



Analisis Bibliometrik Potensi Antioksidan Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata*): Teknik Ekstraksi dan Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas

Dwi Endah Kusumawati^{1*}, Davia Maulidda Suharno²

¹⁻²Program Studi Sarjana Farmasi, Universitas Islam Sultan Agung, Indonesia

*Penulis Korespondensi: dwiendahkusumawati@unissula.ac.id

Abstract. Health problems associated with free radicals remain a global concern due to their role in inducing oxidative stress and various degenerative diseases. Plants belonging to the genus *Alpinia*, particularly red galangal (*Alpinia purpurata*), have potential as natural antioxidant sources owing to their phenolic and flavonoid compounds. However, their utilization is strongly influenced by extraction techniques and antioxidant activity evaluation methods. To date, numerous experimental studies have been conducted, yet systematic mapping of research trends, thematic focus, and research gaps remains limited. This study aims to analyze the research landscape related to the antioxidant potential of red galangal using a bibliometric approach, with emphasis on extraction techniques and radical scavenging assays. Data were obtained from the Scopus database covering the period 2015–2025 and analyzed quantitatively. A total of 38 articles meeting the inclusion criteria were analyzed using VOSviewer software version 1.6.20. The results indicate that dominant keywords are centered on antioxidant, DPPH radical scavenging assay, plant extract, and phytochemical compounds such as flavonoids and phenols. Network visualization revealed several major clusters reflecting research focus on in vitro antioxidant activity, phytochemical analysis, antibacterial activity, and the use of various extraction solvents. Furthermore, research attention has been more heavily directed toward *Alpinia galanga* than *Alpinia purpurata*, indicating a notable research gap concerning red galangal. This study highlights the need for further exploration of *Alpinia purpurata*, particularly through the development of environmentally friendly extraction techniques and innovative formulations to enhance its antioxidant potential for pharmaceutical and health applications.

Keywords: *Alpinia purpurata*; Antioxidant; Bibliometric Analysis; Free Radicals; Plant Extraction.

Abstrak. Masalah kesehatan yang berkaitan dengan radikal bebas masih menjadi perhatian global karena perannya dalam memicu stres oksidatif dan berbagai penyakit degeneratif. Tanaman dari genus *Alpinia*, khususnya lengkuas merah (*Alpinia purpurata*), berpotensi sebagai sumber antioksidan alami karena kandungan senyawa fenolik dan flavonoidnya. Namun, pemanfaatannya sangat dipengaruhi oleh teknik ekstraksi serta metode pengujian aktivitas antioksidan. Hingga saat ini, kajian eksperimental telah banyak dilakukan, tetapi pemetaan riset secara sistematis mengenai tren penelitian, fokus topik, dan kesenjangan riset masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lanskap penelitian terkait potensi antioksidan lengkuas merah melalui pendekatan bibliometrik dengan penekanan pada teknik ekstraksi dan uji penangkapan radikal bebas. Data diperoleh dari basis data Scopus pada periode 2015–2025 dan dianalisis secara kuantitatif. Sebanyak 38 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer versi 1.6.20. Hasil analisis menunjukkan bahwa kata kunci dominan berpusat pada *antioxidant*, *DPPH radical scavenging assay*, *plant extract*, serta senyawa fitokimia seperti flavonoid dan fenol. Jaringan visualisasi membentuk beberapa kluster utama yang mencerminkan fokus penelitian pada aktivitas antioksidan in vitro, analisis fitokimia, aktivitas antibakteri, serta penggunaan berbagai pelarut ekstraksi. Selain itu, terlihat bahwa penelitian lebih banyak difokuskan pada *Alpinia galanga* dibandingkan *Alpinia purpurata*, yang menunjukkan adanya kesenjangan riset pada spesies lengkuas merah. Penelitian ini menegaskan perlunya eksplorasi lebih lanjut terhadap *Alpinia purpurata*, khususnya melalui pengembangan teknik ekstraksi ramah lingkungan dan formulasi inovatif untuk meningkatkan potensi antioksidan dalam aplikasi farmasi dan kesehatan.

Kata Kunci: *Alpinia Purpurata*; Analisis Bibliometrik; Antioksidan; Ekstraksi Tanaman; Radikal Bebas.

1. LATAR BELAKANG

Di Indonesia, masalah kesehatan masih menjadi perhatian serius, terutama terkait dengan prevalensi penyakit yang terjadi akibat radikal bebas (Andriani & Murtisiwi, 2018). Radikal bebas merupakan molekul tidak stabil yang memiliki elektron tidak berpasangan, sehingga bersifat reaktif dan cenderung mengambil elektron dari senyawa lain untuk mencapai

kestabilan (Damayanti, 2025). Radikal bebas dapat terbentuk dari polusi udara, asap rokok, dan paparan sinar ultraviolet. Penumpukan radikal bebas yang berlebihan dalam tubuh dapat menyebabkan kerusakan sel dan memicu stress oksidatif yang berperan dalam terjadinya penyakit degeneratif (Widyaningsih et al., 2017). Kondisi ini mendorong meningkatnya minat terhadap sumber antioksidan alami, terutama yang berasal dari tanaman obat, sebagai alternatif atau pendukung terapi konvensional.

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu mendonorkan elektron untuk mencegah proses oksidasi (Ibroham et al., 2022). Senyawa antioksidan berbasis bahan alam dinilai memiliki potensi bioaktivitas yang tinggi dengan efek samping yang relatif lebih rendah dibandingkan antioksidan sintesis. Genus *Alpinia* (famili Zingiberaceae) merupakan salah satu kelompok tanaman yang banyak diteliti karena kandungan metabolit sekundernya, terutama senyawa fenolik dan flavonoid yang berperan penting dalam aktivitas antioksidan. Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai sumber antioksidan alami adalah lengkuas merah (*Alpinia purpurata*), yaitu tanaman rimpang dari famili Zingiberaceae yang tumbuh membentuk rumpun dengan tinggi mencapai $\pm 3,5$ meter. Batangnya berupa batang semu yang terbentuk dari pelepah daun yang saling menutupi dan tumbuh tegak (Sembiring & Nasution, 2025).

Lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder, antara lain alkaloid, flavonoid, minyak atsiri, tanin, saponin, senyawa fenolik, dan triterpenoid, yang berkontribusi terhadap aktivitas biologisnya (Mardhiyyah et al., 2021). Sejumlah studi farmakologi melaporkan bahwa senyawa-senyawa tersebut memiliki kemampuan menangkap radikal bebas, menghambat peroksidasi lipid, serta melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Satriyani, 2021). Dalam konteks kesehatan, aktivitas antioksidan lengkuas merah berpotensi mendukung pencegahan penyakit degeneratif yang berkaitan dengan stres oksidatif, seperti inflamasi kronis dan gangguan metabolik. Selain itu, potensi ini juga relevan dalam bidang pengobatan sebagai dasar pengembangan sediaan fitofarmaka dan bahan baku obat berbasis alam, khususnya sebagai terapi komplementer.

Aktivitas antioksidan tanaman tidak hanya ditentukan oleh jenis spesies, melainkan dipengaruhi juga oleh teknik ekstraksi, jenis pelarut, serta metode pengujian yang digunakan (Pote et al., 2024). Berbagai metode ekstraksi, seperti maserasi, Soxhlet, *ultrasound-assisted extraction*, dan metode berbasis pelarut ramah lingkungan, telah dilaporkan memengaruhi rendemen serta komposisi senyawa bioaktif yang dihasilkan. Selain itu, metode uji seperti DPPH, ABTS, FRAP, dan pengukuran total fenolik dan flavonoid sering digunakan untuk mengevaluasi kapasitas antioksidan secara *in vitro* (Ramadhani et al., 2025), namun variasi

pendekatan ini menyebabkan hasil penelitian menjadi heterogen dan sulit dibandingkan secara langsung.

Meskipun studi eksperimental terkait aktivitas antioksidan *Alpinia* telah banyak dipublikasikan, kajian yang memetakan perkembangan riset secara sistematis, khususnya melalui pendekatan bibliometrik, masih terbatas. Analisis bibliometrik merupakan metode statistik yang digunakan untuk mengevaluasi publikasi ilmiah serta mengetahui perkembangan pengetahuan dalam bidang tertentu (Donza & Yuniarti, 2025). Analisis ini dapat mengidentifikasi perkembangan penelitian, kesenjangan penelitian, dan menyajikan data kompleks secara visual dengan memanfaatkan perangkat lunak seperti *VOSviewer* (Muharram et al., 2025).

Analisis bibliometrik penting untuk mengidentifikasi tren penelitian, pola kolaborasi, fokus tematik, serta kesenjangan riset yang ada. Dalam konteks *Alpinia purpurata*, pendekatan ini menjadi relevan untuk menilai sejauh mana spesies ini telah dikaji dalam literatur ilmiah, terutama jika dibandingkan dengan dominasi penelitian pada *Alpinia galanga*, sehingga penelitian ini bertujuan melakukan analisis publikasi ilmiah secara bibliometrik terkait potensi antioksidan lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) yang fokus pada teknik ekstraksi dan aktivitas penangkapan radikal bebas. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi gambaran mengenai perkembangan riset dan peluang kebaruan dalam pemanfaatan lengkuas merah sebagai sumber antioksidan alami.

2. KAJIAN TEORITIS

Radikal bebas adalah molekul tidak stabil dan sangat reaktif, yang mampu menyebabkan kerusakan sel. Akumulasi radikal bebas yang berlebihan menjadi faktor utama dalam perkembangan berbagai penyakit degeneratif, seperti kanker, diabetes, penuaan, dan penyakit jantung (Fakriah et al., 2019). Radikal bebas bisa berasal dari dalam tubuh, misalnya dari proses metabolisme sedangkan yang berasal dari luar tubuh, misalnya polusi udara, sinar matahari, asap rokok, dan zat kimia berbahaya (Irianti et al., 2021; Widyaningsih et al., 2017).

Pada dasarnya tubuh manusia memiliki sistem pertahanan alami untuk menetralkan radikal bebas berupa antioksidan endogen seperti glutathione, katalase, dan superoksida dismutase (SOD) (Ariani et al., 2024). Ketika jumlah radikal bebas melebihi kapasitas sistem pertahanan alami maka tubuh memerlukan antioksidan dari luar. Antioksidan adalah molekul yang memiliki kestabilan tinggi sehingga mampu menyerahkan elektron maupun atom hidrogen kepada radikal bebas (Ibroham et al., 2022). Antioksidan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan asalnya yaitu antioksidan alami dan sintetis. Antioksidan alami

diperoleh dari ekstraksi bahan tumbuhan yang terdapat diberbagai bagian tanaman seperti daun, akar, buah dan biji sedangkan antioksidan sintetis diproduksi secara kimia dan digunakan dalam industri pengolahan pangan, contohnya seperti tokoferol (Widyaningsih et al., 2017).

Lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) merupakan tanaman berbatang semu, dengan tunas muda tumbuh dari pangkal batang tua dan seluruh permukaanya dilapisi pelepah daun. Daunnya tunggal, bertangkai pendek, berbentuk lanset memanjang dengan ujung runcing, serta memiliki rimpang yang besar, tebal, dan berdaging (Sembiring & Nasution, 2025). Lengkuas merah kaya akan senyawa bioaktif, seperti alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan fenolik (Mardhiyyah et al., 2021). Kandungan senyawa ini mendukung pemanfaatan lengkuas merah dalam terapi tradisional untuk mengatasi gangguan pencernaan, nyeri sendi, peradangan, antiinflamasi, serta sebagai antioksidan dalam melindungi tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas (Sembiring & Nasution, 2025).

Teknik ekstraksi merupakan suatu proses untuk memperoleh dan memisahkan senyawa bioaktif. Teknik ekstraksi ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu ekstraksi dingin dan panas. Ekstraksi dingin dilakukan pada suhu kamar tanpa pemanasan, umumnya untuk senyawa yang mudah menguap atau sensitif terhadap panas, seperti maserasi dan perkolasi. Sementara, ekstraksi panas memanfaatkan pemanasan untuk melarutkan senyawa yang sulit larut dalam suhu kamar, contohnya dekokta, infusa, sokletasi dan refluks. Untuk aktivitas penangkapan radikal bebas dapat menggunakan metode DPPH dan ABTS (Hasan et al., 2023)

Analisis bibliometrik adalah metode kuantitatif yang bertujuan untuk memetakan kemajuan ilmu pengetahuan dengan menganalisis data dari publikasi ilmiah. Metode ini sangat berguna untuk menganalisis pola penelitian pada kumpulan data yang besar. Sumber data untuk analisis bibliometrik berasal dari Scopus. Analisis ini dapat membantu dalam memahami perkembangan penelitian, dapat menyusun strategi penelitian dan memperluas kerja sama, serta menilai keberhasilan penelitian (Wibowo & Salim, 2022; Wijayanti et al., 2024)

3. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan analisis bibliometrik untuk menilai perkembangan penelitian mengenai potensi antioksidan lengkuas merah (*Alpinia purpurata*). Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tema penelitian yang paling banyak dikaji dan potensi penelitian ke depan yang berfokus pada metode ekstraksi dan uji aktivitas antioksidan.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini yaitu semua publikasi ilmiah mengenai lengkuas merah beserta kandungan antioksidannya yang ada di Scopus. Sampel penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* dengan kriteria inklusi yaitu artikel ilmiah yang diterbitkan pada tahun 2015-2025 yang menggunakan Bahasa Inggris. Kriteria eksklusi mencakup artikel yang diterbitkan sebelum tahun 2015, artikel yang memiliki teks tidak lengkap, ditulis dalam bahasa selain Inggris, makalah konferensi yang belum melalui *peer-review*, serta artikel yang tidak berfokus pada aktivitas antioksidan. Pendekatan ini memastikan bahwa sampel yang diambil relevan, valid dan representatif terhadap seluruh populasi yang menjadi fokus penelitian.

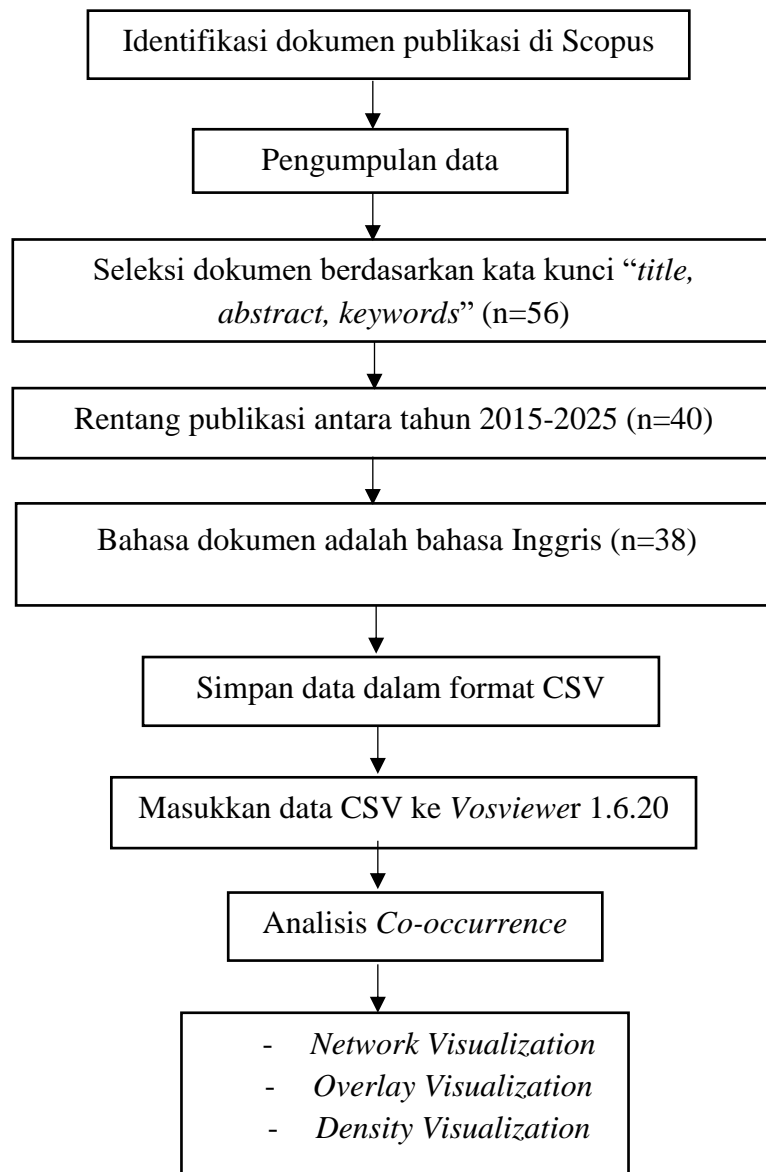
Ekstraksi Data

Ekstraksi data dilakukan melalui data artikel ilmiah yang ada di Scopus, dengan menggunakan kata kunci (*Article title, Abstract, Keywords*) yaitu ("*Alpinia galanga*" OR "*Alpinia purpurata*" OR "*red galangal*") AND ("*antioxidant*" OR "*anti-oxidant*" OR "*radical scavenging*" OR "*reducing power*" OR "*antioxidants*") AND ("*extract*" OR "*macerat*" OR "*soxhlet*" OR "*ultrasound-assisted*" OR "*microwave-assisted*" OR "*subcritical water*" OR "*solvent extraction*") AND ("*dp*" OR "*frap*" OR "*abts*" OR "*orac*" OR "*total phenolic*" OR "*total flavonoid*") selama periode 2015-2025. Meskipun kata kunci pencarian mencakup beberapa spesies dalam genus *Alpinia*, analisis dalam penelitian ini difokuskan pada potensi antioksidan lengkuas merah (*Alpinia purpurata*), sementara data dari spesies lain digunakan sebagai konteks pembandingan untuk mengidentifikasi posisi dan peluang riset. Pada tahap awal pencarian didapatkan 56 dokumen yang tercatat dan telah memenuhi standar publikasi ilmiah. Selanjutnya dilakukan evaluasi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi sehingga didapatkan 38 artikel ilmiah yang relevan dengan topik penelitian. Semua artikel diunduh dalam format CSV agar bisa dianalisis lebih mendalam (Gambar 1).

Pengolahan dan Analisis Data

Data CSV yang telah didapatkan kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak *VOSviewer* (Versi 1.6.20) melalui beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu *cleaning data* dengan melakukan penghapusan duplikat dan menyatukan istilah yang memiliki makna sama menjadi satu kategori. Tahap kedua yaitu *mapping* dengan menganalisis *co-occurrence* pada kata kunci untuk memetakan keterkaitan antar topik. Selanjutnya tahap *thresholding* untuk menentukan frekuensi kemunculan minimum kata kunci sebanyak empat kali, sehingga visualisasi yang dihasilkan lebih jelas dan memudahkan analisis pola penelitian. Ada tiga jenis visualisasi diantaranya yaitu *Network visualization* untuk melihat hubungan antar topik dalam kelompok tertentu. *Overlay visualization* menunjukkan sebaran kata kunci dari waktu ke

waktu, sehingga dapat mengetahui perkembangan penelitian sedangkan *Density visualization* untuk menilai frekuensi kemunculan kata kunci sehingga memudahkan dalam identifikasi topik yang sering dibahas.



Gambar 1. Alur Penelitian.

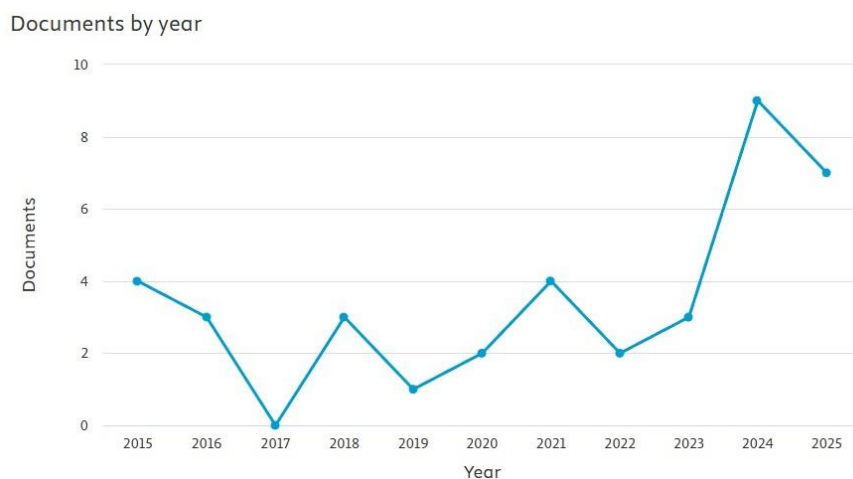
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengumpulkan data publikasi ilmiah terkait potensi antioksidan lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) pada tahun 2015-2025. Proses pengumpulan data dilakukan secara sistematis dengan menggunakan kata kunci yang relevan dan dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan relevansi publikasi. Lokasi penelitian bersifat *online*

sehingga memungkinkan analisis bibliometrik secara menyeluruh terhadap teknik ekstraksi dan aktivitas penangkal radikal bebas.

Tren Publikasi Berdasarkan Tahun

Berdasarkan visualisasi tren tahunan, jumlah publikasi yang membahas potensi antioksidan Genus *Alpinia* mengalami dinamika yang tidak stabil selama periode 2015-2025. Grafik Tren Publikasi Berdasarkan Tahun dapat dilihat pada gambar 2.

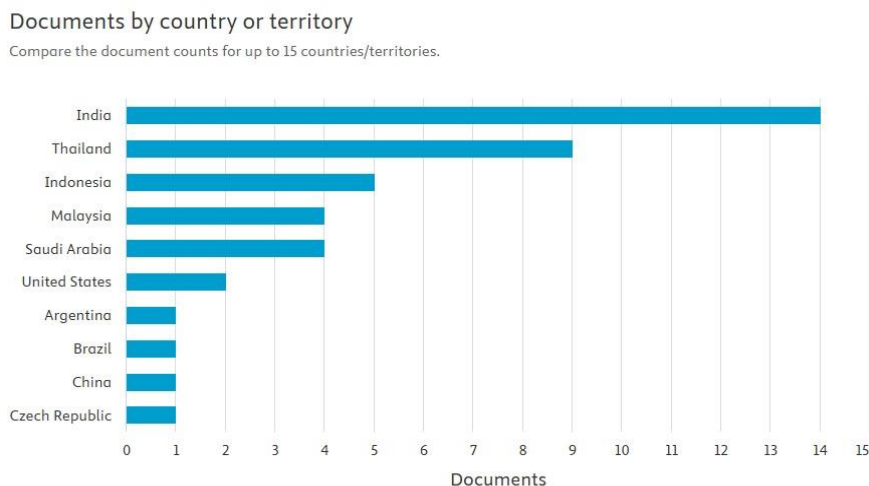


Gambar 2. Tren Publikasi Berdasarkan Tahun.

Pada tahun 2015-2016, jumlah publikasi relatif terbatas dan mengalami penurunan yang signifikan pada tahun 2017. Namun, pada tahun 2018-2021 terjadi peningkatan secara bertahap yang menggambarkan minat peneliti terhadap studi antioksidan, terutama yang berkaitan dengan metode ekstraksi dan aktivitas penangkal radikal bebas. Walaupun sempat mengalami penurunan pada tahun 2022, jumlah publikasi kembali meningkat secara signifikan pada tahun 2023-2024, dengan capaian tertinggi pada tahun 2024. Peningkatan ini menggambarkan semakin banyaknya minat dan perhatian peneliti terhadap pemanfaatan senyawa bioaktif Genus *Alpinia* sebagai sumber antioksidan alami.

Tren Publikasi Berdasarkan Asal Negara Penulis

Berdasarkan visualisasi distribusi publikasi berdasarkan negara, penelitian terkait potensi antioksidan Genus *Alpinia* di dominasi oleh negara di kawasan Asia. Grafik Tren Publikasi Berdasarkan Asal Negara Penulis dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tren Publikasi Berdasarkan Asal Negara Penulis.

Pada gambar 3. India menempati posisi teratas dengan publikasi tertinggi, diikuti Thailand dan Indonesia. Malaysia dan Arab Saudi memberikan kontribusi yang cukup signifikan. Sementara negara seperti Amerika Serikat, Brazil, China dan Republik Ceko menunjukkan tingkat publikasi yang relatif rendah. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi penelitian belum merata dan masih terfokus pada wilayah tertentu. Tingginya kontribusi negara Asia dalam penelitian ini berkaitan dengan keberadaan tanaman lengkuas sebagai tanaman tropis yang sering dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional dan pangan fungsional. Meskipun secara keseluruhan, distribusi penelitian bersifat regional

Visualisasi Jaringan Berdasarkan Kata Kunci (*Network Visualization*)

Visualisasi jaringan kata kunci menggambarkan hubungan ko-kemunculan istilah dalam publikasi ilmiah yang membahas potensi antioksidan lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) dalam konteks penelitian antioksidan berbasis genus *Alpinia* (Gambar 4). Pemetaan ini memberikan gambaran mengenai struktur dan arah perkembangan riset, khususnya yang berkaitan dengan aktivitas antioksidan, teknik ekstraksi, serta metode evaluasi penangkapan radikal bebas. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kata kunci *antioxidant* dan *DPPH radical scavenging assay* menempati posisi sentral dengan ukuran node yang relatif besar, menandakan perannya sebagai tema utama dalam penelitian antioksidan lengkuas. Selain itu, *Alpinia galanga* muncul sebagai spesies yang paling dominan dalam jaringan, mencerminkan tingginya intensitas penelitian terhadap lengkuas putih dibandingkan spesies lainnya dalam genus *Alpinia*.

Klaster merah didominasi oleh kata kunci yang berkaitan dengan evaluasi aktivitas biologis dan uji fitokimia, seperti *antioxidant*, *flavonoid*, *DPPH radical scavenging assay*, dan *ABTS radical scavenging assay*. Keberadaan metode pengujian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan eksperimental untuk menilai kapasitas penangkapan radikal bebas masih menjadi fokus utama dalam penelitian antioksidan lengkuas. Selain itu, kata kunci seperti *cytotoxicity*, *human cell*, dan *MTT assay* mengindikasikan adanya kecenderungan penelitian yang mengaitkan aktivitas antioksidan dengan potensi efek biologis lanjutan, termasuk aktivitas antiinflamasi dan antineoplastik.

Alpinia galanga terbukti memiliki antioksidan dengan nilai IC_{50} dengan metode DPPH $462,47 \pm 2,98$, jika menggunakan metode HPLC didapatkan nilai IC_{50} $62,17 \pm 3,87$ dibandingkan dengan *alpinia purpurata* untuk ekstrak yang diuji menggunakan metode DPPH didapatkan $488,43 \pm 1,13$ dan jika diuji menggunakan metode HPLC didapatkan nilai IC_{50} $68,12 \pm 10,19$ (Cahyono et al., 2021). Selain itu pada penelitian terdahulu dijelaskan bahwa nilai IC_{50} dari lengkuas putih (*Alpinia galanga*) didapatkan hasil $1,675 \mu\text{g/mL}$ (Tangkau et al., 2023) dan Ekstrak rimpang lengkuas (*Alpinia galanga* L.Willd) memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar $62,89 \text{ ppm}$ (Muhartono et al., 2018). Penelitian mengenai potensi farmakologis genus *Alpinia* menunjukkan adanya kesenjangan literatur yang cukup signifikan, di mana publikasi mengenai aktivitas antioksidan lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) masih jauh lebih sedikit dibandingkan dengan lengkuas putih (*Alpinia galanga*). Dominasi *Alpinia galanga* dalam klaster ini mencerminkan bahwa spesies tersebut telah lebih banyak dieksplorasi dalam konteks bioaktivitas dan uji sitotoksitas dibandingkan dengan *Alpinia purpurata*.

Klaster biru menyoroti penelitian yang berfokus pada karakterisasi kimia dan identifikasi senyawa aktif, ditandai dengan kemunculan kata kunci seperti *phytochemical*, *phenol*, *gallic acid*, *HPLC*, dan *mass fragmentography*. Menariknya, *Alpinia purpurata* muncul secara eksplisit dalam klaster ini, yang menunjukkan bahwa penelitian mengenai lengkuas merah lebih banyak diarahkan pada aspek analisis kimia dan studi *in vitro* terkontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa eksplorasi *Alpinia purpurata* saat ini masih berada pada tahap identifikasi komponen bioaktif dan pemahaman mekanisme antioksidan, seperti penghambatan peroksidasi lipid, sebelum dikembangkan lebih lanjut ke arah aplikasi biologis yang lebih kompleks.

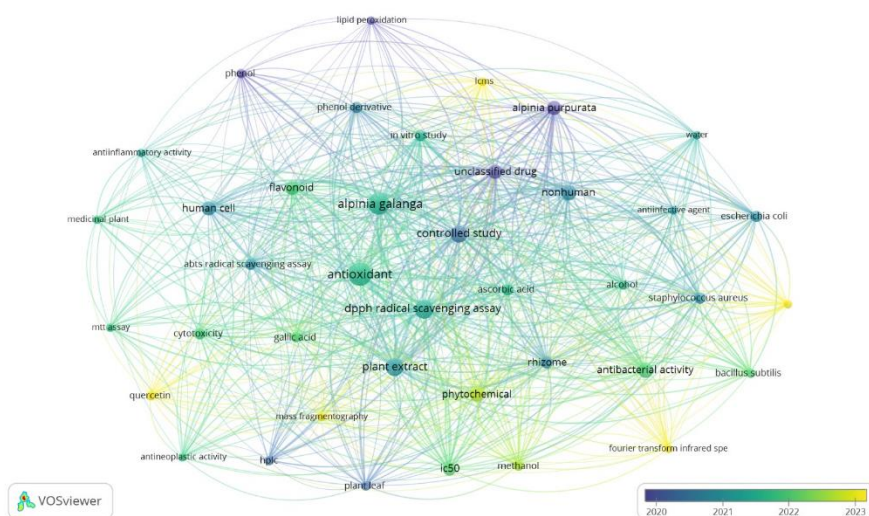
Klaster hijau mencerminkan keterkaitan antara aktivitas antimikroba dan variasi teknik ekstraksi, dengan kata kunci seperti *antibacterial activity*, IC_{50} , *methanol*, *water*, dan *Fourier transform infrared*. Kehadiran mikroorganisme uji seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus*

aureus, dan *Bacillus subtilis* menunjukkan bahwa penelitian pada kluster ini tidak hanya menilai aktivitas antioksidan, tetapi juga mengeksplorasi potensi bioaktivitas tambahan dari ekstrak lengkuas. Kluster ini memperlihatkan bahwa pemilihan pelarut dan metode ekstraksi berperan penting dalam menentukan profil senyawa bioaktif serta aktivitas biologis yang dihasilkan, sehingga menjadi aspek penting dalam pengembangan aplikasi kesehatan berbasis bahan alam.

Secara keseluruhan, hasil klusterisasi menunjukkan bahwa meskipun penelitian antioksidan pada genus *Alpinia* masih didominasi oleh *Alpinia galanga*, penelitian terkait *Alpinia purpurata* mulai berkembang dan terutama terfokus pada aspek karakterisasi kimia dan studi *in vitro*. Pola ini menegaskan bahwa lengkuas merah masih merupakan topik riset yang relatif baru dan memiliki peluang besar untuk dikembangkan lebih lanjut, khususnya dalam integrasi antara teknik ekstraksi, aktivitas penangkapan radikal bebas, dan aplikasi kesehatan.

Perkembangan Penelitian Secara Temporal (*Overlay Visualization*)

Overlay visualization digunakan untuk menggambarkan perkembangan temporal penelitian terkait potensi antioksidan lengkuas berdasarkan tahun publikasi. Warna node merepresentasikan rata-rata tahun kemunculan kata kunci, di mana warna biru menunjukkan topik yang lebih awal, sedangkan warna hijau hingga kuning menunjukkan topik yang lebih baru dalam rentang waktu penelitian. Visualisasi *overlay* ditandai oleh node warna yang berbeda-beda setiap tahunnya. Node dengan warna gelap menandakan bahwa penelitian sudah lama dilakukan, sedangkan node dengan warna semakin terang hingga kuning menunjukkan bahwa tema penelitian yang baru (Donza & Yuniarti, 2025; Hening & Dwinhoven, 2025). *Overlay Visualization* dapat dilihat pada gambar 5.



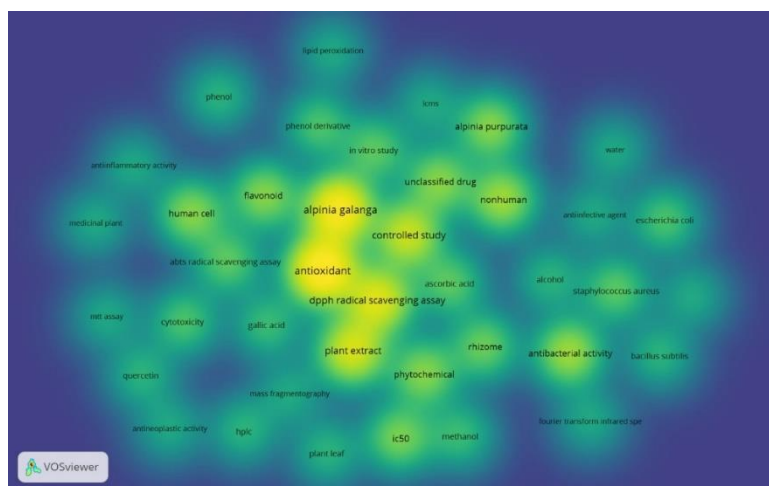
Gambar 5. *Overlay Visualization*.

Alpinia purpurata cenderung memiliki warna yang lebih terang, mendekati hijau hingga kuning, yang mencerminkan bahwa penelitian mengenai lengkuas merah merupakan topik yang relatif baru dan berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini menunjukkan adanya pergeseran fokus penelitian dari spesies yang telah banyak dikaji menuju eksplorasi spesies lain dalam genus *Alpinia* yang memiliki potensi bioaktivitas serupa namun belum banyak dieksplorasi. Selain itu, *overlay visualization* juga memperlihatkan bahwa kata kunci yang berkaitan dengan teknik analisis lanjutan dan aplikasi bioaktivitas tambahan, seperti *Fourier transform infrared*, *LC-MS*, *antibacterial activity*, dan penentuan nilai *IC₅₀*, cenderung muncul pada periode yang lebih baru. Temuan ini mengindikasikan bahwa arah penelitian terkini tidak hanya berfokus pada pengujian aktivitas antioksidan dasar, tetapi juga pada karakterisasi senyawa secara lebih mendalam serta potensi aplikasinya dalam bidang kesehatan dan pengobatan.

Secara keseluruhan, analisis *overlay visualization* menegaskan bahwa meskipun penelitian antioksidan pada genus *Alpinia* telah berkembang sejak beberapa tahun sebelumnya, kajian mengenai lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) merupakan area riset yang relatif baru dan menunjukkan tren peningkatan dalam literatur ilmiah. Pola ini memperkuat relevansi penelitian ini dalam mengidentifikasi peluang riset lanjutan terkait teknik ekstraksi dan aktivitas penangkapan radikal bebas lengkuas merah.

Visualisasi Densitas (*Density Vizualization*)

Berdasarkan hasil visualisasi densitas, intensitas warna kuning yang semakin cerah dan diameter lingkaran yang semakin luas menunjukkan tingginya frekuensi kemunculan kata kunci dalam artikel penelitian. Hasil *overlay visualization* pada Gambar 6 menunjukkan bahwa kata kunci yang berkaitan dengan metode uji antioksidan konvensional, seperti *DPPH radical scavenging assay* dan *antioxidant*, telah muncul secara konsisten sejak awal periode pengamatan dan tergolong sebagai topik yang mapan. Selain itu, istilah “plant extract”, “phytochemical”, dan “flavonoid” juga berada pada zona kepadatan tinggi, menegaskan bahwa studi antioksidan umumnya dikaitkan dengan analisis kandungan metabolit sekunder.



Gambar 6. *Density Vizualization.*

Menariknya, kepadatan kata kunci “*Alpinia galanga*” terlihat lebih menonjol dibandingkan “*Alpinia purpurata*” yang berada pada area dengan kepadatan menengah. Hal ini mengindikasikan bahwa perhatian peneliti masih lebih terfokus pada *A. galanga* sebagai objek penelitian utama, sementara *A. purpurata* relatif kurang dieksplorasi. Kondisi ini memperlihatkan adanya kesenjangan riset yang berpotensi dikembangkan, terutama dalam konteks pemanfaatan lengkuas merah sebagai sumber antioksidan alternatif.

Selain kluster antioksidan, visualisasi kepadatan juga menampilkan area dengan kepadatan menengah yang berkaitan dengan aktivitas antibakteri dan uji sitotoksitas, ditandai dengan kemunculan kata kunci seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *cytotoxicity*. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun fokus utama penelitian adalah aktivitas antioksidan, terdapat kecenderungan pengembangan riset menuju aktivitas biofarmasi lain yang mendukung potensi multifungsi tanaman *Alpinia*. Sementara itu, kata kunci yang berhubungan dengan instrumen analitik lanjutan, seperti *mass spectrometry* dan *HPLC*, tampak berada pada area dengan kepadatan rendah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian besar penelitian masih mengandalkan metode analisis konvensional, sehingga penggunaan teknik analisis yang lebih canggih untuk karakterisasi senyawa aktif masih relatif terbatas. Oleh karena itu, integrasi metode analitik modern berpeluang meningkatkan kualitas dan kedalaman kajian fitokimia di masa mendatang.

Secara keseluruhan, *density visualization* mengonfirmasi bahwa penelitian antioksidan *Alpinia* didominasi oleh pendekatan eksperimental sederhana dengan fokus pada uji DPPH dan analisis fitokimia dasar. Namun, rendahnya kepadatan pada topik *Alpinia purpurata*, teknik ekstraksi inovatif, serta penggunaan instrumen analitik lanjut membuka peluang penelitian baru yang relevan untuk pengembangan produk farmasi dan kesehatan berbasis bahan alam.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada pengumpulan data sehingga memungkinkan adanya literatur yang belum teridentifikasi secara menyeluruh. Berdasarkan visualisasi VOSviewer 1.6.20 kata kunci seperti “*nanoemulsion*” dan “*green extraction*” belum ada dalam penelitian. Oleh karena itu penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada pengembangan formulasi berbasis nanoteknologi, seperti nanoemulsi untuk meningkatkan bioavailabilitas senyawa antioksidan lengkuas merah, serta dapat membuka peluang pengembangan produk farmasi yang lebih inovatif.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis bibliometrik terhadap penelitian mengenai potensi antioksidan lengkuas merah (*Alpinia purpurata*), tren publikasi ilmiah menunjukkan fluktuasi jumlah artikel dari tahun ke tahun. Penelusuran literatur melalui basis data Scopus dengan kata kunci yang telah ditetapkan menghasilkan sejumlah dokumen yang dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer versi 1.6.20. Hasil pemetaan bibliometrik menunjukkan bahwa meskipun kajian antioksidan pada genus *Alpinia* telah berkembang, penelitian yang secara spesifik membahas *Alpinia purpurata* masih relatif terbatas dan belum menunjukkan kontinuitas yang tinggi. Kondisi ini mengindikasikan adanya kesenjangan riset yang signifikan serta peluang besar untuk pengembangan penelitian lebih lanjut pada lengkuas merah.

Sebagai rekomendasi, potensi antioksidan lengkuas merah memiliki relevansi yang penting dalam konteks kesehatan dan pengobatan, terutama sebagai kandidat sumber bahan alam untuk pencegahan penyakit yang berkaitan dengan stres oksidatif. Temuan bibliometrik ini dapat dijadikan dasar bagi penelitian lanjutan yang lebih terarah, khususnya dalam optimalisasi teknik ekstraksi, evaluasi aktivitas penangkapan radikal bebas, serta pengembangan aplikasi praktis seperti sediaan fitofarmaka, suplemen antioksidan, atau terapi komplementer. Selain itu, integrasi pendekatan farmakologi, toksikologi, dan uji praklinik maupun klinis sangat disarankan untuk memperkuat bukti ilmiah terkait keamanan dan efektivitas lengkuas merah dalam aplikasi kesehatan.

DAFTAR REFERENSI

- Andriani, D., & Murtisiwi, L. (2018). Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan Spektrofotometri UV-Vis. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 2(1), 32–38.
- Ariani, S. R. D., Rohmatun, T. D., & Sholihah, K. R. (2024). *Buku Referensi Pembuatan Edible Film Berbasis Kitosan Ekstrak Koro Bengkok Minyak Atsiri Kayu Manis Sebagai Kemasan Antioksidan*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Cahyono, B., Prihantini, C. S., Suzery, M., & Bima, D. N. (2021). Penentuan Aktivitas Antioksidan Senyawa Kuersetin dan Ekstrak Lengkuas Menggunakan HPLC dan UV-Vis. *Alchemy : Journal of Chemistry*, 8(2), 24–32.
- Damayanti, I. A. M. (2025). *Buku Ajar Antioksidan Alami: Perspektif Histologi dan Aplikasinya* (Taufik Usman, Ed.). Widina Media Utama.
- Donza, F. F., & Yuniarti, E. (2025). Bibliometric Analysis: The Potential of Beetroot (*Beta vulgaris*) for Diabetes Patients. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 2084–2091. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8962>
- Fakriah, Kurniasih, E., Adriana, & Rusydi. (2019). Sosialisasi Bahaya Radikal Bebas dan Fungsi Antioksidan Alami Bagi Kesehatan. *Jurnal Vokasi*, 3(1), 1–7.
- Hasan, H., Mayefis, D., Silvyana, A. E., Yusuf, B., Nisaa, N. R. K., Sari, D. R. T., Sarina, G., Budiasih, S., Utami, R. T., & Sari, D. M. (2023). *Botani Farmasi* (N. Sulung, Ed.; 10). Get Press Indonesia.
- Hening, P., & Dwinhoven, I. (2025). Pemetaan Bibliometrik (2020-2024) Senyawa Bioaktif Makroalga Laut Sebagai Agen Antioksidan Terhadap Toksisitas Lingkungan. *Greensphere: Journal of Environmental Chemistry*, 5(1), 14–22. <https://www.scimagojr.com/>.
- Ibroham, M. H., Jamilatun, S., & Kumalasari, I. D. (2022). A Review: Potensi Tumbuhan-Tumbuhan di Indonesia sebagai Antioksidan Alami. *Jurnal Penelitian LPPM UMJ*, 1(1), 1–13. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- Irianti, T. T., Kuswandi, Nuranto, S., & Purwanto. (2021). Antioksidan dan Kesehatan. In *Gajah Mada University Press* (pp. 1–192). Gajah Mada University Press.
- Mardhiyyah, K., Ryandini, Y. I., & Hermawan, Y. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan dan Skrining Fitokimia Perasan Lengkuas Merah dan Lengkuas Putih. *Jurnal Jamu Indonesia*, 6(1), 23–31. <https://doi.org/10.29244/jji.v6i1.174>
- Muharram, K. A., Ikhsan, I., Anam, K. S., Zulviah, S., & Maulida, A. (2025). Analisis Bibliometrik: Tren penelitian dan publikasi teori atribusi. *Comdent: Communication Student Journal*, 2(1), 176–193. <https://doi.org/10.24198/comdent.v2i1.55673>
- Muhartono, Imanto, M., & Dewi, N. R. (2018). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga* L. Willd) Terhadap Gambaran Histopatologi Ginjal Mencit Jantan (*Mus musculus* L.) yang Diinduksi oleh Monosodium Glutamat (MSG). *Jurnal Unila*, 2(1), 25–30.
- Pote, L. L., Taek, M. M., Nadut, A., & Latumakulita, G. (2024). Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kadar Senyawa Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Batang Lino (*Grewia koordersiana* Burret). *Jurnal Akta Kimia Indonesia*, 9(1), 71–90. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v5i2.7962>

- Ramadhani, P. N., Rahmah, F., Salim, N. L., Rismawati, S., Mas'adah, N., Rina, R., Zalmiati, Z., & Ramadhani, P. A. (2025). Review Metode Uji Aktivitas Antioksidan dalam Riset Bahan Alam. *Journal of Literature Review*, 1(2), 501–519. <https://doi.org/10.63822/jxxz8r44>
- Satriyani, D. P. P. (2021). Review Artikel: Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *Jurnal Farmasi Malahayati*, 4(1), 31–43.
- Sembiring, D. S. P. S., & Nasution, L. (2025). *Buku Ajar Penyakit Tanaman Obat dan Rempah* (M. Arifin, Ed.). Umsu Press.
- Tangkau, M. I., Fatimawali, & Suoth, E. J. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Batang Lengkuas Putih (*Alpinia galanga*) dengan Metode ABTS. *Jurnal Pharmacon*, 12(3), 358–366.
- Wibowo, E., & Salim, T. A. (2022). Analisis Bibliometrik Penelitian Dengan Tema “DIGITAL ARCHIVE.” *Jurnal Ilmu Informasi, Perpustakaan, Dan Kearsipan*, 24(2), 93–105.
- Widyaningsih, T. D., Wijayanti, N., & Nugrahini, N. I. P. (2017). Pangan Fungsional : Aspek Kesehatan, Evaluasi, dan Regulasi. In *Universitas Brawijaya Press* (pp. 1–218). Universitas Brawijaya Press.
- Wijayanti, A. S., Rizkia, F. N., Zulvita, G. A.-Z., Rafhan, M. F., Rosdiani, N., & Cintya, R. D. (2024). Analisis bibliometrik terhadap theory of planned behavior pada bidang ilmu sosial. *Comdent: Communication Student Journal*, 2(1), 62–80. <https://doi.org/10.24198/comdent.v2i1.58278>