



TREN PUBLIKASI ILMIAH TENTANG ISOLASI DAN PEMANFAATAN ENZIM BROMELIN DARI NANAS: STUDI BIBLIOMETRIK

BIBLIOMETRIC STUDY OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON ISOLATION AND UTILIZATION OF BROMELAIN ENZYME FROM PINEAPPLE

Ni Putu Arya Krisna Dewi^{1*}, Putu Mas Dyani Dewi², Anak Agung Ngurah Gede Aditya Ninjaya³, Nyoman Adinda Triana Putri Parta⁴, Ni Kadek Santi Maha Dewi⁵

Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana

Email Correspondence: aryaadewi51@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian mengenai enzim bromelin dari tanaman nanas (*Ananas comosus*) terus berkembang seiring meningkatnya minat terhadap aplikasinya di bidang pangan, tekstil, dan kosmetik. Enzim ini dikenal sebagai protease yang memiliki kemampuan hidrolisis protein dan telah banyak diteliti potensinya dalam dunia farmasi dan terapi. Namun, hingga kini belum banyak kajian sistematis yang memetakan arah dan tren global publikasi ilmiah terkait metode isolasi dan pemurnian enzim bromelin, terutama dalam konteks pengembangan produk alam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis literatur ilmiah menggunakan pendekatan bibliometrik guna mengidentifikasi topik dominan, tren waktu, dan kolaborasi antarnegara. Data dikumpulkan dari basis data PubMed dengan kata kunci "bromelain" dan "extraction or purification or isolation" dalam rentang 2015-2025. Artikel yang diperoleh dianalisis menggunakan perangkat lunak Publish or Perish dan divisualisasikan melalui VOSViewer untuk mengidentifikasi kluster utama dan hubungan antar kata kunci. Hasil menunjukkan adanya tiga kluster utama yang mencakup isolasi dan aktivitas enzim, karakterisasi kimia dan aplikasi pangan, serta aplikasi klinis bromelin di bidang kesehatan. Negara India menjadi contributor tertinggi, diikuti oleh Indonesia dan China. Kajian ini memberikan gambaran menyeluruh perkembangan riset bromelin dalam satu decade terakhir dan dapat menjadi dasar perencanaan strategi riset dan kebijakan pengembangan bahan alam di masa depan.

Kata kunci: Bibliometrik, bromelin, isolasi, nanas, VOSViewer

ABSTRACT

Research on bromelain enzyme from pineapple (*Ananas comosus*) continues to grow in line with its increasing applications in the food, textile, and cosmetic industries. However, few systematic reviews have mapped the global trends in scientific publications related to bromelain isolation and purification methods. This study aims to analyze the scientific literature using a bibliometric approach to identify dominant topics, temporal trends, and international collaboration. Data were collected from PubMed using the keywords "bromelain" and "extraction or purification or isolation" from 2015 to 2025. Articles were analyzed with Publish or Perish and visualized using VOSViewer. The results revealed three main clusters representing bromelain isolation and activity, chemical characterization and food applications, and clinical uses. India was the top contributor, followed by Indonesia and China. This study provides a comprehensive overview of bromelain research development and can serve as a basis for future research strategies.

Key words: Bibliometric, bromelain, isolation, pineapple, VOSViewer

PENDAHULUAN

Enzim adalah biokatalis yang diproduksi oleh jaringan hidup untuk meningkatkan laju reaksi yang terjadi dalam jaringan. Enzim tersusun dari protein dengan struktur tersier yang mempunyai sisi katalitik, yaitu tempat enzim berikatan dengan substrat untuk membentuk kompleks enzim-substrat¹. Sebagai katalisator, enzim memegang peranan penting dalam berbagai proses metabolisme, termasuk pemecahan protein oleh enzim protease. Salah satu sumber enzim protease adalah tanaman nanas (*Ananas comosus*). Nanas mengandung enzim protease alami yaitu bromelin yang dikenal memiliki aktivitas proteolitik tinggi. Bromelin merupakan campuran beberapa enzim protease yang umumnya diperoleh dalam bentuk ekstrak kasar (*crude extract*), dimana ekstrak tersebut dapat diisolasi dari batang, buah, mahkota bunga, inti dan kulit nanas².

Enzim bromelin dimanfaatkan secara luas dalam berbagai bidang industri seperti industri pangan, industri tekstil, dan industri kosmetik, serta dalam bidang klinis dan terapeutik³. Bromelin dalam industri pangan digunakan sebagai pelunak daging dan penjernih bir, dalam industri tekstil, sering dimanfaatkan pada proses *degumming* dan pembersihan serat alami, sedangkan dalam industri kosmetik hingga bidang klinis terapeutik, bromelin

diaplikasikan sebagai agen eksfoliasi dan antiinflamasi. Sejalan dengan pemanfaatan bromelin di berbagai bidang industri, proses isolasi bromelin menjadi langkah penting dalam menentukan efektivitas dan efisiensi penggunaannya. Keberhasilan isolasi sangat ditentukan oleh berbagai faktor seperti pH, suhu, jenis pelarut, metode ekstraksi, hingga bagian tanaman yang digunakan⁴. Kajian struktural menunjukkan perbedaan karakter bromelin dari buah dan batang nanas⁵, sementara teknik modern seperti ultrafiltrasi menawarkan alternatif pemurnian yang efisien⁶.

Seiring dengan meningkatnya perhatian terhadap potensi aplikatif bromelin, jumlah publikasi terkait topik ini juga mengalami perkembangan yang signifikan, baik dari teknik isolasi, karakterisasi enzim, aktivitas enzim bromelin, maupun pemanfaatannya di berbagai sektor. Namun demikian, hingga saat ini, belum banyak kajian secara sistematis yang memetakan arah dan perkembangan riset isolasi dan pemanfaatan bromelin secara global. Pendekatan bibliometrik menjadi metode yang relevan untuk menggambarkan arah, kontribusi peneliti, dan tren kolaborasi dalam bidang ini⁷. Salah satu studi bibliometrik sebelumnya yang menelaah topik terkait menunjukkan hampir 8.000 publikasi ilmiah mengenai tanaman nanas secara umum⁷. Oleh karena itu, penelitian ini

bertujuan untuk menganalisis tren publikasi ilmiah terkait isolasi dan pemanfaatan enzim bromelin dari nanas melalui pendekatan bibliometrik agar dapat memberikan gambaran menyeluruh dan arahan strategis bagi pengembangan riset selanjutnya. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif dan menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya dalam merumuskan strategi riset yang lebih terarah.

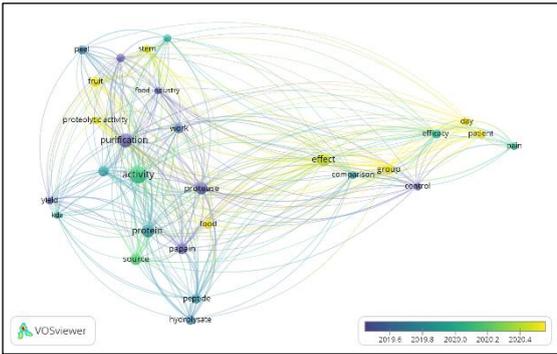
METODE

Analisis bibliometrik dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari *database* Pubmed. Pubmed merupakan sebuah mesin pencari daring yang menyediakan akses gratis ke data sitasi dan abstrak artikel-artikel ilmiah dalam bidang ilmu kehidupan dan biomedis⁸. Kata kunci yang digunakan pada pencarian artikel ini yaitu “*bromelain*” and “*isolation or extraction or purification*”. Pencarian dilakukan secara daring pada tanggal 22 Juli 2025 dan dibatasi pada jurnal yang terbit tahun 2015 hingga 2025.

Artikel yang diperoleh, diunduh melalui *Publish or Perish* dengan format file *.ris. *Publish or Perish* adalah sebuah perangkat lunak yang berfungsi untuk menganalisis serta menyaring data dari berbagai basis data jurnal, kemudian menyajikannya dalam bentuk metadata berdasarkan

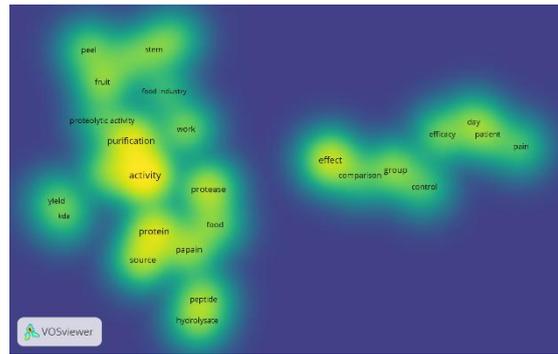
kualitasnya⁹. Artikel dalam format file *.ris kemudian diimpor ke dalam perangkat lunak VOSviewer. *Publish or Perish* digunakan untuk mengekstrak metadata publikasi dari *database* dan menyiapkannya untuk analisis bibliometrik. VOSviewer digunakan untuk memvisualisasikan dan menganalisis hubungan antar kata kunci, tren waktu publikasi, serta kepadatan topik dengan tiga jenis tampilan visualisasi yaitu *network visualization* yang menampilkan kuat tidaknya hubungan antar istilah, *overlay visualization* yang menampilkan pemetaan sesuai tahun terbit artikel, dan *density visualization* yang menampilkan kerapatan kelompok penelitian¹⁰.

Pada *network visualization*, istilah atau kata kunci ditampilkan dalam bentuk lingkaran, dimana ukuran dan ketebalan huruf mencerminkan tingkat keterhubungan dan frekuensi kemunculan suatu istilah. *Overlay visualization* menyajikan informasi waktu berdasarkan spektrum warna, dimana warna yang terang menandakan bahwa topik tersebut diteliti dalam waktu lebih baru, sedangkan warna gelap menunjukkan penelitian yang lebih lama. Adapun dalam *density visualization*, area yang berwarna terang menunjukkan topik yang sering diteliti, sedangkan area yang lebih gelap menandakan frekuensi kemunculan yang lebih rendah¹¹. Selain itu, untuk memetakan distribusi negara asal publikasi,



Gambar 2. Visualisasi Area Topik Menggunakan VOSviewer dengan Visualisasi *Overlay*

Gambar 2 hasil visualisasi overlay dari analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak VOSviewer yang menggambarkan tren publikasi terkait isolasi bromelin pada rentang tahun 2015 hingga 2025. Warna kuning menunjukkan topik-topik terbaru, seperti “nanoparticle”, dan “anti-inflammatory”. Sedangkan warna biru menunjukkan topik yang lebih awal muncul.



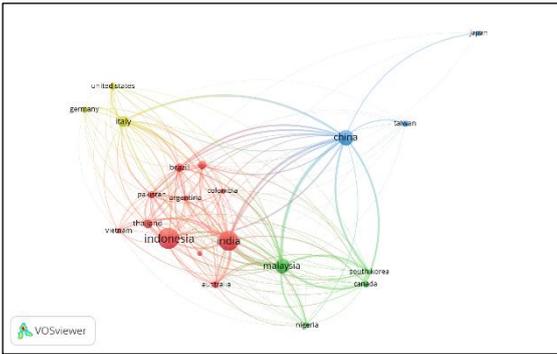
Gambar 3. Visualisasi Area Topik Menggunakan VOSviewer dengan Visualisasi *Density*

Gambar 3 menunjukkan kedalaman penelitian yang telah dilakukan pada suatu objek tertentu, dimana semakin terang warna yang muncul, semakin banyak penelitian yang telah dilakukan. Untuk memperjelas isi masing-masing klaster yang terbentuk dari analisis visualisasi tersebut, rincian kata kunci dominan dalam tiap klaster, termasuk warna klaster dan fokus utama klaster, disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Klaster Kata Kunci Hasil Visualisasi Bibliometrik

Warna Klaster	Kata Kunci	Fokus Topik
Klaster Merah	<i>Purification, activity, proteolytic activity, stem, fruit, peel, food industry</i>	Isolasi dan uji aktivitas enzim bromelin
Klaster Hijau	<i>Protein, peptide, hydrosylate, yield, food</i>	Karakteristik kimia dan aplikasi di pangan
Klaster Biru	<i>Effect, patient, pain, efficacy, group, comparison</i>	Aplikasi klinis dan terapeutik bromelin

Sumber: Analisis Bibliometrik (PubMed, 2015-2025)



Gambar 4. Visualisasi Kolaborasi Publikasi Ilmiah Antarnegara

Selain visualisasi berdasarkan kata kunci, analisis bibliometrik juga dilakukan untuk memetakan kontribusi publikasi dari setiap negara. Hasil visualisasi menunjukkan jaringan kolaborasi internasional, dimana setiap *node* merepresentasikan jumlah publikasi dan ketebalan garis menunjukkan kekuatan hubungan kolaborasi antarnegara. Visualisasi peta negara ditampilkan pada gambar 4.

PEMBAHASAN

Hasil analisis bibliometrik menunjukkan bahwa penelitian terkait isolasi dan pemurnian enzim bromelin dari nanas masih didominasi oleh tiga klaster utama yaitu klaster merah yang berfokus pada isolasi dan uji aktivitas enzim, klaster hijau pada karakterisasi kimia dan aplikasi pangan, serta klaster biru pada aplikasi klinis dan terapeutik. Dominasi kata kunci “*purification*”, “*activity*”, dan “*protein*” pada klaster merah dan hijau menunjukkan bahwa penelitian fundamental mengenai Teknik isolasi dan karakterisasi enzim

masih menjadi prioritas. Hal ini sejalan dengan penelitian¹², yang menegaskan bahwa optimasi proses pemurnian berpengaruh langsung terhadap aktivitas proteolitik dan stabilitas enzim bromelin pada berbagai aplikasi industri.

Visualisasi *overlay* pada gambar 2 memperlihatkan pergeseran fokus penelitian dari Teknik pemurnian dan karakterisasi (warna biru tua hingga hijau, periode sebelum 2020) menuju aplikasi yang terapan di bidang klinis (warna kuning, periode 2023 hingga 2025). Istilah seperti “*effect*”, “*patient*”, dan “*efficacy*” mulai mendominasi publikasi terbaru yang menunjukkan peningkatan uji klinis bromelin sebagai agen antiinflamasi dan analgetik. Studi klinis yang dilakukan oleh Rathnavelu *et al.* (2016) melaporkan potensi bromelin dalam mengurangi nyeri dan mempercepat penyembuhan luka, meskipun variasi metode dan dosis masih menjadi kendala dalam penarikan kesimpulan yang seragam¹³. Hasil visualisasi kepadatan atau *density* pada gambar 3 menguatkan temuan bahwa topik terkait “*activity*”, “*purification*”, dan “*protein*” memiliki intensitas penelitian tertinggi. Sebaliknya pada klaster biru seperti “*effect*” dan “*patient*” memiliki kepadatan yang rendah, menandakan bahwa penelitian klinis masih relatif terbatas. Kondisi ini memberikan peluang bagi

peneliti untuk memperluas uji klinis dengan desain yang terstandar dan ukuran sampel yang lebih besar. Selain itu, metode pemurnian modern seperti ultrafiltration, nanofiltration, dan kromatografi afinitas dilaporkan mampu meningkatkan kemurnian enzim dan mempertahankan aktivitas biologis lebih baik dibandingkan metode konvensional¹⁴.

Analisis visualisasi negara pada gambar 4 menunjukkan bahwa India, Indonesia, dan China merupakan kontributor utama publikasi terkait bromelin. Kecenderungan ini terkait dengan ketersediaan bahan baku lokal dan kebutuhan industri berbasis sumber daya alam. Temuan ini sejalan dengan penelitian Villabos *et al.* (2023) yang menyebutkan bahwa ketersediaan komoditas nanas di negara tropis mendorong produktivitas riset bromelin. Namun, hubungan kolaborasi dengan

KESIMPULAN

Analisis bibliometrik terhadap 115 publikasi ilmiah mengenai isolasi dan pemurnian enzim bromelin dari nanas (*Ananas comosus*) pada periode 2015-2025 menunjukkan bahwa fokus penelitian global terbagi ke dalam tiga klaster utama yaitu isolasi dan uji aktivitas enzim, karakterisasi kimia dan aplikasi di bidang pangan, serta aplikasi klinis dan terapeutik. Visualisasi tren waktu mengindikasikan adanya

negara-negara maju di Eropa dan Amerika Utara terlihat masih terbatas. Kolaborasi lintas negara berpotensi mempercepat pengembangan teknologi isolasi modern, validasi metode, dan aplikasi klinis berskala internasional. Secara keseluruhan, peta penelitian menunjukkan bahwa riset bromelin telah mengikuti jalur pengembangan sains yang umum, dimulai dari penelitian dasar meliputi isolasi, pemurnian, dan karakterisasi, menuju aplikasi klinis dan industri. Kedepannya, penelitian dapat diarahkan pada standarisasi metode ekstraksi dan pemurnian untuk menghasilkan data yang dapat dibandingkan lintas studi, pengembangan teknologi pemurnian ramah lingkungan dan ekonomis, uji klinis multinasional untuk mengonfirmasi efektivitas dan keamanan bromelin pada berbagai indikasi.

pergeseran dari penelitian dasar menuju aplikasi terapan terutama di bidang kesehatan, dalam lima tahun terakhir. India, Indonesia, dan China tercatat sebagai negara dengan kontribusi publikasi tertinggi yang mencerminkan ketersediaan bahan baku lokal dan potensi pengembangan industri berbasis sumber daya alam. Hasil ini menegaskan bahwa penguatan teknik isolasi, standarisasi metode, serta kolaborasi

internasional yang lebih luas diperlukan untuk mempercepat pemanfaatan bromelin pada skala industri dan klinis, sekaligus membuka peluang inovasi produk berbasis enzim yang bernilai tambah tinggi.

DAFTAR RUJUKAN

1. Sriyanti S. Pengaruh Pemerangkapan Enzim Alkalin Fosfatase ke dalam Silika dari Abu Sekam Padi terhadap Aktivitas Enzimatiknya. *J Kim Sains dan Apl.* 2017;20(1):42-47.
2. Dzulqaidah I, Zanuba RB, Alwi ASF, Salsabila ARP, Mursidi S, Mulasari H. Ekstraksi dan Uji Aktivitas Enzim Bromelin Kasar dari Buah Nanas. *J Agritechnology Food Process.* 2021;1(2):80.
3. Kansakar U, Trimarco V, Manzi M V., Cervi E, Mone P, Santulli G. Exploring the Therapeutic Potential of Bromelain: Applications, Benefits, and Mechanisms. *Nutrients.* 2024;16(13):1-19.
4. Wiyati PI, Tjitraresmi A. Review: Karakterisasi, Aktivitas dan Isolasi Enzim Bromelin Dari Tumbuhan Nanas (*Ananas sp.*). *Farmaka.* 2018;16(2):179-185.
5. Ramli ANM, Manas NHA, Hamid AAA, Hamid HA, Illias RM. Comparative Structural Analysis of Fruit and Stem Bromelain from *Ananas comosus*. *Food Chem.* 2018;266(September):183-191.
6. Nogueira BG de, Rezende DB de, Figueiredo KC de S. Separation And Purification of Bromelain From Pineapple Residue Using Ultrafiltration Membranes: A Review. *J Eng Exact Sci.* 2024;10(7):20129.
7. Villalobos DP, Figueroa-rodríguez KA, Escobar-gutiérrez AJ. Why Do We Need More Research On Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.)? A Discussion Based on A Bibliometric Review. *Rev Bras Frutic.* Published online 2023:1-18.
8. Williamson PO, Minter CIJ. Exploring PubMed as A Reliable Resource For Scholarly Communications Services. *J Med Libr Assoc.* 2019;107(1):16-29.
9. Hutapea B. Analisis Pemanfaatan Aplikasi Publish Or Perish Terhadap Penulisan Karya Ilmiah Mahasiswa. *J Pendidik dan Kegur.* 2023;1(1):39-52.
10. Putri SA, Winoto Y, Rohanda R. Pemetaan Penelitian Information Retrieval System Menggunakan VOSviewer. *Informatio J Libr Inf Sci.* 2023;3(2):93.
11. Rakhmawati NA, Irfan M, Septiadi Y, Alkautsar Rivandra M. Analisis Bibliometrik Publikasi tentang ChatGPT. *J Inf Eng Educ Technol.* 2023;7(2):92-97.
12. Arefin P, Habib S, Arefin S, Arefin A. A Review on Purification Methods of Bromelain from Pineapple Stems. *Pak J Sci Ind Res.* 2023;(2):188-198.
13. Rathnavelu V, Alitheen NB, Sohila S, Kanagesan S, Ramesh R. Potential Role of Bromelain in Clinical and Therapeutic Applications (Review). *Biomed Reports.* 2016;5(3):283-288.
14. Nor MZM, Ramchandran L, Duke M, Vasiljevic T. Performance of A Two-Stage Membrane System for Bromelain Separation From Pineapple Waste Mixture as Impacted by Enzymatic Pretreatment and Diafiltration. *Food Technol Biotechnol.* 2018;56(2):218-227.