \(2023\)](#) mendapatkan fitolit dari tumbuhan kelompok *tree/shrub/herb*. Meskipun hasil analisis fitolit tidak dapat menentukan taksonomi tumbuhan yang detail, tetapi pada kelompok tumbuhan *tree/shrub/herb* terdapat beberapa takson keluarga (*family*) yang memiliki butir pati dan sering dikonsumsi oleh manusia, seperti contohnya *Moraceae* (cempedak) dan *Arecaceae* (palem) ([Lentfer, 2009](#)). Hal tersebut dapat digunakan sebagai acuan data pembanding, selain dengan melihat konteks ragam tumbuhan dan etnografi masyarakat sekitar Situs Plawangan, sehingga interpretasi hasil analisis butir pati tidak mengalami bias dan sesuai dengan konteks asal-usul dan domestikasi tumbuhan.

Adapun penggunaan sampel referensi dari tumbuhan segar sebagai data pembanding untuk identifikasi butir pati juga perlu diperhatikan. Hasil analisis LDA dan gugusan, yang menunjukkan adanya beberapa sampel gandum dan barli yang berkelindan, memberikan indikasi seolah butir pati berasal dari biji gandum dan barli yang memiliki ukuran relatif mirip. Hal ini tidak sepenuhnya salah, mengingat ukuran rata-rata biji gandum sebesar 5-9 mm dan biji barli 6-9 mm ([Felizardo & Freire, 2018](#); [New Zealand Flour Millers Association Inc, 2025](#)). Di era modern ini, ukuran tersebut bisa berubah-ubah akibat intensifikasi pertanian. Perubahan ukuran amilum pada biji tersebut dapat berimbas pada perubahan ukuran butir pati. Oleh sebab itu, pemilihan tumbuhan segar untuk sampel referensi perlu memperhatikan bagaimana proses pemeliharaannya, semisal

apakah tumbuhan tersebut dikembangkan dari pertanian tradisional atau modern.

Di samping itu, pemilihan tumbuhan segar untuk sampel referensi butir pati juga dapat memperhatikan keberadaan tumbuhan liar. Tumbuhan liar relatif memiliki morfologi yang berbeda daripada tumbuhan domestikasi. Sebagai contoh, biji gandum liar (*Triticum diococcoides*) memiliki ukuran yang lebih kecil dan ramping daripada biji gandum domestikasi (*Triticum sp.*) yang tebal ([Fuller, 2007](#); [Kilian et al., 2010](#)), sehingga tidak menutup kemungkinan morfologi butir pati yang dihasilkan antara keduanya dapat berbeda. Dalam konteks arkeobotani, penggunaan sampel referensi yang diekstrak dari tumbuhan liar memberikan keuntungan dalam mengetahui proses domestikasi. Hal ini dilakukan mengingat pada masa lalu ada beberapa kemungkinan domestikasi tumbuhan belum sempurna atau intensif, atau bahkan masih mengonsumsi tumbuhan liar. Oleh sebab itu, penggunaan sampel referensi yang diekstrak dari tumbuhan liar dan tumbuhan domestikasi berpeluang menghasilkan interpretasi yang lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Analisis sisa tumbuhan mikro terhadap kalkulus gigi RM² temuan rangka manusia PLW I Situs Plawangan telah mendapatkan satu butir pati yang diinterpretasi sebagai tumbuhan *Triticeae*. Namun, hasil analisis perbandingan yang dilakukan secara deskriptif-kualitatif dan multivariat telah menunjukkan bahwa butir pati tersebut bukan merupakan butir pati *Triticeae*. Hal ini menggugurkan hasil analisis awal yang menduga butir pati tersebut kemungkinan sisa dari gandum (*Triticum sp.*) atau barli (*Hordeum vulgare*). Lebih lanjut, hasil ini juga menyebabkan interpretasi mengenai kemungkinan konsumsi serealia tumbuhan *Triticeae* yang dilakukan oleh manusia pendukung Situs Plawangan pada awal Masehi menjadi tidak terbukti. Dengan demikian, diperlukan analisis ulang terhadap kemungkinan konsumsi butir pati *Triticeae* tersebut dengan mempertimbangkan pemilihan sampel referensi dan melihat konteks yang lebih detail, utamanya konteks sisa tumbuhan mikro lainnya, dan asal-usul dan domestikasi tumbuhannya.

SARAN / REKOMENDASI

Butir pati *Triticeae* dari kalkulus gigi RM² PLW I masih memungkinkan untuk dapat diidentifikasi ulang dengan membandingkan antara butir pati gandum dan barli liar guna menguji asumsi bahwa butir pati tersebut bukan berasal dari tumbuhan serealia. Selain itu, identifikasi juga dapat dilakukan dengan membandingkan butir pati *Triticeae* dengan berbagai butir pati dari tumbuhan pangan lokal, baik yang masih berupa tumbuhan liar maupun domestikasi, sehingga hasil identifikasi taksonomi yang diperoleh dapat membantu merekonstruksi pola diet manusia pendukung Situs Plawangan pada masa awal Masehi dengan lebih komprehensif dan meyakinkan (*confidence*).

PERNYATAAN PENULIS

Penulis pertama adalah kontributor utama, sedangkan penulis kedua dan ketiga adalah kontributor anggota. Penyusunan ide dan konsep, metode penelitian, serta analisis dan interpretasi dilakukan oleh penulis pertama. Penulis kedua berkontribusi pada pengumpulan dan analisis data. Penulis ketiga turut berkontribusi pada *review* metode dan hasil interpretasi. Artikel ini telah dibaca dan disetujui oleh seluruh penulis. Urutan pencantuman nama penulis dalam artikel ini telah berdasarkan kesepakatan seluruh penulis. Para penulis tidak menerima pendanaan untuk penyusunan artikel ini. Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan yang terkait dengan artikel ini, dan tidak ada pendanaan yang mempengaruhi isi dan substansi dari artikel ini. Para penulis mematuhi aturan Hak Cipta yang ditetapkan oleh Berkala Arkeologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Ketua Departemen Arkeologi FIB UGM, Dr. Mahirta, M.A., yang telah memberikan izin penggunaan laboratorium kepada penulis (M. Dzyiaul F. Arrozain) untuk preparasi sampel referensi pati.

DAFTAR PUSTAKA

- An, X., & Xie, B. (2022). Phytoliths from Woody Plants: A Review. *Diversity* 2022, Vol. 14, Page 339, 14(5), 339. <https://doi.org/10.3390/D14050339>
- Arranz-Otaegui, A., Cubas, M., Ibañez, J. J., & Rosenberg, D. (2024). Plants meet artefacts: Developing interdisciplinary approaches to identify plant processing, consumption and use in archaeology. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 104617. <https://doi.org/10.1016/J.JASREP.2024.104617>
- Arrozain, M. D. F. (2024). *Ragam Tumbuhan dan Pemanfaatannya pada Masa Logam Awal di Situs Palemba, Kalumpang, Sulawesi Barat* [Tesis Magister]. Universitas Gadjah Mada.
- Barber, I. G., & Benham, R. W. (2024). American sweet potato and Asia-Pacific crop experimentation during early colonisation of temperate-climate Aotearoa/New Zealand. *Antiquity*, 98(401), 1376–1394. <https://doi.org/10.15184/aqy.2024.143>
- Bellwood, P. (2017). *First Islanders*. John Wiley and Son's.
- Berenguer, P., Clavero, C., Saldarriaga-Córdoba, M., Rivera-Hutinel, A., Seelenfreund, D., Martinsson-Wallin, H., Castañeda, P., & Seelenfreund, A. (2024). Identification of breadfruit (*Artocarpus altilis*) and South American crops introduced during early settlement of Rapa Nui (Easter Island), as revealed through starch analysis. *PLOS ONE*, 19(3), e0298896. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298896>
- Collura, L. V., & Neumann, K. (2017). Wood and bark phytoliths of West African woody plants. *Quaternary International*, 434, 142–159. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.070>
- Damai, A. H. (2023). *Deskripsi Paleopatologi Gigi Manusia Purba Berdasarkan Aktivitas di Situs Plawangan* [Skripsi Sarjana]. Universitas Udayana.
- Deng, Z., Kuo, S., Carson, M. T., & Hung, H. (2022). Early Austronesians Cultivated Rice and Millet Together: Tracing Taiwan's First Neolithic Crops. *Frontiers in Plant Science*, 0, 2393. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2022.962073>
- Dong, G., Yang, Y., Han, J., Wang, H., & Chen, F. (2017). Exploring the history of cultural exchange in prehistoric Eurasia from the perspectives of crop diffusion and consumption. *Science China Earth Sciences*, 60(6), 1110–1123. <https://doi.org/10.1007/s11430-016-9037-x>
- Dong, G., Yang, Y., Liu, X., Li, H., Cui, Y., Wang, H., Chen, G., Dodson, J., & Chen, F. (2018). Prehistoric trans-continental cultural exchange in the Hexi Corridor, northwest China. *The Holocene*, 28(4), 621–628. <https://doi.org/10.1177/0959683617735585>
- Drennan, R. D. (2009). *Statistics for Archaeologists*, 2nd Edition (2nd ed.). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0413-3>

- Feldman, M., & Levy, A. A. (2023). Taxonomy and Evolution of the Tribe Triticeae Dumort. In *Wheat Evolution and Domestication* (1st ed., pp. 9–41). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30175-9_2
- Felizardo, M. P., & Freire, J. T. (2018). Characterization of barley grains in different levels of pearling process. *Journal of Food Engineering*, 232, 29–35. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.03.017>
- Field, J. H. (2006). Reference Collection. In R. Torrence & H. Barton (Eds.), *Ancient Starch Research* (pp. 95–114). Left Coast Press Inc.
- Field, J. H., Coster, A. C., Shaw, B., Hayes, E., Fullagar, R., Lovave, M., Haro, J., & Summerhayes, G. R. (2024). Ancient starch and usewear analyses of an excavated pestle fragment from the Upper Kaironk Valley, Madang Province, Papua New Guinea. In A. Ford, B. Shaw, & D. Gaffney (Eds.), *Forty Years in the South Seas: Archaeological Perspectives on the Human History of Papua New Guinea and the Western Pacific Region* (pp. 391–416). ANU Press.
- Findley, D. M., & Roberts, P. (2024). Cultivating Wheat in the Philippines, ca. 1600–1800 CE: Why a Grain Was Not Adopted by Local Populations. *International Journal of Historical Archaeology*. <https://doi.org/10.1007/s10761-024-00753-7>
- Fuller, D. Q. (2007). Contrasting Patterns in Crop Domestication and Domestication Rates: Recent Archaeobotanical Insights from the Old World. *Annals of Botany*, 100(5), 903–924. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm048>
- Grubben, G. J. H., & Partohardjono, S. (Eds.). (1996). *Plant Resources of South-East Asia No 10: Cereals*. Prosea Foundation.
- Henry, A. G. (2014). Formation and Taphonomic Processes Affecting Starch Granules. In J. M. Marston, J. D. Guedes, & C. Warinner (Eds.), *Method and Theory in Paleoethnobotany* (pp. 35–50). University Press of Colorado.
- Henry, A. G. (2020). Starch Granules as Markers of Diet and Behavior. In A. G. Henry (Ed.), *Handbook for the Analysis of Micro-Particles in Archaeological Samples* (pp. 97–116). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42622-4_5
- Henry, A. G., Hudson, H. F., & Piperno, D. R. (2009). Changes in starch grain morphologies from cooking. *Journal of Archaeological Science*, 36(3), 915–922. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2008.11.008>
- Henry, A. G., & Piperno, D. R. (2008). Using plant microfossils from dental calculus to recover human diet: a case study from Tell al-Raqā'i, Syria. *Journal of Archaeological Science*, 35(7), 1943–1950. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2007.12.005>
- ICSN. (2011). *The International Code for Starch Nomenclature*. <http://fossilfarm.org/ICSN/Code.html>
- International Committee for Phytolith Taxonomy (ICPT). (2019). International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0. Supplementary Information: Morphotype Descriptions. *Annals of Botany*, 124, 189–199.
- Jones, M., Hunt, H., Lightfoot, E., Lister, D., Liu, X., & Motuzaite-Matuzeviciute, G. (2011). Food globalization in prehistory. *World Archaeology*, 43(4), 665–675. <https://doi.org/10.1080/00438243.2011.624764>
- Kilian, B., Martin, W., & Salamini, F. (2010). Genetic Diversity, Evolution and Domestication of Wheat and Barley in the Fertile Crescent. In M. Glaubrecht (Ed.), *Evolution in Action* (pp. 137–166). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12425-9_8

- Lancelotti, C., & Madella, M. (2023). Archaeobotany. In A. M. Pollard, R. A. Armitage, & C. A. Makarewicz (Eds.), *Handbook of Archaeological Sciences* (2nd ed., Vol. 2, pp. 701–714). John Wiley & Sons Ltd. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119592112.ch35>
- Lentfer, C. (2009). Building a comparative starch reference collection for Indonesia and its application to palaeoenvironmental and archaeological research. In M. Haslam, G. Robertson, A. Crowther, S. Nugent, & L. Kirkwood (Eds.), *Terra Australis 30: Archaeological Science Under a Microscope: Studies in Residue and Ancient DNA Analysis in Honour of Thomas H. Loy* (pp. 80–101). ANU Press. <https://doi.org/10.22459/ta30.07.2009.07>
- Louderback, L. A., Wilks, S., Herzog, N. M., Brown, G. H., Joyce, K., & Pavlik, B. M. (2022). Morphometric Identification of Starch Granules From Archaeological Contexts: Diagnostic Characteristics of Seven Major North American Plant Families. *Frontiers in Earth Science*, 10, 1224. [https://doi.org/10.3389/FEART.2022.897183/BIBTEX](https://doi.org/10.3389/FEART.2022.897183)
- Manguin, P.-Y., & Indradjaja, A. (2011). The Batujaya Site: New Evidence of Early Indian Influence in West Java. In P.-Y. Manguin, A. Mani, & G. Wade (Eds.), *Early Interactions between South and Southeast Asia: Reflections on Cross-Cultural Exchange* (pp. 83–112). ISEAS.
- New Zealand Flour Millers Association Inc. (2025, April 23). *Structure of a wheat grain*. New Zealand Flour Millers Association Inc. <https://flourinfo.co.nz/learn/structure-wheat-grain>
- Núñez-Cortés, Y., Barba-Pingarrón, L., Cruz-Palma, J. E., Ortiz-Butrón, A., & Rodríguez, M. (2024). Domestic Activities and Culinary Practices at Lomas Entierros, Costa Rica: A Perspective from Chemical Residues, Starch Grain Analyses, and Micro-archaeology. *Latin American Antiquity*, 35(3), 712–730. <https://doi.org/10.1017/laq.2023.65>
- Prasetyo, B. (1994). *Berita Penelitian Arkeologi No.43: Laporan Penelitian Situs Plawangan, Rembang, Jawa tengah (1980-1993)*. Pusat Penelitian Arkeologi Nasional.
- Puspitasari, I. (2023). *Variasi Bahan Makanan Dua Individu Pendukung Situs Plawangan Berdasarkan Analisis Starch dan Fitolit pada Kalkulus Gigi* [Skripsi]. Gadjah Mada University.
- Radini, A., Tromp, M., Beach, A., Tong, E., Speller, C., McCormick, M., Dudgeon, J. V., Collins, M. J., Rühli, F., Kröger, R., & Warinner, C. (2019). Medieval women's early involvement in manuscript production suggested by lapis lazuli identification in dental calculus. *Science Advances*, 5(1). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau7126>
- Schreiber, M., Özkan, H., Komatsuda, T., & Mascher, M. (2021). Evolution and Domestication of Rye. In M. T. Rabanus-Wallace & N. Stein (Eds.), *Compendium of Plant Genomes: The Rye Genome* (pp. 85–100). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-83383-1_6
- Shennan, S. (2004). *Quantifying Archaeology*. Edinburgh University Press.
- Smith, A. (2014). The Use of Multivariate Statistics within Archaeobotany. In J. M. Marston, J. D. Guedes, & C. Warinner (Eds.), *Method and Theory in Paleoethnobotany* (pp. 181–204). University Press of Colorado. <https://doi.org/10.5876/9781607323167.c010>

- Soegondho, S. (1990). Tinjauan Terhadap Situs Plawangan. In R. P. Soejono, N. A. Subagus, H. Ambary, S. Satari, D. D. Bintarti, & E. S. Hardiati (Eds.), *Analisis Hasil Penelitian Arkeologi I: Religi dalam Kaitannya dengan Kematian* (Vol. 2, pp. 1–246). Pusat Penelitian Arkeologi Nasional.
- Soreng, R. J., Peterson, P. M., Romaschenko, K., Davidse, G., Teisher, J. K., Clark, L. G., Barberá, P., Gillespie, L. J., & Zuloaga, F. O. (2017). A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae) II: An update and a comparison of two 2015 classifications. *Journal of Systematics and Evolution*, 55(4), 259–290. <https://doi.org/10.1111/jse.12262>
- Soreng, R. J., Peterson, P. M., Romaschenko, K., Davidse, G., Zuloaga, F. O., Judziewicz, E. J., Filgueiras, T. S., Davis, J. I., & Morrone, O. (2015). A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). *Journal of Systematics and Evolution*, 53(2), 117–137. <https://doi.org/10.1111/jse.12150>
- Torrence, R., Wright, R., & Conway, R. (2004). Identification of starch granules using image analysis and multivariate techniques. *Journal of Archaeological Science*, 31(5), 519–532. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2003.09.014>
- Wang, W., Nguyen, K. T. K., Zhao, C., & Hung, H. C. (2023). Earliest curry in Southeast Asia and the global spice trade 2000 years ago. *Science Advances*, 9(29), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1126/sciadv.adh5517>
- Yang, X., & Perry, L. (2013). Identification of ancient starch grains from the tribe Triticeae in the North China Plain. *Journal of Archaeological Science*, 40(8), 3170–3177. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.04.004>

LAMPIRAN

Lampiran A

Tabel 7. Ringkasan statistika sampel referensi butir pati gandum (*Triticum sp.*) dan Barli (*Hordeum vulgare*)

	Gandum (<i>Triticum sp.</i>)	Barli (<i>Hordeum vulgare</i>)
N	50	50
Min	17,86	19,1
Max	32,4	27,81
Sum	1237,09	1141,07
Mean	24,7418	22,8214
Std. Error	0,4449001	0,2864634
Variance	9,896803	4,103065
Stand. Dev.	3,145918	2,025602
Median	24,535	22,985
25 prcntil	22,1525	21,3025
75 prcntil	26,9425	24,135
Mode	NA	NA
Skewness	0,1060127	0,05452634
Kurtosis	-0,3060974	-0,6559436
Geom. Mean	24,54424	22,7328
Harm. Mean	24,34499	22,64364
Coeff. Var.	12,71499	8,87589

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Lampiran B

Tabel 8. Normalitas sampel referensi butir pati gandum (*Triticum sp.*) dan barli (*Hordeum vulgare*)

	Gandum (<i>Triticum sp.</i>)	Barli (<i>Hordeum vulgare</i>)
N	50	50
Shapiro-Wilk W	0,9903	0,9736
p(normal)	0,9521	0,3228

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Keterangan: Uji normalitas dilakukan pada nilai panjang maksimum (L_{max}) tiap butir pati

Lampiran C

Tabel 9. Ringkasan statistika analisis LDA butir pati gandum (*Triticum sp.*), barli (*Hordeum vulgare*), dan *Triticeae*

		Mean	Stand. Dev.
Gandum	L _{max}	24,74	3,146
	L _{min}	22,21	3,134
	D _{max}	12,81	1,812
	D _{min}	10,71	1,482
	P	74,47	9,278
	A	445,77	111,127
Barli	L _{max}	22,82	2,026
	L _{min}	19,99	1,798
	D _{max}	11,92	1,235
	D _{min}	9,56	0,914
	P	68,81	6,243
	A	370,15	64,977
Triticeae	L _{max}	12,46	-
	L _{min}	10,73	-
	D _{max}	6,27	-
	D _{min}	5,08	-
	P	33,48	-
	A	87,17	-

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Keterangan: dalam satuan μm