

Peningkatan Fungsi Daun Chaya sebagai Agen Reduksi pada Sintesis Seng Nanopartikel

SW Suciyati^{(1,a)*}, Posman Manurung^(1,b), Suprihatin^(1,c), dan Fegi Liani^(1,d)

⁽¹⁾Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35141
Email : ^(a*)sri.wahyu@fmipa.unila.ac.id, ^(b)posman.manurung@fmipa.unila.ac.id,
^(c)suprihatin.1973@fmipa.unila.ac.id, ^(d)fegiliani103819@gmail.com

Diterima (28 Desember 2023), Direvisi (19 Januari 2024)

Abstract. Nano-ZnO biosynthesis has been carried out using Chaya leaves with the addition of 0.7M NaOH. The aim is to determine the results of nano-ZnO synthesis regarding the formation of functional groups, phase structure, morphology, band gap energy, and its potential as an antibacterial. The synthesis process was carried out in three stages, namely, extraction of Japanese papaya leaves, synthesis of nano-ZnO, and characterization using Fourier Transform Infra Red (FTIR), X-Ray Diffraction (XRD), Transmission Electron Microscopy (TEM), and UV-Diffuse Reflectance (UV-DRS). Nano-ZnO samples were applied in antibacterial tests. The results of FTIR analysis show the formation of ZnO functional groups at wave numbers 599-509 cm^{-1} with the main functional groups involved being O-H, C=O, N-H, and C-N. The results of the XRD analysis showed that the phases formed in the sample were zinc oxide, zinc phosphate, zinc iron oxide and zinc chlorate hydrate. Factors that influence the formation of other phases are because Japanese papaya leaves contain phosphorus and iron, the ZnO phase formed has a wurtzite structure. The results of UV-DRS analysis show that the band gap energy is close to the standard of 3.24 eV with an absorbance value of 362 nm. TEM results show that the particle morphology experiences agglomeration due to the presence of other compounds. The antibacterial activity of Nano-ZnO with a NaOH concentration of 0.7 M resulted in an average zone of inhibition of bacterial growth in E.coli of 0.21 mm.

Keywords: Chaya, Function Enhancement, Nanoparticles, Reduction, Nanoparticles

Abstrak. Telah dilakukan biosintesis nano-ZnO menggunakan daun Chaya dengan penambahan NaOH sebanyak 0,7M. Bertujuan untuk mengetahui hasil sintesis nano-ZnO terhadap pembentukan gugus fungsi, struktur fasa, morfologi, energi celah pita, dan potensinya sebagai antibakteri. Proses sintesis dilakukan melalui tiga tahap yakni, ekstraksi daun Chaya, sintesis nano-ZnO, dan karakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Transmission Electron Microscopy* (TEM), dan *UV-Diffuse Reflectance* (UVDRS). Sampel nano-ZnO diaplikasikan pada uji antibakteri. Hasil analisis FTIR menunjukkan terbentuknya gugus fungsi ZnO pada bilangan gelombang 599-509 cm^{-1} dengan gugus fungsi utama yang terlibat berupa O-H, C=O, N-H, dan C-N. Hasil analisis XRD menunjukkan fasa terbentuk pada sampel yaitu *zinc oxide*, *zinc phosphate*, *zinc iron oxide*, dan *zinc chlorate hydrate*. Faktor yang mempengaruhi terbentuknya fasa lain karena daun Chaya memiliki kandungan berupa *phosphorus* dan *iron*, fasa ZnO yang terbentuk memiliki struktur *wurtzite*. Hasil analisis UV-DRS menunjukkan energi celah pita mendekati standar sebesar 3,24 eV dengan nilai absorbansi 362nm. Hasil TEM menunjukkan bahwa morfologi partikel mengalami aglomerasi akibat masih terdapat senyawa-senyawa lain. Aktivitas antibakteri dari Nano-ZnO dengan konsentrasi NaOH 0,7M menghasilkan rata-rata zona hambat pertumbuhan bakteri pada E.coli adalah 0,21 mm.

Kata kunci: Chaya, Nanopartikel, Peningkatan Fungsi, Reduksi.

PENDAHULUAN

Nanopartikel merupakan salah satu penerapan ilmu sains dan teknologi yang mengendalikan materi tingkat molekuler dengan ukuran berskala nano yang berada pada skala 1 sampai 100 nm [1]. Pemanfaatan nanopartikel telah merambah diberbagai bidang seperti bidang lingkungan, biomedis, perawatan kesehatan, pertanian, tekstil, industri, elektronika, bidang energi, dan lainnya. ZnO merupakan jenis logam yang memiliki stabilitas kimia dan termal sangat baik karena ZnO memiliki celah pita sebesar 3.37 eV [2] dan energi ikatnya sebesar 60 MeV [3]. ZnO memiliki sifat optik, akustik dan kelistrikan yang menarik serta dapat diaplikasikan diberbagai bidang seperti elektronik dan sensor. Bahkan ZnO dengan ukuran skala nanometer berpotensi sebagai fotodegradasi metamitron, fotodegradasi senyawa metilen biru, dan sebagai antibakteri jenis bakteri gram positif dan negatif.

Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan metode *top-down* (fisika) dan *bottom-up* (kimia). Metode *top-down* merupakan proses melalui padatan logam yang dibuat menjadi ukuran nano secara mekanik, sedangkan pada metode *bottom-up*, logam dilarutkan dengan menggunakan agen pereduksi dan penstabil untuk mengubahnya ke dalam bentuk nano [4]. Kedua metode tersebut memiliki banyak kendala seperti penggunaan pelarut beracun, limbah hasil sintesis yang berbahaya terhadap lingkungan, dan konsumsi energi yang tinggi [5]. Ditemukan bahwa metode sintesis hijau lebih menjanjikan karena lebih ramah lingkungan, proses yang sederhana, dan bahan-bahan yang digunakan mudah didapatkan. Sintesis hijau merupakan metode yang memanfaatkan tanaman sebagai agen pereduksi dalam sintesis nano ZnO.

Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk sintesis hijau adalah daun Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*). Daun Chaya merupakan familia *euphorbiaceae* yang terdiri atas 50 spesies tersebar diberbagai daerah tropis. tanaman ini tergolong dalam jenis semak belukar yang tingginya dapat mencapai sekitar 6 meter, memiliki bunga berwarna putih, panjang daun sekitar 32 cm dengan lebar 30 cm, dan memiliki *petiole* [6]. Daun Chaya memiliki banyak kandungan seperti protein, serat, rendah lemak, kadar saponin yang tinggi, tanin, alkaloid, dan flavonoid. Daun Chaya juga mengandung beberapa mineral seperti besi, mangan, magnesium, fosfor, dan seng [7]. Salah satu senyawa antioksidan yang terdapat pada ekstrak daun Chaya yaitu alkaloid yang memiliki gugus fungsi amina berfungsi sebagai sumber basa (alkali) dalam pembentukan nanopartikel ZnO [8].

Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan penelitian dengan judul Peningkatan Fungsi Daun Chaya sebagai Agen Reduksi pada Sintesis Seng Nanopartikel. Penelitian ini akan menggunakan variasi NaOH yaitu 0,3; 0,5; 0,7; dan 0,9 M terhadap pembentukan nanopartikel ZnO. Kemudian sampel akan di analisis melalui FTIR, XRD, UV-DRS, dan Uji antibakteri.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini seperti timbangan, gelas ukur, gelas beaker, *hot plate*, kertas Whatman No 1, spatula, *funnel*, pipet tetes, mortar dan *pestle*, alumunium *foil*, plastik *wrapping*, pemanas listrik, magnetik stirrer, kertas pH meter, *water bath*, sentrifugal, Seng Nitrat Heksahidrat $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ekstrak daun Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*), ethanol 70%, aquabides, dan NaOH.

Prosedur Percobaan

Daun Chaya dicuci menggunakan air bersih yang mengalir dan dibilas aquabides sebanyak 2 kali. Dipotong-potong menjadi kecil menggunakan *chopper* dan ditimbang sebanyak 100 g dalam *beaker glass* 500 ml kemudian ditambahkan 100 ml aquabides. Setelah itu, dipanaskan menggunakan *water bath* selama 30 menit dengan suhu 80°C dan *beaker glass* ditutup menggunakan lembar alumunium. Air rebusan didinginkan pada suhu ruang. Kemudian disaring menggunakan kertas Whatman No 1.

Hasil ekstrak digunakan untuk mensintesis nanopartikel ZnO yaitu mencampurkan larutan seng nitrat ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 100 ml dengan 50 ml air rebusan hasil ekstrak dalam gelas beaker 250 ml. Kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* dan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Larutan didinginkan pada suhu ruang selama 30 menit dan dilakukan pengadukan kembali menggunakan magnetik stirer dengan menambahkan NaOH secara perlahan menggunakan pipet tetes. Variasi NaOH dibagi menjadi 0,3; 0,5; 0,7; dan 0,9 M. Larutan tersebut didiamkan selama 24 jam dan disentrifugasi hingga larutan dan endapannya terpisah. Endapan dipanaskan pada suhu 90°C menggunakan pemanas listrik selama 3 jam dan digerus menggunakan mortar hingga menjadi serbuk selanjutnya akan dikarakterisasi dan diuji antibakteri.

Karaktesasi

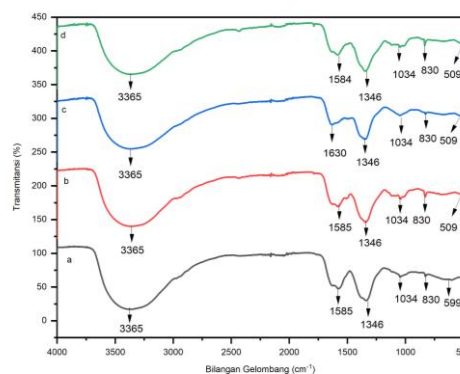
FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi nanopartikel ZnO dari ekstrak daun Chaya, XRD untuk mengetahui fasa kristalin yang terbentuk pada partikel ZnO, UV-DRS untuk mengukur energi celah pita, dan uji antibakteri menggunakan bakteri *E.coli*

untuk mengetahui aktivitas antibakteri daun Chaya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis FTIR Nanopartikel ZnO

Pengamatan FTIR sampel sintesis ZnO ditampilkan secara bersusun berperan penting untuk mempelajari keberadaan komponen-komponen dari sampel ZnO yang terbentuk. Ditampilkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Analisis FTIR

Karakterisasi FTIR digunakan untuk mengetahui unsur kimia, struktur molekul dan mendeteksi interaksi antar molekul. Pengamatan dilakukan pada rentang bilangan gelombang 4000-500 cm^{-1} . Data hasil karakterisasi FTIR sintesis ZnO dengan variasi NaOH (a) 0,3 (b) 0,5 (c) 0,7 (d) 0,9 M. Pada Gambar 6.1.a, 6.1.b, 6.1.c, dan 6.1.d memiliki puncak spektrum 3365 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi peregang O-H [9].

Penjelasan tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan Shofwatunnisa *et al* (2019) yang menyatakan bahwa puncak spektrum dari 3200–3570 cm^{-1} merupakan gugus O-H. Selanjutnya pada Gambar 6.1.a dan 6.1.b terdapat puncak spektrum 1585

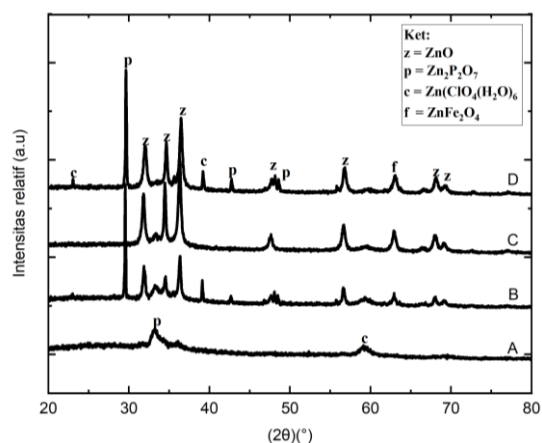
cm^{-1} dan Gambar 6.1.d yaitu 1584 cm^{-1} kedua puncak tersebut merupakan gugus fungsi peregangan N-H. Diikuti Gambar 6.1.c yaitu 1630 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus fungsi C=O (Vijayakumar *et al.*, 2015). Puncak spektrum 1346 cm^{-1} pada Gambar 6.1.a, 6.1.b, 6.1.c, dan 6.1.d merujuk adanya gugus fungsi C=O-karboksil atau gugus C-N yang merupakan perpanjangan dari ikatan amida pada protein yang terkandung pada tanaman [10].

Selanjutnya puncak spektrum 1034 cm^{-1} pada Gambar 6.1.a, 6.1.b, dan 6.1.c diikuti Gambar 6.1.d puncak spektrum yang terbentuk tersebut menunjukkan adanya gugus fungsi peregangan C-N pada amina alifatik dan aromatik [11]. Puncak spektrum 830 cm^{-1} yang terbentuk pada Gambar 6.1.a, 6.1.b, 6.1.c, dan 6.1.d menunjukkan adanya gugus fungsi Zn-OH. Keberhasilan terbentuknya nanopartikel ZnO terlihat pada puncak serapan pada bilangan gelombang 509 nm .

Berdasarkan hasil FTIR, diduga gugus utama yang terlibat dalam proses bioreduksi Zn^{2+} adalah gugus fungsi O-H, C=O, N-H, dan C-N yang merupakan turunan senyawa heterokompleks turunan dari protein yang terkandung pada ekstrak daun Chaya [12]. Kandungan protein inilah yang diduga bahwa senyawa-senyawa dalam karbohidrat yang memiliki fungsi sebagai pereduksi berperan dalam proses bioreduksi Zn^{2+} seperti glukosa dan fruktosa yang memiliki gugus aldehid dan keton. Mekanisme interaksi antara Zn^{2+} dengan komponen biologis ekstrak daun Chaya berlangsung dengan pembentukan senyawa kompleks melalui efek kelat.

Senyawa kompleks merupakan senyawa yang terdiri atas logam pusat dan ligan yang keduanya saling terikat secara kovalen koordinasi. Ligan bertindak sebagai basa lewis yang akan mendonorkan elektron bebasnya dan akan mengisi orbital kosong yang telah disediakan logam pusat sebagai asam lewis yang merupakan akseptor elektron. Ligan berasal dari turunan senyawa protein berikatan dengan Zn^{2+} sebagai logam pusat dan akan mengalami proses reaksi reduksi Zn^{2+} menjadi Zn^0 [13].

Analisis Kualitatif XRD



Gambar 2. Analisis XRD pada sampel ZnO NP dengan perbedaan molaritas sampel (A) 0,3M; (B) 0,5M; (C) 0,7M dan (D) 0,9M

Analisis XRD untuk mengetahui fasa dan struktur kristal dan fasa yang terbentuk. Di dalam difraktogram memiliki puncak-puncak tertentu yang digunakan untuk menentukan fasa dan struktur kristal. Data acuan yang digunakan untuk pencocokan diperoleh dari pangkalan data *Inorganic Crystal Structure Database* (ICSD). Pencocokan ini mengacu pada hasil senyawa yang terkandung di dalam serbuk ZnO yang ditampilkan pada **Gambar 2**.

Seluruh sampel A, B, C, dan D menunjukkan beberapa puncak yang dapat

dikenali sebagai fasa ZnO heksagonal. Puncak-puncak ZnO yang dihasilkan berada di sekitar sudut $2\theta = 31,80^\circ$, $34,55^\circ$, $36,32^\circ$, $47,67^\circ$, $56,64^\circ$, $62,32^\circ$, $66,91^\circ$, $67,94^\circ$, dan $69,11^\circ$ dan sesuai dengan referensi ICSD 065119 [14]. Fasa ZnO mulai terbentuk pada sampel B, C dan D. dari ketiga sampel tersebut puncak-puncak milik ZnO yang dominan keberadaannya dan sesuai dengan intensitas tinggi ZnO berada pada sampel C dengan variasi konsentrasi NaOH 0,7 M namun masih terdapat fasa lain dengan intensitas tidak cukup dominan yaitu pada sudut $2\theta = 33,34^\circ$ milik *zinc phosphate* ($\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$) dan $63,02^\circ$ milik *zinc iron oxide* (ZnFe_2O_4).

Selanjutnya pada sampel B dan D diduga adanya fasa lain yang memiliki intensitas tinggi yaitu pada sudut $2\theta = 29,52^\circ$ puncak tersebut merupakan milik dari fasa *zinc phosphate*, diikuti puncak lain yaitu pada sudut $2\theta = 33,13^\circ$, $42,85^\circ$ dan $48,28^\circ$. Selain itu, terdapat fasa lain yang terbentuk pada sampel A, B dan D dengan intensitas puncak cukup tinggi yaitu pada sudut $2\theta = 39,16^\circ$ dan $59,12^\circ$ diikuti sudut $2\theta = 23,04^\circ$ pada sampel D yang merupakan milik fasa dari *zinc chlorate hexahydrate* ($\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

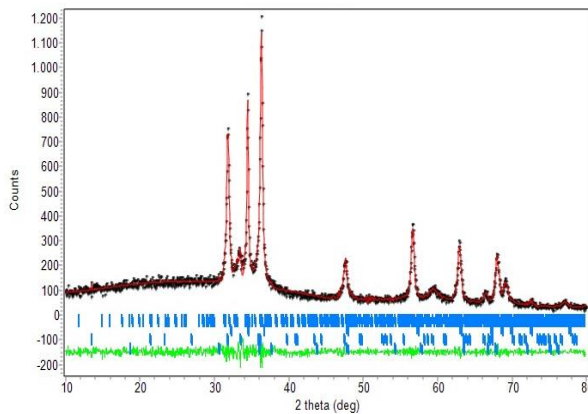
Terbentuknya *zinc phosphate* pada setiap sampel diduga karena daun Chaya memiliki kandungan berupa *phosphorus* sebesar 39 mg/100g, dengan turunannya yaitu *phosphate*. Fasa lain berupa *zinc iron oxide* ada pada sampel B, C dan D pada sudut $2\theta = 63,22^\circ$. Fasa ini ada diduga karena daun Chaya mengandung *iron* sebesar 11,4 mg/100g. Terbentuknya fasa *zinc chlorate hexahydrate* juga didukung bahwa daun Chaya memiliki kandungan air yang cukup tinggi (85,3%) selain itu, diduga proses sintesis pencampuran zink nitrat heksahidrat dengan NaOH berperan dalam pembentukan fasa tersebut.

Kandungan senyawa yang dimiliki oleh daun Chaya ternyata lebih besar daripada kandungannya pada daun bayam [15]. Sehingga sangat memungkinkan terbentuknya fasa-fasa tersebut dalam sintesis ZnO dari daun Chaya. Pada sampel A, fasa ZnO tidak terlihat secara dominan meskipun terdapat puncak ZnO pada sudut $2\theta = 36,19^\circ$, namun masih dalam bentuk amorf.

Dilihat dari keempat grafik dari sampel ZnO terjadi perbedaan puncak yang dihasilkan terutama pada sampel A, B, dan D. Hal tersebut disebabkan adanya beberapa faktor seperti penambahan variasi NaOH, adanya pengotor dalam proses sintesis, dan proses pemanasan dengan waktu yang tidak stabil. Selain unsur logam, senyawa-senyawa organik diperkirakan masih tersisa dalam sampel ZnO hasil sintesis. Berdasarkan penelitian Yaqin (2017) sintesis nanopartikel ZnO hasil sintesis menggunakan ekstrak *Sargassum sp.*, unsur lain selain seng dan oksigen ditemukan pada sampel berupa unsur nitrogen dan karbon. Zat pengotor ini diduga berasal dari larutan seng nitrat, NaOH, dan ekstrak yang belum terdekomposisi sempurna selama proses pemanasan [16].

Analisis Kuantitatif XRD

Untuk mendapatkan hasil analisis kuantitatif XRD memerlukan perangkat lunak Rietica versi 4.0.5929.62851 dengan melakukan metode *Rietveld* yang bertujuan untuk melihat fasa dan puncak difraksi yang terbentuk berdasarkan parameter kesesuaian yang digunakan yaitu R_p , R_{wp} , R_{exp} , dan GOF. Dalam proses *refinement* (penghalusan) keempat sampel, digunakan 4 fasa yaitu, *zinc oxide*, *zinc iron oxide*, *zinc phosphate*, dan *zinc chlorate hexahydrate*. Berikut hasil *refinement* yang ditampilkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Refinement sampel ZnO NP dengan molaritas NaOH 0,7M

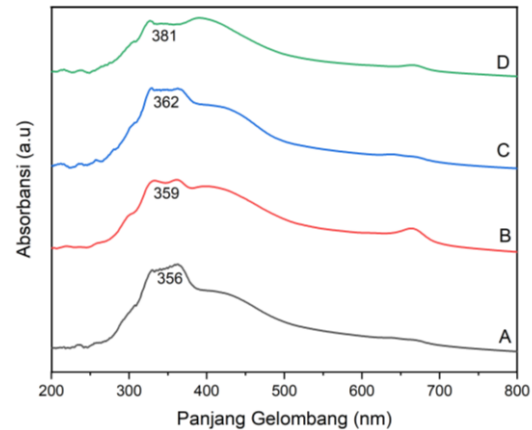
Hasil refinement memberikan informasi terkait parameter kisi *Zincite* yakni nilai $a=b \neq c$ sebesar $a=b= 3,220929 \text{ \AA}$ dan $c=5,219423 \text{ \AA}$. Nilai ini tidak beda jauh dengan parameter kisi standar *Zincite* yaitu nilai $a=b \neq c$ sebesar $3,2490 \text{ \AA}$ dan $5,2070 \text{ \AA}$ dengan $\alpha=\beta \neq \gamma$ sebesar $\alpha=\beta=90^\circ$ dan $\gamma=120^\circ$. Nilai x, y, z dan *occupancy* pada Zn yaitu sebesar 0,66667, 0,33333, 0,00000, 0,16666. Sedangkan nilai x, y, z dan *occupancy* pada O yaitu sebesar 0,66667, 0,33333; 0,61900, dan 0,1666.

Analisis UV-DRS

Karakterisasi menggunakan UV-Vis DRS untuk mengetahui panjang gelombang maksimum, nilai absorbansi, dan energi celah pita. Energi celah pita nanopartikel suatu ZnO yang dihasilkan akan mempengaruhi kinerja dari material ZnO dalam mengeksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi.

Hasil pengukuran nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak daun Chaya didapatkan puncak serapan pada panjang gelombang maksimum. Sampel A sebesar 356 nm, sampel B sebesar 359 nm, sampel C sebesar 362, dan pada sampel D sebesar 381 nm. Puncak serapan pada panjang

gelombang 356 nm. Grafik analisis UV-DRS ditampilkan pada **Gambar 4**.



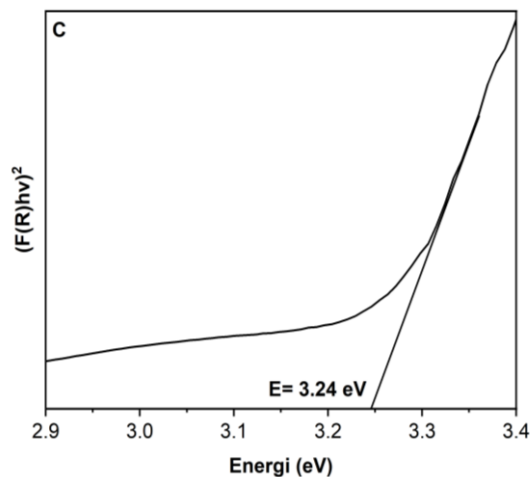
Gambar 4. Analisis UV-DRS ZnO NP dengan variasi molaritas NaOH. (A) 0,3M; (B) 0,5M; (C) 0,7M dan (D) 0,9M

Berdasarkan grafik yang didapat pada sampel A dan B, sejalan dengan penelitian yang dihasilkan oleh Vijayakumar *et al* (2015) terhadap sintesis nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak daun dengan metode sintesis hijau yang mendapatkan puncak serapan pada 352 nm menunjukkan adanya sifat optik nanopartikel [17].

Selanjutnya pada sampel C dan D yaitu 362-380 nm, hampir sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Safitri (2018) mendapatkan panjang gelombang dalam kisaran 362-375 nm yang merupakan puncak karakteristik standar fase ZnO heksagonal *wurtzite* [18].

Energi celah pita merupakan energi yang terbentuk pada celah antara pita valensi yang penuh elektron dengan pita konduksi yang kosong elektronnya. Nilai energi celah pita pada semikonduktor sangat penting karena berpengaruh terhadap kinerja semikonduktor dalam mengalirkan elektron. Sampel dengan penambahan NaOH 0,7 M menunjukkan ciri ZnO yang tegas, hal ini didukung juga oleh penelitian lain yang menyatakan bahwa perolehan energi celah pita ZnO berada pada rentang nilai 3,25-3,29 eV [19]. Berikut grafik

energi celah pita ZnO dengan penambahan NaOH 0,7 M seperti pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Energi celah pita ZnO NP untuk sampel NaOH 0,7M

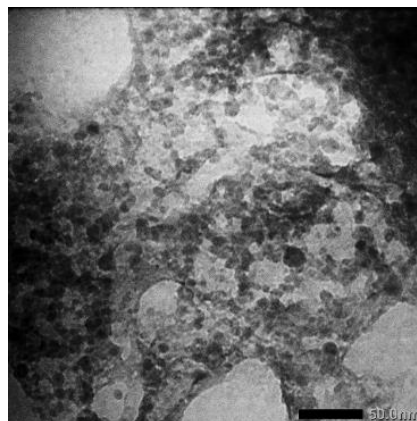
Beberapa faktor yang menyebabkan penurunan energi celah pita seperti proses sintesis, kalsinasi, dan penambahan NaOH. Meskipun begitu, nilai energi celah pita yang lebih rendah akan mempercepat proses eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi ZnO untuk menghasilkan *hole*. Elektron yang tereksitasi dan *hole* kemudian akan bereaksi dengan melepaskan energi panas atau terjerat di dalam akseptor dan donor elektron (reduktor dan oksidator). Proses ini mengubah energi radiasi menjadi energi kimia yang mempercepat terjadinya reaksi fotoredoks dan mampu mendegradasi polutan organik dengan mekanisme kerja fotokatalis [20].

Analisis TEM

Karakterisasi TEM dilakukan untuk mengetahui ukuran partikel ZnO. Dalam menganalisis hasil yang diperoleh dari TEM digunakan perangkat lunak *ImageJ* versi 64-bit Java 1.8.0 172.

Rata-rata ukuran partikel yang diambil sebanyak 50 butir melalui analisis

perangkat lunak *ImageJ* adalah $(9,3 \pm 2,8)$ nm. Ukuran partikel yang diperoleh dapat dikategorikan sebagai nanomaterial berukuran ultrahalus, hal ini ditandai dengan ukuran partikel yang dihasilkan <100 nm [21]. Hasil karakterisasi TEM terlihat pada **Gambar 6**.



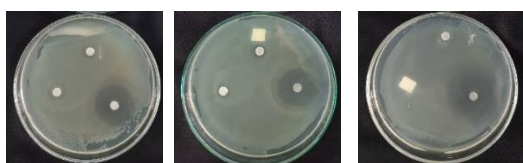
Gambar 6. Analisis TEM ZnO NP untuk sampel molaritas NaOH 0,7M

Hasil analisis menunjukkan morfologi partikel cenderung teraglomerasi sehingga sulit untuk mengamati secara spesifik. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya aglomerasi antar partikel ZnO karena pengaruh polaritas, gaya elektrostatis ZnO, dan energi yang besar di permukaan sampel yang biasa terjadi ketika proses sintesis berlangsung [22]. Selain itu, ukuran partikel yang sangat kecil sehingga luas permukaan partikel menjadi sangat besar. Hal ini meningkatkan tegangan permukaan antarmuka partikel dan menyebabkan partikel menjadi tidak stabil [23].

Uji Antibakteri

Diketahui bahwa sampel memiliki aktivitas antibakteri, meskipun diameter zona hambat yang didapat sangat kecil. Aktivitas antibakteri disebabkan karena adanya pelepasan ion Zn^{2+} dan spesies oksigen reaktif (ROS) [24]. Spesies ROS

yang dihasilkan yaitu radikal hidroksil OH⁻ dan peroksida O₂²⁻ akan merusak DNA dan mendenaturasi protein dari sel. Nanopartikel ZnO akan larut dalam media berair dan melepaskan ion Zn²⁺.



Gambar 7. Uji antibakteri E.coli sebanyak tiga kali pengulangan oleh nanopartikel ZnO

Ion Zn²⁺ akan berikatan dengan muatan negatif pada permukaan luar membran sel. Interaksi ini akan menyebabkan gangguan pada sel seperti terhambatnya aktivitas sel bakteri seperti transport aktif, metabolisme bakteri, dan aktivitas enzim diikuti kebocoran isi sel yang berakibat pada kerusakan dan kematian sel bakteri akibat toksisitas dari ion Zn²⁺ [25].

KESIMPULAN

Fasa yang terbentuk adalah fasa wurtzite. Terdeteksi adanya fasa lain yang terbentuk yaitu *zinc phosphate* (Zn₃P₂O₇), *zinc iron oxide* (ZnFe₂O₄), dan *zinc chlorate hydrate* (Zn(ClO₄)₂·H₂O)₆. Pada identifikasi gugus fungsi senyawa dengan FTIR menghasilkan adanya senyawa fenol dan polifenol. Pada analisis UV-DRS nilai panjang gelombang 362 nm dengan energi celah pita sebesar 3,24 eV. Pada analisis TEM cenderung teraglomerasi sehingga sulit untuk mengamati morfologi partikel secara spesifik. Selain itu, aktivitas antibakteri pada *E.coli* terdeteksi meskipun diameter zona bening berukuran kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jeevanandam, J., Barhoum, A., Chan, Y.S., Dufresne, A. dan Danquah, M.K., 2018. Review on Nanoparticles and Nanostructured Materials: History, Sources, Toxicity and Regulations. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 9(1), pp.1050-1074.
- [2] Vaseem, M., Umar, A., dan Hahn, Y. 2010. ZnO Nanoparticles: Growth Properties and Applications. *Metal Oxide Nanostructures and Their Applications*, 5 pp.1-36.
- [3] Parra, M.R. dan Haque, F.Z., 2014. Aqueous Chemical Route Synthesis and the Effect of Calcination Temperature on the Structural and Optical Properties of ZnO Nanoparticles. *Journal of Materials Research and Technology*, 3(4), pp.363-369.
- [4] Kumar, V. dan Yadav, S.K., 2011. Synthesis of Stable, Polyshaped Silver, and Gold Nanoparticles Using Leaf Extract of *Lonicera Japonica* L. *International Journal of Green Nanotechnology*, 3(4), pp.281-291.
- [5] Thakkar, K.N., Mhatre, S.S. dan Parikh, R.Y., 2010. Biological Synthesis of Metallic Nanoparticles. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 6(2), pp.257-262.
- [6] Awoyinka, O.A., Balogun, I.O. dan Ogunnowo, A.A., 2007. Phytochemical Screening and in Vitro Bioactivity of *Cnidioscolus Aconitifolius*(Euphorbiaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 1(3), pp.63-65.
- [7] Oyagbemi, A.A., Odetola, A.A. dan Azeez, O.I., 2011. Phytochemical Investigation and Proximate Analysis on the Leaves of *Cnidioscolus Aconitifolius*. *Journal of Medicinal Food*, 14(3), pp.322-324.

- [8] Sari, R.N. dan Nurhasni, Y.M., 2017. Sintesis Nanopartikel ZnO Ekstrak Sargassum sp. dan Karakteristik Produknya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), pp.238-254.
- [9] Song, X., Wang, Z., Liu, Y., Wang, C. dan Li, L., 2009. A Highly Sensitive Ethanol Sensor Based on Mesoporous ZnO–SnO₂ Nanofibers. *Nanotechnology*, 20(7), pp.075-501.
- [10] Shofwatunnisa, Nurbayasari, R. dan Saridewi, N., 2017. Biosintesis dan Karakterisasi Nanopartikel ZnO dengan Ekstrak Rumpun Laut Hijau Caulerpa sp. Bachelor's thesis. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- [11] Kathiraven, T., Sundaramanickam, A., Shanmugam, N. dan Balasubramanian, T., 2015. Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Marine Algae Caulerpa Racemosa and Their Antibacterial Activity Against Some Human Pathogens. *Applied Nanoscience*, 5, pp.499-504.
- [12] Nulhakim, L., Yuliamsal, I.A., Hakima, V.H., Ula, F., Ismiandini, A.A., Erliasna, E., Ramli, I.A.D., Dini, R.M., Fadhillah, N.M., Gunawan, R.F. and Pratama, A.A., 2020. Pengolahan Pangan Berbahan Baku Daun Pepaya Jepang untuk Dijadikan Makanan (Studi Kasus Pada KWT Melati II Kelurahan Karawaci). *Jurnal Pengabdian Dinamika*, 7(1).
- [13] Dumur, F., Guerlin, A., Dumas, E., Bertin, D., Gigmes, D., dan Mayer, C. R. (2011). Controlled Spontaneous Generation of Gold Nanoparticles Assisted by Dual Reducing and Capping Agents. *Gold Bulletin*, 44(2), 119–137.
- [14] Albertsson, J., Abrahams, S. C., & Kvick, Å. (1989). Atomic displacement, anharmonic thermal vibration, expansivity and pyroelectric coefficient thermal dependences in ZnO. *Acta Crystallographica Section B: Structural Science*, 45(1), 34-40.
- [15] Kuri-García, A., & Guzmán, S. H. (2017). Phenolic profile and antioxidant capacity of *Cnidocolus chayamansa* and *Cnidocolus aconitifolius*: A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(45), 713-727.
- [16] Sari, R. N., Nurhasni, N., & Yaqin, M. A. (2017). Green Synthesis Nanoparticle ZnO Sargassum sp. Extract and The Products Characteristic. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 238-254.
- [17] Vijayakumar, S., Vinoj, G., Malaikozhundan, B., Shanthi, S. dan Vaseeharan, B., 2015. Plectranthus Amboinicus Leaf Extract Mediated Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles and its Control of Methicillin Resistant Staphylococcus Aureus Biofilm and Blood Sucking Mosquito Larvae. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 137, pp.886-891.
- [18] Alfarisa, S., Lumban Toruan, P., Dwandaru, W. S. B., & Safitri, R. N. (2018). Morphological and Structural Studies of ZnO Micro-Nanorod Structures Synthesized Using a Low-Cost Hydrothermal Method. *Makara Journal of Science*, 59-66.

- [19] Yunita, I., & Somsook, E. (2020). Synthesis of Magnesium Dicarboxylate Complex. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9(2), 71-84.
- [20] Dhamayanti, Y., Wijaya, K. dan Tahir, I., 2005. Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan Fe₂O₃-Montmorillonit dan Sinar Ultraviolet. In *Prosiding Seminar Nasional DIES ke 50 FMIPA UGM* (pp. 22-29).
- [21] Horikoshi, S., Sumi, T., & Serpone, N. (2013). A hybrid microreactor/microwave high-pressure flow system of a novel concept design and its application to the synthesis of silver nanoparticles. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 73, 59-66.
- [22] Elumalai, K., Velmurugan, S., Ravi, S., Kathiravan, V., & Ashokkumar, S. (2015). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using Moringa oleifera leaf extract and evaluation of its antimicrobial activity. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 143, 158–164
- [23] El-Sayed, K., Mohamed, M. B., Hamdy, S., & Ata-Allah, S. S. (2017). Effect of synthesis methods with different annealing temperatures on micro structure, cations distribution and magnetic properties of nano-nickel ferrite. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 423, 291-300.
- [24] Chemingui, H., Missaoui, T., Mzali, J. C., Yildiz, T., Konyar, M., Smiri, M., & Yatmaz, H. C. (2019). Facile green synthesis of zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs): Antibacterial and photocatalytic activities. *Materials Research Express*, 6(10), 1050b4
- [25] Demissie, M. G., Sabir, F. K., Edossa, G. D., & Gonfa, B. A. (2020). Synthesis of zinc oxide nanoparticles using leaf extract of lippia adoensis (koseret) and evaluation of its antibacterial activity. *Journal of Chemistry*, 2020, 1-9.