

INTISARI

Dataran tinggi Dieng merupakan salah satu wilayah dengan potensi panas bumi yang cukup besar. Salah satu wujud pemanfaatan panas bumi di Dieng adalah pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP). Masalah utama yang timbul pada operasi PLTP Dieng adalah *silica scaling*. *Silica scaling* dapat mengganggu produksi listrik dan menimbulkan penumpukan limbah di lingkungan. Kandungan utama dalam *silica scaling* adalah silika (SiO_2) sehingga membuatnya berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi nano silika (NS) yang bernilai tambah. Salah satu potensi pemanfaatan NS adalah sebagai campuran untuk meningkatkan sifat mekanis material hidroksiapatit (HA) yang cenderung memiliki sifat mekanis yang kurang baik. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan percobaan sintesis NS dari *silica scaling* PLTP Dieng dan kemudian dikaji pengaruh penambahan NS terhadap sifat fisis dan mekanis dari material HA-NS. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik NS yang dihasilkan dan mengetahui pengaruh penambahan NS terhadap sifat fisis, karakteristik, dan sifat mekanis (kekerasan Vickers dan kekuatan tekan) dari material HA-NS.

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan sintesis NS dari *silica scaling* panas bumi Dieng menggunakan metode *alkali fusion* sodium hidroksida (NaOH) kemudian dilakukan pembuatan sampel HA-NS dengan variasi penambahan fraksi berat NS pada material HA-NS. Proses sintesis meliputi pengolahan *silica scaling* menjadi serbuk dengan ukuran $<105 \mu\text{m}$, *alkali fusion* pada suhu 600°C selama 1 jam, pelarutan pada akuades menjadi larutan sodium silikat (Na_2SiO_3), titrasi menggunakan HCl 2M hingga terbentuk gel nano silika, dan pencucian serta pengeringan hingga dihasilkan serbuk NS. Selanjutnya, dilakukan *mixing* serbuk HA dan NS dengan variasi fraksi berat NS sebesar 0 wt%, 2 wt%, 4 wt%, dan 6 wt%. Serbuk hasil *mixing* kemudian dibuat menjadi *green body* berbentuk silinder melalui kompaksi *uniaxial* pada tekanan 50 MPa. Kemudian dilakukan *sintering* pada *green body* di suhu 1200°C dengan waktu penahanan 2 jam untuk menghasilkan *sintered body*. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi yang meliputi XRD, TEM, XRF, PSA, SEM-EDX dan pengujian yang meliputi pengujian densitas, kekuatan tekan, dan kekerasan Vickers.

Hasil dari penelitian ini diperoleh NS amorf dengan ukuran partikel rata-rata sebesar $20,14 \pm 6,81 \text{ nm}$ dan kemurnian kandungan SiO_2 sebesar 97,26 wt%. Kemudian, pada *sintered body* didapatkan HA pada *sintered body* telah mengalami dekomposisi pada semua sampel. Penambahan NS dalam material HA-NS mempengaruhi sifat fisisnya, di mana penambahan NS dapat menurunkan densitas *bulk* dan meningkatkan densitas relatif material HA-NS. Selain itu, penambahan NS juga mempengaruhi sifat mekanisnya, di mana penambahan NS dapat meningkatkan kekuatan tekan dan kekerasan Vickers material HA-NS.

Kata kunci: *Silica scaling*, Nano silika, Hidroksiapatit, Kekuatan tekan, Kekerasan Vickers

ABSTRACT

Dieng Plateau is an area with considerable geothermal energy potential. One of the implementations of geothermal energy in Dieng is the geothermal power plant (GPP). The main problem that arises in Dieng GPP operations is silica scaling. Silica scaling often disrupt electricity production and tend to be deposited as a waste in environment. The main constituent in silica scaling is silica (SiO_2), making it potential to be synthesized into nano silica (NS) as a value-added material. NS can be applied as a mixture to improve the mechanical properties of hydroxyapatite (HA) material, which is known to have relatively poor mechanical properties. Therefore, in this research, an experiment was conducted to synthesize NS from Dieng GPP silica scaling and then the effect of NS addition on the physical and mechanical properties of the HA-NS material was studied. The objective of this research is to understand the characteristics of NS produced and to understand the effect of NS addition on the physical properties, characteristics, and mechanical properties (Vickers hardness and compressive strength) of the HA-NS material.

This research was conducted by synthesizing NS from Dieng geothermal silica scaling using sodium hydroxide (NaOH) alkali fusion and then HA-NS specimens were produced with variations in NS weight fraction. The synthesis process was carried out by processing silica scaling into powder with size of $<105\ \mu\text{m}$, followed by alkali fusion process at a temperature of $600\ ^\circ\text{C}$ for 1 hour, the powder was then dissolved in distilled water to form a sodium silicate (Na_2SiO_3) solution and then followed by titration process using 2M HCl until nano silica gel was formed. Nano silica gel was then washed and dried to form NS powder. HA and NS powder were mixed with NS weight fraction variations of 0 wt%, 2 wt%, 4 wt%, and 6 wt%. The mixed powder was then made into a cylindrical green body through uniaxial compaction at a pressure of 50 MPa. The green body was then sintered at a temperature of $1200\ ^\circ\text{C}$ with a holding time of 2 hours to produce sintered body. In this research XRD, TEM, XRF, PSA, SEM-EDX characterizations and testing for density, compressive strength, and Vickers hardness were carried out.

From this study, it was found that amorphous NS were obtained with an average particle size of $20.14 \pm 6.81\ \text{nm}$ with 97.26 wt% silica content. Then, from the analysis of all sintered body samples, it was found that HA had undergone decomposition. The addition of NS in the HA-NS material affects the physical properties as the increasing contents of NS decreased the bulk density and increased the relative density of the HA-NS material. Moreover, the addition of NS also affects the mechanical properties as the increasing content of NS increased the compressive strength and Vickers hardness of the HA-NS material.

Keywords: Silica scaling, Nanosilica, Hydroxyapatite, Compressive strength, Vickers Hardness