

**ANALISIS BIBLIOMETRIK PEMANFAATAN GENOMIK PADA
JAGUNG (*Zea mays* L.) TAHAN PENYAKIT SEBAGAI
SUMBER BELAJAR BIOLOGI**



**Oleh:
MUSDALIPAH
H0321334**

**Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk
mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS BIBLIOMETRIK PEMANFAATAN GENOMIK PADA JAGUNG (*Zea Mays* L.) TAHAN PENYAKIT SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI

MUSDALIPAH

H0321334

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Tanggal 01 Oktober 2025

PANITIA UJIAN

Ketua Penguji	: Dr. Nur Aisyah Humairah, S.Si., M.Si.	(.....)
Sekretaris Ujian	: M. Irfan, S.Pd., M.Pd.	(.....)
Pembimbing I	: Ramlah, S.Si., M.Sc.	(.....)
Pembimbing II	: Sufyan Hakim, S.Pd., M.Pd.	(.....)
Penguji I	: Dr. Syamsiara Nur, S.Pd., M.Pd.	(.....)
Penguji II	: Alexander Kurniawan Sariyanto Putera, S.Si., M.Si.	(.....)

Majene, Oktober 2025

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sulawesi Barat

Dekan,



Prof. Dr. H. Ruslan, M.Pd.
NIP. 196312311990031028

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa : Musdalipah

NIM : H0321334

Program Studi : Pendidikan Biologi

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Majene, 23 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



Musdalipah
NIM. H0321334

ABSTRAK

MUSDALIPAH: Analisis Bibliometrik Pemanfaatan Genomik pada Jagung (*Zea mays* L.) Tahan Penyakit Sebagai Sumber Belajar Biologi. **Skripsi. Majene:** Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sulawesi Barat, 2025.

Bibliometrik merupakan pendekatan statistik yang digunakan untuk menganalisis dan mengevaluasi publikasi ilmiah, termasuk tren, kolaborasi, serta dampak penelitian dalam bidang tertentu. Pemanfaatan teknologi genomik merupakan terobosan penting dalam bioteknologi modern yang mampu mengidentifikasi gen-gen kunci untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Penelitian ini bertujuan menganalisis tren pemanfaatan genomik pada jagung (*Zea mays* L.) tahan penyakit serta mengembangkan hasilnya menjadi sumber belajar biologi berupa *e-infografis*. Metode yang digunakan ialah bibliometrik deskriptif kuantitatif dengan data publikasi dari basis Scopus periode 2005–2025, dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer, RStudio, dan Biblioshiny. Hasil penelitian menunjukkan bahwa publikasi terkait genomik jagung tahan penyakit mengalami peningkatan signifikan selama dua dekade terakhir. Kolaborasi penelitian paling aktif melibatkan penulis Prasanna Bodhupalli M., Gowda Menje, dan Beyene Yoseph, sedangkan institusi dengan jaringan terluas adalah Shenzhen Branch, Guangdong Laboratory. Negara dengan kontribusi dominan meliputi Amerika Serikat, China, dan India. Kata kunci yang paling sering muncul adalah “maize”, “genomics”, “genetics”, dan “genome editing”. *BMC Genomics* menjadi jurnal paling disitasi, sementara Kahmann Regine dan Brefort H. merupakan penulis paling produktif. Produk *e-infografis* memperoleh nilai validasi rata-rata 4,5 (sangat valid), sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran bioteknologi di kelas X SMA/MA.

Kata kunci: bibliometrik, genomik, jagung, tahan penyakit, *e-infografis*

ABSTRACT

MUSDALIPAH: Bibliometric Analysis of Genomic Utilization in Disease-Resistant Maize (*Zea mays* L.) as a Biology Learning Resource. **Undergraduate Thesis. Majene: Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Sulawesi Barat, 2025.**

Bibliometrics is a statistical approach used to analyze and evaluate scientific publications, including trends, collaborations, and research impacts within a specific field. The utilization of genomic technology represents a major breakthrough in modern biotechnology, enabling the identification of key genes that enhance plant resistance to diseases. This study aims to analyze research trends in the application of genomics to disease-resistant maize (*Zea mays* L.) and to develop the findings into a biology learning resource in the form of an e-infographic. The research employed a descriptive quantitative bibliometric method using publication data from the Scopus database (2005–2025), analyzed with VOSviewer, RStudio, and Biblioshiny. The results showed a significant increase in publications over the past two decades. Research collaboration networks revealed that the most active authors were Prasanna Bodhupalli M., Gowda Menje, and Beyene Yoseph, while Shenzhen Branch, Guangdong Laboratory emerged as the institution with the broadest collaboration network. The most dominant collaborating countries were the United States, China, and India. Frequent keywords included “maize,” “genomics,” “genetics,” and “genome editing.” *BMC Genomics* was identified as the most cited journal, with Kahmann Regine and Brefort H. recognized as the most productive authors. The developed *e-infographic* achieved an average validation score of 4.6 (highly valid), indicating its feasibility as a biotechnology learning medium for Grade X senior high school students.

Keywords: bibliometric, genomics, maize, disease-resistant, e-infographic.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara dengan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Keanekaragaman sumber daya genetik pada tanaman pangan termasuk jagung memberikan peluang besar dalam pencarian dan pemanfaatan sumber-sumber gen yang penting untuk program pemuliaan tanaman jagung. Berbagai macam sumber daya genetik harus mempertahankan aspek yang sangat penting (Kurniawan, 2015).

Jagung (*Zea mays* L.) adalah salah satu tanaman pangan terpenting di dunia yang menghasilkan karbohidrat. Selain karbohidrat, jagung juga kaya akan protein, serat, vitamin, mineral, dan antioksidan. Tanaman ini memiliki berbagai manfaat sebagai sumber makanan, pakan ternak, bahan baku untuk industri makanan, dan produksi bioetanol (Saripurna et al., 2019). Jagung merupakan tanaman serelia strategis yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta potensi besar untuk terus dikembangkan. Kemampuannya beradaptasi dengan berbagai jenis tanah, baik di wilayah beriklim tropis maupun subtropis, menjadikannya tanaman yang dapat tumbuh dengan optimal di berbagai kondisi lingkungan (Ramlah, 2023).

Secara global, jagung merupakan salah satu tanaman yang paling luas dibudidayakan karena memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap beragam kondisi lingkungan. Upaya peningkatan produksi jagung perlu disertai dengan strategi pengendalian penyakit yang efektif dan efisien untuk memastikan kualitas serta kuantitas hasil tetap terjaga. Serangan penyakit sering kali menjadi kendala utama dalam produksi jagung dan jika tidak ditangani dengan baik, dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 100% (Hikmahwati et al., 2019).

Pemanfaatan teknologi genomik merupakan terobosan penting dalam pertanian modern. Teknologi ini memungkinkan identifikasi gen-gen kunci yang berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman, sehingga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Pengembangan varietas unggul pun dapat dilakukan dengan cepat dan efisien (Portal Informasi Indonesia, 2024). Saat ini,

salah satu tren analisis yang dapat digunakan untuk memahami perkembangan pemanfaatan genomik pada tanaman jagung yaitu analisis bibliometrik.

Perkembangan terbaru dalam bidang bibliometrik memungkinkan analisis tren penelitian di bidang tertentu secara lebih mendalam, terutama analisis bibliometrik pada tanaman jagung tahan penyakit. Teknik pemetaan ilmiah ini digunakan untuk mengidentifikasi perkembangan penelitian terkini, serta menilai kontribusi para peneliti dan negara dalam bidang tersebut (Montoya et al., 2016). Analisis bibliometrik mengungkap berbagai isu dalam suatu bidang penelitian, memungkinkan pemahaman yang lebih holistik terhadap topik tertentu secara keseluruhan (Segaran et al., 2023).

Secara umum penelitian bibliometrik adalah pendekatan statistik yang digunakan peneliti untuk mengevaluasi hasil dan dampak penulis, lembaga, dan jurnal dalam suatu bidang ilmu dan publikasi ilmiah tertentu. Metode ini juga memungkinkan pengumpulan data yang komprehensif dan terpercaya mengenai subjek tertentu (Nielsen et al., 2023). Metode ini memanfaatkan berbagai informasi relevan, seperti data peneliti, lembaga, negara asal, jurnal dan kata kunci terkait. Beberapa tahun terakhir, analisis bibliometrik semakin populer di berbagai disiplin ilmu, termasuk di bidang biologi (genomik jagung). Pendekatan ini memungkinkan eksplorasi pandangan, isu-isu, serta perkembangan penelitian ilmiah, sekaligus memberikan wawasan mendalam yang dapat menjadi dasar bagi penelitian di masa depan (Flórez-Martínez et al., 2021; Haba et al., 2023).

Pemahaman yang lebih baik mengenai pemanfaatan teknologi genomik dalam pengembangan jagung tahan penyakit akan diperoleh melalui pengumpulan dan analisis data dari berbagai penelitian yang telah ditinjau oleh para ahli antara tahun 2005 sampai 2025. Data ini akan mencakup perkembangan penelitian genomik pada jagung tahan penyakit, pencapaian penting, serta pertanyaan yang masih perlu diteliti lebih lanjut. Melalui studi ini, kami ingin mengeksplorasi perkembangan dan tren penelitian genomik pada jagung tahan penyakit secara global selama periode tersebut. Kami juga akan menganalisis kontribusi serta kerja sama antara berbagai negara, institusi, dan jurnal, dengan menyoroti penelitian yang paling berpengaruh. Selain itu, kami akan mengidentifikasi para

peneliti yang paling produktif di bidang ini serta mengungkap fokus utama penelitian melalui analisis kata kunci.

Meskipun telah banyak penelitian bibliometrik dilakukan oleh para peneliti, hingga saat ini belum ada kajian yang secara khusus membahas pemanfaatan genomik pada jagung tahan penyakit. Wei et al. (2023) telah melakukan analisis bibliometrik mengenai pemanfaatan teknologi genomik untuk peningkatan kualitas nutrisi pada tanaman pangan utama, termasuk jagung. Namun penelitian tersebut berfokus pada aspek nutrisi tanaman dan menggunakan basis data *Web of Science*, yang memiliki keterbatasan dalam cakupan publikasi. Oleh karena itu, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis bibliometrik terhadap teknologi genomik pada jagung menggunakan basis data Scopus, dengan fokus pada literatur yang terbit selama 2 dekade terakhir. Scopus merupakan database pengindeksan dan abstraksi berbasis web yang multidisiplin dikembangkan oleh Elsevier. Database ini banyak digunakan sebagai sumber data utama dalam analisis bibliometrik oleh peneliti terdahulu (Ballaz et al., 2023; Zhang et al., 2023).

Kajian bibliometrik mengenai penelitian genomik jagung tahan penyakit memiliki peran penting dalam memetakan distribusi topik, tren kolaborasi, dan produktivitas di bidang pertanian. Melalui analisis ini, dapat diidentifikasi kesenjangan penelitian yang belum dieksplorasi. Hasil kajian dapat menunjukkan arah penelitian yang berpotensi besar untuk dikembangkan (Suryatini, 2021).

Materi terkait genomik jagung merupakan salah satu materi belajar untuk SMA/MA pada mata pelajaran biologi, khususnya dipelajari pada materi bioteknologi kelas X. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi sumber belajar biologi yang edukatif dan mudah dipahami oleh peserta didik. Hasil penelitian ini akan diimplementasikan sebagai sumber belajar biologi dalam bentuk *e-infografis* yang berisi tentang data statistik bibliometrik terkait pemanfaatan genomik pada jagung tahan penyakit. Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan oleh salah satu guru Biologi di SMAN 2 Campalagian, diketahui bahwa sumber belajar untuk materi bioteknologi kelas X masih terbatas, sehingga sekolah tersebut masih sangat membutuhkan sumber belajar tambahan sesuai perkembangan zaman saat ini.

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengembangkan *e-infografis* sebagai sumber belajar digital yang lebih mudah diakses, fleksibel, dan mudah dipahami dalam penggunaannya. Pemilihan *e-infografis* didasarkan pada kebutuhan guru akan sumber belajar dalam bentuk digital yang lebih praktis, dapat diakses kapan saja, serta mendukung pembelajaran berbasis teknologi yang semakin berkembang di lingkungan sekolah. *E-infografis* ini diharapkan dapat membantu peserta didik memahami materi bioteknologi dengan baik.

B. Identifikasi Masalah

1. Minimnya kajian komprehensif tentang tren penelitian genomik pada jagung tahan penyakit.
2. Belum adanya analisis bibliometrik yang memetakan pola kolaborasi, distribusi kata kunci, serta entitas yang paling berpengaruh berdasarkan sitasi, termasuk tren publikasi, penulis dan sumber paling produktif dalam penelitian genomik pada jagung tahan penyakit.
3. Terbatasnya sumber belajar peserta didik SMA kelas X pada materi bioteknologi.

C. Batasan dan Rumusan Masalah

Sebagaimana telah dikemukakan pada latar belakang dan identifikasi masalah, untuk menghindari kemungkinan meluasnya masalah yang akan diteliti, maka peneliti membatasi permasalahan dalam penelitian, yaitu:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada tren penelitian genomik pada tanaman jagung tahan penyakit berdasarkan data artikel ilmiah yang diterbitkan dalam 2 dekade terakhir (2005-2025).
2. Penelitian ini menggunakan pendekatan bibliometrik untuk menganalisis publikasi ilmiah dari database Scopus.
3. Aspek yang dianalisis meliputi jaringan kolaborasi, distribusi kata kunci, pola sitasi, perkembangan publikasi, serta penulis dan sumber yang produktif.
4. Pengembangan sumber belajar dari hasil penelitian berupa *e-infografis*.

5. Implementasi *e-infografis* dalam pembelajaran hanya dilakukan dalam bentuk uji validasi, tanpa uji coba langsung dalam proses pembelajaran di kelas.

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tren penelitian pemanfaatan genomik pada tanaman jagung tahan penyakit selama 2 dekade terakhir berdasarkan analisis bibliometrik?
2. Bagaimana jaringan kolaborasi, distribusi kata kunci, pola sitasi, perkembangan publikasi, serta siapa penulis dan sumber yang paling produktif berdasarkan analisis bibliometrik?
3. Bagaimana kevalidan *e-infografis* sebagai sumber belajar biologi di SMA/MA?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka yang menjadi tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis tren penelitian genomik pada jagung (*Zea mays* L.) tahan penyakit selama 2 dekade terakhir melalui pendekatan bibliometrik.
2. Untuk mengidentifikasi jaringan kolaborasi, distribusi kata kunci, pola sitasi, perkembangan publikasi serta penulis dan sumber yang produktif.
3. Untuk mengembangkan hasil penelitian bibliometrik berupa *e-infografis* menjadi sumber belajar biologi yang relevan dan mendukung pembelajaran materi bioteknologi di sekolah.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoretis

Secara teoretis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi ilmiah terkait tren penelitian genomik pada jagung (*Zea mays* L.) tahan penyakit selama 2 dekade terakhir. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya wawasan teoretis tentang bagaimana analisis bibliometrik dapat dimanfaatkan untuk memahami perkembangan penelitian terkait pemanfaatan genomik, serta aplikasinya dalam pendidikan biologi untuk memfasilitasi pemahaman konsep bioteknologi.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi peneliti, penelitian ini memberikan pengalaman dalam menganalisis tren penelitian ilmiah menggunakan pendekatan bibliometrik, yang dapat menjadi landasan untuk penelitian selanjutnya.
- b. Bagi sekolah, penelitian ini diharapkan dapat diimplementasikan menjadi bahan ajar yang edukatif, inovatif dan aplikatif, sehingga membantu peserta didik dalam memahami materi bioteknologi dengan baik.
- c. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai manfaat teknologi genomik dalam mendukung ketahanan pangan, khususnya melalui pengembangan jagung tahan penyakit yang lebih produktif.

F. Penelitian Relevan

1. Marlina et al. (2023) melaporkan bahwa analisis bibliometrik dapat digunakan untuk mengevaluasi tren penelitian terkait pemuliaan mutasi pada tanaman padi. Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah menggunakan metode bibliometrik untuk menganalisis tren penelitian di bidang pemuliaan tanaman. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah Marlina et al. (2023) berfokus pada tren penelitian pemuliaan pada tanaman padi, sedangkan penelitian yang akan dilakukan berfokus pada pemanfaatan genomik untuk pengembangan jagung tahan penyakit.
2. Suryatini (2021) melaporkan bahwa kajian bibliometrik dapat digunakan untuk menganalisis tren penelitian dan pola kepengarangan di bidang bioteknologi dan sumber daya genetik pertanian. Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah menggunakan metode bibliometrik untuk mengevaluasi tren penelitian. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah Suryatini memiliki cakupan yang lebih luas di bidang bioteknologi secara umum, sedangkan penelitian yang akan dilakukan berfokus pada pemanfaatan genomik untuk jagung tahan penyakit.
3. Riski (2023) melaporkan bahwa analisis SNP pada gen RPS2 menggunakan teknik PCR dapat digunakan untuk mengidentifikasi ketahanan penyakit pada jagung. Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah membahas pemanfaatan genomik dalam mengembangkan jagung tahan penyakit.

Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah Riski menggunakan pendekatan eksperimen langsung untuk mengkaji ketahanan penyakit pada delapan jenis varietas jagung, sedangkan penelitian yang akan dilakukan berfokus pada analisis bibliometrik untuk mengevaluasi tren penelitian terkait genomik pada jagung.

4. Kalqutny et al. (2020) melaporkan bahwa teknik molekuler berbasis DNA memiliki potensi besar dalam penelitian penyakit bulai pada jagung. Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah keduanya berfokus pada pemanfaatan genomik untuk memahami ketahanan penyakit pada jagung. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah Kalqutny et al. menggunakan pendekatan eksperimen langsung untuk mengkaji penyakit bulai, sedangkan penelitian yang akan dilakukan yaitu menganalisis tren penelitian melalui pendekatan bibliometrik.
5. Benavente & Giménez (2021), melaporkan bahwa teknologi genomik seperti *marker-assisted selection* (MAS), *genomic selection*, dan CRISPR telah digunakan untuk meningkatkan ketahanan tanaman seperti kekeringan dan salinitas pada padi, gandum dan jagung. Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah membahas pemanfaatan teknologi genomik pada tanaman jagung. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah fokus penelitian Benavente & Giménez terletak pada ketahanan terhadap tekanan abiotik, sedangkan peneliti berfokus pada pemanfaatan genomik untuk pengembangan jagung tahan penyakit dan mengintegrasikannya sebagai sumber belajar biologi.
6. Oktaviani, (2024), melaporkan bahwa pengembangan infografis statis dapat digunakan sebagai sumber belajar untuk mengenalkan stok karbon pada subkonsep pemanasan global. Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah mengembangkan infografis sebagai sumber belajar. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah Oktaviani (2024) mengembangkan infografis statis dan mengimplementasikannya langsung dalam pembelajaran di kelas, sedangkan penelitian ini mengembangkan *e-infografis* berbasis digital dan hanya sampai tahap pengembangan (uji validitas) tanpa diimplementasikan langsung di kelas.

7. Ajizah et al. (2024), melaporkan bahwa pengembangan infografis statis dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam materi pewarisan sifat dan evolusi untuk memperkuat pemahaman siswa pada fase F. Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah mengembangkan infografis sebagai media pembelajaran biologi berbasis visual untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep ilmiah. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah Ajizah et al. (2024) berfokus pada materi pewarisan sifat dan evolusi, sedangkan penelitian yang akan dilakukan berfokus pada pengembangan *e-infografis* pada materi bioteknologi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Bibliometrik

a. Definisi Bibliometrik

Secara bahasa, kata bibliometrik berasal dari dua kata, yaitu “*biblio*” yang merujuk pada buku dan “*metric*” yang berarti pengukuran. Jadi, secara sederhana, bibliometrik dapat diartikan sebagai proses mengukur suatu karya tulis atau publikasi dengan cara matematis dan statistik (Widianto, 2023). Hal ini sesuai dengan pengertian bibliometrik menurut Roemer & Borchardt (2015), yang menyatakan bahwa bibliometrik adalah kumpulan metode kuantitatif yang digunakan untuk melacak dan menganalisis literatur ilmiah. Sementara itu, definisi bibliometrik menurut Nuryudi (2016) menyebutkan bahwa analisis bibliometrik merupakan metode kajian deskriptif yang digunakan untuk mempelajari pola perkembangan literatur dengan tujuan memperoleh informasi mengenai pola kepenulisan seperti jenis kelamin dan pekerjaan pengarang, tingkat kerja sama, produktivitas lembaga tempat bekerja, serta aspek-aspek lainnya.

Definisi bibliometrik juga diungkapkan oleh Donthu et al. (2021), yang menyatakan bahwa bibliometrik adalah pendekatan kuantitatif yang digunakan untuk mengukur, mengevaluasi, dan memetakan pola publikasi ilmiah. Dengan menggunakan data bibliografis seperti judul artikel, abstrak, kata kunci, sitasi, dan kolaborasi penulis, analisis bibliometrik memungkinkan peneliti untuk memahami tren global, produktivitas ilmiah, dan hubungan antar entitas dalam suatu bidang ilmu.

Berdasarkan beberapa definisi bibliometrik, dapat disimpulkan bahwa bibliometrik adalah suatu cara atau teknik analisis berdasarkan angka yang digunakan untuk melacak, menampilkan, dan mengevaluasi kemajuan penelitian ilmiah di suatu bidang atau sub-bidang tertentu. Tujuannya adalah untuk memahami tren penelitian, pola pengumuman hasil penelitian, dampak atau tingkat pengaruh kutipan, ciri-ciri penulis atau peneliti, serta hubungan antara penulis, lembaga, topik, dan bidang penelitian tertentu.

b. Tujuan Bibliometrik

Menurut Basuki (2016), sebuah analisis ilmiah pada dasarnya memiliki tujuan yang jelas. Tujuan dari bibliometrik adalah menjelaskan cara komunikasi tertulis berlangsung serta arah perkembangan sebuah sarana yang berupa penjelasan, perhitungan, dan analisis mengenai berbagai aspek komunikasi. Brookes dalam Basuki (2016) menjelaskan tujuan umum dari bibliometrik yaitu:

- 1) Sistem dan jaringan informasi yang dirancang agar lebih ekonomis.
- 2) Ketepatan dalam pengelolaan informasi yang lebih sempurna.
- 3) Mengidentifikasi dan mengukur efisiensi layanan bibliografi yang tersedia saat ini.
- 4) Memperkirakan penerbit yang lebih cenderung.
- 5) Penemuan dan elusidasi hukum empiris yang dapat menyediakan basis bagi pengembangan sebuah teori dalam ilmu informasi.

Objek utama dalam analisis bibliometrik adalah publikasi ilmiah yang sudah diterbitkan, seperti jurnal dan hasil penelitian. Penyebaran informasi ilmiah dipandang sebagai sarana penting dalam komunikasi akademik sekaligus menjadi sumber lahirnya pengetahuan baru bagi banyak pihak. Perkembangannya menunjukkan kemajuan signifikan, dari bentuk cetak hingga beralih ke media elektronik. Perubahan format ini sangat menunjang tersedianya data yang diperlukan dalam analisis bibliometrik. Adanya perkembangan tersebut, proses pengumpulan data utama untuk analisis bibliometrik semakin mudah dilakukan (Ernilawati, 2022).

c. Manfaat dan Tantangan dalam Analisis Bibliometrik

Bibliometrik merupakan metode analisis kuantitatif yang digunakan untuk mengkaji berbagai aspek publikasi ilmiah. Melalui pendekatan ini, berbagai informasi mengenai perkembangan ilmu pengetahuan dapat diperoleh secara sistematis (Purnomo, 2019). Bibliometrik berguna dan bermanfaat sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi tren dan pola pertumbuhan ilmu pengetahuan pada beragam disiplin suatu ilmu.
- 2) Menganalisis kebaruan, keusangan serta distribusi penyebaran referensi ilmiah.

- 3) Mengestimasi produktivitas, penerbit, penulis, afiliasi, negara atau seluruh disiplin ilmu.
- 4) Pijakan untuk riset dimasa mendatang dan menghindari pengulangan riset yang sudah diteliti.

Meskipun memiliki banyak kelebihan, analisis bibliometrik juga memiliki keterbatasan. Pertama, kualitas hasil analisis sangat bergantung pada kelengkapan dan akurasi data yang digunakan. Kedua, data bibliografis seringkali tidak mencakup seluruh publikasi, terutama dari jurnal-jurnal yang kurang dikenal atau yang tidak terindeks dalam basis data besar seperti Scopus. Selain itu, analisis bibliometrik hanya memberikan informasi kuantitatif dan memerlukan interpretasi lebih lanjut untuk memahami konteksnya (Donthu et al., 2021).

d. Metodologi yang Digunakan dalam Analisis Bibliometrik

Analisis bibliometrik melibatkan serangkaian metodologi untuk mengolah data bibliografis dari basis data. Beberapa pendekatan utama dalam analisis bibliometrik menurut Aria & Cuccurullo (2017) adalah sebagai berikut:

1) Analisis Sitasi

Teknik ini digunakan untuk mengukur dampak suatu publikasi berdasarkan jumlah kutipan yang diterimanya. Artikel atau penulis dengan jumlah sitasi yang tinggi biasanya dianggap memiliki pengaruh besar dalam disiplin ilmu terkait.

2) Analisis Jaringan Kolaborasi

Analisis ini memetakan hubungan anatar penulis, institusi, atau negara yang bekerja sama dalam publikasi penelitian. Hasil analisis ini memberikan informasi tentang pola kolaborasi ilmiah yang terjadi dalam suatu bidang penelitian.

3) Analisis Kata Kunci dan Topik Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis frekuensi kemunculan kata kunci dalam publikasi. Analisis ini membantu dalam memahami tema atau topik penelitian yang paling banyak dalam periode tertentu.

4) Visualisasi Data

Penggunaan perangkat lunak seperti VOSviewer, CiteSpace, dan Biblioshiny sangat membantu dalam menyajikan data bibliometrik dalam bentuk peta

jaringan, diagram tren, atau grafik topik. Visualisasi ini mempermudah peneliti dalam memahami pola kompleks dari hubungan antar elemen dalam dataset.

2. Konsep Dasar Genomik

Genomik merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari genom, yaitu keseluruhan materi genetik suatu organisme, termasuk gen dan elemen-elemen non-koding yang mengatur ekspresi gen. Berbeda dengan genetika klasik yang lebih berfokus pada gen individu, genomik mempelajari interaksi seluruh elemen genetika dalam genom secara holistik untuk memahami struktur, fungsi, evolusi, dan regulasi gen. Penelitian di bidang genomik telah membuka peluang besar untuk memahami dasar molekuler dari sifat-sifat biologis yang kompleks, termasuk mekanisme ketahanan penyakit pada tanaman (Sukhweenadhi, 2023). Ruang lingkup yang dipelajari pada penelitian genomik mencakup analisis struktur genom, yang melibatkan pemetaan urutan nukleotida DNA secara keseluruhan, serta fungsi genom, yang bertujuan untuk memahami peran gen tertentu dalam menghasilkan sifat atau fenotipe tertentu. Selain itu, genomik juga mencakup evolusi genom, yang mempelajari bagaimana perubahan genom terjadi sepanjang waktu untuk memungkinkan adaptasi organisme terhadap lingkungan, dan interaksi antar gen yang menjelaskan bagaimana gen bekerja bersama mempengaruhi fungsi biologis (Shendure et al., 2017).

Perkembangan teknologi menjadi pendorong utama kemajuan dalam penelitian genomik selama dua dekade terakhir. Salah satu teknologi terpenting adalah sekuensing generasi terbaru atau *next-generation sequencing* (NGS), yang memungkinkan pengurutan DNA dengan cepat, efisien, dan biaya yang lebih terjangkau dibandingkan metode tradisional. Teknologi ini membuka peluang besar untuk memetakan seluruh genom organisme dan mengidentifikasi gen-gen penting dengan mudah (Illumina, 2015). Selain itu, teknologi pengeditan gen seperti CRISPR-Cas9 telah menjadi alat revolusioner yang memungkinkan modifikasi genetik secara presisi, memperbaiki gen yang rusak, atau meningkatkan sifat tertentu, termasuk ketahanan terhadap penyakit (Putri, 2019).

Bidang pertanian menunjukkan bahwa genomik memiliki aplikasi yang sangat luas. Salah satu kontribusi utamanya adalah identifikasi gen-gen yang berperan

dalam ketahanan terhadap penyakit. Dengan memetakan genom tanaman, para peneliti dapat menemukan gen yang mengkode sifat-sifat penting, seperti protein resisten terhadap patogen atau gen yang meningkatkan toleransi terhadap stres lingkungan. Informasi ini kemudian digunakan dalam program pemuliaan tanaman berbasis genomik untuk menghasilkan varietas unggul dengan sifat-sifat yang diinginkan. Studi *genome-wide association studies* (GWAS) dalam penelitian jagung telah memberikan wawasan mendalam mengenai hubungan antara variasi genetik dengan sifat-sifat agronomis yang diinginkan, seperti ketahanan penyakit. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi gen yang penting untuk pengembangan varietas jagung unggul secara lebih cepat dan efisien (Sahito et al., 2024).

3. Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

a. Asal-usul dan Persebaran Jagung

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan utama di Indonesia yang berperan sebagai alternatif pengganti beras karena memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi (Rahardja et al., 2022). Tanaman ini termasuk salah-satu jenis tanaman tertua di dunia yang mengalami rekayasa gentika, dan berdasarkan penelitian genetik, antropologi, serta arkeologi, diketahui bahwa pusat asal jagung berada di Amerika Tengah, khususnya di wilayah Meksiko. Proses budidaya jagung telah berlangsung di daerah tersebut sejak sekitar 10.000 tahun yang lalu, kemudian menyebar ke Amerika Selatan (Ekuador) sekitar 7.000 tahun silam, hingga akhirnya mencapai kawasan pegunungan di selatan Peru sekitar 4.000 tahun yang lalu (Firmansyah, 2018).

Kajian filogenik mengungkapkan bahwa jagung budidaya (*Zea mays ssp.mays*) berasal langsung dari teosinte (*Zea mays ssp. parviglumis*). Selama proses domestikasinya yang berlangsung setidaknya 7.000 tahun oleh masyarakat asli, terjadi pula masuknya gen dari subspecies lain. Istilah teosinte sendiri digunakan untuk menggambarkan seluruh spesies dalam genus *Zea*, kecuali *Zea mays ssp. mays*. Hasil domestikasi menjadikan jagung sebagai satu-satunya tanaman yang tidak dapat hidup secara liar di alam. Saat ini telah tercatat sekitar

50.000 kultivar jagung, baik yang terbentuk secara alami maupun yang dikembangkan melalui pemuliaan tanaman (Pali, 2016).

Jagung menyebar ke berbagai belahan dunia melalui jalur perdagangan dan penjelajahan oleh bangsa Eropa pada abad ke-15 dan ke-16. Persebaran jagung yang sangat cepat disebabkan oleh fleksibilitas tanaman ini dalam menghadapi berbagai kondisi lingkungan serta kemampuan manusia untuk memanfaatkannya dalam berbagai produk pangan, pakan, dan industri. Jagung berperan penting di Indonesia sebagai bahan dasar pakan ternak, sumber pangan, dan bahan baku industri seperti bioetanol dan minyak jagung (Daryanto et al., 2016).

b. Taksonomi Tanaman Jagung

Tanaman jagung termasuk dalam keluarga rumput-rumputan dengan spesies *Zea mays* L. Secara umum, klasifikasi dan sistematika tanaman jagung yaitu:

Regnum	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisio	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Sub Divisio	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Classis	: Monocotyledoneae (berkeping satu)
Ordo	: Graminae (rumput-rumputan)
Familia	: Graminaceae
Genus	: Zea
Species	: <i>Zea mays</i> L. (Warisno, 1998. p18)

c. Morfologi Tanaman Jagung

Secara morfologi, bagian atau organ-organ penting tanaman jagung adalah sebagai berikut:

1) Akar



Gambar 2.1 Akar Jagung (Dokumentasi pribadi)
(Gambar diambil pada bulan Februari 2025)

Berdasarkan Gambar 2.1 diketahui bahwa jagung memiliki tiga jenis sistem akar sebetulnya, yaitu akar seminal, akar adventif, serta akar kait atau akar penyangga. Akar seminal berkembang dari embrio melalui radikula (akar primer). Sementara itu, akar adventif awalnya muncul dari simpul ujung mesokotil, kemudian tumbuh berturut-turut dari beberapa simpul hingga 7-10 simpul yang berada di bawah permukaan tanah, dan selanjutnya berkembang menjadi akar serabut yang lebih tebal. Pada tanaman jagung, akar seminal hanya berfungsi kecil, sedangkan akar adventif berperan penting dalam menyerap air dan unsur hara dari tanah. Adapun akar tunggang merupakan bagian dari akar adventif yang tumbuh pada ruas-ruas di atas permukaan tanah (Fiquriansyah et al., 2021).

2) Batang



Gambar 2.2 Batang jagung (Dokumentasi pribadi)

(Gambar diambil pada bulan Februari 2025)

Berdasarkan Gambar 2.2 diketahui bahwa batang jagung umumnya tidak bercabang, berbentuk silindris, dan tersusun atas sejumlah ruas serta buku. Buku-buku ruas tersebut akan tumbuh tunas yang kemudian berkembang menjadi tongkol. Tinggi tanaman bervariasi tergantung varietas dan lingkungan tumbuhnya, umumnya antara 60-300 cm. Pangkal batang memiliki ruas-ruas yang relatif pendek dengan jumlah sekitar 8-20 ruas. Rata-rata, tinggi jagung berkisar 1-3 meter, meskipun beberapa varietas tertentu dapat mencapai hingga 6 meter sesuai kondisi lingkungan. Batang jagung juga berfungsi sebagai saluran pengangkut

unsur hara dan air karena di dalamnya terdapat berkas-berkas pembuluh (Ramlah, 2015).

3) Daun



Gambar 2.3 Daun jagung (Dokumentasi pribadi)

(Gambar diambil pada bulan Februari 2025)

Berdasarkan Gambar 2.3 diketahui bahwa daun jagung merupakan tipe daun sempurna, dengan bentuk memanjang, memiliki pelepah dan helai daun yang dipisahkan oleh ligula. Tulang daunnya sejajar dengan ibu tulang daun, sedangkan permukaannya dapat licin maupun berambut. Jagung memiliki daun tunggal berbentuk pita dengan ujung yang runcing, berukuran lebar sekitar 4-15 cm atau lebih, serta panjang antara 31-96 cm atau lebih. Daun tumbuh pada setiap ruas batang dengan posisi agak mendatar dan saling berhadapan. Tangkai daun berupa pelepah yang menyelubungi batang, dengan ibu tulang daun terletak di bagian tengah, sementara telinga dan lidah daun berada di pangkal. Jumlah daun pada satu batang umumnya sebanding dengan jumlah ruas, berkisar 10-20 helai. Fungsi utama daun jagung adalah sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis, pengatur kelebihan air, serta menjaga kestabilan suhu yang diperlukan tanaman (Usmadi et al., 2024).

4) Bunga



Gambar 2.4 Bunga Jagung (Dokumentasi Pribadi)

(Gambar diambil pada bulan Februari 2025)

Berdasarkan Gambar 2.4 diketahui bahwa tanaman jagung digolongkan sebagai tanaman berumah satu karena bunga jantan dan betina terdapat dalam satu individu, namun posisinya terpisah. Bunga jantan tumbuh di bagian pucuk tanaman dalam bentuk tandan (*inflorescence*), menghasilkan serbuk sari berwarna kuning dengan aroma khas. Sementara itu, bunga betina tersusun dalam tongkol yang berkembang dari buku, tepat di antara batang dan pelepah daun. Setiap tanaman hanya menghasilkan satu tongkol produkti meskipun terdapat beberapa bunga betina (Usmadi et al., 2024).

5) Tongkol dan biji



Gambar 2.5 Tongkol dan Biji Jagung (Dokumentasi pribadi)

(Gambar diambil pada bulan Februari 2025)

Berdasarkan Gambar 2.5 diketahui bahwa tanaman jagung umumnya menghasilkan satu atau dua tongkol, bergantung pada varietasnya. Tongkol tersebut dilindungi oleh kelobot di mana tongkol bagian atas biasanya terbentuk

lebih dulu dan berukuran lebih besar dibanding tongkol di bagian bawah. Setiap tongkol terdiri atas 10-16 baris biji yang jumlahnya selalu genap. Biji jagung, yang dikenal sebagai kariopsis, terbentuk dari pericarp (dinding ovarium) yang menyatu dengan kulit biji (testa) sehingga membentuk dinding buah. Struktur biji jagung terdiri dari tiga bagian utama, yaitu pericarp yang merupakan lapisan luar tipis yang berfungsi melindungi embrio dari gangguan organisme dan kehilangan air, endosperm sebagai cadangan makanan yang mencapai sekitar 75% bobot biji dan tersusun atas 90% pati serta 10% protein, minyak, mineral, dan komponen lainnya, dan embrio (lembaga) yang merupakan bakal tanaman mini, terdiri dari plumula, akar radikula, scutellum, dan koleoptil (Riski, 2023).

d. Fisiologi jagung

Jagung merupakan tanaman yang memiliki karakteristik fisiologi yang unik. Seperti kemampuan fotosintesis yang efisien dan adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang beragam. Jagung adalah tanaman C4 yang adaptif terhadap intensitas cahaya. Intensitas cahaya merupakan faktor penting dalam proses fotosintesis pada tanaman jagung, yang memiliki dampak langsung terhadap produktivitasnya (Ansoruddin et al., 2022).

Intensitas cahaya yang diterima tanaman jagung, baik dari segi intensitas maupun kualitas, berpengaruh terhadap pertumbuhannya. Jika intensitas cahaya rendah, maka proses fotosintesis menurun, disertai berkurangnya enzim fotosintetik yang berperan sebagai katalis dalam fiksasi CO₂ (Hidayat et al., 2024). Selain itu, frekuensi dan volume penyiraman juga mempengaruhi respons fisiologi tanaman jagung, terutama pada kondisi kekurangan air. Dalam kondisi tersebut, tanaman menunjukkan mekanisme adaptasi berupa perubahan laju fotosintesis dan respirasi. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan adaptasi fisiologi yang signifikan terhadap fluktuasi intensitas cahaya dan ketersediaan air, yang mendukung pertumbuhan dan produktivitasnya (Akmalia, 2017).

e. Nutrisi Jagung

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan utama yang memiliki nilai nutrisi tinggi dan berperan penting dalam memenuhi kandungan gizi masyarakat.

Jagung mengandung berbagai makronutrien dan mikronutrien yang esensial bagi kesehatan manusia (Nurhayati et al., 2020). Karbohidrat dalam jagung sebagian besar terdiri dari pati, yang merupakan sumber energi utama, serta sejumlah kecil gula alami yang memberikan rasa manis khas pada jagung. Selain itu, kandungan serat dalam jagung berkontribusi terhadap kesehatan sistem pencernaan dengan membantu kelancaran proses pencernaan serta mencegah konstipasi (Nur, 2022).

Jagung tidak hanya berperan sebagai sumber energi, tetapi juga mengandung protein dalam jumlah yang cukup, meskipun rendah dibandingkan dengan protein hewani. Protein ini berperan dalam pembentukan dan perbaikan jaringan tubuh. Jagung memiliki kandungan lemak yang relatif rendah, sebagian besar berupa lemak tak jenuh yang berperan baik bagi kesehatan jantung. Selain itu, jagung juga merupakan sumber vitamin dan mineral penting, di antaranya vitamin B1 (timin), vitamin B6 (niasin), vitamin C, magnesium, fosfor, kalium, serta mangan (Nurhayati et al., 2020).

Kehadiran antioksidan seperti lutein dan zeaxanthin dalam jagung menjadikannya bermanfaat bagi kesehatan mata, terutama dalam mencegah degenerasi macula akibat penuaan. Kandungan seratnya juga berkontribusi dalam menjaga kesehatan sistem pencernaan dengan meningkatkan pergerakan usus dan menurunkan gangguan pencernaan (Nur, 2022). Kandungan gizi jagung yang beragam menjadikannya bukan hanya sumber utama karbohidrat, tetapi juga pangan kaya vitamin, mineral, dan serat yang berkontribusi pada kesehatan tubuh secara menyeluruh.

4. Ketahanan Tanaman Terhadap Penyakit

a. Definisi dan Mekanisme Ketahanan Tanaman terhadap Penyakit

Ketahanan tanaman terhadap penyakit merupakan kemampuan tanaman untuk mengurangi atau mencegah efek patogen yang menyeranginya. Ketahanan ini melibatkan interaksi kompleks antara gen tanaman dan patogen, yang menghasilkan respons pertahanan baik secara langsung maupun tidak langsung (Andersen et al., 2018). Mekanisme ketahanan tanaman dapat dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu ketahanan vertikal bersifat spesifik terhadap patogen tertentu, bergantung pada keberadaan gen resistensi yang mengenali molekul

patogen, seperti *effector proteins*. Sebaliknya, ketahanan horizontal cenderung melibatkan berbagai gen minor yang memberikan perlindungan luas terhadap beragam patogen, meskipun tingkat perlindungannya lebih rendah (Yuliani & Rohaeni, 2017).

b. Faktor Genetik yang Mempengaruhi Ketahanan Penyakit

Ketahanan tanaman terhadap penyakit sangat dipengaruhi oleh faktor genetik, khususnya keberadaan gen ketahanan (*resistance genes*). Salah satu kelompok gen yang penting adalah *Nucleotide-Binding Site Leucine-Rich Repeat* (NBS-LRR), yang berfungsi sebagai sensor molekuler untuk mendeteksi patogen. Penelitian menunjukkan bahwa variasi genetik pada gen ini berkontribusi pada kemampuan tanaman untuk melawan serangan patogen spesifik (Schaart et al., 2021).

Teknologi genomik, seperti *genome-wide association studies* (GWAS) dan seleksi berbasis penanda (*marker-assisted selection*), telah berhasil mengidentifikasi gen-gen utama yang terlibat dalam ketahanan penyakit pada jagung. Misalnya, gen yang terkait dengan ketahanan terhadap penyakit bercak daun utara (*Northern Corn Leaf Blight*) dan penyakit bulai telah dipetakan, memungkinkan program pemuliaan telah terarah untuk mengembangkan varietas jagung tahan penyakit (Patel et al., 2024).

Ketahanan terhadap penyakit juga dipengaruhi oleh diversitas genetik di dalam populasi tanaman. Penelitian Patel et al. (2024), menunjukkan bahwa galur inbrida jagung yang memiliki variasi genetik tinggi cenderung lebih tahan terhadap penyakit tertentu dibandingkan galur dengan diversitas genetik rendah. Hal ini menunjukkan pentingnya eksplorasi dan konservasi sumber daya genetik dalam program pemuliaan.

c. Contoh Varietas Jagung Tahan Penyakit yang Telah Dikembangkan

Ragam varietas jagung tahan penyakit telah dikembangkan melalui program pemuliaan yang memanfaatkan teknologi molekuler. Salah satu contohnya adalah varietas jagung yang tahan terhadap penyakit bulai (*Peronosclerospora spp.*) melalui seleksi berbasis molekuler. Penelitian menunjukkan bahwa varietas ini memiliki kombinasi gen ketahanan spesifik yang memberikan perlindungan lebih efektif terhadap patogen. Selain itu, varietas jagung hibrida yang tahan terhadap

penyakit busuk batang (*stalk rot*) juga berhasil dikembangkan. Varietas ini dirancang dengan menggunakan gen resisten yang mampu memperkuat struktur batang dengan mencegah penyebaran patogen. Program pemuliaan ini memberikan hasil nyata berupa peningkatan produktivitas dan kualitas jagung (Miedaner & Juroszek, 2021).

Kemajuan teknologi seperti GWAS juga memungkinkan identifikasi gen tahan penyakit dengan lebih cepat dan efisien. Contohnya adalah varietas jagung dirancang menggunakan pendekatan ini untuk melawan penyakit bercak daun (*Northern Corn Leaf Blight*), yang dikenal sebagai salah satu penyakit utama pada jagung. Teknologi ini, para peneliti dapat memetakan gen-gen utama yang bertanggung jawab atas ketahanan penyakit tersebut, sehingga pengembangan varietas unggul menjadi lebih terarah (Sahito et al., 2024).

5. Gambaran Umum Materi Bioteknologi di SMA/MA

Bioteknologi merupakan salah satu konsep penting dalam mata pelajaran Biologi di jenjang SMA/MA. Pada kurikulum merdeka materi ini diajarkan pada kelas X Fase E sebagai bagian dari capaian pembelajaran yang mencakup pemahaman prinsip-prinsip dasar bioteknologi serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Materi bioteknologi mencakup berbagai aspek, mulai dari bioteknologi konvensional hingga modern, seperti rekayasa genetika, kultur jaringan, serta pemanfaatan mikroorganisme dan teknologi biologi dalam bidang kesehatan, pertanian, dan industri.

Materi bioteknologi bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik mengenai pentingnya produktivitas dan ketahanan pangan, keberlanjutan lingkungan, serta kesejahteraan manusia. Bioteknologi memiliki peran besar dalam kehidupan manusia dalam pengembangan tanaman tahan penyakit, produksi vaksin dan antibiotik. Pemanfaatannya juga mencakup bioremediasi untuk mengatasi pencemaran lingkungan (Wahyuni et al., 2024).

Pembelajaran bioteknologi memiliki relevansi tinggi dengan tantangan global, seperti perubahan iklim, ketahanan pangan, dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, materi bioteknologi menjadi salah satu aspek penting dalam pendidikan

Biologi untuk membekali peserta didik dengan pemahaman teknologi dapat diterapkan dalam kehidupan nyata (Priyanti et al., 2023).

Salah satu contoh penerapan bioteknologi yang dapat dikaji dalam pembelajaran adalah penggunaan teknik genomik untuk mengembangkan jagung tahan penyakit. Hal ini menunjukkan bagaimana bioteknologi berperan dalam menghasilkan tanaman dengan sifat unggul, sehingga dapat meningkatkan produksi pertanian dan mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia (Radja & Kaleka, 2024). Materi bioteknologi tidak hanya memberikan wawasan teoretis bagi peserta didik, tetapi juga mendorong pemikiran kritis tentang dampak dan manfaat teknologi bagi masyarakat serta lingkungan.

6. Penelitian Pengembangan (*Research & Development*)

Penelitian dan Pengembangan (R&D) merupakan salah satu pendekatan metodologis dalam penelitian yang bertujuan menghasilkan produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada agar lebih efektif, efisien, dan aplikatif (Okpatrioka, 2023). Penelitian pengembangan memiliki orientasi ganda, yaitu menghasilkan produk sekaligus menguji efektivitas produk tersebut dalam konteks penggunaannya. Dengan demikian, R&D tidak hanya bersifat konseptual, melainkan juga praktis karena langsung berkaitan dengan kebutuhan di lapangan (Waruwu, 2024).

Penerapan R&D dalam bidang pendidikan sering digunakan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran, media, maupun strategi yang dapat meningkatkan kualitas proses belajar-mengajar. Penelitian ini biasanya melibatkan tahapan sistematis seperti analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, uji coba, revisi, hingga validasi produk (Gustina et al., 2024). Model pengembangan yang sering digunakan di bidang pendidikan misalnya model Borg & Gall, Dick & Carey, maupun 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang diadaptasi sesuai dengan tujuan penelitian (Maydiantoro, 2021).

Penelitian pengembangan memiliki kontribusi besar dalam menjembatani teori dengan praktik pendidikan. Produk yang dihasilkan melalui R&D dapat memberikan solusi langsung terhadap masalah pembelajaran yang dihadapi guru

maupun siswa. Penelitian pengembangan berfungsi sebagai sarana inovasi pendidikan yang menekankan relevansi terhadap kebutuhan peserta didik dan perkembangan teknologi (Erlina, 2016).

Pendekatan R&D memberikan peluang untuk menciptakan produk pembelajaran modern berbasis teknologi digital. Produk hasil penelitian juga dapat diukur efektivitasnya sehingga memiliki nilai praktis yang tinggi. *E-infografis* merupakan salah satu produk berbasis R&D yang mampu meningkatkan kualitas pembelajaran melalui tampilan visual yang interaktif (Jahiri et al., 2023)

7. *E-Infografis* sebagai Sumber Belajar

Sumber belajar merupakan segala sesuatu yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung proses pembelajaran agar berlangsung lebih efektif dan efisien. Keberadaannya membantu peserta didik dalam memahami materi (Aliah et al., 2024). Sumber belajar sebagai media pembelajaran sudah banyak dikembangkan, salah satu contohnya berupa *e-infografis*.

Infografis merupakan media pembelajaran dua dimensi yang sederhana dan praktis digunakan untuk menjelaskan serta memvisualisasikan materi yang abstrak atau kompleks. Bentuk penyajian yang ringkas menjadikannya lebih konkret dan mudah dipahami. Dipadukan dengan elemen visual seperti gambar, teks, warna, dan ikon, membuat infografis efektif dalam membantu siswa memahami materi (Zasiroh, 2024).

Infografis berasal dari kata *infographics* dalam bahasa Inggris yang merupakan singkatan dari *Information* dan *Graphics* yaitu bentuk visualisasi data yang menyampaikan informasi kompleks kepada pembaca agar dapat dipahami dengan lebih mudah dan cepat (Saptodewo, 2014). Media ini dirancang untuk membantu peserta didik memahami materi pembelajaran secara lebih efektif melalui perpaduan elemen visual yang informatif dan menarik. Salah satu manfaat utama infografis dalam pembelajaran adalah kemampuannya dalam meningkatkan daya ingat peserta didik melalui penyajian informasi yang terstruktur dan menarik secara visual (Senjaya et al., 2019).

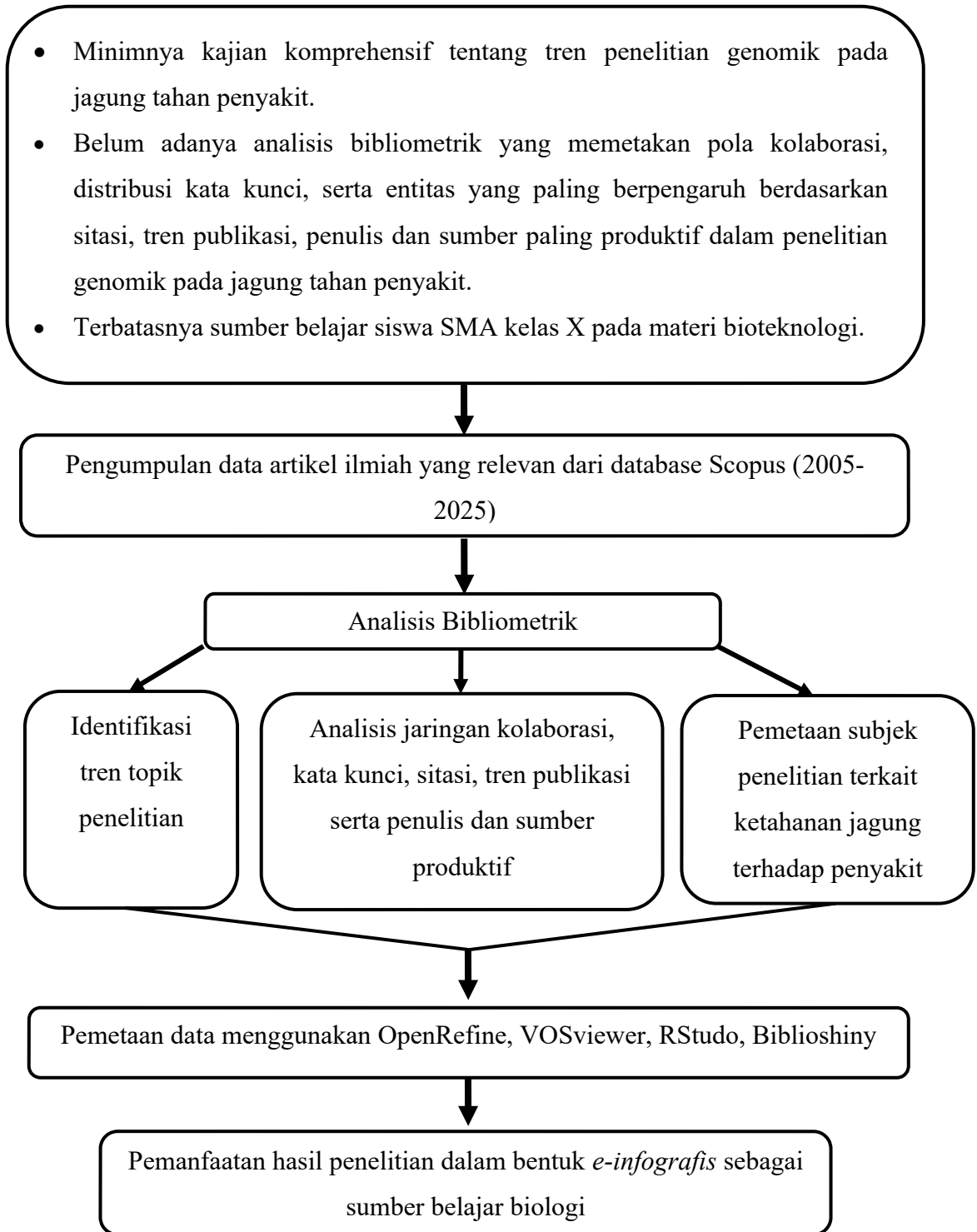
Sebagai media komunikasi, infografis memiliki kelebihan dan kekurangan seperti media pembelajaran lainnya. Menurut Jasson Lankow dalam bukunya “*Infografis: Kedahsyatan Cara Bercerita Visual*” keunggulan komunikasi visual melalui infografis terletak pada kemampuannya menyederhanakan informasi. Infografis dapat menggantikan uraian panjang serta menyajikan dan kompleks atau tabel penuh angka dalam bentuk visual yang lebih mudah dipahami (Aldila et al., 2019).

Kelebihan media infografis yaitu: (1) memuat gambar dan teks yang menarik, (2) dapat ditampilkan melalui berbagai platform digital seperti media sosial dan website, (3) mudah diakses oleh siapa saja termasuk peserta didik, (4) membantu guru dalam menyampaikan materi pembelajaran, serta (5) mampu meningkatkan imajinasi siswa. Infografis berguna untuk meringkas informasi yang berupa deskripsi panjang menjadi informasi yang mudah dipahami. Namun kekurangannya adalah keterbatasan dalam menyajikan informasi yang lebih mendalam serta membutuhkan desain yang baik agar informasi tetap akurat dan mudah dipahami (Putra, 2021).

Seiring perkembangan teknologi, infografis kini tersedia dalam bentuk digital yang dikenal sebagai *e-infografis*. *E-infografis* adalah infografis berbasis elektronik yang berfungsi untuk menyampaikan pesan atau informasi dalam pembelajaran melalui platform digital (Setiawan & Heryanto, 2019). Media ini lebih unggul dibandingkan infografis cetak karena lebih fleksibel, interaktif, dan dapat memuat elemen multimedia seperti animasi, video, atau audio. *E-infografis* menjadi media pembelajaran yang efektif karena mampu menyajikan informasi secara visual dengan cara yang menarik, sederhana, dan mudah dipahami oleh peserta didik.

B. Kerangka Pikir

Kerangka pikir penelitian ini disusun untuk menggambarkan alur logis dalam menjawab pertanyaan penelitian. Kerangka pikir penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6 Kerangka Pikir Penelitian

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terkait analisis bibliometrik pemanfaatan genomik pada jagung (*Zea mays* L.) tahan penyakit sebagai sumber belajar biologi, maka diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Penelitian terkait pemanfaatan genomik pada jagung tahan penyakit menunjukkan tren peningkatan yang signifikan selama dua dekade terakhir. Tercatat total 216 publikasi, dengan peningkatan jumlah publikasi mulai terlihat sejak tahun 2011 dan mencapai puncak pada 2024 dengan jumlah 30 publikasi. Tahun 2025 menunjukkan penurunan sementara yang diduga karena keterbatasan data saat analisis dilakukan.
2. Pada analisis topik penelitian, terdapat jumlah kluster utama seperti genomik, resistensi penyakit, seleksi genetik, dan interaksi patogen-inang. Topik terkini seperti *genome editing* dan *genome-wide association study* menjadi tren pada periode 2021-2025. Pada analisis kolaborasi, penulis seperti Prasanna, Boddupalli M., Gowda, Menje., dan Beyene Yoseph memiliki tingkat kolaborasi paling tinggi. Sedangkan kolaborasi antar institusi masih terbatas, hanya membentuk 2 kluster kecil, yaitu *Shenzhen Branch, Guangdong Lab* dan *State Key Laboratory for Biology*. Adapun negara dengan kolaborasi tertinggi adalah *United States*, China, India, dan Germany. Pada analisis distribusi kata kunci, ditemukan kata kunci “maize”, “genomics”, dan “genetics” paling sering muncul, menunjukkan fokus utama penelitian. Kata kunci terkini seperti “*genome editing*” menandakan arah penelitian modern. Pada analisis pola sitasi, dokumen yang paling berpengaruh adalah karya Schirawski (2010) dan Brefort (2009) yang memiliki frekuensi sitasi tertinggi. Jurnal *BMC Genomics* dan *Phytopathology* menjadi sumber paling sering dirujuk dalam publikasi terkait genomik jagung. Penulis kahman, Regine menempati posisi sentral sebagai penulis paling banyak sitasi terbanyak. Institusi CONICET dan *State Plant Breeding Institute* merupakan lembaga yang paling sering disitasi dalam kategori sitasi negara. Sumber paling

produktif dalam bidang genomik pada jagung tahan penyakit yaitu Jurnal *BMC Genomics* yang menerbitkan 11 dokumen selama 2 dekade terakhir. Sementara itu, penulis paling produktif adalah Kahman, Regine dan Proctor, Robert H., yang masing-masing dengan 6 publikasi.

3. *E-infografis* yang dibuat dengan memperhatikan aspek-aspek penilaian pembuatan *e-infografis* yang telah dinyatakan valid dan dapat diterapkan sebagai sumber belajar biologi peserta didik kelas X materi bioteknologi.

B. Saran

Adapun saran untuk penelitian ini yaitu, bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat memperluas cakupan analisis dengan memastikan lebih banyak database, serta memperbarui data bibliometrik secara berkala agar tren penelitian terbaru dapat teridentifikasi secara akurat. Selain itu, peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan uji coba penggunaan *e-infografis* secara langsung di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajizah, H., Anggun, D.P., & Samiha, Y.T. (2023). Pengembangan Infografis Statis sebagai Sumber Bahan Ajar Pewarisan Sifat Da Evolusi Untuk Penguatan PPRA di Fase F. *Jurnal Pedagogi Hayati*, 7(1), 42-48. <https://dx.doi.org/10.31629/ph.v7i1.6763>
- Akmalia, H. A. (2017). Respon Anatomis, Fisiologis, dan Produktivitas Jagung (*Zea mays* L.) 'Sweet Boy-02' Pada Perbedaan Intensitas Cahaya dan Penyiraman. *Jurnal TEKNOSAINS*, 6(2), 59-70. <https://etd.repostory.ugm.ac.id/penelitian/detail/89435>
- Aldilah, T.H., Musadad, A.A., & Susanto. (2019). Infografis Sebagai Media Alternatif Dalam Pembelajaran Sejarah Bagi Siswa SMA, *Jurnal Desain Komunikasi Visual dan Multimedia*, 5(1), 144-152. <https://doi.org/10.33633/andharupa.v5i01.2104>
- Aliah, A., Fitria, F., Sari, M., & Zubaidah, Z. (2024). Pentingnya Sumber Belajar Dalam Pendidikan di Sekolah. *Jurnal Pendidikan KITA*, 1(1), 42-50. <http://ojs.umb-bungo.ac.id/index.php/ppdKita/article/view/1419>
- Amin, N. F., Garancang, S., & Abunawas, K. (2023). Konsep umum populasi dan sampel dalam penelitian. *Pilar*, 14(1), 15-31. <https://doi.org/10.38035/jim.v3i1.504>
- Andersen, E. J., Ali, S., Byamukama, E., Yen, Y., & Nepal, M. P. (2018). Disease resistance mechanisms in plants. *Genes*, 9(7), 2-30. <https://doi.org/10.3390/genes9070339>
- Ansoruddin, A., Purba, D. W., Butar-Butar, W. L., Azhari, M. N., Rafitra, M. R., & Tarigan, R. H. (2022). Efek Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays*) Terhadap Aspek Agronomi Di Bawah Naungan Kelapa Sawit. *Jurnal Agrium*, 19(4), 384-392. <https://doi.org/10.29103/agrium.v19j4.97343>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Azizah, E.N.N., & Suryaningsih, Y. (2023). Penggunaan Media Infografis (Canva) Berbasis Masalah pada Pembelajaran Biologi. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*. 5(5), 120-124. <https://prosiding.unma.ac.id/index.php/semnasfkip/article/view/1053>
- Azrai, M., Bahrin, A. H., Efendi, R., Andayani, N. N., Jihad, M., Zainuddin, B., & Aqil, M. (2024). Global drought tolerant maize research and development: Analysis and vissualizationof cutting-edg scientific

- technologies. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18 (101323), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101323>
- Ballaz, S., Pulgar-Sánchez, M., Chamorro, K., & Fernández-Moreira, E. (2023). Scientific pertinence of developing machine learning technologies for the triage of COVID-19 patients: A bibliometric analysis via Scopus. *Informatics in Medicine Unlocked*, 41 (101312), 2-8. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101312>
- Basuki, S. (2016). *Dari Bibliometrika Hingga Informetrika*. Perpustakaan Nasional Republik Indonesia. 23(1), 7-14. <https://doi.org/10.37014/medpus.v23i1.836>
- Benavente, E., & Giménez, E. (2021). Modern approaches for the genetic improvement of rice, wheat and maize for abiotic constraints-related traits: a comparative overview. *Agronomy*, 11(2), 376. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020376>
- Boerner, A., Schindler, D., & Miedaner, T. (2022). Molecular Pathogenesis Studies in Maize: Revisiting Foundational Literature. *Theoretical and Applied Genetics*, 135(2), 245-258. <https://doi.org/10.1007/s00122-021-03952-2>
- Chinchilla-Rodríguez, Z., Zacca-González, G., Vargas-Quesada, B., & Moya-Anegón, F. (2015). Latin American scientific output in public health: ombined analysis using bibliometric, socioeconomic and health indicators. *Scentometrics*, 102(1), 609-628. <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1349-9>
- Dainelli, R., & Saracco, F. (2023) Bibliometric and social network analysis on the use of satelite imagery in agriculture: an entropy-based approach, 13(2), 2-30. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020576>
- Daryanto, S., Wang, L., & Jacinthe, P. A. (2016). Global synthesis of drought effects on maize and wheat production. *Plos One*, 11(5), 1-5. <https://doi.org/10.1371/journal.pon.0156362>
- de Oliveira, A.S., Lopes, J.R., & Gaecia, J.F. (2021). Citation patterns in genomic and microbone studies of crop resistance. *Scientometrics*, 126, 1249-1268. <https://doi.org/10.007/s11192-020-03791-w>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 13 (3), 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>

- Erlina. (2016). Inovasi Pembelajaran Melalui Penelitian dan Pengembangan Bahan Ajar. *Jurnal Al Bayan: Jurnal Jurusan Pendidikan Bahasa Arab*, 8(1), 121-148. <https://doi.org/10.24042/albayan.v8i1.356>
- Ernilawati. (2022). Analisis Bibliometrika Tingkat Kolaborasi Dan Produktivitas Dosen Jurusan Pendidikan Sosiologi Stkip Bima Dalam Jurnal Ilmiah. *Skripsi*. Fakultas Adab Dan Humaniora Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. <https://repositori-uin-alauddin.ac.id/id/eprint/26157>
- Fiqriansyah, M., Susilawati, A., & Ramadhan, D. S. (2021). Struktur akar pada tanaman jagung: Adaptasi terhadap kondisi lingkungan. *Jurnal Biologi Tropis*, 8(2), 35-45. <https://eprints.unm.ac.id/id/eprint/21953>
- Firmansyah, G. M. (2018). Tinjauan Yuridis Pelaksanaan Pemberian Hak Ekonomi Kepada Pemulia Tanaman (Studi Pada Hak PVT Jagung HJ 21 Agritan). <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/31271>
- Flórez-Martínez, D. H., Contreras-Pedraza, C. A., & Rodríguez, J. (2021). A systematic analysis of non-centrifugal sugar cane processing: Research and new trends. *Trends in Food Science & Technology*. 107, 415-428. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.011>
- Gustina, Z., Husnayayin, A., & Dewi, D.E.C. (2024). Karakteristik dan Langkah-Langkah Metode Penelitian Research and Development (Borg & Gall) dalam Pendidikan. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(4), 490-501. <https://doi.org/10.23969/jp.v9i04.19906>
- Haba, H. F., Bredillet, C., & Dastane, O. (2023). Green consumer research: Trends and way forward based on bibliometric analysis. *Cleaner and Responsible Consumption*. 8 (100089), 2-14. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2022.100089>
- Hakli, A.F., Mansur, H., & Satrio, A. (2022). Pengembangan Media Infografis Animasi Mata Pelajaran Biologi Materi Ekosistem Untuk Kelas X. *J-INSTECH*. 3(1), 96-102. <https://doi.org/10.20527/j-instech.v3i1.8871>
- Hayati, N. (2016). Analisis Sitiran sebagai Alat Evaluasi Koleksi Perpustakaan. *Record and Library Journal*. 2(1), 1-15. <http://repository.uinjkt.ac.id/dspac/handle/123456789/34825>
- Hidayat, Y., Ruswandi, D., & Rumidatul, A. (2024). Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengembangan Agroforestri Jagung Hibrida Di Hutan Gunung Geulis Kabupaten Sumedang. *Jurnal Abdi Panca Marga*. 5(1), 118-126. <https://doi.org/10.51747/abdipancamarga.v5i1.1902>
- Hikmah, A.S., & Hayudinna, H.G. (2022). Efektivitas penggunaan media infografis dalam meningkatkan prestasi belajar pada mata pelajaran IPA.

- Hikmahwati, H., Kuswinanti, T., & Melina, M. (2019). Karakterisasi Molekuler Isolat-Isolat Penyebab Bulai (*Peronosclerospora* spp) Pada Tanaman Jagung Berbasis Simple Sequence Repeat (SSR). *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*. 3(1), 1-7. <http://dx.doi.org/10.35329/agrovital.v3i1.212>
- Illumina, Inc. (2015). An introduction to next-generation sequencing technology. San Diego, CA: Illumina. www.illumina.com/technology/next-generation-sequencing.html
- Indriyani., Suryaningrum, D.A., Swasono, M.A.H., & If'all. (2023). Bibliometric Analysis of the Adoption and Innovation of Agricultural Processing echnologies: A Global Perspective West Science Interdisciplinary Studies. 1(7), 449-458. <https://doi.org/10.58812/wsis.v1i07.123>
- Jahiri, M., Yusuf, I. I. D., & Henderi. (2023). Penerapan *E-Learning* sebagai Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Android Menggunakan Metode Research and Development. *Jurnal Al Bayan: Jurnal Jurusan Pendidikan Bahasa Arab*, 8(2), 261-275. <https://doi.org/10.33050/tmj.v8i2SP.2096>
- Jayusman, I., & Shavab, O. A. K. (2020). Aktivitas belajar mahasiswa dengan menggunakan media pembelajaran learning management system (LMS) berbasis edmodo dalam pembelajaran sejarah. *Jurnal Artefak*. 7(1), 13-20. <http://dx.doi.org/10.25157/ja.v7i1.3180>
- Kalqutny, S. H., Pakki, S., & Muis, A. (2020). Potensi Pemanfaatan Teknik Molekuler Berbasis DNA dalam Penelitian Penyakit Bulai pada Jagung: Potensi Pemanfaatan Teknik Molekuler Berbasis DNA dalam Penelitian Penyakit Bulai pada Jagung. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 4(1), 17-27. <http://dx.doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i1.107>
- Kumar, P., & Joshi, S. (2021). Trends in Genome Editing Publications:Focus on Crop Improvement. *Frontiers in Plant Scence*. 13, 928343. <https://doi.org/10.3389/fpla.2022.928343>
- Kuntari, S. (2023). Pemanfaatan media digital dalam pembelajaran. In *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIM Sinjai*. 2, 9-94. <https://doi.org/10.47435/sentikjar.v2i0.1826>
- Kurniawan, H. (2015). Status Koleksi SDG Tanaman Pangan Pada Bank Gen Balitbangtan di BB Biogen. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB Biogen), 2 March. Available at: <http://biogen.litbang.pertanian.go.id/status-koleksi-sdg-tanaman-pangan-di-bankgen-bb-biogen>.

- Marlina, G., & Syarif, A. (2023). Tren Penelitian Pemuliaan Mutasi Pada Tanaman Padi: Analisis Bibliometrik. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*. 7(2), 94-104. <https://doi.org/10.31289/agr.v7i2.9716>
- Maydiantoro, A. (2021). Model-Model Penelitian Pengembangan (Research and Development). *Jurnal pengembangan profesi pendidik indonesia (JPPPI)*, 1-8.
- Melyan, N. R., & Yasin, M. R. (2024). Analisis *co-occurrence* pada riset pengembangan koleksi perpustakaan tahun 2015-2023: studi visualisasi dengan VOSviewer. *Al-Kuttab: Jurnal Kajian Perpustakaan, Informasi dan Kearsipan*. 6(2), 1-13. <https://doi.org/10.2495/ktb.v6i2.11551>
- Miedaner, T., & Juroszek, P. (2021). Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in Northwestern Europe. *Theoretical and Applied Genetics*. 134 (6), 1771-1785. <https://doi.org/10.1007/s00122-021-03807-0>
- Montoya, F. G., Peña-García, A., Juaidi, A., & Manzano-Agugliaro, F. (2016) Bibliometric analysis in the agricultural field. *Agricultural Systems*. 153(1), 58-70. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.042>
- Nielsen, S. B., Lemire, S., Bourgeois, I., & Fierro, L. A. (2023). Mapping the evaluation capacity building landscape: A bibliometric analysis of scholarly communities and themes. *Evaluation and Program Planning*. 99 (102318), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2023.102318>
- Nur, A. (2022). Kandungan Gizi Jagung dan Manfaatnya bagi Kesehatan. <https://sn-nur.ac.id/kandungan-gizi-jagung-dan-manfaatnya-bagi-kesehatan/>
- Nurhayati., Asmawati., Ihromi, S., Mariana., & Saputrayadi, A. (2020). Penyuluhan Gizi dan Pelatihan Pengolahan Produk Berbasis Jagung Sebagai Upaya Meminimalisir Stunting di Desa Labuapi Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 4(5), 806-817. <https://doi.org/10.31764/jmm.v4i5.2973>
- Nuryudi. (2016). Analisis Bibliometrika Islam: Studi Kasus Dokumentasi Publikasi Ilmiah. *Al-Maktabah*, 15, 41-55. <https://doi.org/10.15408/almaktabah.v15i1.4713>
- Okpatrioka. (2023). Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya*, 1(1), 86-100. <https://doi.org/10.47861/jdan.v1i1.154>
- Oktaviani, H. (2024). Pengembangan Media Infografis sebagai Sumber Belajar Pengenalan Stok Karbon Pada Sub Konsep Pemanasan Global Untuk

Meningkatkan Literasi Visual Siswa (Doctoral dissertation, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa). <http://eprints.untirts.ac.id/id/id/eprint/33389>

- Pali, A. (2016). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pendapatan Usahatani Jagung di Desa Bontokassi Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar. SKRIPSI. Jurusan Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Islam Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/id/eprint/9618>
- Patel, R., Memon, J., Kumar, S., Patel, D. A., Sakure, A. A., Patel, M. B., & Roychowdhury, R. (2024). Genetic Diversity and Population Structure of Maize (*Zea mays* L.) Inbred Lines in Association with Phenotypic and Grain Qualitative Traits Using SSR Genotyping. *Plants*, 13(6), 823-828. <https://doi.org/10.3390/plants13060823>
- Payumo, J. G., & Sutton, T. C. (2015). A Bibliometric Assessment of ASEAN Collaboration in Plant Biotechnology. *Scientometrics*, 1 (103), 1043-1059. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1582-x>
- Priyanti, N.A., Habiburrahman, N., Amara, L. M., Selan, S., & Azis, R. (2023). Perspektif Inovasi dan Strategi Pembelajaran Biologi di Era Revolusi Pendidikan Abad 21. *Jurnal Pembelajaran dan Riset Pendidikan*, 3(4), 507-512. <https://doi.org/10.28926/jprp.v3i4.1716>
- Purnomo, A. (2019). Manfaat penelitian bibliometrik untuk Indonesia dan Internasional. Bina Nusantara University, 1-2. <https://doi.org/10.31227/osf.io/f2xg7>
- Putra, I. (2021). Media Pembelajaran Biologi Berbentuk Infografis Tentang Materi Sistem Imun Pada Manusia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 5(3), 439-445. <https://doi.org/10.23887/jppp.v5i3.38361>
- Putra, R.D.S., Naufal, A., Handayani, T.D., Hariran, M.A., Riyadi, S., & Pandin, M. Y. R. (2024). Pemetaan Bibliometrik terhadap Perkembangan Penelitian dengan Topi Balanced Scorecard pada Google Scholar Menggunakan Vosviewer. *JiIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 7 (11), 12987-12995. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i11.6230>
- Putri, R. R. (2019). Penerapan Sistem Aktivasi Crispr (Crispra) Pada Gen-Gen Ikan Zebra (*Danio rerio*) Application Of Crispr Activation (Crispra) System To Zebrafish (*Danio rerio*) GENES. *Jurnal Mina Sains*, 5(2), 93-99. <https://doi.org/10.30997/jms.v5i2.2358>
- Portal Informasi Indonesia. (2024). Pemanfaatan Teknologi dalam Pendidikan di Indonesia. <https://indonesia.go.id/kategori/editrial/8675/pemanfaatan-teknologi-dalam-pendidikan-indonesia?lang=1?lang=1>

- Radja, A.R., & Kaleka, M.U. (2024). Penerapan Bioteknologi di Sektor Pertanian. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropis*, 1(1), 18-23. <https://ejournal.stiperfb.ac.id/indeks.php/jipt/article/view/34>
- Rahardja, V.E., Pharmawati, M., & Gari, N. M. (2022). Varieties Using RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) Markers. *Simbiosis*. X (2), 223-233. <http://dx.doi.org/10.24843/JSIMBIOSIS.2022.v10.i02.p09>
- Ramlah.(2015).Keragaman Genetik Plasma Nutfah Jagung Lokal Tana Toraja Berbasis Marka SSR (*Simple Sequence Repeats*).Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/id/eprint/11053>
- Ramlah. (2023). Molecular Technology In Maize (*Zea mays* l.) Breeding To Be Applied The Agroforestry System. *Baselang*, 3(1), 77-82. <http://dx.doi.org/10.36355/bsl.v3i1.97>
- Riski, A. S. (2023). OPTIMASI ANALISIS SNP (Single Nucleotide Polymorphism) GEN Disease Resistance Proteins RPS2 GENOM JAGUNG (*Zea mays* L.) 8 VARIETAS FASE PERKECAMBAHAN BERBASIS PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung. <http://digilib.unila.ac.id/id/id/eprint/75236>
- Roemer, R. C., & Borchardt, R. (2015). Meaningful metrics: A 21st century librarian's guide to bibliometrics, altmetrics, and research impact. *Amer Library Assn*.<https://www.ewsearchgate.net/publication/275640376>
- Romero-Riaño, E., Guerrero- Santander, C.D., & Martínez-Ardilah, H.E.(2021) (2021). Agronomy research co-authorship networks in agricultural innovation systems. *Revista UIS Ingenierías*, 20(1), 161-176. <http://dx.doi.org/10.18273/revuin.v20n1-2021015>
- Sahito, J. H., Zhang, H., Gishkori, Z. G. N., Ma, C., Wang, Z., Ding, D., Zhang, X & Tang, J. (2024). Advancements and prospects of genome-wide association studies (GWAS) in maize. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(3), 1918. <https://doi.org/10.3390/ijms25031918>
- Saptodewo, F. (2014). Desain Infografis Sebagai Penyajian Data Menarik. *Jurnal Desain*. 1(3), 163-218. <http://dx.doi.org/10.30998.jurnaldesain.v1i03.563>
- Saripurna, D., Calam, A., Yusnidah, Y., & Lubis, Z. (2019). Sistem Cerdas Pemanggang Jagung Semi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Metode PWM (*Pulse Width Modulation*). *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, 18(1), 82-86. <https://doi.org/10.53513.jis.v18i1.108>

- Schaart, J. G., Wiel, C.C.M van de & Smulders, M.J.M. (2021). Genome editing of polyploidy crops: prospects, achievements and bottlenecks. *Transgenic Res*, 30, 337-351. <https://doi.org/10.1007/s11248-021-00251-0>
- Senjaya, W.F., Handoyo, E.D., Karnalim, O., & Santoso, S. (2019). Peran infografis sebagai penunjang dalam proses pembelajaran siswa. *Abdimas Alturis: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 55-62. <https://doi.org/10.24071/altrus.2019.020108>
- Segaran, T.C. Azra, M.N. Lananan, F. Burlakovs, J. Vincevica-Gaile, Z. Rudovica, V. Grinfelde, I. Rahim, N.H.A. & Satyanarayana, B. (2023). Mapping the Link between Climate Change and Mangrove Forest: A Global Overview of the Literature. *Forests* 14(2), 421-430. <https://doi.org/10.3390/f140020421>
- Setiawan, T. & Heryanto, B. (2019). *Media Visual dalam Pembelajaran: Teori dan Praktik*. Universitas Briwijaya Press.
- Setiawan, H., & Wardhani, H. A. K. (2018). Pengembangan Media E-Booklet Pada Materi Keanekaragaman Jenis Nepenthes. *Edumedia: Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan*. 2(2), 82-88. <https://doi.org/10.51826/edumedia.v3i2.176>
- Shendure, J., Balasubramanian, S., Church, G. M., Gilbert, W., Rogers, J., Schloss, J. A., & Waterston, R. H. (2017). DNA sequencing at 40: past, present and future. *Nature*, 550 (7676), 345-353. <https://doi.org/10.1038/nature24286>
- Singh, R., Meena, M., & Sharma, R. (2020). New Era in Crop Improvement: Genom Editing and Its Role. *Plant Cell Reports*, 39 (9), 1241-1254. <https://doi.org/10.1007/s00299-02-02537-y>
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sukweenadhi, J. (2023). Struktur dan Fungsi Genomik. *Eureka Media Aksara*. <https://penerbiteureka.com/2023/07/18/pengantar-biomolekuler/>
- Suryantini, H. (2021). Kajian bibliometrika terhadap pemetaan subjek dan pola kepengarangan artikel bidang bioteknologi dan sumber daya genetik pertanian pada publikasi elektronik. *Palimpsest: Journal of Information and Library Science*, 13(1), 1-13. <https://doi.org/10.20473/pjil.v13i1.31079>
- Suyono, H. C. (2021). Analisis Bibliometrika Artikel JIPI (Jurnal Ilmu Perpustakaan dan Informasi) Tahun (2016-2020) Program Studi Ilmu

Perpustakaan Fakultas Ilmu Sosial Universitas Islam Negeri Sumatera Utara (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara).
<http://repository.uinsu.ac.id/id/eprint/13060>

- Tan, J., Wang, M., Li, Y., & Wang, Q. (2022). Bioinformatics approaches and applications in plant biotechnology. *Journal of Genetics Engineering and Biotechnology*, 20(1), 106. <https://doi.org/10.1186/s43141-022-00394-5>
- Usmadi., Rahma, N.D., & Harsanti, R.S. (2024). Karakter Morfologi dan Fisiologi Tanaman Jagung Semi (*Zea mays* L.) Pada Bentuk Sistem Tanam. *CEMARA*, 21(1), 48-54. <https://doi.org/10.24929/fp.v21i1.3415>
- Varshney, R. K., Pandey, M. K., & Bohra, A. (2021) Integrated genomics in crop improvement: A paradigm shift. *Trend in Plant Science*, 26(6), 632-649. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.02.003>
- Wahyuni, S., Noviani, N., Sartika, A., Habibie, D., & Handayani, L. (2024). Peran Bioteknologi dalam Keterkaitan Berbagai Aspek Bidang Ilmu Pengetahuan Sera Mewujudkan Inovasi dan Kreatifitas di Kalangan Mahasiswa Universitas Harapan Medan. *Jurnal Pengabdian West Science*, 03(1), 73-82. <https://doi.org/10.58812/jpws.v3i01.917>
- Warisno.(1998). Budidaya Jagung Hibrida. Kasinus
- Waruwu, M. (2024). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2),1220-1230. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2141>
- Wei, X., Long, Y., Yi, C., Pu, A., Hou, Q., Liu, C., Jiang, Y., Wu, S., & Wan, X. (2023). Bibliometric analysis of functional crops and nutritional quality: identification of gene resources to improve crop nutritional quality through gene editing technology. *Nutrients*, 15(2), 373-386. <https://doi.org/10.3390/nu15020373>
- Widianto, A. (2023). Analisis Bibliometrik Pemanfaatan Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Pendidikan Jasmani Olahraga dan Kesehatan di Masa Covid-19. Tugas Akhir Skripsi. Program Studi Pendidikan Jasmani dan Rekreasi, Fakultas Ilmu Keolahragaan Kesehatan, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Yuliani, D., & Rohaeni, W. R. (2017). Heritabilitas, sumber gen, dan durabilitas ketahanan varietas padi terhadap penyakit hawar daun bakteri. *Jurnal Litbang Pertanian*, 36 (2), 99-108. <https://doi.org.10.21082/jp3.v3n2.2017.p99-108>
- Zasiroh, K. (2024). Penggunaan Media Pembelajaran Infografis Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik Pada Mata Pelajaran

IPA Kelas V Di MIN 4 Pringsewu (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung). <https://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/33386>

Zhang, N., Guo, M., Bu, X., & Jin, C. (2023). Understanding green loyalty: A literature review based on bibliometric-content analysis. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.318029>

Zhou, R., Qin, X., Hou, J., & Liu, Y. (2024). Research progress on Brassicaceae plants: bibliometrics analysis, 15(1285050), 1-18. <https://doi.org.10.3389/fpls.2024.1285050>