

Analisis Bibliometrik: Penggunaan Aplikasi VOSViewer Terhadap Perkembangan Publikasi Riset Nanopartikel Nikel Ferit (NiFe_2O_4)

Sifa Aulia Rahma^{1*}, Asep Bayu Dani Nandiyanto²

^{1,2}Departemen Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

*Email auliarahmanurfal@upi.edu

Abstract

Nickel ferrite (NiFe_2O_4) nanoparticles are soft ferrite materials. The development of publications on this research can be identified through bibliometric studies using the VOSviewer application and metadata from Google Scholar obtained using the Publish or Perish software. Keyword searches for “nickel ferrite”, “synthesis”, “nanoparticle” and “nickel ferrite nanoparticle” yielded 126, 125, 117, and 108 links, respectively. Research grew rapidly from 2012 to 2021, peaking in 2021 with 168 articles but declining in 2022. The results of this bibliometric mapping are expected to serve as a reference for researchers in developing more up-to-date research topics, especially on nickel ferrite nanoparticles.

Keywords : nickel ferrite (NiFe_2O_4) nanoparticles; bibliometric analysis; vosviewer application.

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, kebaruan penelitian menjadi salah satu faktor untuk meningkatkan dan mempertahankan eksistensi penelitian, bahkan dengan perubahan terkecil sekalipun. Tidak hanya kebaruan penelitian, di bidang rekayasa teknik, material juga dapat dirancang sesuai keinginan dan kebutuhan (Lund, 2009), salah satunya adalah nanopartikel. Nanopartikel adalah bahan padat dengan ukuran kurang dari 100 nm dan diameter kurang dari 1000 nm (Tiyaboonchai, 2013) yang dibuat menggunakan metode bottom-up dan bottom-down. Material berukuran dan berstruktur nano memiliki densitas magnetik yang tinggi (Ozaki, 1989). Maka dari itu, produk rekayasa ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan mengoptimalkan kinerja material (Amendola et al., 2009) karena perubahan sifat atau fungsi material yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi produksi (Ozaki, 1989), contohnya produk sintesis nanopartikel nikel ferit (NiFe_2O_4).

Nanopartikel nikel ferit (NiFe_2O_4) adalah bahan ferit lunak yang memiliki karakteristik feromagnetik khas (Balakrishnan & Veluchamy, 2015) dengan sifat superparamagnetik pada suhu ruang (Yelenich

et al., 2013) yang dapat memberikan keuntungan dalam aplikasi bioteknik dan fisiologis. Sintesis nanopartikel NiFe_2O_4 dilakukan melalui beberapa metode, seperti metode sol-gel automatic combustion (Srivastava et al., 2009), metode kopresipitasi (Maaz et al., 2009), metode hidrotermal (Huo & Wei, 2009), dan metode pembakaran (Kooti & Sedeh, 2013). Analisis kualitatif nanopartikel dilakukan menggunakan difraksi sinar-X dan SAED (Pillai & Shah, 1996), sedangkan analisis kuantitatif nanopartikel NiFe_2O_4 dapat dilakukan menggunakan teknik studi bibliometrik.

Kajian bibliometrik adalah ilmu yang menerapkan metode statistik untuk mengukur perubahan secara kuantitatif atau kualitatif (Sopari & Christiani, 2016). Tujuan dari analisis bibliometrik adalah untuk menafsirkan perkembangan suatu ilmu (Winarko & Sormin, 2010) dan mengevaluasi tren penelitian selama periode waktu yang tidak terbatas (Al Husaeni & Nandiyanto, 2022). Analisis bibliometrik adalah pemetaan komputasional yang berguna untuk mempelajari tingkat perkembangan penelitian yang diterapkan secara visual menggunakan aplikasi VOSviewer (Orduña-Malea & Costas, 2021). Beberapa data penelitian dari berbagai bidang mengenai analisis bibliometrik adalah sebagai berikut: A

Bibliometric Analysis of Nanocrystalline Cellulose Production Research as Drug Delivery System Using VOSviewer (Fauziah, 2022); Bibliometric Analysis of Magnetite Nanoparticle Production Research During 2017-2021 Using Vosviewer (Nugraha, 2022); Research Trend of Nanoscience and Nanotechnology – A Bibliometric Analysis of *Nano Today* (Zhu et al., 2021).

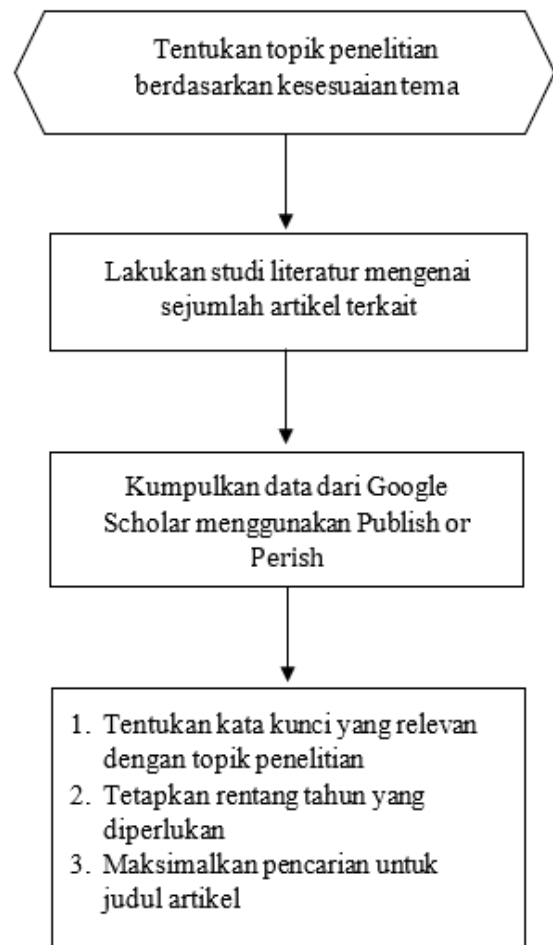
Penggunaan VOSviewer pada topik penelitian nanopartikel NiFe_2O_4 belum dilakukan hingga sekarang, terutama untuk periode 2012-2022. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan penelitian nanopartikel NiFe_2O_4 yang diindeks oleh Google Scholar dan memetakan distribusi kata kunci melalui studi bibliometrik. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi sumber referensi dalam program keberlanjutan pengembangan penelitian dan membantu peneliti dalam menentukan tema, serta mengemas penelitian sebelumnya menjadi penelitian terkini, terutama mengenai nanopartikel NiFe_2O_4 .

2. METODE PENELITIAN

Analisis data penelitian di bidang sains merupakan suatu kajian bibliometrik yang bertujuan untuk mendeskripsikan informasi distribusi metadata yang berfokus pada metode penelitian kuantitatif berdasarkan pencarian artikel jurnal yang terindeks dan relevan melalui Google Scholar, akses gratis tanpa batas. Selain itu, menggunakan Scopus untuk mencari bahan referensi adalah pilihan terbaik untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Publish or Perish adalah aplikasi referensi manajer yang efektif dalam mencari dan memperoleh data penelitian karena terhubung dengan tinjauan literatur berdasarkan topik yang dibutuhkan. Data penelitian yang ditelusuri melalui Publish or Perish berguna dalam menyaring informasi publikasi dengan menggunakan kata kunci “nickel ferrite”, “synthesis”, “nanoparticle” dan “nickel ferrite nanoparticle” yang tentunya merujuk pada objek penelitian. Data yang diperoleh kemudian diproses menggunakan Microsoft Excel dan kemudian dicadangkan ke dalam file dengan format berbeda untuk analisis menggunakan

Program VOSviewer Visualizing Scientific Landscape 1.6.1.6.

Penelitian operasional dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu data ditentukan dan dikumpulkan menggunakan aplikasi Publish or Perish dengan pencarian maksimal 1000 judul. Penelitian hanya memfokuskan pada artikel jurnal yang diterbitkan dalam periode sebelas tahun, dari 2012 hingga 2022, dengan total 988 judul artikel. Data artikel disimpan dalam dua jenis file berbeda, yaitu (.ris) dan (*.csv), yang kemudian dikonversi menjadi file excel (worksheet) untuk diproses menggunakan Microsoft Excel. Analisis dilakukan menggunakan program VOSviewer dengan tiga jenis visualisasi: visualisasi jaringan (*network visualization*), visualisasi overlay (*network visualization*) dan visualisasi kepadatan (*density visualization*) untuk mengevaluasi tren distribusi menggunakan peta bibliometrik. Tahapan penelitian diilustrasikan dalam **Figure 1**.



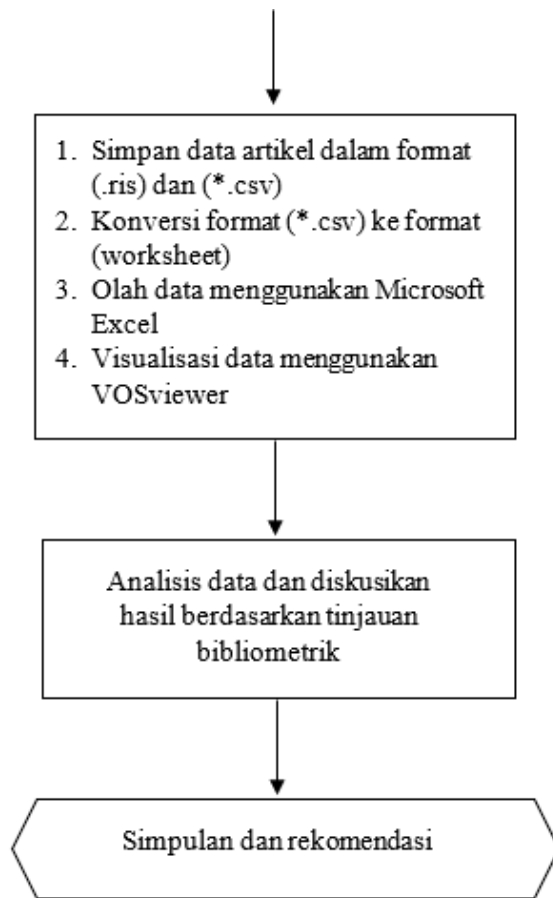


Figure 1 Bagan alir mengenai tahap penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Publikasi Hasil Penelitian Nanopartikel Nikel Ferit (NiFe₂O₄)

Berdasarkan pencarian data yang bersumber dari Google Scholar melalui aplikasi Publish or Perish, diperoleh 988 artikel yang memenuhi kriteria penelitian standar. Database yang diperoleh berupa metadata artikel yang terdiri dari nama penulis, judul jurnal, tahun publikasi, nama jurnal, nama penerbit, jumlah sitasi, artikel, URL, dan tautan terkait.

Table 1. menunjukkan data hasil publikasi yang digunakan dalam analisis VOSviewer mengenai penelitian nanopartikel nikel ferit (NiFe₂O₄). Pengambilan sampel data dilakukan pada 10 artikel terbaik dari 988 artikel yang berkorelasi dengan penelitian nanopartikel NiFe₂O₄ berdasarkan jumlah sitasi tertinggi. Jumlah keseluruhan sitasi artikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 25.517,

jumlah sitasi per tahun adalah 2.551,70, jumlah sitasi per artikel adalah 25,62, dan rata-rata penulis yang digunakan dalam artikel adalah 3,91 yang mencakup semua artikel dengan rata-rata h-index sebesar 70 dan g-index sebesar 108.

Table 1. Data artikel berdasarkan jumlah sitasi tertinggi

No	Judul	Penulis	Jumlah sitasi
1	Ferrite-based magnetic nanofluids used in hyperthermia applications	Sharifi, I., Shokrollahi, H., & Amiri, S. (2012)	763
2	Preparation and magnetic properties of nano size nickel ferrite particles using hydrothermal method	Nejati, K., & Zabihi, R. (2012)	302
3	Synthesis and characterization of NiFe ₂ O ₄ nanoparticles and nanorods	Sivakumar, P., Ramesh, R., Ramanand, A., Ponnusamy, S., & Muthamizhchelvan, C. (2013)	180
4	Nanodimensional spinel NiFe ₂ O ₄ and ZnFe ₂ O ₄ ferrites prepared by soft mechanochemical method	Ž. Lazarević, Z., Jovalekić, Č., Milutinović, A.,	140

	al synthesis	Sekulić, D., Ivanovski, V. N., Rečnik, A., ... & Ž. Romčević, N. (2013)		prepared by honey-mediated sol-gel combustion	Masilko, J., Kalina, L., ... & Hajdúchová, M., (2017)		
5	Sonication method synergism with rare earth based nanocatalyst: preparation of $\text{NiFe}_{2-x}\text{Eu}_x\text{O}_4$ nanostructures and its catalytic applications for the synthesis of benzimidazoles, benzoxazoles, and benzothiazoles under ultrasonic irradiation	Ziarati, A., Sobhani-Nasab, A., Rahimi-Nasrabadi, M., Ganjali, M. R., & Badiei, A. (2017)	127	8	Binary nickel ferrite oxide (NiFe_2O_4) nanoparticles coated on reduced graphene oxide as stable and high-performance asymmetric supercapacitor electrode material	Askari, M. B., & Salarizadeh, P. (2020)	89
6	Synthesis and characterization of NiFe_2O_4 magnetic nanoparticles by combustion method	Kooti, M., & Sedeh, A. N. (2013)	115	9	The temperature effect on magnetic properties of NiFe_2O_4 nanoparticles	Asiri, S., Sertkol, M., Güngüneş, H., Amir, M., Manikandan, A., Ercan, İ., & Baykal, A. (2018)	81
7	Structural, magnetic, dielectric, and electrical properties of NiFe_2O_4 spinel ferrite nanoparticles	Yadav, R. S., Kuřitka, I., Vilcakova, J., Havlica, J.,	112	10	Superparamagnetic Behavior of MFe_2O_4 Nanoparticles and $\text{MFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2$ Composites (M: Co, Ni)	Blanco-Gutierrez, V., Virumbral es, M., Saez-Puche, R (2013)	45

Perkembangan Penelitian Nanopartikel Nikel Ferit (NiFe₂O₄)

Penelitian ini bertujuan menganalisis perkembangan material nanopartikel NiFe₂O₄ yang diterbitkan dalam jurnal terindeks Google Scholar. Berdasarkan metadata, **Table 2.** menunjukkan jumlah penelitian tentang nanopartikel NiFe₂O₄ yang diterbitkan dari tahun 2012-2022, dengan total 988 artikel dan rata-rata 89,81 artikel per tahun sebagai ukuran tendensi sentral dari sekelompok angka dalam distribusi statistik.

Table 2. Data perkembangan penelitian nanopartikel NiFe₂O₄ selama 11 tahun

No	Tahun publikasi	Jumlah publikasi
1	2012	38
2	2013	45
3	2014	47
4	2015	57
5	2016	69
6	2017	87
7	2018	95
8	2019	106
9	2020	131
10	2021	168
11	2022	145
Total publikasi		988
Rerata publikasi		89,81

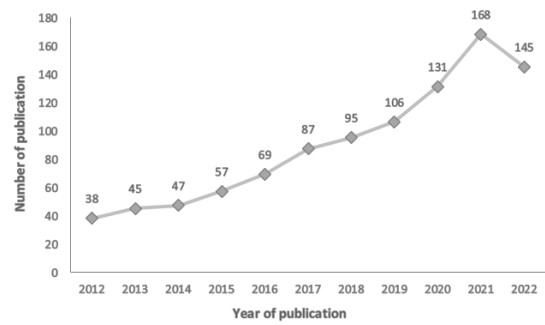


Figure 2 Tingkat perkembangan penelitian nanopartikel nikel ferit (NiFe₂O₄)

Hasil database dalam 11 tahun terakhir menunjukkan bahwa penelitian nanopartikel NiFe₂O₄ sudah dimulai pada tahun 2012 hingga saat ini. Secara umum, jumlah publikasi dari tahun 2012-2022 stabil meningkat, dengan puncak popularitas tertinggi pada tahun 2021. Hal ini membuktikan bahwa penelitian mengenai nanopartikel NiFe₂O₄ menjadi area riset yang semakin menarik seiring perkembangan zaman. Penelitian ini mampu mempertahankan eksistensinya dengan terus memperbaiki dan memperbarui penelitian sebelumnya. Namun, tidak bisa dipungkiri bahwa topik peminatan penelitian nanopartikel NiFe₂O₄ mengalami penurunan pada tahun 2022 bisa jadi disebabkan oleh beberapa faktor seperti, penelitian telah mencapai sebagian besar tujuan utamanya, keterbatasan dana atau sumber daya untuk penelitian dan perubahan dalam tren penelitian global atau pergeseran fokus ilmiah.

Visualisasi Area Penelitian Nanopartikel Nikel Ferit (NiFe₂O₄) Menggunakan VOSViewer

VOSviewer digunakan dalam pemetaan komputasi untuk memudahkan penemuan hubungan antara satu istilah dan istilah lain dalam data artikel, yang ditunjukkan oleh kelompok lingkaran berwarna pada setiap istilah. Program VOSviewer versi 1.6.1.6 saat dioperasikan untuk membuat pemetaan (*creat map*) pada penelitian ini memilih jenis data teks (*text data co-occurrence*) dan memilih sumber data (*choose data source*) yang membaca data dari file pengelola referensi (*read data from reference manager files*) serta mendukung file jenis RIS, serta memilih metode penghitungan

biner (*binary counting methode*) dan menetapkan ambang batas (*choose threshold*) dengan jumlah minimal kemunculan kata sebanyak 5 kali dari total 4758 item kata kunci, serta terdapat 269 butir yang di antaranya memenuhi ambang batas (*meet the threshold*). Selanjutnya, verifikasi kata kunci terpilih (*verify selected keywords*) dilakukan, sehingga saat algoritma tata letak dijalankan, program VOSviewer versi 1.6.1.6 menampilkan hasil dari 130 kata kunci tersebar dalam 8 klaster, termasuk:

- (i) Klaster 1 ditandai dengan warna merah dan terdapat 22 istilah kata, yaitu: *auto combustion method, calcination, calcination temperature, co substitution, crystal structure, effect, electrical property, ferrite powder, influence, magnetic property, nanocrystalline, nickel ferrite, nickel ferrite nanoparticle, optical property, solgel auto, sol gel combustion method, sol gel autocombustion, spinel ferrite nanoparticle, spinel structure, structural, structural property.*
- (ii) Klaster 2 ditandai dengan warna hijau dan terdapat 20 istilah kata, yaitu: *auto combustion, chemical method, combustion, combustion synthesis, doped nickel ferrite, ferrite nanoparticle, gel method, impact, magnetic characterization, magnetic properties, magnetization, nano ferrite, nanoferrite, optical, particle, particle size, procedure, solgel auto combustion, solgel method, structure.*
- (iii) Klaster 3 ditandai dengan warna biru tua dan terdapat 20 istilah kata, yaitu: *application, aqueous solution, co presipitation, degradation, efficiency, magnetic material, magnetic nanoparticle, nanocomposite, nanocrystalline nickel ferrite, nanoparticle, nanostructure, performance, photocatalytic activity, solgel, solgel process, solgel synthesis, solgel technique, solid state, visible light, water.*
- (iv) Klaster 4 ditandai dengan warna kuning dan terdapat 17 istilah kata, yaitu: *chemical co presipitation, coercivity, combination, combustion method, copresipitation, dielectric properties, dielectric property, ferrite, hydrothermal synthesis, magnetic, microwave, ni ferrite, precipitation, reaction, saturation magnetization, soft magnetic material, sol gel technique.*
- (v) Klaster 5 ditandai dengan warna ungu dan terdapat 16 istilah kata, yaitu: *analysis, characterization technique, co presipitation method, cubic spinel structure, dielectric, fabrication, high saturation magnetization, microstructure, nano particle, powder, solgel auto combustion, solgel auto combustion method, solgel auto combustion technique, x ray, x ray diffraction.*
- (vi) Klaster 6 ditandai dengan warna biru muda dan terdapat 14 istilah kata, yaitu: *addition, biomedical application, characterization, copresipitation method, hydrothermal method, microwave absorption property, nanopowder, nickle ferrites nanoparticle, nife₂O₄, nanoparticle, preparation, solgel auto combustion, solgel auto combustion method, surfactant, synthesis.*
- (vii) Klaster 7 ditandai dengan warna jingga dan terdapat 13 istilah kata, yaitu: *composite, electrical, formation, magnetoelectric property, phase, precursor, process, size, solgel autocombustion, solgel method, spinel ferrite, synthesis method, temperature.*
- (viii) Klaster 8 ditandai dengan warna coklat dan terdapat 8 istilah kata, yaitu: *activity, inverse spinel structure, nickle, nife₂O₄, octahedral site, property, spinel, tetrahedral site.*

Perbedaan warna yang dihasilkan pada tiap klaster menunjukkan kata kunci yang ditelusuri sebelumnya, sementara besar kecilnya diameter lingkaran untuk setiap suku kata yang berbeda

ditentukan dari frekuensi kemunculan suku atau istilah kata tersebut (Nandiyanto et al., 2021) dalam judul dan abstrak (Nandiyanto et al., 2021). Semakin sering istilah tersebut ditemukan, maka semakin besar pula ukuran labelnya (Al Husaeni & Nandiyanto, 2022). Analisis visualisasi data pada penelitian meliputi, network visualization (**Figure 3**), overlay visualization (**Figure 4**) dan density visualization (**Figure 5**) terhadap kata kunci yang telah ditentukan dalam format RIS file.

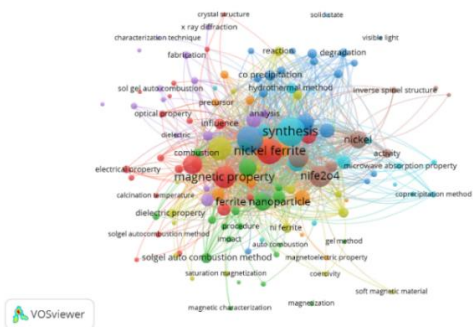


Figure 3 Network visualization penelitian nanopartikel nikel ferit (NiFe_2O_4) berdasarkan penelusuran kata kunci

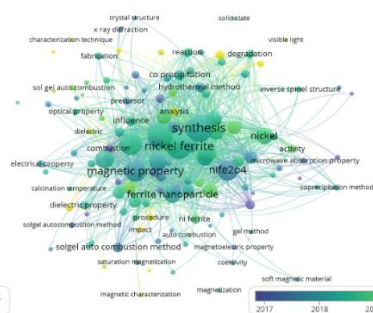


Figure 4 Overlay visualization penelitian nanopartikel nikel ferit (NiFe_2O_4) berdasarkan penelusuran kata kunci

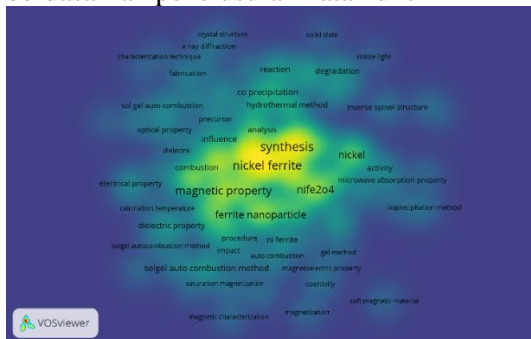


Figure 5 Density visualization penelitian nanopartikel nikel ferit (NiFe_2O_4) berdasarkan penelusuran kata kunci

Figure 3 menunjukkan adanya hubungan keterkaitan antar istilah kata yang sering diteliti dalam kluster dengan topik penelitian nanopartikel NiFe_2O_4 . Berdasarkan beberapa kluster pada network visualization terdapat 4 istilah yang sering ditemukan yaitu istilah “synthesis” yang tergabung dalam kluster 6 dengan 125 tautan, 1668 kekuatan total dan 334 occurrences (lihat **Figure 6**). Istilah “nanoparticle” yang tergabung dalam kluster 3 dengan 117 tautan, 1413 kekuatan total dan 288 occurrences (lihat **Figure 7**). Istilah “nickel ferrite” yang tergabung dalam kluster 1 dengan 126 tautan, 1341 kekuatan total dan 272 occurrences (lihat **Figure 8**). Istilah “nickel ferrite nanoparticle” yang tergabung dalam kluster 1 dengan 108 tautan, 672 kekuatan total dan 131 occurrences (lihat **Figure 9**).

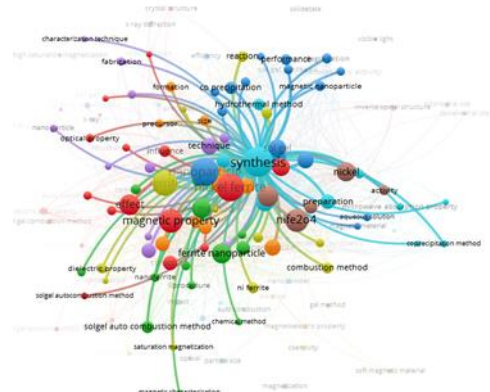


Figure 6 Visualisasi jaringan pada kata kunci “synthesis”

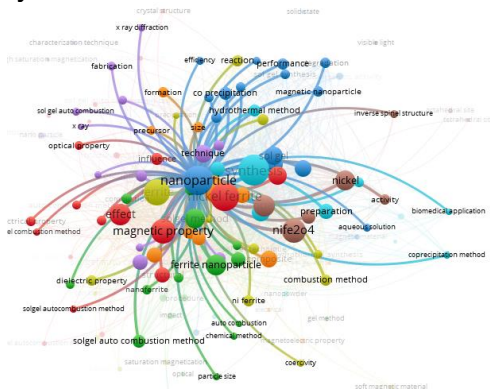


Figure 7 Visualisasi jaringan pada kata kunci “nanoparticle”

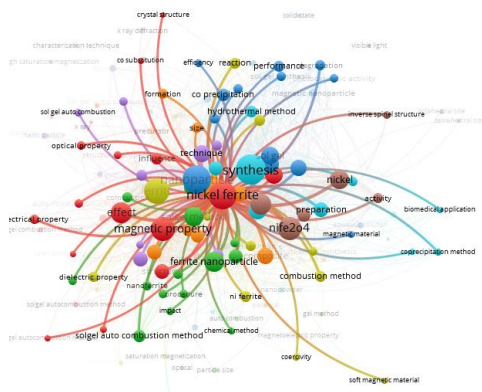


Figure 8 Visualisasi jaringan pada kata kunci “nickel ferrite”

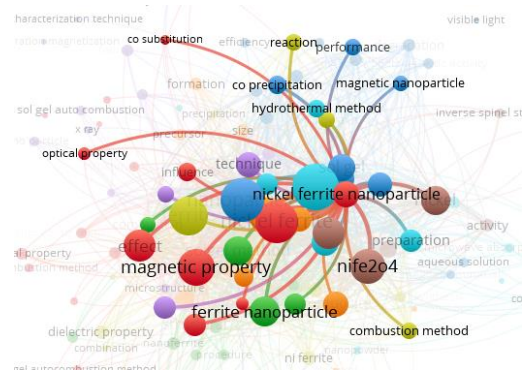


Figure 9 Visualisasi jaringan pada kata kunci “nickel ferrite nanoparticle”

Figure 4 mengilustrasikan hasil penelitian nanopartikel NiFe_2O_4 dalam *overlay visualization* yang menunjukkan informasi kebaruan dalam penelitian nanopartikel NiFe_2O_4 berdasarkan penelusuran kata kunci yang dikelompokkan dalam tahun-tahun tertentu dan dapat dilihat di sudut kanan bawah visualisasi hamparan. Berdasarkan **Figure 4** diperoleh bahwa penelitian nanopartikel NiFe_2O_4 banyak dilakukan di pertengahan tahun 2019, sehingga melalui hasil penelitian berikut dapat ditentukan istilah lain untuk mempermudah memperbarui penelitian topik tersebut.

Figure 5 mengilustrasikan penelitian dengan memberikan informasi dalam bentuk *density visualization* dimana kepadatan atau kerapatan tersebut dapat ditentukan dari terang atau gelapnya teks tulisan kata kunci dalam latar belakang berwarna juga dari besar kecilnya suatu diameter yang menjadi latar penulisan kata kunci. Kategori cukup padat ditandai dengan melemahnya intensitas warna

kuning yang dihasilkan dan kategori tidak padat cenderung menghasilkan warna hijau kebiruan yang hampir sama dengan warna latarnya. Berdasarkan **Figure 5** dapat ditemukan bahwa penelitian nanopartikel NiFe_2O_4 masih sedikit dilakukan, namun berkaitan dengan istilah yang banyak digunakan seperti *synthesis*, *nickel ferrite*, *nanoparticle*, *sol-gel method*, *application* dan lainnya.

Figure 6 menunjukkan hubungan keterkaitan antara istilah “synthesis” dengan istilah lain, seperti *characterization technique*, *fabrication*, *formation*, *precursor*, *size*, *technique*, *reaction*, *nanoparticle*, *magnetic nanoparticle*, *hydrothermal method*, *solgel*, *nickle ferrite*, *effect*, *nickle ferrite nanoparticle*, *magnetic property*, *nife₂O₄*, *ni ferrite*, *activity*, *ferrite nanoparticle*, *combustion method*, *copresipitation method* dan *solgel autocombustion method*.

Figure 7 menunjukkan hubungan keterkaitan antara istilah “nanoparticle” dengan istilah lain, seperti *x ray diffraction*, *fabrication*, *reaction*, *co presipitation*, *optical property*, *inverse spinel structure*, *technique*, *electrical property*, *biomedical application*, *particle size*, *synthesis*, *nickel ferrite*, *nickle ferrite nanoparticle*, *magnetic nanoparticle*, *formation*, *effect*, *magnetic property*, *size*, *ni ferrite*, *nife₂O₄* dan *coercivity*.

Figure 8 menunjukkan hubungan keterkaitan antara istilah “nickel ferrite” dengan istilah lain, seperti *crystal structure*, *co substitution*, *reaction*, *co presipitation*, *optical property*, *performance*, *soft magnetic material*, *biomedical application*, *synthesis*, *nickel ferrite*, *nickle ferrite nanoparticle*, *nife₂O₄*, *impact*, *ferrite nanoparticle*, *solgel combustion method* dan *spinel*.

Figure 9 menunjukkan hubungan keterkaitan antara istilah “nickel ferrite nanoparticle” dengan istilah lain, seperti *synthesis*, *nickel ferrite*, *process*, *nife₂O₄*, *nanoparticle*, *nanocomposite*, *temperature*, *property*, *characterization*, *nife₂O₄ nanoparticle* dan *technique*.

Berdasarkan perolehan data, secara garis besar hasil menunjukkan bahwa istilah “nickel ferrite nanoparticle” masih sedikit ditautkan karena hanya memiliki 108 tautan yang

terhubung dengan frekuensi kemunculan 131 apabila dibandingkan dengan istilah “nickel ferrite” dan “nanoparticle” yang sudah banyak ditautkan. Maka dari itu, penggunaan istilah “nickel ferrite nanoparticle” yang dihubungkan dengan istilah lain melalui hasil analisis pemetaan bibliometrik berpotensi menghasilkan ide atau tema baru untuk membuat dan mengembangkan penelitian riset lebih lanjut terkait nanopartikel nikel ferit (NiFe_2O_4).

4. SIMPULAN

Analisis menggunakan aplikasi VOSviewer pada data bibliometrik dari Google Scholar berhasil mengeksplorasi perkembangan penelitian nanopartikel nikel ferit (NiFe_2O_4) selama 11 tahun (2012-2022). Dari 988 artikel yang relevan dengan topik tersebut, terlihat peningkatan publikasi setiap tahunnya, mencapai puncak dengan 168 artikel pada tahun 2021, namun mengalami penurunan pada tahun 2022. Hasil ini menunjukkan bahwa analisis bibliometrik dapat efektif memantau dan mendukung proses pembuatan serta pembaruan penelitian lebih lanjut dengan mengidentifikasi dan menghubungkan istilah-istilah relevan terkait nanopartikel nikel ferit (NiFe_2O_4).

5. REFERENSI

- Al Husaeni, D. F., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). 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*, 2(1), 19-46. <https://doi.org/10.17509/ajse.v2i1.37368>
- Amendola, V., Meneghetti, M., Granozzi, G., Agnoli, S., Polizzi, S., Riello, P., ... & Sangregorio, C. (2011). Top-down synthesis of multifunctional iron oxide nanoparticles for macrophage labelling and manipulation. *Journal of Materials Chemistry*, 21(11), 3803-3813. <https://doi.org/10.1039/C0JM03863F>
- Asiri, S., Sertkol, M., Güngüneş, H., Amir, M., Manikandan, A., Ercan, İ., & Baykal, A. (2018). The temperature effect on magnetic properties of NiFe_2O_4 nanoparticles. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 28(4), 1587-1597. <https://doi.org/10.1007/s10904-018-0813-z>
- Askari, M. B., & Salarizadeh, P. (2020). Binary nickel ferrite oxide (NiFe_2O_4) nanoparticles coated on reduced graphene oxide as stable and high-performance asymmetric supercapacitor electrode material. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(51), 27482-27491. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.07.063>
- Balakrishnan, P., & Veluchamy, P. (2015). Synthesis and characterization of CoFe_2O_4 magnetic nanoparticles using sol-gel method. *Int J ChemTech Res*, 8, 271-276.
- Blanco-Gutierrez, V., Virumbrales, M., Saez-Puche, R., & Torralvo-Fernandez, M. J. (2013). Superparamagnetic Behavior of MFe_2O_4 Nanoparticles and $\text{MFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2$ Composites (M: Co, Ni). *The Journal of Physical Chemistry C*, 117(40), 20927-20935. <https://doi.org/10.1021/jp4052648>
- Fauziah, A. (2022). A Bibliometric analysis of nanocrystalline cellulose production research as drug delivery system using VOSviewer. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, 2(2), 333-338.
- Huo, J., & Wei, M. (2009). Characterization and magnetic properties of nanocrystalline nickel ferrite synthesized by hydrothermal method. *Materials Letters*, 63(13-14), 1183-1184. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2009.02.024>
- Kooti, M., & Sedeh, A. N. (2013). Synthesis and characterization of NiFe_2O_4 magnetic nanoparticles by combustion

- method. *Journal of Materials Science & Technology*, 29(1), 34-38.
<https://doi.org/10.1016/j.jmst.2012.11.016>
- Lund, P. (2009). Nanoscience and technology for energy applications. *International Journal of Energy Research*, 33(13), 1099-1100.
<https://doi.org/10.1002/er.1612>
- Maaz, K., Karim, S., Mumtaz, A., Hasanain, S. K., Liu, J., & Duan, J. L. (2009). Synthesis and magnetic characterization of nickel ferrite nanoparticles prepared by co-precipitation route. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 321(12), 1838-1842.
<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2008.11.098>
- Nandiyanto, A. B. D., Al Husaeni, D. N., & Al Husaeni, D. F. (2021). A bibliometric analysis of chemical engineering research using vosviewer and its correlation with covid-19 pandemic condition. *Journal of Engineering Science and Technology*, 16(6), 4414-4422.
- Nandiyanto, A. B. D., & Al Husaeni, D. F. (2021). A bibliometric analysis of materials research in Indonesian journal using VOSviewer. *Journal of Engineering Research*.
<https://doi.org/10.36909/jer.ASSEEE.16037>
- Nejati, K., & Zabihi, R. (2012). Preparation and magnetic properties of nano size nickel ferrite particles using hydrothermal method. *Chemistry Central Journal*, 6(1), 1-6.
<https://doi.org/10.1186/1752-153X-6-23>
- Nugraha, A. S. (2022). Bibliometric analysis of magnetite nanoparticle production research during 2017-2021 using Vosviewer. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, 2(2), 327-332.
- Orduña-Malea, E., & Costas, R. (2021). Link-based approach to study scientific software usage: The case of VOSviewer. *Scientometrics*, 126(9), 8153-8186.
<https://doi.org/10.1007/s11192-021-04082-y>
- Ozaki, M. (1989). Preparation and properties of well-defined magnetic particles. *MRS bulletin*, 14(12), 35-40.
<https://doi.org/10.1557/S0883769400060942>
- Pillai, V., & Shah, D. O. (1996). Synthesis of high-coercivity cobalt ferrite particles using water-in-oil microemulsions. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 163(1-2), 243-248.
[https://doi.org/10.1016/S0304-8853\(96\)00280-6](https://doi.org/10.1016/S0304-8853(96)00280-6)
- Sharifi, I., Shokrollahi, H., & Amiri, S. (2012). Ferrite-based magnetic nanofluids used in hyperthermia applications. *Journal of magnetism and magnetic materials*, 324(6), 903-915.
<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2011.10.017>
- Sivakumar, P., Ramesh, R., Ramanand, A., Ponnusamy, S., & Muthamizhchelvan, C. (2013). Synthesis and characterization of NiFe₂O₄ nanoparticles and nanorods. *Journal of Alloys and Compounds*, 563, 6-11.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2013.02.077>
- Sopari, M., & Christiani, L. (2016). Karakteristik dan kegunaan literatur: suatu kajian bibliometrik pada Skripsi Fakultas Ilmu Budaya Universitas Diponegoro tahun 2015. *Jurnal Ilmu Perpustakaan*, 5(4), 231-240.
- Srivastava, M., Chaubey, S., & Ojha, A. K. (2009). Investigation on size dependent structural and magnetic behavior of nickel ferrite nanoparticles prepared by sol-gel and hydrothermal methods. *Materials Chemistry and Physics*, 118(1), 174-180.
<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2009.07.023>
- Tiyaboonchai, W. (2013). Chitosan nanoparticles: a promising system for drug delivery. *Naresuan University*

- Journal: Science and Technology (NUJST)*, 11(3), 51-66.
- Winarko, B., & Sormin, R. (2010). Telaah Bibliometrik Komoditas Padi. *Jurnal Perpustakaan Pertanian*, 19(2), 66-71.
- Yadav, R. S., Kuřitka, I., Vilcakova, J., Havlica, J., Masilko, J., Kalina, L., ... & Hajdúchová, M. (2017). Structural, magnetic, dielectric, and electrical properties of NiFe₂O₄ spinel ferrite nanoparticles prepared by honey-mediated sol-gel combustion. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 107, 150-161. <https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2017.04.004>
- Yelenich, O. V., Solopan, S. O., Kolodiaznyi, T. V., Dzyublyuk, V. V., Tovstolytkin, A. I., & Belous, A. G. (2013). Superparamagnetic behavior and AC-losses in NiFe₂O₄ nanoparticles. *Solid state sciences*, 20, 115-119. <https://doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2013.03.013>
- Ž. Lazarević, Z., Jovalekić, Č., Milutinović, A., Sekulić, D., Ivanovski, V. N., Rečnik, A., ... & Ž. Romčević, N. (2013). Nanodimensional spinel NiFe₂O₄ and ZnFe₂O₄ ferrites prepared by soft mechanochemical synthesis. *Journal of Applied Physics*, 113(18), 187221. <https://doi.org/10.1063/1.4801962>
- Zhu, S., Meng, H., Gu, Z., & Zhao, Y. (2021). Research trend of nanoscience and nanotechnology—A bibliometric analysis of Nano Today. *Nano Today*, 39, 101233. <https://doi.org/10.1016/j.nantod.2021.101233>
- Ziarati, A., Sobhani-Nasab, A., Rahimi-Nasrabadi, M., Ganjali, M. R., & Badii, A. (2017). Sonication method synergism with rare earth based nanocatalyst: preparation of NiFe_{2-x}EuxO₄ nanostructures and its catalytic applications for the synthesis of benzimidazoles, benzoxazoles, and benzothiazoles under ultrasonic irradiation. *Journal of Rare Earths*, 35(4), 374-381. [https://doi.org/10.1016/S1002-0721\(17\)60922-0](https://doi.org/10.1016/S1002-0721(17)60922-0)