

Green Synthesis Nanopartikel Seng Oksida (ZnO) dengan Menggunakan Ekstrak Daun Kakao Sebagai *Capping Agent*

Repiani¹, Sri Handani^{2*}, Dwi Puryanti²

Laboratorium Fisika Material Departemen

Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Limau Manis, Padang-25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 13 Februari 2025
Direvisi: 20 Maret 2025
Diterima: 28 April 2025

Kata kunci:

Daun Kakao
Green Synthesis
Sol Gel
struktur kristal

Keywords:

Cocoa Leaf
Green Synthesis
Sol-Gel
Crystal Structure

Penulis Korespondensi:

Sri Handani
Email:
srihandani@fmipa.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan sebuah penelitian untuk melihat pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun kakao pada nanopartikel ZnO sebagai *capping agent*. Konsentrasi ekstrak daun kakao divariasikan dengan 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% kemudian diuji untuk melihat pengaruhnya terhadap ukuran kristal, sifat optik dan morfologi nanopartikel ZnO. Nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak daun kakao disintesis menggunakan metode *sol-gel*. Keberhasilan sintesis ditunjukkan oleh kemiripan puncak senyawa hasil sintesis terhadap puncak standar ZnO dalam analisis *X-Ray Diffraction* (XRD). Struktur kristal yang didapatkan dari penelitian adalah *wurtzite hexagonal* dengan ukuran kristal untuk masing-masing variasi konsentrasi ekstrak berturut-turut yaitu 54,393 nm; 54,01 nm; 54,39 nm; 45,61 nm; 38,45 nm. Analisis terhadap spektrometer UV-Vis menunjukkan bahwa nanopartikel ZnO relatif stabil pada panjang gelombang 228 nm - 366 nm dan nilai celah pita energi untuk masing-masing variasi konsentrasi ekstrak yaitu 3,11 eV; 3,13 eV; 3,11 eV; 3,14 eV; 3,15 eV. Hasil UV-Vis menunjukkan bahwa celah pita energi meningkat dengan seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak daun kakao dengan ukuran kristalnya menurun yang sesuai dengan hasil uji XRD. *Scanning electron microscope* (SEM) menunjukkan nanopartikel ZnO yang disintesis menggunakan ekstrak daun kakao dengan variasi konsentrasi 4% memiliki bentuk dominan berbentuk bola dengan ukuran rata-rata 45 nm.

A study was conducted to investigate the effect of varying concentrations of cocoa leaf extract on ZnO nanoparticles as a capping agent. The concentrations of cocoa leaf extract were varied at 0%, 2%, 4%, 6%, and 8%, and tested to observe their effects on crystal size, optical properties, and morphology of the ZnO nanoparticles. The ZnO nanoparticles were synthesized using the sol-gel method with cocoa leaf extract. The success of the synthesis was indicated by the similarity of the peaks from the synthesized compounds to the standard ZnO peaks in the X-Ray Diffraction (XRD) analysis. The resulting crystal structure was hexagonal wurtzite, with crystal sizes for each extract concentration of 54.393 nm, 54.01 nm, 54.39 nm, 45.61 nm, and 38.45 nm, respectively. UV-Vis spectrometer analysis showed that the ZnO nanoparticles were relatively stable at wavelengths between 228 nm and 366 nm, with bandgap energy values for each extract concentration being 3.11 eV, 3.13 eV, 3.11 eV, 3.14 eV, and 3.15 eV, respectively. The UV-Vis results indicated that the bandgap energy increased with increasing concentrations of cocoa leaf extract, while the crystal size decreased, which was consistent with the XRD results. Scanning electron microscope (SEM) analysis showed that ZnO nanoparticles synthesized with 4% cocoa leaf extract predominantly exhibited a spherical shape, with an average size of 45 nm.

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Nanopartikel merupakan suatu partikel dengan ukuran 1 sampai 100 nm. Nanopartikel banyak dimanfaatkan pada bidang lingkungan, kesehatan, pertanian, pangan, tekstil, industri, optoelektronika, dan energi. Salah satu contoh dalam bidang optoelektronika, digunakan sebagai cahaya pada lampu LED, *barcode* dan lainnya (Tsuzuki 2009). Material yang banyak dimanfaatkan dalam aplikasi nanoteknologi salah satu adalah seng (Zn) dalam bentuk oksidanya, yaitu seng oksida (ZnO). Seng oksida adalah material semikonduktor dengan celah pita 3,37 eV serta memiliki stabilitas kimia dan termal tinggi. Sebagai semikonduktor dengan celah pita energi yang lebar, ZnO sangat potensial diaplikasikan dalam bidang industri, elektronik, optoelektronik, dan sensor.

Partikel ZnO sendiri memiliki kekurangan, dimana partikel ZnO dengan ukuran besar memiliki luas permukaan per volume yang kecil dan celah pita energi yang kurang sesuai apabila diaplikasikan pada cahaya tampak. Jika celah pita energi lebih besar dari energi terbesar cahaya tampak yaitu 3,1 eV maka tidak ada cahaya tampak yang diabsorpsi material (Bhaduri et al. 2021). Hal ini sangat penting untuk aplikasi dalam berbagai peralatan optoelektronik, seperti *light emitting diode* (LED), laser dan perangkat tampilan. Oleh karena itu perlu dilakukan sintesis nanopartikel ZnO untuk mengoptimalkan sifatnya. Sintesis merupakan proses pembuatan atau pembentukan senyawa kimia lain secara khusus ke dalam struktur kristal semikonduktor.

Dalam upaya untuk mengatasi masalah ini perlu adanya *capping agent* yang berfungsi untuk menstabilkan nanopartikel selama proses sintesis. *Capping agent* dapat dikategorikan menjadi dua yakni *capping agent* organik dan *capping agent* anorganik. *Capping agent* organik meliputi senyawa-senyawa seperti asam lemak, surfaktan, polimer, dan ligand organik, yang berasal dari sumber biologis (*green synthesis*). Senyawa-senyawa organik ini lebih fleksibel dalam fungsionalisasi permukaan nanopartikel dan tidak beracun. Di sisi lain *capping agent* anorganik terdiri dari senyawa kimia yang tidak mengandung ikatan karbon-hidrogen sehingga lebih susah dan mahal untuk didapatkan (Javed et al. 2020). *Capping agent* pada sintesis material dapat menghasilkan ukuran partikel yang homogen (seragam). Maka dari itu, pada penelitian ini jenis *capping agent* yang digunakan yaitu *capping agent* organik yang dapat dihasilkan dari ekstrak tanaman yang mengandung senyawa *flavonoid*, *tanin*, *protein*, *karbonil*, dan *alkaloid*. Senyawa *flavonoid* pada ekstrak tanaman berperan mereduksi Zn^{+2} menjadi Zn (Sutradhar dan Saha 2016).

Salah satu ekstrak tanaman yang potensial digunakan sebagai agen pereduksi maupun *capping agent* adalah daun kakao. Daun kakao memiliki kandungan beberapa metabolit sekunder diantaranya adalah senyawa *polifenol*. Senyawa ini dapat berupa molekul tunggal atau campuran dan mengandung struktur molekul *fenol*, *tannin* ataupun asam tanat, *lignin*, dan *flavonoid*. Salah satu senyawa golongan *polifenol* yang banyak ditemukan dalam jaringan tanaman daun kakao yaitu *flavonoid*. Struktur utama senyawa *polifenol* adalah berupa dua bentuk struktur cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil yang terikat pada cincin benzenanya (Khoddami et al, 2013). Keberadaan senyawa *polifenol* tersebut dapat sebagai agen pereduksi dan penstabil pada sintesis nanopartikel, sehingga, ekstrak daun kakao potensial untuk proses sintesis nanopartikel seng oksida sebagai *capping agent* (Geetha et al, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran ekstrak daun kakao sebagai *capping agent* dalam pembentukan nanopartikel ZnO, serta mengkaji pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun kakap terhadap struktur, sifat optik dan morfologi nanopartikel ZnO. Penelitian ini akan dilakukan menggunakan metode sol-gel. Metode sol gel dipilih karena prosesnya yang sederhana, biaya relatif murah, dan menghasilkan kristalinitas yang lebih tinggi (Mahdavi dan Talesh 2017).

II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu timbangan digital, penyaring whatman No. 1, wadah, gelas ukur, *magnetic stirrer*, gerinda, cawan porselen, spatula, *hot plate*, *furnace*, *spectrometer* UV-Vis, difraksi sinar-X, *scanning electron microscopy* (SEM). Bahan yang digunakan yaitu daun kakao, akuabides, dan seng asetat dihidrat ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$)).

2.2 Pembuatan Ekstrak Daun Kakao

Ekstrak daun kakao diperoleh melalui beberapa tahap, pertama daun kakao segar dicuci dan dikering anginkan selama 25 hari (Mandhaki et al, 2021). Daun kakao yang sudah kering ditumbuk dengan gerinda hingga diperoleh serbuk seperti tepung, selanjutnya untuk mendapatkan ekstrak dilakukan dengan melarutkan serbuk daun kakao ditambah akuabides dengan perbandingan 10 g serbuk dan 100 mL aquabides. Campuran dipanaskan dengan suhu 60°C dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan putar 400 rpm selama 2 jam. Ekstrak disaring menggunakan kertas saring Whatman No 1 untuk mendapatkan filtrat berupa cairan. Larutan yang dihasilkan sebanyak 10 ml ekstrak daun kakao. Ekstrak selanjutnya disimpan dalam kulkas untuk kemudian digunakan sebagai *capping agent* dalam pembentukan nanopartikel ZnO.

2.3 Green Synthesis Nanopartikel Seng Oksida

Daun kakao hasil ekstraksi selanjutnya digunakan untuk proses sintesis nanopartikel ZnO dengan metode sol gel. Sintesis seng oksida dilakukan dengan cara mencampurkan 0,15 M padatan seng asetat dihidrat dalam larutan pekat ekstrak dengan konsentrasi ekstrak 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%. Larutan dipanaskan pada suhu 60°C selama 1 jam di *hot plate* dengan pengadukan konstan menggunakan *magnetic stirrer* hingga menghasilkan endapan. Endapan yang diperoleh kemudian dikeringkan di *hot plate* pada suhu 100°C selama 1 jam. Selanjutnya, serbuk yang didapatkan dipanaskan dalam *furnace* pada suhu 500°C selama 1 jam sesuai dengan penelitian Handani et al. (2019). Serbuk akhir yang didapatkan selanjutnya diuji menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), Spektrometer UV-Vis (UV-Vis) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Nanopartikel ZnO dikarakterisasi menggunakan XRD untuk menentukan struktur kristal. Pengujian selanjutnya menggunakan spektrometer UV-Vis untuk mengetahui sifat optik yaitu absorbansi dan celah pita energi sampel yang dihasilkan. Karakterisasi menggunakan SEM dilakukan untuk morfologi dari nanopartikel ZnO.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Struktur Kristal

Sintesis nanopartikel ZnO berhasil dilakukan dengan menggunakan media ekstrak daun kakao sebagai *capping agent*. Hasil XRD menunjukkan puncak kristalinitas dan pola difraksi kristal nanopartikel ZnO sesuai dengan nilai ICCD dengan referensi 01-076-0704. Pada Gambar 1 menunjukkan hasil pengukuran XRD nanopartikel ZnO. Pola pada Gambar 1 mengkonfirmasi bahwa nanopartikel ZnO telah berhasil disintesis dengan menggunakan ekstrak daun kakao yang ditandai dengan munculnya puncak difraksi khas seng oksida. Terdapat tujuh puncak yang diidentifikasi sebagai bidang (100), (002), (101), (102), (110), (103), dan (200) dengan struktur *wurzite* dengan sistem kristal *heksagonal*. Puncak difraksi dengan intensitas tertinggi yaitu bidang (101) dipilih untuk menganalisis parameter struktur kristal yang meliputi ukuran kristal.

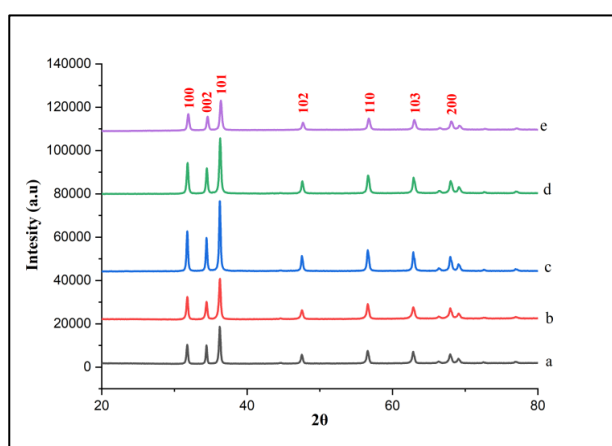
Pada Gambar 1 tampak bahwa konsentrasi ekstrak daun kakao berpengaruh terhadap derajat kristalinitas sampel. Derajat kristalinitas cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak daun kakao. Hal ini ditandai dengan meningkatnya intensitas puncak difraksi. Puncak tertinggi pada fasa tersebut terbaca pada daerah 2 θ sekitar 36° yang diidentifikasi sebagai bidang (101). Hasil yang didapatkan sama dengan penelitian yang berhasil dilakukan oleh (Saputra et al. 2020; Vala et al. 2023; Yunita et al, 2020) Semua sampel tidak menunjukkan puncak difraksi selain yang terkait dengan senyawa ZnO. Dengan kata lain, tidak adanya *impurity* (senyawa pengotor) dan mengindikasikan tingginya kristalinitas dari nanopartikel ZnO hasil sintesis. Ukuran kristal terbesar terdapat pada variasi konsentrasi ekstrak 4% yaitu 54,40 nm. Semakin besar konsentrasi ekstrak yang digunakan mampu menghasilkan ukuran kristal yang semakin kecil. Hal ini terjadi karena ekstrak berperan sebagai *capping agent*, yang membatasi pertumbuhan kristal selama proses sintesis. Pada konsentrasi ekstrak yang lebih besar, jumlah senyawa aktif dalam ekstrak yang menghambat pertumbuhan kristal meningkat, sehingga ukuran kristal yang terbentuk menjadi lebih kecil. Fenomena ini terlihat jelas dari hasil uji XRD, di mana ukuran kristal menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak.

Perbandingan ukuran kristal dengan variasi konsentrasi ekstrak daun kakao dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa lebar puncak difraktogram dipengaruhi oleh ukuran kristal. Semakin kecil ukuran kristal yang dihasilkan semakin lebar puncak difraksi yang dihasilkan. Hal ini

menunjukkan kesesuaian dengan hasil penelitian yang diperoleh, nilai FWHM pada konsentrasi ekstrak 0%, 2%, dan 4 % lebih kecil daripada nilai FWHM konsentrasi ekstrak 6 dan 8% yang menghasilkan ukuran kristal yang kecil.

Tabel 1 Ukuran Kristal dengan variasi konsentrasi ekstrak daun kakao

Variasi Ekstrak	Unsur	K	λ (nm)	Intesitas (a.u)	FWHM	D (nm)
0%	ZnO	0,9	0,154	18730,15	0,1948	54,393
2%	ZnO	0,9	0,154	20690,22	0,1948	54,015
4%	ZnO	0,9	0,154	34864,43	0,1948	54,390
6%	ZnO	0,9	0,154	27089,38	0,2273	45,617
8%	ZnO	0,9	0,154	15177,63	0,2598	38,457



Gambar 1 Hasil Uji XRD pada sampel ZnO dengan variasi konsentrasi ekstrak (a) 0%, (b) 2%, (c) 4%, (d) 6%, (e) 8%

3.2 Nilai Absorbansi dan Celah Pita Energi

Pengujian UV-Vis dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang maksimum dan nilai absorbansi nanopartikel ZnO. Hasil pengukuran UV-Vis ekstrak daun kakao didapatkan puncak serapan yang khas pada panjang gelombang rata-rata maksimum 366 nm dan nilai absorbansi 1,5. Adanya puncak serapan pada ekstrak daun kakao diperidiksi bahwa daun kakao mengandung senyawa metabolit sekunder seperti polifenol. Muncul puncak serapan pada panjang gelombang maksimum. Hubungan ekstrak daun kakao terhadap celah pita energi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hubungan konsentrarasi ekstrak terhadap nilai celah pita energi nanopartikel ZnO.

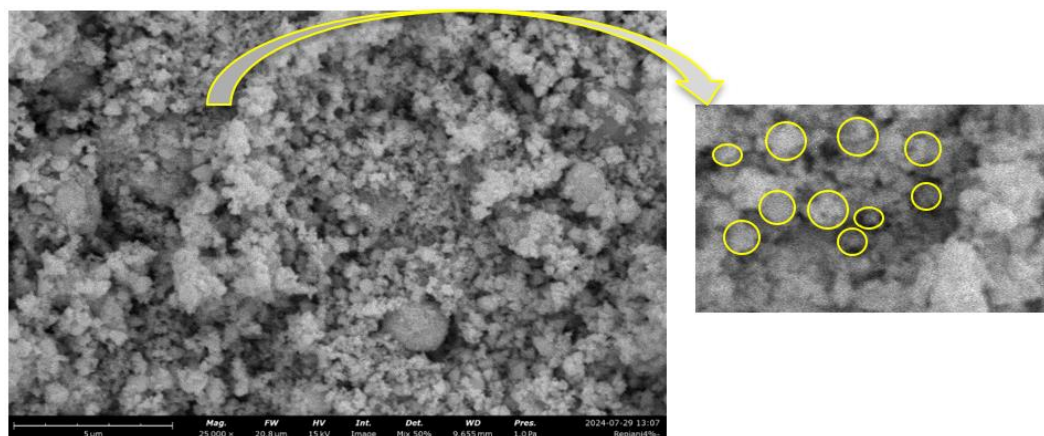
No	Konsentrasi Ekstrak (%)	Celah Pita Energi (eV)
1	0	3,11
2	2	3,13
3	4	3,11
4	6	3,14
5	8	3,15

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui nilai celah pita energi dengan variasi konsentrasi ekstrak daun kakao. Peningkatan celah pita energi dapat lihat dari konsentrasi ekstrak 4% sampai 8% dengan nilai 3,11 eV menjadi 3,15 eV. Pada konsentrasi 0% hingga 2% meningkat, namun pada 4% celah pita

energi menurun hal ini dikarenakan pada konsentrasi ekstrak yang rendah (0% dan 2%), *capping agent* belum cukup banyak untuk secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan kristal, sehingga celah pita energi meningkat. Pada 4%, jumlah *capping agent* optimal untuk menciptakan kondisi yang memungkinkan interaksi kuat antara partikel, menyebabkan penurunan ukuran kristal dan celah pita energi. Hasil ini mirip dengan penelitian yang dilakukan oleh Yunita et al (2020) dengan menggunakan ekstrak daun suji sehingga hasil yang didapatkannya bahwa mengalami peningkatan celah pita energi dari 3,25 eV menjadi 3,29 eV. Hasil analisis UV-Vis sesuai dengan analisis XRD yang menunjukkan terbentuknya nanopartikel ZnO dengan ukuran kristal nanometer.

3.3 Analisis SEM (Scanning Electron Microscope)

Analisis sampel ZnO menggunakan SEM dilakukan untuk melihat morfologi permukaan dan ukuran partikel ZnO yang telah disintesis dengan menggunakan ekstrak daun kakao sebagai *capping agent*. Pembesaran SEM yang digunakan adalah 25.000x. Pada pengujian SEM hanya dilakukan satu sampel terbaik yang dilihat dari uji XRD yaitu pada konsentrasi ekstrak 4%, karena konsentrasi ekstrak 4% menunjukkan kristalinitas dan ukuran partikel yang optimal. Bentuk morfologi nanopartikel ZnO dengan menggunakan ekstrak daun kakao 4% dapat dilihat pada Gambar 2 berbentuk bulat. Ukuran partikel yang didapatkan setelah dilakukan karakterisasi dengan image J didapatkan pada rentang 36-133 nm. Hasil yang didapatkan tidak jauh berbeda dengan data XRD. Data yang dihasilkan bahwa tidak ada nya pertumbuhan nanopartikel yang besar, dapat disimpulkan bahwa sintesis nanopartikel menggunakan ekstrak daun kakao sebagai *capping agent* pada pertumbuhan nanopartikel ZnO dapat mencegah agregasi nanopartikel. Hasil ini mirip dengan yang dilakukan oleh (Muhammad et al. 2019) dengan menggunakan ekstrak daun *Papaver somniferum* L. Senyawa yang terdapat dalam ekstrak daun kakao dapat mengikat partikel, menstabilkan inti, dan mencegah nanopartikel yang lebih besar bergabung, sehingga mengendalikan pertumbuhan nanopartikel.



Gambar 2 Bentuk morfologi nanopartikel ZnO dengan pembesaran 25.000 kali dengan konsentrasi ekstrak daun kakao 4%

IV. KESIMPULAN

Nanopartikel ZnO telah berhasil disintesis dengan menggunakan metode *sol gel* yang ditambahkan dengan ekstrak daun kakao sebagai *capping agent*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peran *capping agent* dapat menghambat pertumbuhan ukuran nanopartikel dengan variasi konsentrasi ekstrak daun kakao yang dibuktikan dengan hasil pengujian sampel XRD dan UV-Vis. Hasil pengujian XRD menunjukkan nanopartikel ZnO yang didapatkan dalam skala nanometer dengan struktur *hexagonal wurzite*. Ukuran kristal yang dihasilkan menurun dari 54,40 nm menjadi 38,46 dengan meningkatnya variasi konsentrasi ekstrak dari variasi 4% sampai 8%. Selain itu, serapan tinggi ditunjukkan pada rentang 330-366 nm di wilayah UV dan rentang tampak memiliki tingkat serapan rendah. Celah pita energi yang dihasilkan meningkat dari 3,11 eV menjadi 3,15 eV dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak. Hasil analisis SEM pada konsentrasi ekstrak 4% diketahui bahwa morfologi nanopartikel ZnO berbentuk bulat. Ukuran partikel yang didapatkan 36 nm - 133 nm dengan ukuran rata-rata 45 nm.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhaduri, Abhisikta, Shakti Singh, Khem B. Thapa, dan B. C. Yadav. 2021. "Visible light-induced, highly responsive, below lower explosive limit (LEL) LPG sensor based on hydrothermally synthesized barium hexaferrite nanorods." *Sensors and Actuators B: Chemical* 348(July):130714. doi: 10.1016/j.snb.2021.130714.
- Geetha, M. S., H. Nagabhushana, dan H. N. Shivananjaiah. 2016. "Green mediated synthesis and characterization of ZnO nanoparticles using Euphorbia Jatropa latex as reducing agent." *Journal of Science: Advanced Materials and Devices* 1(3):301–10. doi: 10.1016/j.jsamd.2016.06.015.
- Javed, Rabia, Muhammad Zia, Sania Naz, Samson O. Aisida, Noor ul Ain, dan Qiang Ao. 2020. "Role of capping agents in the application of nanoparticles in biomedicine and environmental remediation: recent trends and future prospects." *Journal of Nanobiotechnology* 18(1):1–15. doi: 10.1186/s12951-020-00704-4.
- Khoddami, Ali, Meredith A. Wilkes, dan Thomas H. Roberts. 2013. "Techniques for analysis of plant phenolic compounds." *Molecules* 18(2):2328–75. doi: 10.3390/molecules18022328.
- Mahdavi, Reza, dan S. Siamak Ashraf Talesh. 2017. "Sol-gel synthesis , structural and enhanced photocatalytic performance of Al doped ZnO nanoparticles." *Advanced Powder Technology* (March). doi: 10.1016/j.appt.2017.03.014.
- Mandhaki, Noviana, Choirul Huda, dan Amalia Eka Putri. 2021. "Aktivitas ANTibakteri Fraksi Daun Kakao (Theobroma cacao L.) terhadap Bakteri Staphylococcus aureus Secara In Vitro." *Jurnal Sains dan Kesehatan* 3(2):188–93. doi: 10.25026/jsk.v3i2.269.
- Muhammad, Wali, Naimat Ullah, Muhammad Haroon, dan Bilal Haider Abbasi. 2019. "Optical, morphological and biological analysis of zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) using: Papaver somniferum L." *RSC Advances* 9(51):29541–48. doi: 10.1039/c9ra04424h.
- Saputra, Iwan Syahjoko, Siti Suhartati, Yoki Yulizar, dan Sudirman Sudirman. 2020. "GREEN SYNTHESIS NANOPARTIKEL ZnO MENGGUNAKAN MEDIA EKSTRAK DAUN TIN (Ficus carica Linn)." *Jurnal Kimia dan Kemasan* 42(1):1. doi: 10.24817/jkk.v42i1.5501.
- Sutradhar, Prasanta, dan Mitali Saha. 2016. "Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using tomato (Lycopersicon esculentum) extract and its photovoltaic application." *Journal of Experimental Nanoscience* 11(5):314–27. doi: 10.1080/17458080.2015.1059504.
- Tsuzuki, Takuya. 2009. "Commercial scale production of inorganic nanoparticles." *International Journal of Nanotechnology* 6(5–6):567–78. doi: 10.1504/IJNT.2009.024647.
- Vala, Mayur, Paresh Siddhpura, Pankaj Solanki, dan Bharat Kataria. 2023. "Phyllanthus emblica fruit extract assisted green synthesis of ZnO nanoparticles: Thermal, vibrational, optical and electrical properties." *Materials Today: Proceedings* 76:579–84. doi: 10.1016/j.matpr.2022.11.167.
- Yunita, Yunita, Nurlina Nurlina, dan Intan Syahbanu. 2020. "Sintesis Nanopartikel Zink Oksida (ZnO) dengan Penambahan Ekstrak Klorofil sebagai Capping Agent." *Positron* 10(2):44. doi: 10.26418/positron.v10i2.42136.