

MINI REVIEW: SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL ZnO DENGAN METODE PRESIPITASI

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ZnO NANOPARTICLES WITH PRECIPITATION METHOD: MINI REVIEW

Angela Bergita^{1,2}, Noor Hindryawati^{1,2,*}, Irfan Ashari Hiyahara²

¹Inorganic Laboratory, Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science, Mulawarman University, Samarinda 76116 Indonesia

²Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science, Mulawarman University, Samarinda 76116 Indonesia

*Corresponding author: hindryawati@gmail.com

Diterbitkan: 31 Oktober 2024

ABSTRACT

ZnO nanoparticles are materials composed of particles ranging in size from 1 to 100 nm and can be produced through the precipitation method. This method is highly popular due to its cost-effectiveness. Numerous studies on the synthesis of ZnO nanoparticles using the precipitation method have been conducted. This mini-review aims to explore the characteristics of nanoparticles synthesized using the precipitation method. The approach employed in this journal involves a literature review of several journals focusing on the synthesis of ZnO nanoparticles through precipitation. The synthesis results in ZnO nanoparticles with sizes ranging from 4.38 nm to 1400 nm, possessing a hexagonal wurtzite crystal structure and bandgaps ranging from 3.57 to 3.7943 eV. Based on the conducted review, it can be concluded that the material that yields small-sized nanoparticles with high purity includes the precursor $\text{ZnSO}_4(\text{H}_2\text{O})_7$, deionized water as the solvent, and NH_4OH as the catalyst.

Keywords: Nanoparticles, Precipitation, Zinc Oxide

PENDAHULUAN

Nanomaterial merupakan material yang memiliki ukuran 1-100 nm. Nanomaterial memiliki keunggulan dibanding material berukuran besar (*bulk*). Hal ini dikarenakan nanomaterial memiliki luas permukaan yang besar sehingga sifat, reaktivitas, penyerapan energi serta mobilitasnya berbeda dibandingkan dengan material berukuran besar [1] Hal ini dapat diatur dengan cara pengontrolan ukuran material, modifikasi pada permukaan, pengaturan komposisi kimia yang digunakan serta interaksi antar partikel [2]

ZnO adalah salah satu jenis semikonduktor yang bersifat ramah lingkungan, tidak beracun serta tahan terhadap korosi. Oksida logam ini memiliki lebar band gap sebesar 3,2 eV pada temperatur ruang [3] ZnO juga memiliki energi ikat sebesar 60 MeV dengan struktur yang stabil yaitu wurtzite. Diantara berbagai macam semikonduktor ZnO merupakan semikonduktor yang dapat memberikan mobilitas tinggi dan memiliki stabilitas termal yang baik [4]

Nanopartikel ZnO dapat disintesis dengan berbagai metode salah satunya metode presipitasi. Presipitasi merupakan suatu metode untuk mengubah kondisi fisik suatu bahan dari bentuk terlarut menjadi padatan tersuspensi, sehingga bisa dipisahkan dengan proses sedimentasi. Keuntungan metode ini yaitu mudah untuk dilakukan serta biaya yang murah [5].

Melalui metode ini dapat dihasilkan nanopartikel ZnO dengan karakteristik yang berbeda berdasarkan prekursor, pelarut serta katalis yang digunakan. Sehingga dilakukan mini riview ini untuk mengetahui bahan yang dapat digunakan pada metode presipitasi yang dapat menghasilkan nanopartikel ZnO dengan karakteristik yang baik.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan yaitu dilakukan pencarian artikel melalui beberapa platform yaitu Google Scholar dan Science Direct dimana kriteria dari artikel yaitu artikel penelitian yang membahas tentang sintesis dan karakteristik nanopartikel ZnO dengan metode presipitasi. Diperoleh 6 artikel yang sesuai dengan topik yang akan diriview.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pencarian artikel, diperoleh 6 jurnal yang sesuai dengan kriteria yaitu artikel yang membahas tentang sintesis dan karakteristik nanopartikel ZnO dengan metode presipitasi. Berdasarkan **Tabel 1**, jurnal yang diperoleh diterbitkan pada rentang tahun 2016 hingga 2023.

Tabel 1. Sintesis dan karakteristik nanopartikel ZnO dengan metode presipitasi

Prekursor	Pelarut	Katalis	Referensi
Zn(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	Aquades	NaOH	[6]
Zn(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	Air Deionisasi	NH ₄ OH	[7]
Zn(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	Air Deionisasi	NaOH	[8]
ZnSO ₄ (H ₂ O) ₇	Air Deionisasi	NH ₄ OH	[9]
Zn(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	Aquades	NH ₄ HCO ₃	[10]
Zn(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	Aquades	NaOH	[11]

Dilihat Dari Tabel 1, dalam sintesis nanopartikel ZnO diketahui bahwa bahan yang sering digunakan prekursor berupa Zn(NO₃)₂·6H₂O (zinc nitrat) [6,7,8,10,11], tetapi terdapat prekursor yang jarang digunakan yaitu ZnSO₄(H₂O)₇ (Zinc sulfate heptahydrate) [9]. Berdasarkan referensi terdapat 2 pelarut yang dapat digunakan pada metode presipitasi yaitu aquades [6,10,11] dan air deionisasi [7,8,9]. Untuk katalis digunakan NaOH [6,8,11], NH₄OH [7,10] dan NH₄HCO₃ [10]. Sehingga dapat disimpulkan bahan yang sering digunakan yaitu prekursor Zn(NO₃)₂·6H₂O, katalis NaOH serta dapat digunakan pelarut aquades ataupun air deionisasi.

Tabel 2.

Referensi	Kondisi Optimum	Hasil Karakterisasi
[6]	Pengadukan selama 2 jam dengan suhu 60°C, serta penambahan larutan amonia 3% hingga pH 12	<ul style="list-style-type: none"> – Analisis XRD diperoleh struktur kristal berbentuk heksagonal wurtzite – Analisis UV-Vis menyerap pada panjang gelombang 301,2 nm dan band gap sebesar 3,7943 eV – Ukuran nanopartikel ZnO sebesar 4,38 nm
[8]	Penambahan NaOH hingga pH 13, penambahan pektin dengan pemanasan pada suhu 80°C	<ul style="list-style-type: none"> – Analisis FTIR puncak diantara panjang gelombang 435 cm⁻¹ sampai 566 cm⁻¹ yang menandakan diperolehnya partikel ZnO. – Analisis SEM diperoleh ZnO yang terbentuk mempunyai morfologi bulat dengan ukuran dibawah 100 nm. – Analisis PSA diperoleh ukuran ZnO sebesar 43.1 nm

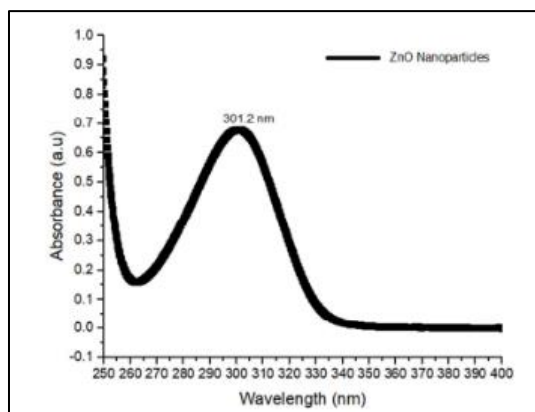
[11]	Penambahan NaOH hingga pH 8,5 dan pemanasan pada suhu 60°C	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis XRD diperoleh struktur kristal berbentuk heksagonal wurtzite - Analisis SEM diperoleh ZnO yang terbentuk mempunyai morfologi bulat dan beraglomerasi - Analisis FTIR memperoleh Pita pada 461 cm⁻¹ adalah akibat vibrasi ulur Zn-O - Analisis Uv-Vis menyerap pada panjang gelombang 302 nm. Dengan nilai bandgap sebesar 3,57 eV (suhu 600°C)
------	--	---

Berdasarkan Tabel 2. Dilakukan perbandingan berdasarkan bahan yang digunakan. Pada referensi [6,8,11] digunakan prekursor dan katalis yang sama serta pelarut berbeda [8]. Diperoleh hasil karakterisasi ZnO yang berbeda. Hal ini disebabkan terdapat beberapa perlakuan yang berbeda pada setiap penelitian. Dilihat pada tabel 2, diperoleh hasil sintesis terbaik pada penelitian Romadhan dan Pujilestari, (2019). Dimana pada penelitian tersebut digunakan prekursor Zn(NO₃)₂·6H₂O, pelarut air deionisasi dan katalis NaOH. serta perlakuan Penambahan NaOH hingga pH 13, penambahan pektin dengan pemanasan pada suhu 80°C.

Tabel 3.

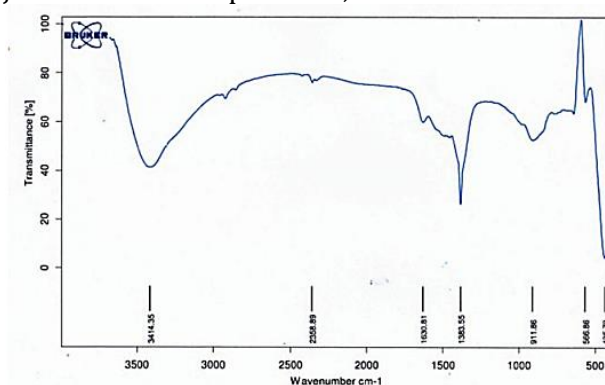
Referensi	Kondisi Optimum	Karakterisasi
[7]	pH 10, radiasi gelombang ultrasonik selama 30 menit dan kalsinasi pada 100°C dan 200°C selama 3 jam	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis XRD diperoleh struktur kristal berbentuk heksagonal wurtzite - Analisis SEM Nanopartikel ZnO yang dikalsinasi pada 100°C memiliki ukuran partikel dominan dalam rentang 150-200 nm. Pada 200°C memiliki ukuran partikel dominan dalam rentang 201-250 nm
[9]	Pengadukan larutan pada suhu 50-60°C	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis SEM diperoleh ZnO dengan morfologi serpihan (<i>flake</i>) - Analisis EDX diperoleh ZnO dengan kemurnian yang tinggi - Analisis XRD diperoleh ukuran partikel ZnO sebesar 30 nm
[10]	Pengadukan larutan pada suhu 70°C	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis SEM dan TEM diperoleh ZnO memiliki ukuran partikel sebesar 1022nm. - Analisis XRD diperoleh struktur kristal berbentuk heksagonal wurtzite - Analisis Uv-Vis menyerap pada panjang gelombang 366 nm.

Berdasarkan Tabel 3. Dilakukan perbandingan berdasarkan bahan yang digunakan. Pada referensi [7,9] digunakan pelarut dan katalis yang sama sedangkan prekursor yang berbeda. Serta pada referensi [10] digunakan katalis yang berbeda berupa NH₄HCO₃. Berdasarkan karakterisasi ZnO, diperoleh hasil terbaik pada penelitian Sadraei R., dkk (2016) menggunakan prekursor ZnSO₄(H₂O)₇, pelarut air deionisasi dan katalis NH₄OH. Pada penelitian tersebut diperoleh ukuran partikel 30 nm dengan kemurnian yang tinggi.



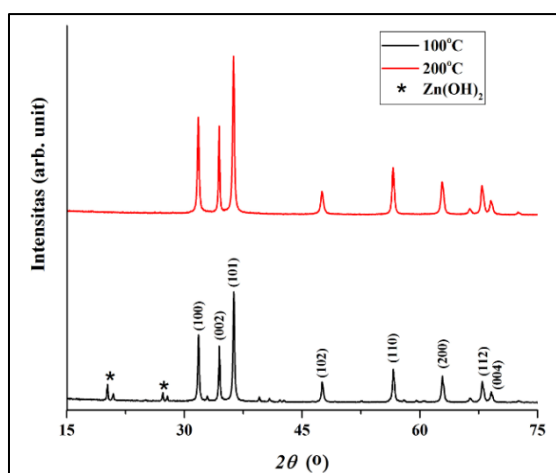
Gambar 1. Gambar Spektra UV-Vis Nanopartikel ZnO

Berdasarkan penelitian Taka [6], nanopartikel ZnO diuji pada panjang gelombang 250-900 nm. Dimana puncak serapan tajam diidentifikasi pada 301,2 nm.



Gambar 2. Gambar Spektra FTIR Nanopartikel ZnO

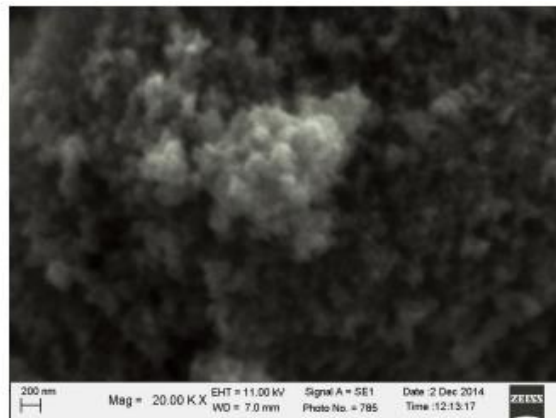
Berdasarkan penelitian Romadhan [8], Pada hasil pengujian FTIR terlihat adanya puncak diantara panjang gelombang 435 cm⁻¹ sampai 566 cm⁻¹.



Gambar 3. Gambar data XRD Nanopartikel ZnO

Berdasarkan penelitian Hernowo [7], pada analisis XRD menunjukkan pembentukan Nanopartikel ZnO dengan kalsinasi 100oC dan 200oC menunjukkan puncak-puncak difraksi dengan intensitas tinggi pada sudut (2θ) sebesar 31,6°, 34,3°, dan 36,1° yang berkaitan dengan bidang-bidang [100], [002], dan [101]. Puncak-puncak lainnya dengan intensitas yang lebih rendah terletak pada 47,5°, 56,5°, 62,8°, 67,9°, dan 72,6° yang berkaitan dengan bidang-bidang [102], [110], [200], [112],

dan [004]. Puncak-puncak difraksi tersebut menunjukkan puncak-puncak difraksi struktur kristal *hexagonal wurtzite*.



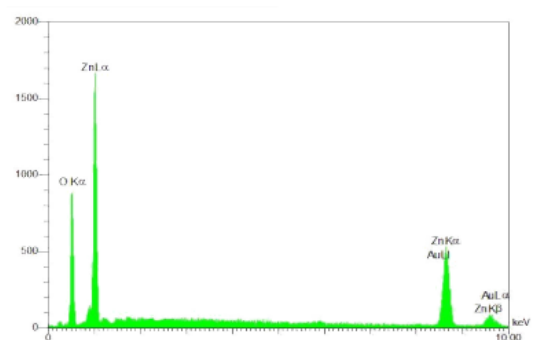
Gambar 4. Gambar SEM Nanopartikel ZnO

Berdasarkan penelitian Romadhan [8], pada analisis SEM menunjukkan nanopartikel ZnO yang terbentuk mempunyai morfologi bulat dengan ukuran dibawah 100 nm.

Sintesis nanopartikel ZnO	Ukuran partikel (nm)		Rata-rata	Rata-rata
	1	2	ukuran (nm)	Polydispersity index
Suhu 60°C	97.9	92.8	95.4	0.7
Suhu 80°C	44.9	41.3	43.1	0.3
Suhu 100°C	492.5	412.8	452.7	0.5

Gambar 5. Gambar Data PSA Nanopartikel ZnO

Berdasarkan penelitian Romadhan [8], pada analisis PSA menunjukkan sintesis nano pada suhu 80°C mempunyai hasil yang lebih kecil yaitu dengan ukuran rata-rata partikel 43.1 nm.



Gambar 6. Gambar data EDX Nanopartikel ZnO

Berdasarkan penelitian Sadraei[9], pada spektrum EDX menunjukkan bahwa ZnO nanopartikel disusun hanya dengan unsur Seng dan Oksigen, yang menunjukkan bahwa produk tersebut adalah ZnO dengan kemurnian tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan mini review yang telah dilakukan terhadap literatur sintesis dan karakterisasi nanopartikel ZnO dengan metode presipitasi, dapat disimpulkan bahwa bahan yang menghasilkan nanopartikel dengan ukuran kecil dan kemurnian yang tinggi yaitu prekursor $ZnSO_4(H_2O)_7$, pelarut air deionisasi dan katalis NH_4OH .

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen-dosen Kimia FMIPA Universitas Mulawarman, terkhusus kepada dosen pembimbing I, dosen pembimbing II, dan semua pihak yang membantu dalam penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Ahire, A. A. Bachhav, T. B. Pawar, B. S. Jagdale, A. V. Patil, and P. B. Koli, "The Augmentation of nanotechnology era: A concise review on fundamental concepts of nanotechnology and applications in material science and technology," *Results in Chemistry*, vol. 4. Elsevier B.V., Jan. 01, 2022. doi: 10.1016/j.rechem.2022.100633.
- [2] N. Nasution, dan Aida Fitri, and P. Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan, "Sintesis Nanopartikel Tio 2 Fasa Rutile Dengan Metode Kopresipitasi," vol. 2, no. 2, pp. 18–25, 2018.
- [3] Y. Yunita, N. Nurlina, and I. Syahbanu, "Sintesis Nanopartikel Zink Oksida (ZnO) dengan Penambahan Ekstrak Klorofil sebagai Capping Agent," *POSITRON*, vol. 10, no. 2, p. 44, Dec. 2020, doi: 10.26418/positron.v10i2.42136.
- [4] T. C. Raganata, H. Aritonang, and D. E. Suryanto, "Sintesis Fotokatalis Nanopartikel Zno Untuk Mendegradasi Zat Warna Methylene Blue," *Chem. Prog.*, vol. 12, no. 2, p. 54, 2019, doi: 10.35799/cp.12.2.2019.27755.
- [5] A. Munfarida, A. S. Tunggul, L. Dewi Susanawati, and H. B. Cahyono, "Reduksi Logam Merkuri (Hg) dengan Penambahan Na₂S atau NaOH pada Limbah Cair Pengujian COD Refluk Terbuka Reduction of Metal Mercury (Hg) by addition of Na₂S or NaOH at Open Reflux COD Wastewater Testing," 2016.
- [6] G. Taka and T. D. Das, "Synthesis of ZnO nanoparticles through a simple wet chemical precipitation method," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics, 2022. doi: 10.1088/1755-1315/1042/1/012017.
- [7] A. Hernowo dan Iis Nurhasanah, "Kristalinitas Dan Ukuran Nanopartikel Zno Yang Dikalsinasi Pada Temperatur 100°C Dan 200°C," 2019.
- [8] M. F. Romadhan, S. Pujilestari, P. Studi, T. Pangan, K. Universitas, and S. Jakarta, "Sintesis Nanopartikel ZnO dan Aplikasinya sebagai Edible Coating Berbasis Pektin untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Belimbing Synthesis of ZnO Nanoparticles and their Application as Edible Coatings Based on Pectin to Extend the Shelf Life of Averrhoa carambola."
- [9] Sadraei R, "A Simple Method for Preparation of Nano-sized ZnO."
- [10] S. Krobthong, T. Rungsawang, and S. Wongrerkdee, "Comparison of ZnO Nanoparticles Prepared by Precipitation and Combustion for UV and Sunlight-Driven Photocatalytic Degradation of Methylene Blue," *Toxics*, vol. 11, no. 3, Mar. 2023, doi: 10.3390/toxics11030266.
- [11] M. Goswami, N. C. Adhikary, and S. Bhattacharjee, "Effect of annealing temperatures on the structural and optical properties of zinc oxide nanoparticles prepared by chemical precipitation method," *Optik (Stuttg)*, vol. 158, pp. 1006–1015, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.ijleo.2017.12.174.