

**PREPARASI KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT-PEG/MFe₂O₄
(M= Fe, Cu, Mn, Ni dan Mg) DAN KARAKTERISASI
SIFAT MAGNETIKNYA**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**Oleh :
SARAH PERMATA SARI
08031181520021**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

PREPARASI KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT-PEG/MFe₂O₄ (M= Fe, Cu, Mn, Ni dan Mg) DAN KARAKTERISASI SIFAT MAGNETIKNYA

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh:

Sarah Permata Sari

08031181520021

Inderalaya, 07 Oktober 2019

Pembimbing I



Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si
NIP. 196808271994022001

Pembimbing II



Dr. Muhammad Said, M.T
NIP. 197407212001121001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc
NIP. 197210041997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Preparasi Komposit Hidroksiapatit-PEG/MFe₂O₄ (M= Fe, Cu, Mn, Ni dan Mg) dan Karakterisasi Sifat Magnetiknya” Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dalam sidang sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 04 Oktober 2019 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 07 Oktober 2019

Ketua :

1. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si

NIP. 196808271994022001

()

Anggota:

2. Dr. Muhammad Said, M.T

NIP. 197407212001121001

()

3. Widia Purwaningrum, M.Si

NIP. 197304031999032001

()

4. Zainal Fanani, M.Si

NIP. 196708211995121001

()

5. Drs. H. Dasril Basir, M.Si

NIP. 195810091986031005

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA

Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc
NIP. 197210041997021001

Ketua Jurusan Kimia

Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP. 196704191993031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sarah Permata Sari
NIM : 08031181520021
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri didampingi pembimbing dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 7 Oktober 2019

Penulis



Sarah Permata Sari
NIM 08031181520021

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sarah Permata Sari
NIM : 08031181520021
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Preparasi Komposit Hidroksiapatit-PEG/MFe₂O₄ (M= Fe, Cu, Mn, Ni dan Mg) dan Karakterisasi Sifat Magnetiknya” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 7 Oktober 2019
Penulis



Sarah Permata Sari
NIM 08031181520021

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Ridho Allah dan Ridho orang tua jadikan sebagai pengiring untuk menggapai cita-cita”

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)” (Al-Insyirah: 6-7)

*“Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya, dan sesungguhnya usahanya itu kelak akan diperlihatkan (kepadanya), kemudian akan diberi balasan kepadanya dengan balasan yang paling sempurna.”
(An-Najm 39-41)*

“Usaha, doa, dan tawakal adalah kunci keberhasilan”

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada :

- Allah Subhanahu wa Ta'ala
- Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi wa Sallam

Dan kupersembahkan kepada :

1. Kedua Orang Tuaku tersayang yang selalu memberiku kasih sayang dan senantiasa mendoakanku setulus hati
2. Saudaraku yang selalu aku sayangi
3. Pembimbingku (Dr. Poedji Loekitowati, M.Si & Dr. Muhammad Said, M.T)
4. Sahabat-sahabatku tercinta
5. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, berkat rahmat Allah Subhanahu wa Ta'ala pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Preparasi Komposit Hidroksiapatit-PEG/MFe₂O₄ (M= Fe, Cu, Mn, Ni dan Mg) dan Karakterisasi Sifat Magnetiknya” sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan, dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si. selaku pembimbing utama dan Dr. Muhammad Said, M.T. selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dukungan, nasihat serta motivasi kepada penulis, Semoga ibu dan bapak sehat dan sukses selalu.

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Drs. Almunady T. Panagan M.S selaku dosen Pembimbing Akademik
4. Ibu Widia Purwaningrum, M.Si Zainal Fanani, M.Si dan Drs. H. Dasril Basir, M.Si selaku pembahas skripsi. Terima kasih atas saran dan masukannya yang sangat membantu.
5. Seluruh Dosen FMIPA KIMIA yang telah mendidik dan membimbing selama masa kuliah terima kasih telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
6. Terkhusus dengan segala hormat, cinta, dan kasih sayang untuk kedua orang tuaku (Drs. Muhammad Busroni dan Nurbaiti) yang sangat saya sayangi. Terima kasih atas do'a yang sangat tulus, dukungan moril dan materil, semangat, nasihat, serta kepercayaan yang sangat luar biasa untukku. Semua pencapaianku semata-mata hanya untuk kebahagiaan kalian.

7. Kakakku tersayang (Muhammad Ulil Amri, S.H) yang selalu mendoakan, memberi kasih sayang, memotivasi, serta memberi bantuan moril maupun materil.
8. Keluarga besarku. Terima kasih atas do'a serta semangat yang selalu diberikan padaku. Semoga kebaikan selalu menyertai kita.
9. Yuk Nur, Yuk Niar dan Bu Yanti selaku analis kimia dan karyawan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya terima kasih telah banyak membantu selama masa penelitian, semoga sehat selalu.
10. Mbak Novi dan Kak Iin sebagai administrator di jurusan kimia yang selalu memberikan pelayanan terbaik, terima kasih telah banyak membantu selama masa perkuliahan, sukses dan sehat selalu ya.
11. Sahabatku Rima Melati dan Nisa Amalia Kurniasih, sahabatku dari awal masuk kuliah terima kasih atas kebersamaan yang menyenangkan, perjuangan kita yang mengesankan, dukungan serta semangat yang selalu diberikan. Tetap semangat dan sukses untuk kita semua. Semoga persahabatan ini terus sampai tua ya. Semangat terus mengejar cita-cita.
12. Sahabat layaknya saudariku: Anis Setyawati terima kasih telah memberikan nasihat, dukungan dan semangat serta menjadi sahabat keluh kesahku. Semoga persahabatan kita terus menjadi ikatan yang baik dan sukses dunia akhirat.
13. Sahabat-sahabat SMP dan SMA-ku, Melvi, Rani, Ade Prima, Sari ritonga, Syifa, Rika, Ayu anisa, Dwi, Puput, Dea, Uli, Windy dan Chia) terima kasih telah ada dibagian cerita hidupku, kebersamaan yang menyenangkan, dukungan serta semangat yang selalu diberikan. Semoga persahabatan ini terus sampai tua ya. Tetap semangat dan sukses untuk kita semua.
14. Teman seperjuangan Devie, Nurul, Fitri, Puspa, Novia dan Gita, terima kasih atas kebersamaan dan keceriaan yang menyenangkan. Sukses untuk kita semua.
15. Team Terbaikku "Analisa Squad" (Rima, Devi, Mifta, Herma, Citra, Suci dan Ayu) terima kasih untuk dukungan, perjuangan kita yang mengesankan, canda tawa dan semangatnya di laboratorium. Sukses selalu dalam mengejar cita-cita.

16. Team KKN (Mbak Rika, Kak Septi, Kak Sesi dan Kak Imas). Terima kasih atas canda tawa, ilmu dan pengalaman yang diberikan saat KKN dan sampai sekarang. Semoga sukses selalu kedepannya.
17. Teman - teman seperjuangan MIKI 2015 terima kasih atas kebersamaan selama menempuh perkuliahan dan memberikan kesan - kesan terindah selama kuliah. Semangat dan sukses selalu untuk kita semua.
18. Adik-adikku Miki tetap semangat dan yang rajin ya kuliahnya.
19. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, semoga Allah membalas setiap kebaikan yang dilakukan. Aamiin.

Demikianlah skripsi ini penulis persembahkan sebagai sebuah karya yang diharapkan dapat memberi manfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, untuk itu penulis berterima kasih apabila pembaca dapat memberikan saran dan kritik yang membangun.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Indralaya, 07 Oktober 2019

Penulis

ABSTRAK

PREPARASI KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT-PEG/MFe₂O₄ (M= Fe, Cu, Mn, Ni dan Mg) DAN KARAKTERISASI SIFAT MAGNETIKNYA

Sarah Permata Sari
08031181520021

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya
E-mail : *sarahpermatasari0501@gmail.com*

Preparasi komposit hidroksiapatit-PEG/MFe₂O₄ (M= Fe, Cu, Mn, Ni dan Mg) dengan metode presipitasi telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan komposit dengan sifat magnet yang tertinggi serta untuk mengkaji perbandingan komposisi mana yang memiliki sifat magnet terbaik. Preparasi hidroksiapatit dilakukan menggunakan CaO dan ((NH₄)₂HPO₄) sebagai prekursor. Selanjutnya hidroksiapatit dikompositkan dengan nanomagnetik Fe₃O₄, MnFe₂O₄, CuFe₂O₄, NiFe₂O₄ dan MgFe₂O₄. Komposit dikarakterisasi menggunakan VSM. Hasil penelitian menunjukkan nilai magnetik tertinggi yakni komposit hidroksiapatit-PEG/Fe₃O₄ sebesar 35,29 emu/g. Komposit ini dilakukan variasi perbandingan komposisi hidroksiapatit : Fe₃O₄ (1:1, 1:2, 1:3) dan dikarakterisasi menggunakan VSM. Hasil penelitian menunjukkan komposit hidroksiapatit-PEG/Fe₃O₄ dengan perbandingan komposisi 1:3 memiliki sifat magnet terbaik dengan nilai momen magnet sebesar 45,74 emu/g. Karakterisasi selanjutnya menggunakan FTIR, XRD, SEM-EDS dan pH_{PZC}. Hasil karakterisasi komposit dengan perbandingan 1:3 memiliki nilai pH_{PZC} yang berada pada pH 8, gugus fungsi yang dimiliki yakni gugus PO₄³⁻ ditunjukkan oleh adanya vibrasi P-O yang terdeteksi pada bilangan gelombang 569,00; 601,79 dan 1049,28 cm⁻¹, selain itu vibrasi ikatan atom dari Fe-O ditunjukkan pada bilangan 630,72 cm⁻¹. Ukuran kristal dan kristanilitas komposit sebesar 9,32 nm dan 45,01%. Komposit dengan perbandingan 1:3 memiliki % massa kandungan unsur-unsur Ca, P, O dan Fe berturut-turut sebesar 5,54%, 1,93%, 32,13% dan 46,73%. Morfologi permukaan komposit tampak homogen dan memiliki partikel yang tersebar secara merata.

Kata kunci : hidroksiapatit-PEG/MFe₂O₄, komposit magnetik, sifat magnetik.
Sitasi : 68 (1985-2019)

Pembimbing I



Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M. S.i
NIP. 196808271994022001

Indralaya, 07 Oktober 2019
Pembimbing II



Dr. Muhammad Said, M.T
NIP. 197407212001121001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized letter 'D' followed by a horizontal line extending to the right.

Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP.196704191993031001

ABSTRACT

PREPARATION COMPOSITE OF HYDROXYAPATITE-PEG/MFe₂O₄ (M= Fe, Cu, Mn, Ni and Mg) AND CHARACTERIZATION OF MAGNETIC PROPERTIES

Sarah Permata Sari : Supervised by Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si dan Dr. Muhammad Said, M.T.

Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University
xvii + 71 pages, 11 tables, 23 attachments.

Preparation of composites hydroxyapatite-PEG/MFe₂O₄ (M= Fe, Cu, Mn, Ni and Mg) by precipitation method has been done. The purpose in this study was to get composite with the highest magnetic properties and to study the ratio of compositions that have the best magnetic properties. Preparation of hydroxyapatite using CaO and ((NH₄)₂HPO₄) as a precursor. Afterward, the results of hydroxyapatite composited with nanomagnetic of Fe₃O₄, MnFe₂O₄, CuFe₂O₄, Ni Fe₂O₄ and MgFe₂O₄. The composite hydroxyapatite-PEG/MFe₂O₄ were characterized using VSM. The result show the composite with the highest magnetic value is hydroxyapatite-PEG/Fe₃O₄ at 35.29 emu/g. The composite were made variations in the composition of the hydroxyapatite: Fe₃O₄ (1:1, 1:2, 1:3) and characterization using VSM. Hydroxyapatite-PEG/Fe₃O₄ composite with a composition ratio of 1:3 has the best magnetic properties with a magnetic moment value of 45.74 emu/g. The composite was characterization using FTIR, XRD, SEM-EDS and pH_{PZC}. The composite in the ratio of 1: 3 have a pH_{PZC} value at pH 8, FTIR spectrum showed the P-O detected at the wave number 569.00, 601.79 and 1049.28 cm⁻¹ and the atomic bond vibrations of the Fe-O compound are shown at the number 630.72 cm⁻¹. The crystal size and crystallinity of composite have values of 9.32 nm and 45.01%. The composites with a ratio of 1: 3 have mass (%) content of the elements Ca, P, O and Fe of 5.54%, 1.93%, 32.13% and 46.73%. The morphology of composite has a homogeneous surface and have particles that are spread evenly.

Keywords : Hydroxyapatite-PEG/MFe₂O₄, Magnetic composite, Magnetic properties

Citations : 68 (1985-2019)

Pembimbing I



Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M. S.i
NIP. 196808271994022001

Indralaya, 07 Oktober 2019
Pembimbing II



Dr. Muhammad Said, M.T
NIP. 197407212001121001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized letter 'D' followed by a horizontal line extending to the right.

Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP.196704191993031001

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S., Kong, I, Tarawneh, M. A and Yu, L. J. 2012. Preparation and Characterisation of NiZn Ferrite/Multiwalled Nanotubes Thermoplastic Natural Rubber Composite. *Int. J. Materials Engineering Innovation*. 4(3/4): 214-224.
- Allaedini, G and Muhammad, A. 2013. Study of Influential Factors in Synthesis and Characterization of Cobalt Oxide Nanoparticles. *Journal of Nanostructure in Chemistry*. 77(3): 1-16.
- Anggraeni, N. D. 2008. Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite. *Seminar Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri*. Bandung.
- Balamurugan, A., Balossier, G., Kannan, S., Michel, J., Rebelo, A and Ferreira, J. 2007. Development and In Vitro Characterization of Sol–Gel Derived CaO–P₂O₅–SiO₂–ZnO Bioglass. *Acta Biomateriali*. 3(2007): 255–262.
- Bao, X and Pang, Y. X. 2003. Influence of Temperature, Ripening Time and Calcination on the Morphology and Crystallinity of Hidroxyapatite Nanoparticles. *Journal of the European Ceramic Society*. 2003: 1697-1704.
- Binnaz, A and Koca, Y. 2009. Double Step Stirring a Novel Method for Precipitation of Nano-Sized Hydroxyapatite Powder. *J Nanomat Biostruc*. 4(1):73-81.
- Bire, R., Rumhayati, B dan Atikah. 2015. Kajian Fisiko-Kimia Sedimen Perairan dan Pengaruhnya Terhadap Ketersediaan Cl⁻, CO₃²⁻/HCO₃³⁻ dan SO₄²⁻ di Badan air DAS sumber Brantas. *Natural B*. 3(2):1-5.
- Budiman dan Asmi, D. 2013. Preparasi Keramik Kalsium Silikat Menggunakan Kalsium Karbonat (CaCO₃) dan Silikon Dioksida (SiO₂) dengan Teknik Reaksi Padatan pada Suhu Sintering 1200°C. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. 1(1): 1-5.
- Cahyaningrum, S. E., Herdyastuty, N., Supangat, D dan Devina, B. 2017. Sintesis Hidroksiapatit dari Cangkang Telur Menggunakan Metode Pengendapan Basah. *Seminar Nasional Kimia*. Surabaya
- Cardoso, B. D., Rio, I. S. R., Rodrigue, A. R. O., Fernandes, F. C. T., Almeida, B.

- G., Pires, A., Pereira, A. M., Araujo, J. P., Castanheira, E. M. S and Coutinho, P. J. G. 2018. Magnetoliposomes Containing Magnesium Ferrite Nanoparticles as Nanocarriers for the Model Drug Curcumin. *R. Soc Open.* 5(18): 1-15.
- Chang, R. W., Hansen, P., and Kraner, E. J. 1992. *Material Science and Technology (Comprehensive Treatment)*. New York: VCH.
- Chatwal, G. 1985. *Spectroscopy Atomic and Molecule*. Bombay: Himalaya Publishing House.
- Darwis, D dan Warastuti, Y. 2008. Sintetis dan Karakterisasi Komposit Hidroksiapatit (HA) Sebagai Graft Tulang Sintetik. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 4(2): 143-153.
- Dedourkova, T., Zelenkab, J., Zelenkovab, M., Benešc, L and Svobodaa, L. 2012. Synthesis of Sphere-Like Nanoparticles of Hydroxyapatite. *Procedia Engineering*. 42(2012): 1816-1821.
- Dong, L., Zhu, Z., Qiu, Y and Zhao, J. 2010. Removal of Lead From Aqueous Solution by Hydroxyapatite/Magnetite Composite Adsorbent. *Chem Eng J*. 165(3): 827–834.
- Doyan, A., Halik, I dan Susilawati. 2015. Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Terhadap Barium M-Heksaderit didoping Zn Menggunakan Fourier Transform Infra Red. *Jurnal Pijar MIPA*. 10(1): 7-13.
- Fathurrahmi. 2013. Identification of Natural Clay's Type Using X-Ray Diffraction. *Jurnal Natural*. 21(21): 49-53.
- Dukomalamo, I., Sangi, M. S dan Rorong, J. A. 2016. Analisis Senyawa Toksik Tepung Pelepah Batang Aren (*Arenga Pinnata*) dengan Spektroskopi UV-Vis dan Inframerah. *Jurnal MIPA Unsrat*. 5(1): 54-59.
- Gopinath, N. M., Joseph, J., Nagappan, N., Prabhu, S and Kumar, E. S. 2015. Evaluation of Dentifrice Containing Nano-hydroxyapatite for Dentinal Hypersensitivity: A Randomized Controlled Trial. *J Int Oral Health*. 7(8):118-122.
- Grosser J. W and Gmitter, F. G. 2011. Protoplast Fusion For Production of Tetraploids and Triploids: Applications For Scion and Rootstock Breeding In Citrus. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 104: 343–357.

- Hariyanto, Y. A., Taufiq, A dan Sunaryono, S. 2018. Sintesis, Karakterisasi Struktur dan Sifat Optik Nanopartikel Hidroksiapatit/Magnetit. *Journal of Physical Science and Engineering*. 3(1): 16-24.
- Herbanu, Aldi. 2019. Sintesis dan Karakterisasi Komposit Hidrosiapatit Dari Cangkang Keong Emas - SiO₂. *Skripsi*. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Jamarun, N., Elfina, S., Arief, S., Djamaan, A and Mufitra. 2016. Hydroxyapatite Material: Synthesis by using Precipitation Method with the Limestone. *Der Pharma Chemica*. 8(13): 302-306.
- Khasanah, U. 2018. Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Cangkang Telur Ayam Serta Komposit Hidroksiapatit-PEG/Fe₃O₄. *Skripsi*. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Kooti, M and Sedeh, A. N. 2013. Synthesis and Characterization of NiFe₂O₄ Magnetic Nanoparticles by Combustion Method. *Journal of Materials Science and Technology*. 29: 34-38.
- Kornak, R., Niznasky, D., Haimann, K., Tylus, W and Maruszewski. 2005. Synthesis Of Magnetic Nanoparticles Via the Sol-Gel Technique. *Materials Science-Poland*. 23(1): 87-92.
- Liu, Y and Wang, M. 2007. Fabrication and Characteristics of Hydroxyapatite Reinforced Polypropylene as a Bone Analogue Biomaterial. *Journal of Applied Polymer Science*. 106: 2780 – 2790.
- Mozharta, M. 2015. Hidroksiapatit dan Aplikasinya di Bidang Kedokteran Gigi. *Cakradonya Dent J*. 7(2): 807-868.
- Muliati. 2016. Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Tulang Ikan Tuna (*Thunus sp*) dengan Metode Sol-Gel. *Skripsi*. Makasar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Muntamah. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa, Sp*). *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nayak, A. K., Laha, B and Sen, K. 2011. Development of Hydroxyapatite-Ciprofloxacin Bone-Implants Using quality By Design. *Acta Pharmaceutica*. 61:25-36.

- Norvisari, M. 2008. Pengaruh Penambahan PEG Terhadap Sifat Fisik dan Pelepasan Asam Mefenamat Pada Sediaan Supositoria. *Seminar Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta*. Surakarta.
- Nuzully, S., Kato, T., Iwata, S dan Suharyadi, E. 2013. Pengaruh Konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) pada Sifat Kemagnetan Nanopartikel Magnetik PEG-Coated Fe₃O₄. *Jurnal Fisika Indonesia*. 51(18): 35-40.
- Pascawinata, A., Prihartiningsih dan Dwirahardjo, B. 2013. Perbandingan Proses Penyembuhan Tulang Pada Implantasi Hidroksiapatit Nanokristalin dengan Hidroksiapatit Mikrokristalin (Kajian Pada Tulang Tibia Kelinci). *Jurnal Kedokteran Gigi*. 4(4): 236-241.
- Pillai, V and Shah, D. O. 1996. Synthesis of High-Coercivity Cobalt Ferrite Particles Using Water-in-Oil Microemulsions. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 163(1996):243-248.
- Purwakusumah, E. D., Rafi, M., Syafitri, U. D., Nurcholis, W dan Adzkiya, M. A. Z. 2014. Identifikasi dan Autentikasi Jahe Merah Menggunakan Kombinasi Spektroskopi FTIR dan Kemometrik. *Agritech*. 34(1): 82-87.
- Purwasasmita., Bambang, S., Gultom, dan Ramous, S. 2008. Sintesis dan Karakterisasi Serbuk Hidroksiapatit Skala Sub Mikron Menggunakan Metode Presipitasi. *Jurnal Bionatura*. 10(2): 155-16.
- Puspitarum, D. L., Suharyadi, E and Hermawan, A. 2018. Crystal Structure and Magnetic Properties of Magnesium Ferrite (MgFe₂O₄) Nanoparticles Synthesized by Coprecipitation Method. *Journal of Physics*. 1091(2018): 1-7.
- Rahmawati, R., Suharyana dan Purnama, B. 2015. Studi Pendahuluan Sintesis Nano-partikel Cobalt-ferit Hasil Ko-presipitasi. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*. 11(2): 68-70.
- Rashad, M. M., Mohamed, R. M., Ibrahim, M. A., Ismail, L. F. M and Abdel-Aal, E. A. 2012. Magnetic and Catalytic Properties of Cubic Copper Ferrite Nanopowders Synthesized From Secondary Resources. *Advanced Powder Technology*. 23(2012): 315-323
- Saleha., Halik, M., Annisa, N., Sudirman dan Subaer. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Nanopartikel Kalsium Oksida (CaO)

- Cangkang Telur Untuk Aplikasi Dental Implan. *Skripsi*. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Sam, S., and Nesaraj, A. S. 2011. Preparation of MnFe_2O_4 Nanoceramic Particles by Soft Chemichal Routes. *International Journal of Applied Science and Engineering*. 9(4): 223-239.
- Saputra, R. I, Ririn, K., Samsudin, A dan Heru, S. 2012. Pelapisan Baja dengan Nanosilika Secara Elektroforesis untuk Perlindungan Terhadap Korosi. *Jurnal Teknik POMITS*. 1(1): 1-3.
- Saragi, T., Permana, B., Saputri, M., Safriani, L., Rahayu, I dan Risdiana. 2018. Karakteristik Optik dan Kristal Nanopartikel Magnetit. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*. 2(1): 53-56.
- Shan, D., Cheng. Z., Tan, A. L. K., Tao, Y., Ting, K. E and Yin, X. 2012. Synthesis and Characterization of Iron Oxide Nanoparticles and Applications in the Removal of Heavy Metals from Industrial Wastewater. *Internasional Journal of Photoenergy*. 2012: 1-5.
- Sharma, U. S., Sharma, R. N and Shah, R. 2014. Physical and Magnetic Properties of Manganese Ferrite Nanoparticles. *Journal of Engineering Research and Applications*. 4(8): 14-17.
- Shiqhi, N., Yelmida, A dan Zultiniar. 2017. Impregnasi Logam Co, Cu dan Ni pada Hidroksiapatit yang Disintesis dari Kulit Kerang Lokan (*Gelonia expansa*). *Jom Fakultas Teknik*. 3(1): 1-6.
- Sholihah, F. R dan Zainuri, M. 2012. Pengaruh Holding Time Kalsinasi terhadap Sifat Kemagnetan Barium M-Hexaferrite ($\text{BaFe}_{12-x}\text{Zn}_x\text{O}_{19}$) dengan Ion Doping Zn. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 1(1): 25-29.
- Sidiqa, A. N., Nina, G., Bambang, S., Renny, F. 2012. Surface Modification of Multilayer Coating Ti-Al-Cr and Hidroxyapatite on Calcium Phospate Cement with Sol-Gel Method. *Journal of Dentistry Indonesia*. 19(2): 43-46.
- Siswanto, R. E dan Suharyadi, E. 2014. Pengukuran Tetapan Suseptibilitas pada *Polyethylene Glycol* (PEG-4000) Coated- Nanopartikel Magnetik Cobalt Ferrite (CoFe_2O_4). *Jurnal Fisika Indonesia*. 53(18): 50-54.

- Sneha, M., Nachiappan and Sundaram, M. 2015. Preparation and Characterization of an Iron Oxide-Hydroxyapatite Nanocomposite For Potential Bone Cancer Therapy. *International Journal of Nanomedicine*. 10: 99-106.
- Subramanian, A., Marschilok, A., Lee, C., Takeuchi, K. J and Takeuchi, E. S. 2011. Carbon Nanotube Substrate Electrodes for Light-weight, Long-Life Rechargeable Batteries. *Energy Environ Sci*. 4: 2943–2951.
- Sudjana, E., Abdurachman, M dan Yuliasari, Y. 2002. Karakterisasi Senyawa Kompleks Logam Transisi Cr, Mn, dan Ag dengan Glisin Melalui Spektrofotometri Ultraungu dan Sinar Tampak. *Jurnal Bonatura*. 4(2): 69-86.
- Susanto dan Prasdiantika, R. 2017. Sintesis Nanomaterial Magnetit-Sitrat dan Pengujian Aplikasinya sebagai Adsorben Emas (III). *Jurnal Tekno SAINS*. 6(2): 59-138.
- Taib, S dan Suharyadi, E. 2015. Sintesis Nanopartikel Magnetite (Fe_3O_4) dengan Template Silika (SiO_2) dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 5(1): 23-30.
- Thompson, Z., Rahman, S., Yarmolenko, S., Sankar, J., Kumar, D and Bhattarai, N. 2017. Fabrication and Characterization of Magnesium Ferrite-Based PCL/Aloe Vera Nanofibers. *Journal Materials*. 10: 1-12.
- Trewin, N. 1988. Use of the Scanning Electron Microscope in Sedimentology. *J Sed Petrol*. 57: 777-778.
- Triyani, N. F., Suhartana dan Sriatun. 2013. Sintesis dan Karakterisasi Kompleks Ni(II)-EDTA dan Ni(II)-Sulfanilamid. *Chem Info*. 1(1): 354-361.
- Wahdah I., Sri W dan Darjito. 2014. Sintesis Hidrosiapatit dari Tulang Sapi dengan Metode Basah Pengendapan. *Jurnal Mahasiswa Kimia*. 1(1) : 92-97.
- Warastuti, Y., Emil, B dan Darmawan. 2014. Sintesis dan Karakterisasi Membran Komposit Hidrosiapatit Tulang Sapi-Khitosan-Poli (Vinil Alkohol) Untuk Aplikasi Biomaterial. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 16(2): 83-90.
- Wardiyati, S., Fisli, A dan Ridwan. 2010. Penyerapan Logam Ni dalam Larutan Oleh Nanokomposit Fe_3O_4 -Karbon Aktif. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 12 (3): 224-228.

- Winardi S, Kusdianto dan Widiyastuti. 2011. Preparasi Film ZnO-Silika Nanokomposit dengan Metode Sol-Gel. *Seminar Nasional Teknik Kimia*. Yogyakarta.
- Wogo, H. E., Segu, J. O dan Ola, P. D. Sintesis Silika Gel Terimobilisasi Dithizon Melalui Proses Sol-Gel. *Sains Dan Terapan Kimia*. 5(1): 84-95.
- Yaakob, Z., Hakim, M. N. S., Kumar, M., Ismail., Wan, D. 2010. Hydroxyapatite Supported Nickel Catalyst for Hydrogen Production. *American Journal of Scientific and Industrial Research*. 1: 122-126.
- Zahro, L dan Maharani, D. K. 2013. Kajian Karakterisasi Spektrofotometri Infra Merah dan Difraksi Sinar X Katalis Oksida Logam Cu/Cr/ γ -Al₂O₃. *UNESA Journal of Chemistry*. 2(3): 105-108.
- Zanotto, R., Matassa, M. L., Saladino, M., Berrettoni, M., Giorgetti, S., Zamponi and Caponetti, E. 2010. Cobalt Hexacyanoferrate-Poly (Methyl Methacrylate) Composite: Synthesis and Characterization. *Materials Chemistry and Physics*. 120(1): 118-122.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hidroksiapatit dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ merupakan salah satu komponen mineral utama yang ditemukan pada tulang dan gigi. Hidroksiapatit banyak digunakan untuk merekonstruksi tulang yang rusak karena biokompatibilitasnya yang unggul (Chew *et al.*, 2015). Hidroksiapatit memiliki beberapa karakteristik lain yaitu bioaktif, biokompatibel, tidak toksik, dan imunogenik (Nayak *et al.*, 2011). Karakteristik itulah yang menyebabkan hidroksiapatit banyak digunakan secara luas di bidang biomedis untuk pengisi atau pelapis tulang serta implan gigi. Selain itu, karena sifatnya yang tahan terhadap panas dan memiliki struktur “*spongy*” atau struktur berpori, hidroksiapatit juga banyak digunakan sebagai adsorben (Aziz, 2014). Namun hidroksiapatit memiliki kelemahan yaitu bersifat rapuh, tidak osteoinduktif, sifat mekanik rendah, dan ketidakstabilan struktur (Darwis dan Warastuti, 2008). Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan mengkompositkan hidroksiapatit dengan material lain yang sesuai.

Komposit adalah gabungan dua atau lebih material yang menghasilkan sifat baru. Syarat terbentuknya komposit yakni adanya ikatan permukaan antara matriks (bahan pengikat) dan filler (bahan pengisi). Ikatan antar permukaan ini terjadi karena adanya gaya adhesi dan kohesi. Pembuatan material komposit sendiri bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik atau sifat spesifik tertentu. Hidroksiapatit dapat dikompositkan dengan material nanomagnetik dikarenakan nanomagnetik memiliki sifat toksisitas rendah, magnetisasi yang tinggi pada suhu kamar, sifat yang biokompatibel serta mudah dipandu dengan medan magnet eksternal (Sara *et al.*, 2014). Komposit yang terbentuk antara hidroksiapatit dan nanomagnetik ini memiliki banyak kegunaan seperti dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi. Disamping itu komposit hidroksiapatit-nanomagnetik juga dapat diaplikasikan pada biomedis seperti rekayasa jaringan tulang (Syidik, 2015) penelitian lainnya yang dilakukan oleh Sneha *et al* (2018) menggunakan komposit Fe_2O_4 /Hidroksiapatit untuk terapi kanker dengan metode *hyperthermia*.

Nanomagnetik adalah material berukuran nano yang bersifat magnetik. Nanomagnetik memiliki berbagai keunggulan antara lain: bersifat supermagnetik, kejenuhan magnet yang tinggi, kontribusi anisotropis yang bagus, dan biokompatibel. Fenomena ini terus meningkat seiring pengaruh ukuran dan permukaan yang didominasi oleh sifat magnetik dari masing-masing nanopartikel (Kornak *et al.*, 2005). Logam yang digunakan pada penelitian ini menghasilkan beberapa oksida magnetik diantaranya Fe_3O_4 , CuFe_2O_4 , MnFe_2O_4 , NiFe_2O_4 dan MgFe_2O_4 . Nilai magnetik suatu senyawa dipengaruhi oleh kandungan mineral dan kemampuan oksidasinya oleh karena itu digunakan variasi jenis logam yang bertujuan untuk mengetahui nilai magnetik mana yang tertinggi saat dikompositkan bersamaan dengan hidroksiapatit. Salah satu zat yang dapat dipakai untuk membentuk dan mengontrol ukuran serta struktur pori pada komposit dapat menggunakan Polietilen glikol (PEG).

PEG memiliki karakteristik dapat larut dalam air, methanol, benzene dan diklorometan. Selain itu PEG juga memiliki kandungan toksik yang rendah dan merupakan polimer yang fleksibel. PEG menempel pada permukaan partikel dan dapat berfungsi membungkus partikel sehingga tidak terjadi proses agregasi lebih lanjut (Siswanto dan Suharyadi, 2014). Penambahan PEG ternyata mempengaruhi nilai magnetisasi saturasi (M_s) dari nanopartikel magnetik. Nilai magnetisasi saturasi menurun disebabkan penambahan material lain ke dalam material yang bersifat magnet dapat mempengaruhi sifat magnetnya bergantung pada sifat material yang ditambahkan tersebut. PEG merupakan material yang bersifat paramagnetik sehingga akan menurunkan nilai magnetisasi saturasinya (Nuzully dkk., 2013). Pada penelitian Khasanah, (2018) didapatkan hasil mengenai pengaruh penambahan PEG terhadap komposit hidroksiapatit- Fe_3O_4 berupa intensitas difraktogram sinar-x yang tinggi, hal ini menunjukkan bahwa komposit hidroksiapatit-PEG/ Fe_3O_4 memiliki kristalinitas yang baik, selain itu pada hasil SEM menunjukkan morfologi dari komposit hidroksiapatit-PEG/ Fe_3O_4 dengan adanya penambahan PEG-4000 menyebabkan penyebaran ukuran partikel yang lebih merata dibandingkan tanpa ditambahkan PEG. Penambahan PEG dapat menurunkan nilai magnetisasi saturasi, tetapi penambahan PEG tetap memainkan

peran penting dalam mengatur pertumbuhan kristal dan berperan dalam merekatkan hidroksiapatit dan nanomagnetik.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dipreparasi hidroksiapatit-PEG/MFe₂O₄ (M= Fe, Cu, Mn, Ni dan Mg). Hasil komposit ini dikarakterisasi menggunakan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) untuk mengetahui komposit mana yang memiliki sifat magnet tertinggi. Komposit yang memiliki sifat magnet tertinggi, selanjutnya divariasikan perbandingan komposisi antara hidroksiapatit dan nanomagnetik (1:1, 1:2, 1:3). Perbandingan komposisi yang memiliki sifat magnet terbaik selanjutnya dikarakterisasi dengan *Fourier Transform InfraRed* FTIR untuk menentukan gugus fungsinya, *X-Ray Diffraction* (XRD) menentukan struktur dan ukuran kristal serta *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS) menentukan morfologi dan elemen yang terkandung.

1.2 Rumusan Masalah

Hidroksiapatit memiliki karakteristik seperti biokompatibel, tidak toksik, dan imunogenik sehingga hidroksiapatit telah digunakan di beberapa aplikasi seperti adsorpsi logam kadmium (Amran dkk., 2014) dan aplikasi tulang buatan (Mel *et al.*, 2007). Namun hidroksiapatit masih memiliki keterbatasan dalam pengaplikasiannya karena tidak memiliki sifat magnet yang baik. Kelemahan ini dapat diatasi melalui modifikasi dengan material lain membentuk komposit. Pada penelitian ini komposit hidroksiapatit-PEG/MFe₂O₄ dipreparasi dengan logam Fe, Cu, Mn, Ni dan Mg untuk mengkaji bagaimana pengaruh nilai magnetik komposit pada saat penambahan berbagai jenis logam tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Preparasi komposit hidroksiapatit-PEG/MFe₂O₄ (M= Fe, Cu, Mn, Ni dan Mg) yang di-*coating* dengan PEG-4000
2. Menentukan sifat magnetik terbaik dari perbandingan komposisi antara hidroksiapatit dan nanomagnetik (1:1, 1:2 dan 1:3) menggunakan VSM.

3. Mengkarakterisasi nilai pH pzc, gugus fungsi, struktur kristal, morfologi permukaan dan kandungan unsur-unsur komposit yang memiliki sifat magnet tertinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui komposit mana yang menghasilkan sifat magnet tertinggi. Komposit yang memiliki sifat magnet tertinggi dapat mengoptimalkan fungsi hidroksiapatit dalam berbagai pengaplikasiannya seperti pada bidang biomedik maupun pada adsorpsi yang dapat mempermudah proses pemisahan komposit sebagai alternatif adsorben untuk pengolahan limbah cair.