

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, simpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Karakteristik morfologi pada nanokomposit alumina silika-karbonat apatit dengan penambahan magnesia menunjukkan adanya reaksi antara ion kalsium, alumina dan silika ditunjukkan dengan adanya bentuk morfologi kristal tajam menyerupai jarum, terdapat adanya *microcrack* dan pori pada morfologi penampang sampel.
2. Sifat mekanik berupa *flexural strength* memiliki nilai tertinggi 10,2406 MPa pada nanokomposit alumina silika 2:1 dan alumina silika-karbonat apatit magnesia 2:1, nilai tertinggi *flexural modulus* sebesar 6246,08 MPa pada nanokomposit alumina silika 3:1 dan alumina silika-karbonat apatit magnesia 2:1, serta nilai kekerasan tertinggi sebesar 126,4 VHN pada nanokomposit alumina silika-karbonat apatit magnesia 4:1, semua nilai sifat mekanik kelompok sampel nanokomposit belum memenuhi standar sifat mekanik tulang kortikal.
3. Terdapat perbedaan karakteristik morfologi pada setiap kelompok nanokomposit alumina silika-karbonat apatit magnesia, pada nanokomposit

alumina silika-karbonat apatit magnesia 2:1 permukaan lebih padat, dengan banyak terbentuk *needle like phase* dan sedikit *microcrack* serta pori dibandingkan dengan nanokomposit alumina silika-karbonat apatit magnesia 4:1, dipengaruhi oleh homogenitas saat sintesis bahan.

4. Tidak terdapat perbedaan bermakna pada nilai *flexural strength* dan *flexural modulus* antara kelompok sampel nanokomposit alumina silika-karbonat apatit magnesia, sedangkan pada nilai kekerasan menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara kelompok dengan perbedaan konsentrasi alumina silika karbonat apatit magnesia yang digunakan.
5. Terdapat hubungan antara karakteristik morfologi dan sifat mekanik ditunjukkan pada morfologi nanokomposit yang kurang homogen berpengaruh terhadap sifat mekanik nanokomposit, sedangkan antara nilai *flexural strength* dan *flexural modulus* tidak terdapat hubungan yang signifikan terhadap nilai kekerasan nanokomposit.
6. Perbandingan konsentrasi nanokomposit terbaik terdapat pada kelompok nanokomposit alumina-silika 3:1 dan alumina silika-karbonat apatit magnesia 2:1 dengan karakteristik morfologi dan sifat mekanik yang optimum, meskipun belum sesuai dengan sifat mekanik material implan.

B. Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Penggunaan metode sintesis yang lebih baik agar sampel yang dihasilkan dapat homogen secara merata.
2. Pengujian karakteristik morfologi menggunakan alat lain yang lebih akurat, seperti *transmission electron microscopy* (TEM).
3. Pengembangan penelitian dengan merubah komposisi bahan yang digunakan untuk mengoptimalkan sifat mekanis dengan memperhatikan sifat toksisitas bahan.
4. Pengembangan penelitian dengan melakukan uji sifat kimia dan biologi bahan yang tidak dilakukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Virgus, Y., Nirmin, Khairurrijal, 2008, Review: Sintesis Nanomaterial, *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, 2(1): 33-4.
- Ady, J., Ningrum, D. P., 2014, Pengaruh Variasi Komposisi Biokomposit Hidroksiapatit/Kitosan dan Gentamisin terhadap Sifat Makroskopik untuk Implan Tulang, *Makalah*, Prosiding Seminar Nasional Fisika Terapan IV, Departemen Fisika Universitas Airlangga, Surabaya: 9.
- Ahmed, R. A., Fekry, A. M., Farghali, R. A., 2013, A Study of Calcium Carbonate/Multiwalled-Carbon Nanotubes/Chitosan Composite Coatings on Ti-6Al-4V Alloy for Orthopedic Implants, *Appl Surf Sci*, Part B: 1-2.
- An, Y. H., Draughn, R.A., 2000, *Mechanical Testing of Bone and the Bone-Implant Interface*, CRC Press, Washington DC: p. 42-5.
- Andriyawati, F., Maharani, D. K., 2015, Sintesis Komposit Kitosan Silika Alumina sebagai Agen Antibakteri pada Kain Katun, *UNESA Journal of Chemistry*, 4(2): 101.
- Anusavice, K. J., Shen, C., Rawl, H. R., 2013, *Phillip's Science of Dental Materials*, edisi 12, Elsevier, Missouri: p. 58-9, 63-6, 420, 450, 454, 502-5, 510-2.
- Aufan, M. R., Daulay, A. H., Indriani, D., Nuruddin, A., Purwasasmita, B. S., 2012, Sintesis *Scaffold* Alginat-Kitosan-Karbonat Apatit sebagai *Bone Graft* Menggunakan Metode *Freeze Drying*, *Jurnal Biofisika*, 8(1): 18.
- Bonifacio, C. C., Kleverlaan, C. J., Raggio, D. P., Werner, A., Carvalho, R. C. R., 2009, Physical-Mechanical Properties of Glass Ionomer Cements Indicated for Atraumatic Restorative Treatment, *Australian Dental Journal*, 54: 234.
- Branemark, R., Branemark, P. I., Rydevik, B., Myers, R. R., 2001, Osseointegration in Skeletal Reconstruction and Rehabilitation, *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 38(2): 177-8.
- Brar, H. S., Platt, M. O., Sarntinoranont, M., Martin, P. I., Manuel, M. V., 2009, Magnesium as a Biodegradable and Bioabsorbable Material for Medical Implants, *JOM*, 61(9): 1-2.

- Buzea, C., Blandino, I. I. P., Robbie, K., 2007, Nanomaterials and Nanoparticles: Sources and Toxicity, *Biointerphases*, 2(4): 20-1.
- Davidovits, J., 1994, Properties of Geopolymer Cements, *Alkaline Cements and Concretes*, KIEV: 131-3.
- Dayarathne, W. H. R. S., Galappaththi, G. S., Perera, K. E. S., Nanayakkara, S. M. A., 2013, Evaluation of the Potential for Delayed Ettringite Formation in Concrete, *National Engineering Conference, 19th ERU Symposium*, University of Moratuwa, Sri Lanka, 59-61.
- Edwin, F., Purwasasmita, B. S., Suhanda, Septawendar, R., Nurdiwijayanto, L., 2011, Sintesis Nano Kristalin Komposit Alumina-Zirkonia dengan *Template Pulp Oryza sativa* melalui Metode Kalsinasi Prekursor, *Jurnal Riset Industri*, 5(1): 79-81.
- Fadhlulloh, M. A., Rahman, T., Nandiyanto, A. B. D., Mudzakir, A., 2014, Review tentang Sintesis SiO₂ Nanopartikel, *Jurnal Integrasi Proses*, 5(1): 30-1, 35-6.
- Fernandez, B. R., 2011, Sintesis Nanopartikel, *Makalah*, Program Studi Kimia Pascasarjana, Universitas Andalas, Padang: 3-5.
- Fraunhofer, J. A. V., 2013, *Dental Materials at a Glance*, 2nd ed, Wiley Blackwell, USA: p. 94-5.
- Goldstein, J., Newbury, D., Joy, D., Lyman, C., Echlin, P., Lifshin, E., Sawyer, L., Michael, J., 2007, *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis 6th edition*, Springer Science Business Media, New York, United States: p. 54-60.
- Gozalian, A., Behnamghader, A., Daliri, M., Moshkforoush, A., 2011, Synthesis and Thermal Behavior of Mg-Doped Calcium Phosphate Nanopowders Via the Sol Gel Method, *Scientia Iranica, Transactions F: Nanotechnology*, 18(6): 1614-5.
- Hakim, M. L. N., 2012, Pengaruh Variasi Besar Amplitudo Ultrasonic Homogenizer Terhadap Karakteristik Hasil Sintesis Zirkonia-Alumina-Silika Sebagai *Filler* Komposit serta Nilai Kekerasan Komposit yang Dihasilkan, *Skripsi*, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjajaran, Bandung: 49.
- Harmaji, A., Sunendar, B., 2016, Utilization of Fly Ash, Red Mud, and Electric Arc Furnace Dust Slag for Geopolymer, *Materials Science Forum*, 841: 159.

- Hobkirk, J. A., Watson, R. M., Searson, L. J. J., 2003, *Introducing Dental Implants*, Elsevier Publisher, Philadelphia, p. 3.
- Hu, H., Onyebueke, L., Abatan, A., 2010, Characterizing and Modeling Mechanical Properties of Nanocomposites – Review and Evaluation, *Journal of Minerals and Materials Characterization & Engineering*, 9(4): 296-300.
- Hussain, F., Hojjati, M., Okamoto, M., Gorga, R. E., 2006, Review Article: Polymer-Matrix Nanocomposites, Processing, Manufacturing, and Application: an Overview, *Journal of Composite Materials*, 40(17): 1512-5.
- Misch, C. E., 2008, *Contemporary Implant Dentistry*, 3rd ed, Mosby Elsevier, Missouri: p. 17-8, 28-30.
- Mohanraj, V. J., Chen, Y., 2006, Nanoparticles – A Review, *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 5(1): 561-5.
- Noort, R. V., 2008, *Introduction to Dental Materials*, 2nd ed, Mosby Elsevier, London: p. 3-5, 47.
- Owsiak, Z., 2010, The Effect of Delayed Ettringite Formation and Alkali-Silica Reaction on Concrete Microstructure, *Ceramics*, 54(3): 277-8.
- Panagiotidis, E. I. P. P., Antonatos, A. S., Tsananas, G. M., 2007, Case Depth Determination by Using Vickers Micro-Hardness Test Method at TRSC/PCC SA, 4th International Conference on Non Destructive Testing, Greece: p. 5.
- Paritya, L. R., 2015, Perbandingan Karakteristik Nanokomposit Metakaolin-Zirkonia-Karbonat Apatit Berpenguat Serat Selulosa *Random* dan Dipilin dengan *Bonding Agent* Kitosan untuk Material Pasak Gigi, *Skripsi*, Jurusan Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan): 56.
- Permatasari, T., Widodo, H. B., Zaini, A. R., Aufan, M. R., Purwasasmita, B. S., 2012, Synthesis of Metakaolin-Zirconia-Apatite for the Application of Direct Tooth Restoration, *Solid and Structures (SAS)*, 1(1): 2.
- Raharjo, S., 2010, Pengaruh Hemodialisis terhadap Kadar TNF- α dan Prokalsitonin pada Pasien Nefropati Diabetik Stadium V, *Tesis*, Program Pendidikan Dokter Spesialis Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran, RS. Dr. Moewardi, Surakarta: 27-8.

- Sakaguchi, R. L., Powers, J. M., 2012, *Craig's Restorative Dental Materials*, 13th ed, Elsevier Mosby, Philadelphia: p. 31, 48, 255, 377-8.
- Salwa, M. S. S., Bakri, A. M. M. A., Kamarudin, H., Ruzaidi, C. M., Binhussain, M., Zaliha, S. Z. S., 2013, Review on Current Geopolymer as a Coating Material, *Australian Journal of Basic and Applied Science*, 7(5): 246-8.
- Sidiqa, A. N., Nina, D., Sunendar, B., Renny, F., 2012, Surface Modification of Multilayer Coatings Ti-Al-Cr and Hydroxyapatite on Calcium Phosphate Cement with Sol-Gel Method, *Journal of Dentistry Indonesia*, 19(2): 43-4.
- Smallman, R. E., Bishop, R. J., 2000, *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, Erlangga, Jakarta: h. 28, 214, 356.
- Suciu, O., Ioanovici, T., Bereteu, L., 2013, Mechanical Properties of Hydroxyapatite Doped with Magnesium, Used in Bone Implants, *Applied Mechanics and Materials*, 430: 222.
- Toibah, A. R., Sopyan, I., Hamdi, M., Ramesh, S., 2008, Development of Magnesium-Doped Biphasic Calcium Phosphate through Sol-Gel Method, *Biomed*, 21: 314-7.
- Wardani, D., Pratapa, S., 2014, Identifikasi Fasa pada Sintesis Al₂O₃ dengan Metode Logam-Terlarut Asam, *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 3(2); 22.
- Yun Fu, S., Feng, X., Lauke, B., Mai Y., 2008, Effect of Particle Size, Particle/Matix Interface Adhesion and Particle Loading on Mechanical Properties of Particulate-Polymer Composites, *Composites: Part B*, 39: 933-5.
- Zahedi, J. A. M., Ziaie, F., Larijani, M. M., Borghei, S. M., Kamaliyanfar, A., 2012, Synthesis and Characterization of Sodium-Carbon Apatite Nano-Crystals by Chemical Sedimentation Method, *Indian Journal of Science and Technology*, 5(3): 2464-5.