





Bibliometric Analysis of Publications on Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria using VOSViewer

Jihan Nuraffah Hernawan, Asep Bayu Dani Nandiyanto 

Department of Chemistry, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

 nandiyanto@upi.edu

 <https://doi.org/10.53017/ujmr.208>

Received: 15/02/2022

Revised: 25/03/2022

Accepted: 28/03/2022

Abstract

This study aims to analyze the development of the journal Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria with a bibliometric approach using computational mapping analysis using VOSviewer. This study uses data sourced from publications in journals indexed by Google Scholar and collected using the Publish or Perish reference manager application. From the data collection that has been done, it was obtained that 939 journals met the survey criteria. Research developments related to Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria increased slightly in 2013-2015, from 2016 to 2019 it also continued to increase, in 2019 compared to 2020 research publications related to Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria experienced a very large increase significantly, then in 2021 there will be the most publications with a total of 241 articles. Meanwhile, as of September 2022, there were 227 articles related to Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria, although this has decreased from the previous year, this number is still relatively high. Mapping visualizations analyzed in this study consist of Network Visualization, Density Visualization, and Overlay Visualization. The data shows that the popularity of this research tends to be stable, continues to rise and is interesting for further study. This bibliometric analysis can be a new beginning to start research on this topic.

Keywords: *Essential oil; Nanoparticles; Antibacterial*

Bibliometric Analysis of Publications on Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria Using VOSViewer

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis perkembangan jurnal Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria dengan pendekatan bibliometrik menggunakan analisis pemetaan komputasi menggunakan VOSviewer. Penelitian ini menggunakan data yang bersumber dari publikasi di jurnal yang terindeks Google Scholar dan dikumpulkan menggunakan aplikasi referensi manager Publish atau Perish. Dari pengumpulan data yang telah dilakukan, diperoleh 939 jurnal yang memenuhi kriteria survei. Perkembangan penelitian terkait Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria sedikit pertambahan jumlah di 2013-2015, pada 2016 hingga 2019 juga terus mengalami kenaikan, di tahun 2019 dibandingkan dengan tahun 2020 publikasi penelitian yang terkait dengan Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria mengalami kenaikan yang sangat signifikan, lalu di tahun 2021 publikasi paling banyak dengan total artikel sebanyak 241. Sedangkan terhitung pada September 2022, tercatat ada 227 artikel terkait Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria, meski menurun dari setahun sebelumnya, angka ini masih tergolong tinggi. Visualisasi pemetaan yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri dari tiga *Network Visualization, Density Visualization, dan Overlay Visualization*. Data menunjukkan bahwa popularitas mengenai penelitian ini cenderung stabil terus naik dari tahun ke tahun dan menarik untuk dikaji lebih lanjut. Analisis bibliometrik ini bisa menjadi awal baru untuk memulai penelitian topik ini.

Kata kunci: Minyak atsiri; Nanopartikel; Antibakteri

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan keanekaragaman hayati dan sudah terkenal selama berabad-abad lamanya, salah satu dari keanekaragaman tersebut adalah minyak atsiri. Minyak atsiri adalah cairan hidrofobik yang mengandung senyawa kimia yang bersifat mudah menguap dan memiliki aroma yang khas.

Minyak atsiri yang bisa diperoleh dari berbagai macam tumbuhan ini memiliki berbagai macam manfaat. Di bidang kesehatan, beberapa minyak atsiri bermanfaat sebagai antibakteri dan dapat dikembangkan menjadi nanopartikel yang bermuatan minyak atsiri. Penelitian ini telah dilakukan oleh beberapa peneliti.

Saporito, F., et al pada tahun 2018 melakukan penelitian mengenai nanopartikel lipid bermuatan minyak atsiri untuk penyembuhan luka. Dalam penelitian mereka, aktivitas antimikroba nanopartikel dievaluasi terhadap dua strain mikroba rujukan, salah satunya *Staphylococcus aureus*, yang lainnya *Streptococcus pyogenes*. Hasil in vivo membuktikan kemampuan pembawa lipid berstruktur nano (NLC) ini untuk meningkatkan proses penyembuhan. Minyak zaitun, yang ditandai dengan kandungan asam oleat yang tinggi, terbukti memberikan efek sinergis dengan minyak kayu putih sehubungan dengan aktivitas antimikroba dan promosi perbaikan luka [1].

Penelitian lain yang dilakukan oleh Merino, N., et al pada 2019 melaporkan tentang komposisi kimia minyak esensial *Thymbra capitata* (TCEO) dan aktivitas antimikroba ketika diterapkan dengan panas baik sebagai suspensi (s-TCEO) atau dimuat dalam nanopartikel zein rakitan sendiri (zn-TCEO). Kedua formulasi TCEO (s-TCEO dan zn-TCEO) dibandingkan dalam hal aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* O157:H7 Sakai dan *Listeria monocytogenes* EGD-e. Kombinasi TCEO dan panas (53 °C) memberikan efek mematikan sinergis yang baik, menyebabkan kematian kedua mikroorganisme [2].

Selain itu, Yousefi, M., et al pada tahun 2022 telah berhasil mengembangkan Zingiber officinale nanopartikel kitosan tripolifosfat bermuatan minyak esensial. Minyak atsiri Zingiber officinale (ZEO) dienkapsulasi dalam partikel nano kitosan pada konsentrasi berbeda menggunakan teknik gelasi emulsi-ionik dan efek antioksidan dan antibakterinya diselidiki. Hasil penelitian aktivitas antibakteri ini menunjukkan bahwa *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhimurium* adalah bakteri yang paling sensitif dan resisten terhadap ZEO [3].

Melihat potensi pentingnya penelitian ini, dilakukan analisis untuk melihat perkembangan jurnal *Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria* dengan pendekatan bibliometrik menggunakan analisis pemetaan komputasi menggunakan VOSviewer.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan data dari jurnal yang terindeks oleh Google Scholar. Jurnal terindeks Google Scholar dipilih sebagai sumber pengambilan data dalam penelitian ini karena database Google Scholar merupakan *open source* dapat diakses dengan mudah. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan menggunakan aplikasi Publish atau Perish Reference Manager.

Dilakukan beberapa tahapan dalam penelitian ini, yaitu:

- dikumpulkan data publikasi menggunakan aplikasi publish atau perish,
- diolah data bibliometrik menggunakan aplikasi Microsoft Excel,
- dilakukan pemetaan komputasional data jurnal publikasi bibliometric menggunakan aplikasi VOSviewer

d. dianalisis hasil pemetaan data komputasional

Publikasi disaring menggunakan mesin pencari Publish atau Perish dengan kata kunci ‘Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria’. Makalah yang digunakan diterbitkan pada tahun 2013 sampai 2022. Data dikumpulkan pada September 2022.

Kumpulan artikel yang sesuai dengan kriteria analisis penelitian yang akan dilakukan ini diekspor menjadi dua format file: Research Information Systems (.ris) dan format nilai yang dipisahkan koma (*.csv). VOSviewer digunakan untuk memvisualisasikan dan menilai tren menggunakan peta bibliografi metrik. Kemudian data item dari database sumber dipetakan. VOSviewer digunakan untuk membuat tiga variasi publikasi pemetaan: visualisasi jaringan, visualisasi densitas, dan visualisasi overlay berbasis jaringan antar elemen yang ada (co-citation).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pencarian Data Aplikasi

Berdasarkan pengambilan data dari database Google Scholar oleh Publish atau Perish Application Reference Manager, diperoleh 939 jurnal yang memenuhi kriteria. Data yang diperoleh berupa metadata artikel yang terdiri dari nama penulis, judul, tahun terbit, nama jurnal, penerbit, jumlah kutipan, link artikel, dan URL terkait. **Tabel 1** menunjukkan contoh data publik yang digunakan dalam analisis VOSviewer untuk penelitian ini. Sampel data yang diambil adalah 30 artikel terbaik dengan jumlah sitasi terbanyak. Semua artikel yang digunakan dalam penelitian ini memiliki 19315 kutipan, 2146,11 kutipan per tahun, 20,57 kutipan per artikel, rata-rata jumlah penulis artikel adalah 3,93, dengan artikel memiliki h-Index rata-rata adalah 66 dan indeks-g adalah 109.

Tabel 1. Data Publikasi Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria

No	Pengarang	Judul	Tahun	Sitasi
1	A El Asbahani, et al [4]	Essential oils: From extraction to encapsulation	2015	874
2	R Prasad, V Kumar, KS Prasad [5]	Nanotechnology in sustainable agriculture: present concerns and future aspects	2014	611
3	MD Nuruzzaman, et al [6]	Nanoencapsulation, nano-guard for pesticides: a new window for safe application	2016	550
4	F Donsi, G Ferrari [7]	Essential oil nanoemulsions as antimicrobial agents in food	2016	433
5	JK Patra, KH Baek [8]	Green nanobiotechnology: factors affecting synthesis and characterization techniques	2014	351
6	CJM Rivas, et al [9]	Nanoprecipitation process: From encapsulation to drug delivery	2017	337
7	F Aslani, et al [10]	Effects of engineered nanomaterials on plants growth: an overview	2014	304
8	CG Athanassiou, et al [11]	Nanoparticles for pest control: current status and future perspectives	2018	226
9	CG Otoni, et al [12]	Edible Films from Methylcellulose and Nanoemulsions of Clove Bud (<i>Syzygium aromaticum</i>) and Oregano (<i>Origanum vulgare</i>) Essential Oils as Shelf Life Extenders for Sliced Bread	2014	204
10	D Natrajan, et al [13]	Formulation of essential oil-loaded chitosan–alginate nanocapsules	2015	191
11	DR Perinelli, et al [14]	Chitosan-based nanosystems and their exploited antimicrobial activity	2018	168
12	M Rai, et al [15]	Synergistic antimicrobial potential of essential oils in combination with nanoparticles: Emerging trends and future perspectives	2017	162

No	Pengarang	Judul	Tahun	Sitasi
13	A Shetta, et al [16]	Comparative study of encapsulated peppermint and green tea essential oils in chitosan nanoparticles: Encapsulation, thermal stability, in-vitro release, antioxidant and antibacterial activities	2019	158
14	A Nouri, et al [17]	Enhanced Antibacterial effect of chitosan film using Montmorillonite/CuO nanocomposite	2018	148
15	M Hong, et al [18]	Current status of herbal medicines in chronic liver disease therapy: the biological effects, molecular targets and future prospects	2015	141
16	H Cui, M Bai, MMA Rashed, L Lin [19]	The antibacterial activity of clove oil/chitosan nanoparticles embedded gelatin nanofibers against Escherichia coli O157: H7 biofilms on cucumber	2018	139
17	ML Zambrano-Zaragoza, et al [20]	Nanosystems in edible coatings: A novel strategy for food preservation	2018	139
18	Y Shahbazi [21]	The properties of chitosan and gelatin films incorporated with ethanolic red grape seed extract and Ziziphora clinopodioides essential oil as biodegradable materials for active food packaging	2017	136
19	M Ghaderi-Ghahfarokhi, et al [22]	Chitosan-cinnamon essential oil nano-formulation: Application as a novel additive for controlled release and shelf life extension of beef patties	2017	134
20	H Yavarpour-Bali, et al [23]	Curcumin-loaded nanoparticles: A novel therapeutic strategy in treatment of central nervous system disorders	2019	128
21	SM Hosseini, et al [24]	Incorporation of essential oil in alginate microparticles by multiple emulsion/ionic gelation process	2013	126
22	ME Okur, et al [25]	Recent trends on wound management: New therapeutic choices based on polymeric carriers	2020	126
23	KS Ahmed, et al [26]	Liposome: Composition, characterisation, preparation, and recent innovation in clinical applications	2019	126
24	S Patel, A Maheshwari, A Chandra [27]	Biomarkers for wound healing and their evaluation	2016	124
25	Y Liu, S Wang, W Lan [28]	Fabrication of antibacterial chitosan-PVA blended film using electrospray technique for food packaging applications	2018	113
26	F Saporito, et al [1]	Essential oil-loaded lipid nanoparticles for wound healing	2018	108
27	H Ye, J Cheng, K Yu [29]	In situ reduction of silver nanoparticles by gelatin to obtain porous silver nanoparticle/chitosan composites with enhanced antimicrobial and wound-healing activity	2019	104
28	SM Seo, et al [30]	Larvicidal and acetylcholinesterase inhibitory activities of apiaceae plant essential oils and their constituents against aedes albopictus and formulation development	2015	104
29	A Amalraj, JT Haponiuk, S Thomas, S Gopi [31]	Preparation, characterization and antimicrobial activity of polyvinyl alcohol/gum arabic/chitosan composite films incorporated with black pepper essential oil and ginger essential oil	2020	101
30	S Ghayempour, M Montazer [32]	Micro/nanoencapsulation of essential oils and fragrances: Focus on perfumed, antimicrobial, mosquito-repellent and medical textiles	2016	100

3.2. Perkembangan Penelitian Essential Oil-loaded Nanoparticles

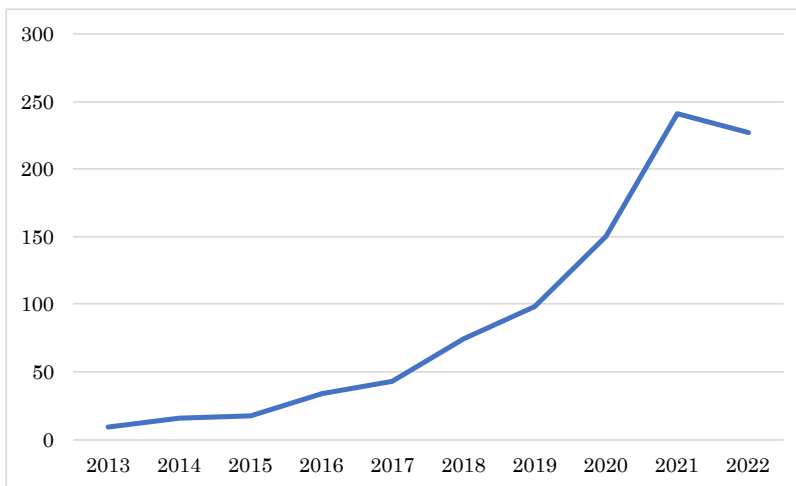
Tabel 2 menunjukkan perkembangan penelitian mengenai Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria yang ditampilkan dalam jurnal terindeks Google Scholar. Berdasarkan data yang ditunjukkan pada **Tabel 2**, terlihat bahwa jumlah penelitian terkait

kata kunci “Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria” adalah 897 dari tahun 2013-2022. Pada tahun 2013 terdapat 9 artikel. Pada tahun 2014 terdapat 16 artikel, tahun 2015 terdapat 17 artikel, tahun 2016 terdapat 34 artikel, tahun 2017 ada 43 artikel, tahun 2018 ada 74 artikel, tahun 2019 ada 98 artikel, dan tahun 2021 ada 241 artikel, dan hingga September 2022 terdapat 227 artikel. Dari jumlah publikasi tersebut terlihat bahwa penelitian mengenai Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria ini cukup populer. Perkembangannya jumlah publikasi dari tahun ke tahun juga cenderung naik dengan stabil.

Tabel 2. Perkembangan Penelitian Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria

Tahun	Jumlah Data
2013	9
2014	16
2015	17
2016	34
2017	43
2018	74
2019	98
2020	150
2021	241
2022	227

Gambar 1 menunjukkan perkembangan jumlah penelitian terkait Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria pada rentang 2013 hingga 2022. Berdasarkan **Gambar 1**, diketahui bahwa perkembangan penelitian terkait Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria sedikit mengalami sedikit penambahan jumlah di 2013-2015, pada 2016 hingga 2019 juga terus mengalami kenaikan, di tahun 2019 dibandingkan dengan tahun 2020 publikasi penelitian yang terkait dengan Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria mengalami kenaikan yang sangat signifikan dari 98 menjadi 150, lalu di tahun 2021 publikasi paling banyak dengan total artikel sebanyak 241. Sedangkan terhitung pada September 2022, tercatat ada 227 artikel terkait Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria, meski menurun dari setahun sebelumnya, angka ini masih tergolong tinggi mengingat pengumpulan data dilakukan saat belum mencapai akhir tahun 2022. Data tersebut menunjukkan bahwa popularitas penelitian ini cenderung stabil terus naik.



Gambar 1. Grafik Perkembangan Penelitian Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria

3.3. Visualisasi area topik Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria menggunakan VOSviewer

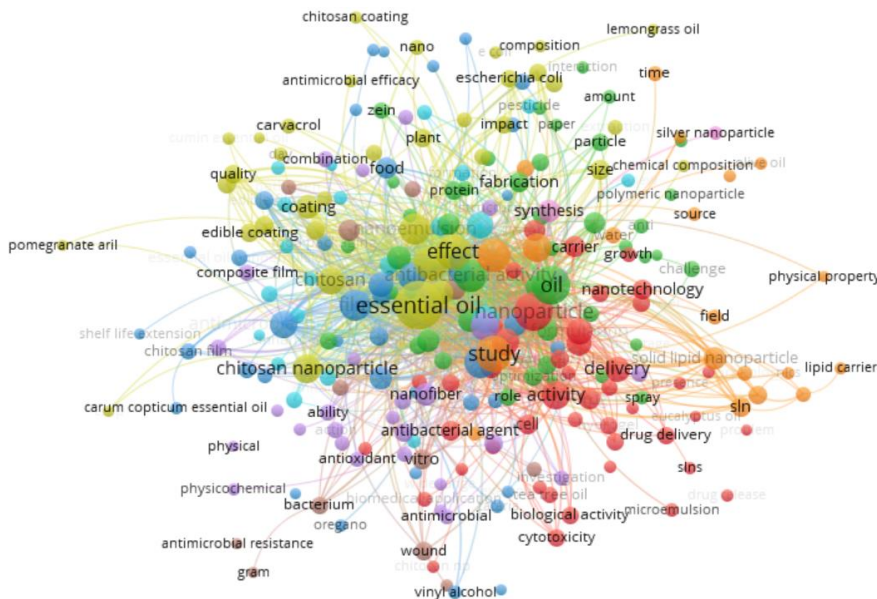
Pemetaan berbasis komputer dilakukan pada data item. VOSviewer adalah pemetaan komputasi. Hasil pemetaan dengan bantuan komputer menghasilkan artikel. Setiap item

yang ditemukan terkait dengan Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria dalam pemetaan data dibagikan dengan 9 klaster, yaitu:

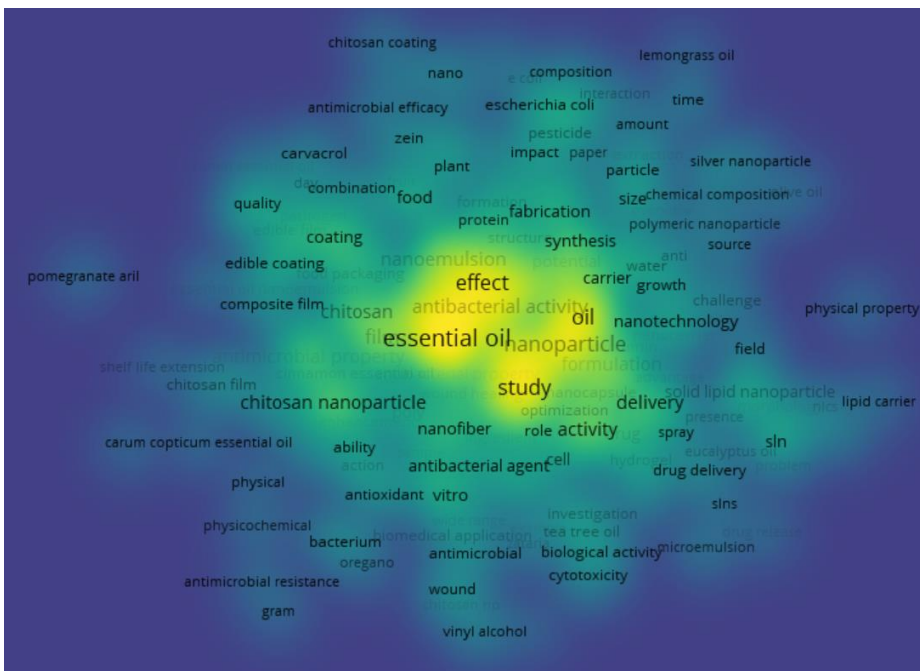
- a. Klaster 1 memiliki 45 item yang ditandai dengan warna merah, 45 item tersebut adalah activity, alternative, antibacterial agent, antimicrobial potential, bioactive compound, bioavailability, biological activity, biomedical application, cancer therapy, carrier, cell, chitosan np, cytotoxicity, delivery, drug, drug delivery, drug delivery system, drug release, eucalyptus oil, formulation, growth, hydrogel, I essential oil, microemulsion, nanocapsule, nanocarrier, nanoparticle, nanotechnology, neem oil, niosome, polymer, polysaccharide, potential, potential application, presence, problem, recent advance, release, resistance, review, sins, sodium alginate, tea tree oil, toxicity, treatment
- b. Klaster 2 memiliki 44 item yang ditandai dengan warna hijau, 44 item tersebut adalah adition, advantage, amount, anti, antibacterial activity, antibacterial property, challenge, cinnamon essential oil, cinnamon oil, clove oil, compound, curcumin, delivery system, efficacy, efficiency, emulsion, fabrication, fish oil, food industry, food packaging application, health, influence, interaction, lavender oil, microcapsule, microencapsulation, nano emulsion, oil, optimization, paper, particle, pectin, peppermint oil, performance, polymeric nanoparticle, protein, role, s aureus, silica nanoparticle, spray, starch, technique, wound healing, zein.
- c. Klaster 3 memiliki 38 item yang ditandai dengan warna biru, 38 item tersebut adalah active food packaging, agent, antimicrobial agent, antimicrobial compoun, antimicrobial property, application, barrier, caprolactone, capsule, carum copticum essential cellulose nanocrystal characterisation, chitosan film, development edible film essential oil nanoemulsion, example, extract, film, food, food packaging, foodborne pathogen, incorporation, ingredient, lactic acid, mechanical property, mesoporous silica, nanopar natural antimicrobial agen, oreganooregano essential oil physicochemical property plant essential oil poly, production, shelf life extension, type, use, vinyl alcohol, work, zataria, zataria multiflora essential
- d. Klaster 4 memiliki 37 item yang ditandai dengan warna kuning, 37 item tersebut adalah antimicrobial activity, antimicrobial efficacy, antioxidant activity, carvacrol, chemical composition, chitosan, chitosan coating, chitosan nanoparticle, clove essential oil, coating, composition, csnp, cumin essential oil, day, e coli, edible coating, effect, effectiveness, escherichia coli, essential oil, eugenol, extraction, fruit, impact, lemongrass oil, liposome, nano, nanoemulsion, nanoliposome, plant, pomegranate aril, quality, shelf life, size, stability, storage, utilization
- e. Klaster 5 memiliki 28 item yang ditandai dengan warna ungu, 28 item tersebut adalah ability, action, anti inflammatory, anticancer, antimicrobial, antioxidant, bioactivity, chemical, combination, composite film, controlled release, functionality, gelatin, investigation, lipid nanoparticle nanofiber, novel, physical, physicochemical product, property, sample, self, solubility, structure, thymol, wide range, zein nanoparticle
- f. Klaster 6 memiliki 22 item yang ditandai dengan warna ungu, 22 item tersebut adalah antioxidant agent, antioxidant property, cinnamaldehyde comparison, concentration, cyclodextrin, encapsulation, evaluation, fiber, food preservation, formation, microparticle, nanoencapsulation, nanogel, natural product, overview, pesticide, physicochemical character, research, rosemary, rosemary essential oil vitro evaluation
- g. Klaster 7 memiliki 20 item yang ditandai dengan warna biru langit, 20 item tersebut adalah ceo, characterization, encapsulation efficiency, field, lipid carrier, morphology, nanostructured lipid carrie, nic, nics, olive oil, physical property, preparation, present study, sin, solid lipid nanoparticle, source, study, thyme oil, time, water

- h. Klaster 8 memiliki 12 item yang ditandai dengan warna biru langit, 12 item tersebut adalah antibacterial effect, antifungal activity, antimicrobial effect, antimicrobial resistance, bacterium, enhancement, gram, pathogen, staphylococcus aureus, teo, vitro, wound
- i. Klaster 9 memiliki 2 item yang ditandai dengan warna biru langit, 2 item tersebut adalah silver nanoparticle, synthesis

Hubungan antara satu term dengan term lainnya ditunjukkan pada setiap cluster yang ada. Label diberikan untuk setiap istilah dengan lingkaran berwarna. Besar kecilnya lingkaran untuk setiap suku berbeda-beda tergantung dari frekuensi kemunculan suku tersebut [33]. Ukuran lingkaran label menunjukkan korelasi positif dengan kemunculan istilah dalam judul dan abstrak [34]. Semakin sering istilah tersebut ditemukan, semakin besar ukuran labelnya [35]. Visualisasi pemetaan yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri dari tiga bagian: Network Visualization (lihat Gambar 2), Density Visualization (lihat Gambar 3), dan Overlay Visualization (lihat Gambar 4) [33], [36].



Gambar 2. Network Visualization pada kata kunci Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria



Gambar 3. Density Visualization pada kata kunci Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria

Gambar 5 menunjukkan visualisasi jaringan istilah essential oil yang terhubung dengan istilah lain, yaitu nanoparticle, effect, oil, study, chitosan, activity, delivery, hydrogel, biological activity, vitro, antimicrobial, wound, bacterium, product, cytotoxicity, solid lipid nanoparticle, concentration, bacterium, protein, fabrication, food, plant, coating, quality, combination, zein, escherichia coli, particle, size, amount, source, physical property, nano, antimicrobial efficacy

Gambar 6 menunjukkan visualisasi jaringan istilah nanoparticle yang terhubung dengan istilah lain, yaitu essential oil, study, chitosan nanoparticle, nanofiber, antibacterial agent, role, activity, drug delivery, investigation, antimicrobial, bacterium, physicochemical, ability, nanofiber, fabrication, protein, food, coating, effect, size, fish oil, nanotechnology, field, sin.

Gambar 7 menunjukkan visualisasi jaringan istilah antibacterial activity yang terhubung dengan istilah lain, yaitu essential oil, anti bacterial activity, study, solid lipid nanoparticle, nanofiber, antibacterial agent, coating, staphylococcus aureus, hydrogel, activity, nanoparticle, effect, nanoemulsion.

Dari data tersebut terlihat bahwa *Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria* belum banyak dikaitkan dengan istilah lain. Dapat disimpulkan bahwa topik ini masih sangat mungkin untuk diteliti dan dikaitkan dengan istilah lain, hal ini akan berdampak lebih tinggi terhadap kebaruan penelitian. Kebanyakan studi hanya menggunakan istilah terkait Essential oil, nanoparticle, dan antibacterial secara terpisah. Dari hasil penelitian ini, kita dapat mencari penelitian tentang *Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria* yang lebih mutakhir dan *up to date*.

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan jurnal Essential Oil-loaded Nanoparticles as Antibacteria dengan pendekatan bibliometrik menggunakan analisis pemetaan komputasi menggunakan VOSviewer. Dari pengumpulan data yang telah dilakukan, diperoleh 939 jurnal yang memenuhi kriteria survei. Visualisasi pemetaan yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri dari tiga *Network Visualization, Density Visualization, dan Overlay Visualization*. Data menunjukkan bahwa popularitas mengenai penelitian ini cenderung stabil terus naik dari tahun ke tahun dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

Referensi

- [1] F. Saporito *et al.*, "Essential oil-loaded lipid nanoparticles for wound healing," *International journal of nanomedicine*, vol. 13, p. 175, 2018.
- [2] N. Merino *et al.*, "Antimicrobial efficacy of Thymbra capitata (L.) Cav. essential oil loaded in self-assembled zein nanoparticles in combination with heat," *Industrial Crops and Products*, vol. 133, pp. 98–104, 2019.
- [3] M. Yousefi, V. G. Mohammadi, M. Shadnough, N. Khorshidian, and A. M. Mortazavian, "Zingiber officinale essential oil-loaded chitosan-tripolyphosphate nanoparticles: Fabrication, characterization and in-vitro antioxidant and antibacterial activities," *Food Science and Technology International*, vol. 28, no. 7, pp. 592–602, 2022.
- [4] A. El Asbahani *et al.*, "Essential oils: From extraction to encapsulation," *International journal of pharmaceutics*, vol. 483, no. 1–2, pp. 220–243, 2015.
- [5] R. Prasad, V. Kumar, and K. S. Prasad, "Nanotechnology in sustainable agriculture: present concerns and future aspects," *African journal of Biotechnology*, vol. 13, no. 6, pp. 705–713, 2014.
- [6] M. D. Nuruzzaman, M. M. Rahman, Y. Liu, and R. Naidu, "Nanoencapsulation, nano-guard for pesticides: a new window for safe application," *Journal of agricultural and*

- food chemistry*, vol. 64, no. 7, pp. 1447–1483, 2016.
- [7] F. Donsi and G. Ferrari, “Essential oil nanoemulsions as antimicrobial agents in food,” *Journal of biotechnology*, vol. 233, pp. 106–120, 2016.
- [8] J. K. Patra and K.-H. Baek, “Green nanobiotechnology: factors affecting synthesis and characterization techniques,” *Journal of Nanomaterials*, vol. 2014, 2014.
- [9] C. J. M. Rivas *et al.*, “Nanoprecipitation process: From encapsulation to drug delivery,” *International journal of pharmaceuticals*, vol. 532, no. 1, pp. 66–81, 2017.
- [10] F. Aslani, S. Bagheri, N. Muhd Julkapli, A. S. Juraimi, F. S. G. Hashemi, and A. Baghdadi, “Effects of engineered nanomaterials on plants growth: an overview,” *The Scientific World Journal*, vol. 2014, 2014.
- [11] C. G. Athanassiou, N. G. Kavallieratos, G. Benelli, D. Losic, P. Usha Rani, and N. Desneux, “Nanoparticles for pest control: current status and future perspectives,” *Journal of Pest Science*, vol. 91, no. 1, pp. 1–15, 2018.
- [12] C. G. Otoni, S. F. O. Pontes, E. A. A. Medeiros, and N. de F. F. Soares, “Edible films from methylcellulose and nanoemulsions of clove bud (*Syzygium aromaticum*) and oregano (*Origanum vulgare*) essential oils as shelf life extenders for sliced bread,” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 62, no. 22, pp. 5214–5219, 2014.
- [13] D. Natrajan, S. Srinivasan, K. Sundar, and A. Ravindran, “Formulation of essential oil-loaded chitosan–alginate nanocapsules,” *Journal of food and drug analysis*, vol. 23, no. 3, pp. 560–568, 2015.
- [14] D. R. Perinelli *et al.*, “Chitosan-based nanosystems and their exploited antimicrobial activity,” *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 117, pp. 8–20, 2018.
- [15] M. Rai *et al.*, “Synergistic antimicrobial potential of essential oils in combination with nanoparticles: Emerging trends and future perspectives,” *International Journal of Pharmaceutics*, vol. 519, no. 1–2, pp. 67–78, 2017.
- [16] A. Shetta, J. Kegere, and W. Mamdouh, “Comparative study of encapsulated peppermint and green tea essential oils in chitosan nanoparticles: Encapsulation, thermal stability, in-vitro release, antioxidant and antibacterial activities,” *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 126, pp. 731–742, 2019.
- [17] A. Nouri, M. T. Yarak, M. Ghorbanpour, S. Agarwal, and V. K. Gupta, “Enhanced Antibacterial effect of chitosan film using Montmorillonite/CuO nanocomposite,” *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 109, pp. 1219–1231, 2018.
- [18] M. Hong, S. Li, H. Y. Tan, N. Wang, S.-W. Tsao, and Y. Feng, “Current status of herbal medicines in chronic liver disease therapy: the biological effects, molecular targets and future prospects,” *International journal of molecular sciences*, vol. 16, no. 12, pp. 28705–28745, 2015.
- [19] H. Cui, M. Bai, M. M. A. Rashed, and L. Lin, “The antibacterial activity of clove oil/chitosan nanoparticles embedded gelatin nanofibers against *Escherichia coli* O157: H7 biofilms on cucumber,” *International journal of food microbiology*, vol. 266, pp. 69–78, 2018.
- [20] M. L. Zambrano-Zaragoza *et al.*, “Nanosystems in edible coatings: A novel strategy for food preservation,” *International journal of molecular sciences*, vol. 19, no. 3, p. 705, 2018.
- [21] Y. Shahbazi, “The properties of chitosan and gelatin films incorporated with ethanolic red grape seed extract and *Ziziphora clinopodioides* essential oil as biodegradable materials for active food packaging,” *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 99, pp. 746–753, 2017.
- [22] M. Ghaderi-Ghahfarokhi, M. Barzegar, M. A. Sahari, H. A. Gavlighi, and F. Gardini, “Chitosan-cinnamon essential oil nano-formulation: Application as a novel additive for controlled release and shelf life extension of beef patties,” *International journal of biological macromolecules*, vol. 102, pp. 19–28, 2017.
- [23] H. Yavarpour-Bali, M. Ghasemi-Kasman, and M. Pirzadeh, “Curcumin-loaded nanoparticles: A novel therapeutic strategy in treatment of central nervous system disorders,” *International journal of nanomedicine*, vol. 14, p. 4449, 2019.
- [24] S. M. Hosseini *et al.*, “Incorporation of essential oil in alginate microparticles by multiple emulsion/ionic gelation process,” *International journal of biological macromolecules*, vol. 62, pp. 582–588, 2013.
- [25] M. E. Okur, I. D. Karantas, Z. Şenyiğit, N. Ü. Okur, and P. I. Sifaka, “Recent trends on wound management: New therapeutic choices based on polymeric carriers,” *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 15, no. 6, pp. 661–684, 2020.

- [26] K. S. Ahmed, S. A. Hussein, A. H. Ali, S. A. Korma, Q. Lipeng, and C. Jinghua, "Liposome: Composition, characterisation, preparation, and recent innovation in clinical applications," *Journal of drug targeting*, vol. 27, no. 7, pp. 742–761, 2019.
- [27] S. Patel, A. Maheshwari, and A. Chandra, "Biomarkers for wound healing and their evaluation," *Journal of wound care*, vol. 25, no. 1, pp. 46–55, 2016.
- [28] Y. Liu, S. Wang, and W. Lan, "Fabrication of antibacterial chitosan-PVA blended film using electrospray technique for food packaging applications," *International journal of biological macromolecules*, vol. 107, pp. 848–854, 2018.
- [29] H. Ye, J. Cheng, and K. Yu, "In situ reduction of silver nanoparticles by gelatin to obtain porous silver nanoparticle/chitosan composites with enhanced antimicrobial and wound-healing activity," *International journal of biological macromolecules*, vol. 121, pp. 633–642, 2019.
- [30] S.-M. Seo *et al.*, "Larvicidal and acetylcholinesterase inhibitory activities of Apiaceae plant essential oils and their constituents against *Aedes albopictus* and formulation development," *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 63, no. 45, pp. 9977–9986, 2015.
- [31] A. Amalraj, J. T. Haponiuk, S. Thomas, and S. Gopi, "Preparation, characterization and antimicrobial activity of polyvinyl alcohol/gum arabic/chitosan composite films incorporated with black pepper essential oil and ginger essential oil," *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 151, pp. 366–375, 2020.
- [32] S. Ghayempour and M. Montazer, "Micro/nanoencapsulation of essential oils and fragrances: Focus on perfumed, antimicrobial, mosquito-repellent and medical textiles," *Journal of microencapsulation*, vol. 33, no. 6, pp. 497–510, 2016.
- [33] A. B. D. Nandiyanto, D. N. Al Husaeni, and D. F. Al Husaeni, "A bibliometric analysis of chemical engineering research using vosviewer and its correlation with covid-19 pandemic condition," *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 16, no. 6, pp. 4414–4422, 2021.
- [34] A. B. D. Nandiyanto and D. F. Al Husaeni, "A bibliometric analysis of materials research in Indonesian journal using VOSviewer," *Journal of Engineering Research*, vol. ASSEEE, no. Special Issue, pp. 1–16, 2021.
- [35] D. F. Al Husaeni and A. B. D. Nandiyanto, "Bibliometric using Vosviewer with Publish or Perish (using google scholar data): From step-by-step processing for users to the practical examples in the analysis of digital learning articles in pre and post Covid-19 pandemic," *ASEAN Journal of Science and Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 19–46, 2022.
- [36] I. Hamidah, S. Sriyono, and M. N. Hudha, "A Bibliometric analysis of Covid-19 research using VOSviewer," *Indonesian Journal of Science and Technology*, pp. 34–41, 2020.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
