

PENGARUH WAKTU PEMBAKARAN TERHADAP KRISTALINITAS NANO ZINC OXIDE DENGAN METODE DC THERMAL PLASMA

Hasan Ashari¹, Salahuddin Junus², Andi Sanata²

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

² Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: Asharihasan007@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan Manufaktur dewasa ini mengalami kemajuan yang sangat pesat akibat semakin majunya ilmu pengetahuan dan teknologi pada semua sektor di seluruh dunia. Salah satu faktor penyebab kemajuan manufaktur dunia adalah pesatnya perkembangan ilmu material. Pada bidang material, penggunaan material berukuran besar dirasa memiliki kekurangan karena sedikitnya energi yang ada pada permukaannya. Para peneliti melakukan riset dan penelitian untuk mendapatkan material dengan karakteristik yang lebih baik dari sebelumnya. Hasil dari penelitian tersebut ditemukanlah material nano yang memiliki karakteristik unik dan berukuran sangat kecil. Nanomaterial merupakan jenis material yang memiliki dimensi eksternal maupun internal dalam interval ukuran 1-100 nm. Material nano ZnO dalam beberapa tahun terakhir banyak dikembangkan untuk berbagai macam aplikasi. Salah satu metode pembuatannya adalah metode DC Thermal Plasma. Dalam penelitian ini material prekursor (Zn) disintesis menggunakan metode DC Thermal Plasma dengan variasi waktu pembakaran 10 detik dan 20 detik. Kristalinitas dari hasil sintesis dihitung menggunakan metode Gaussian Peak Fitting. Hasil perhitungan menunjukkan persentase kristalinitas tertinggi sebesar 55,95 % pada variasi waktu pembakaran 10 detik

Kata Kunci : *Nanomaterials, Zinc Oxide, DC Thermal Plasma, Gaussian Peak Fitting.*

PENDAHULUAN

Industri di abad 21 mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan ini tidak lepas dari penelitian yang terus dilakukan oleh para ilmuwan untuk menciptakan material baru guna memenuhi kebutuhan dunia industri. Dalam bidang material, ditemukan material baru dengan karakteristik yang berbeda dengan ukuran mikronya.

Material berukuran nano atau biasa disebut nanomaterial mempunyai luas permukaan yang lebih besar dari ukuran mikronya sehingga persentase atom di permukaan menjadi lebih tinggi dibandingkan bentuk awalnya. Tingginya persentase atom yang ada menyebabkan energi pada permukaan material meningkat [1]. Nanomaterial didefinisikan sebagai material dengan struktur eksternal berskala nano atau memiliki struktur internal berskala nano, yaitu memiliki setidaknya satu dimensi berada dalam rentang 1-100 nm [2].

Proses sintesis nanomaterial pada umumnya dilakukan dengan metode *Top-down* dan *Bottom-up*. Metode *Top-down* sendiri menggunakan prinsip pemecahan material berukuran besar menjadi kecil. Sedangkan metode *Bottom-up* menggunakan prinsip penyusunan material berukuran kecil menjadi lebih besar [3].

DC Thermal Plasma merupakan metode fabrikasi nanomaterial perpaduan dari metode *Top-down* dan *Bottom-up*. Metode *DC Thermal Plasma* memproduksi nanomaterial dengan cara menguapkan material prekursor menjadi fasa gas yang diikuti

pendinginan cepat sehingga membentuk material ultra halus [4].

ZnO merupakan material semi konduktor tipe n dengan potensi pengaplikasian khususnya pada bidang fotoelektronik dan fotokatalitik dengan karakteristik memiliki *band gap energy* sekitar 3,2 eV dan *excitation binding energy* sekitar 60 meV.

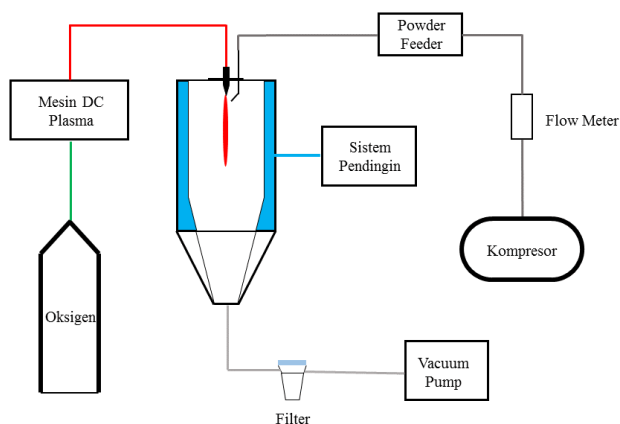
ZnO umumnya terbentuk dalam struktur kristal heksagonal (wurtzite) yang memiliki sifat optik, fotokatalitik, piezoelektrik, dan piroelektrik yang unik [5]. Seng Oksida (ZnO) dewasa ini mendapat banyak perhatian dari para peneliti karena kemampuannya untuk digunakan dalam berbagai macam aplikasi seperti penyerapan sinar UV, penghilang bau, dan pengobatan anti bakteri [6].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, peneliti akan melakukan penelitian mengenai pembuatan material nano ZnO dengan metode *DC Thermal Plasma* untuk mengetahui pengaruh waktu pembakaran terhadap persentase kristalinitas dari material yang dihasilkan. Perhitungan kristalinitas dilakukan dengan metode *Gaussian Peak Fitting* dari hasil uji XRD.

METODOLOGI PENELITIAN

Serbuk Zn merk Merck *KgaA* buatan Jerman berukuran <45 μm dengan takaran 10 gram ditimbang menggunakan timbangan digital diinjeksikan melalui injektor dengan bantuan kompresor menuju tabung reaksi (*chamber*). Prekursor (Zn) diinjeksikan menuju *chamber* dengan *powder carrier gas flow rate* sebesar 7 lpm. Mesin DC plasma

generator merk Rhino 70 digunakan sebagai sumber plasma dengan gas input Oksigen, arus plasma 40 A, dan *plasma gas flow rate* 12 lpm. Proses pembakaran dilakukan selama 10 detik dan 20 detik dilanjutkan proses pendinginan selama 4 menit. Selama proses pembakaran dan pendinginan, mesin *vacuum pump* tipe KW 19-535 dinyalakan untuk menghisap serbuk nano ZnO menuju *filter* nanopartikel berukuran 0,01 μm . Serbuk nano ZnO yang terkumpul pada *filter* kemudian diambil menggunakan kuas dan ditempatkan ke wadah sampel untuk selanjutnya diuji XRD. Skema metode DC Thermal Plasma ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1 Skema mesin DC Thermal Plasma

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kristalinitas serbuk nano ZnO hasil sintesis menggunakan metode DC Thermal Plasma pada pembakaran 10 detik dan 20 detik dihitung menggunakan metode *Gaussian peak fitting*. Grafik uji XRD dianalisis menggunakan *software OriginPro 2019*. Puncak XRD yang memiliki intensitas tinggi menggambarkan material yang memiliki susunan atom rapi dan berulang, sebagaimana yang terdapat pada material kristalin. Sedangkan grafik yang melandai atau berintensitas rendah menggambarkan material amorf [7]. Perbandingan luasan daerah kristalin dan luasan keseluruhan grafik XRD dapat digunakan untuk mengetahui persentase kristalinitas dari serbuk nano ZnO yang dihasilkan. Kristalinitas serbuk nano ZnO dihitung dengan persamaan:

$$X_c = \frac{A_{cr}}{A_{sampel}}$$

Keterangan

X_c : Derajat kristalinitas

A_{cr} : Luas seluruh puncak kristalin

A_{sampel} : Luas seluruh puncak difraksi

Dari hasil pengukuran luas grafik XRD menggunakan *software OriginPro 2019* didapatkan hasil luasan yang hampir serupa atau tidak terpaut jauh antar kedua variasi. Hasil perhitungan kristalinitas serbuk partikel nano ZnO hasil pembakaran 10 detik dan 20 detik ditunjukkan oleh Tabel 1

Tabel 1 Data persentase kristalinitas serbuk nano ZnO

Waktu Pembakaran	Luas Daerah Kristalin	Luas Keseluruhan	Kristalinitas
10 Detik	2833	5063	55,95 %
20 Detik	2790	5818	47,95 %

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada variasi waktu pembakaran 10 detik besar persentase kristalinitas pada hasil sintesis adalah sebesar 55,95 %. Sedangkan pada variasi waktu pembakaran 20 detik persentase kristalinitas menurun menjadi 47,95 %. Dari hasil perhitungan tersebut, diketahui bahwa terjadi

penurunan persentase kristalinitas pada hasil sintesis ketika waktu pembakaran diperpanjang. Penurunan persentase kristalinitas tersebut terjadi karena peningkatan waktu pembakaran menyebabkan penebaran suhu plasma pada material prekursor (Zn) menjadi lebih lama. Ketika material prekursor (Zn) dikenai suhu yang lebih tinggi atau waktu pembakaran yang lebih lama, perbedaan suhu dan durasi dalam proses oksidasi akan mempengaruhi pertumbuhan kristal. Akibatnya, peluang bagi kristal untuk tumbuh pada tingkat suhu yang lebih rendah serta durasi yang lebih pendek lebih baik daripada kristal yang tumbuh pada tingkat suhu yang lebih tinggi serta dengan durasi lebih lama [7].

Pemilihan durasi pembakaran yang lama akan menghasilkan serbuk nano berjumlah banyak. Namun, pembakaran yang dilakukan dengan durasi panjang tidak dianjurkan karena pembakaran yang lama akan menyebabkan temperatur plasma yang beroperasi menjadi meningkat. Temperatur tinggi yang beroperasi tersebut dapat menyebabkan aglomerasi pada serbuk nano yang dihasilkan [8]. Aglomerasi/agregasi nanopartikel menyebabkan berkurangnya potensi sifat mekanik pada nanomaterial. Hal itu terjadi karena aglomerasi menyebabkan luasan permukaan pada material menurun. Penurunan tersebut menyebabkan atom aktif pada permukaan berkurang yang menyebabkan menurunnya energi pada permukaan material [9].

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ditemukan bahwa pada variasi waktu pembakaran 10 detik memiliki persentase kristalinitas serbuk nano ZnO terbaik, yaitu sebesar 55,95 %. Sedangkan pada variasi waktu pembakaran 20 detik ditemukan persentase kristalinitas serbuk nano ZnO sebesar 47,95 %. Penurunan persentase kristalinitas tersebut disebabkan karena pada waktu pembakaran yang lebih singkat, peluang bagi kristal untuk tumbuh menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasad, S. K. Modern Concepts in Nanotechnology. *Discovery Publishing*. 2008
- [2] ISO/TS 80004-2. *Nanotechnology vocabulary Part 1: core terms*. Geneva: International Organization for Standardization. 2015.
- [3] Macwan, D. P., Balasubramanian, C., Dave, P. N., & Chaturvedi, S. Thermal Plasma Synthesis of Nanotitania and Its Characterization. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18. 234-244. 2014.
- [4] Kim, S., & Park, D. *Applied Surface Science Preparation of ZnO Nanopowders by Thermal Plasma and Characterization of Photocatalytic Property*. 255, 5363–5367. 2009.
- [5] Lin, H. F., Liao, S. C., & Hu, C. T. A New Approach to Synthesize ZnO Tetrapod-like Nanoparticles With DC Thermal Plasma Technique. *Journal of Crystal Growth* 311. 1378-1384. 2009.
- [6] Nirmala, M., & Anukaliani, A. Characterization of Undoped and Co Doped ZnO Nanoparticles Synthesized by DC Thermal Plasma Method. *Physica B* 406, 911-915. 2011.
- [7] Ubaidillah, Suyitno, Juwana, W. E., Prabandono, B., & Purwanto, A. Characteristics of Zinc Oxide Nanorods Synthesized by Low Power DC Thermal Plasma. *Scientia Iranica F* 20(6). 2348-2355. 2013.
- [8] Seifi, H., Gholami, T., Seifi, S., Ghoreishi, S. M., & Masoud, S. N. A Review on Current Trends in Thermal Analysis and Hyphenated Techniques in the Investigation of Physical, Mechanical and Chemical Properties of Nanomaterials. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 149. 2020.
- [9] Ashraf, M. A., Peng, W. Zare, Y., & Rhee, K. Y. Effects of Size and Aggregation/Agglomeration of Nanoparticles on the Interfacial/Interphase Properties and Tensile Strength of Polymer Nanocomposites. *Nanoscale Research Letters*. 13:214. 20