

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI HIDROKSIAPATIT DARI TULANG
IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus* sp.) DAN PENGARUH PENAMBAHAN
KITOSAN TERHADAP SIFAT MEKANIK HIDROKSIAPATIT**

SKRIPSI

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



**ARIA SEPTRY HANDAYANI
08031381419033**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

SINTESIS DAN KARAKTERISASI HIDROKSIAPATIT DARI TULANG IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus sp.*) DAN PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP SIFAT MEKANIK HIDROKSIAPATIT

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh:

ARIA SEPTRY HANDAYANI

08031381419033

Indralaya, Mei 2018

Pembimbing I



Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si

NIP. 196808271994022001

Pembimbing II



Dr. Muhammad Said, M.T

NIP. 197407212001121001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Tulang Ikan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus* sp.) dan Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Sifat Mekanik Hidroksiapatit” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dalam sidang sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 07 Mei 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, Mei 2018

Ketua :

1. Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si

()

NIP. 196808271994022001

Anggota :

2. Dr. Muhammad Said, M.T

()

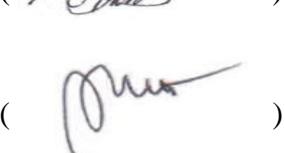
NIP. 197407212001121001

3. Dr. Hasanudin, M.Si

()

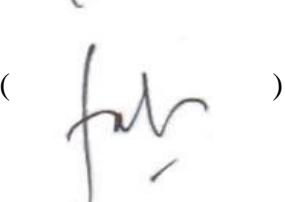
NIP. 197205151997021003

4. Dr. Muharni, M.Si

()

NIP. 196903041994012001

5. Dra. Fatma, M.S

()

NIP. 196207131991022001

Mengetahui,



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 mahasiswa : Aria Septry Handayani

NIM : 08031381419033

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

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

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.

Inderalaya, Mei 2018
Penulis,



Aria Septry Handayani
NIM. 08031381419033

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Aria Septry Handayani

NIM : 08031381419033

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "Sintesis dan Karakterisasi Hidroksipatit dari Tulang Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) dan Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Sifat Mekanik Hidroksipatit". Dengan hak bebas royalti non-ekslusifeini 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.

Inderalaya, Mei 2018

Yang menyatakan,



Aria Septry Handayani

NIM. 08031381419033

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Ilmu menginginkan untuk diamalkan. Apabila orang mengamalkannya, maka ilmu tetap ada. Namun, sebaliknya, jika tidak diamalkan maka ilmu akan hilang dengan sendirinya”. (Sufyan ats-Tsauri)

“Pedihnya pengorbanan adalah cara Tuhan agar kita mensyukuri apa yang kita raih.”

(Aria Septry Handayani)

Allah swt selalu memberikan yang terbaik untuk hambanya

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

Allah SWT

Muhammad SAW

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

- ❖ *Papa dan Mama yang memberiku kasih sayang dan senantiasa mendoakanaku*
- ❖ *Saudaraku yang selalu aku sayangi*
- ❖ *Pembimbingku (Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si & Dr. Muhammad Said, M.T)*
- ❖ *Sahabat-sahabatku*
- ❖ *Almamaterku (Universitas Sriwijaya)*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT semata, kita memujinya, memohon pertolongan dan ampunan hanya kepada-Nya dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul : “Sintesis dan Karakterisasi Hidroksipatit dari Tulang Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) dan Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Sifat Mekanik Hidroksipatit ”

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya Indralaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ibu pembimbing yang tersayang Dr. Poedji Loekitowati H, M. Si dan bapak Dr. Muhammad Said, M.T yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc, selaku Dekan MIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T, selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Elfita, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si., Ibu Muhamni, M.Si dan Ibu Dra.Fatma, M.S selaku penguji sidang sarjana.
5. Koordinator Seminar, ibu Dr. Ferlinahayati, M. Si yang telah bersusah payah mencari dan memberikan jadwal untuk mahasiswa Tugas Akhir.
6. Seluruh dosen FMIPA KIMIA yang telah membimbing selama masa perkuliahan.
7. Kedua orang tuaku yang tercinta (ayah Artoni dan ibu Purwati) yang senantiasa selalu mendo'akan serta memberikan dukungan baik itu materi, nasihat, semangat dan kepercayaan yang luar biasa.
8. Saudaraku (Adhani) yang ku banggakan. Semoga jadi anak yang selalu membanggakan kedua orangtua dan sukses kedepannya.

9. For Mr. AY terima kasih telah menjadi teman hidup dan selalu sabar mendengar keluh kesah penulis, selalu membantuku disaat susah, memberikan kebahagiaan, semangat, dukungan, serta motivasi. Semoga sukses kedepannya, bisa jadi kebanggaan kedua orangtua dan pasangan serta dapat memberikan contoh yang baik untuk adik-adikmu.
10. Team “S.Si (halal)” kepada Getari Kasmiarti terimakasih atas bantuannya selama kuliah telah mengajarkan saya materi kuliah yang sulit dipahami dan telah menjadi teman yang baik love you full. Untuk Yunita, Galuh, dan Della terima kasih telah menjadi teman yang baik dan selalu menolongku semasa kuliah. Semoga kita sukses selalu ya guys.
11. Team “Analisa Squard” (Riski, Anisa, Ninu, Miyah, Uswatun, dan Mira) telah menjadi partner yang super the best dalam penelitian ini dan selalu memberikan semangat, dukungan, motivasi, kepercayaan diri kepadaku dan menolongku saat semasa kuliah. Semoga kedepannya kita bisa menjalin silaturahmi ini sampai tua nanti ya guys. Love you forever.
12. Staf Dosen dan Analis FMIPA Kimia yang telah memberikan Ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
13. Mbak Novi dan kak Iin yang telah membantu dalam menyelesaikan administrasi selama perkuliahan.
14. Teman seperjuangan MIKI 2014 (Lulu, Musda, Claudia, Anisyah, Najmatul, Helda, Muthia, Mia, Winda, Ariyanti, Ulfa, Faisal, Vrysa, Rona, Resta, Putri, Firda, dll yang telah menjadi teman semasa kuliah.
15. Senior Kimia 2011, 2012, dan 2013.
16. Junior Kimia 2015, 2016, dan 2017 semoga cepat menyusul.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Inderalaya, Mei 2017

Penulis

SUMMARY

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF HYDROXYAPATITE FROM RED SNAPPER FISH BONE (*Lutjanus* sp.) AND THE EFFECT OF CHITOSAN ADDITION ON HYDROXYAPATITE MECHANICAL PROPERTIES

Scientific writing in the form of skripsi, April 2018

xii + 94 pages, 8 tables, 16 figures, 27 appendices

Aria Septry Handayani: Supervised by Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si and Dr. Muhammad Said, M.T.

Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.

This research about synthesis and characterization of hydroxyapatite from red snapper fish bone (*Lutjanus* sp.) and the effect of chitosan addition on hydroxyapatite mechanical properties has been done. This research aimed to investigated the effect of temperature and calcination duration on hydroxyapatite synthesis and the effect of chitosan addition on the mechanical properties of hydroxyapatite. The synthesis of hydroxyapatite was carried out with precursors $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ and composited with chitosan. The precipitated HAp is calcined with varrying temperature and calcination time. Characterization of HAp crystalline structures was determined using XRD and characterization of mechanical properties for hardness was determined using vickers hardness and compressive strength was determined by autograph. The XRD characterization results show the optimum condition of HAp synthesis at 500°C for 2 hour. The result of mechanical properties showed that the composite HAp-chitosan with the increasing of chitosan concentration cause increasing in compressive strength but decrease in hardness.

Keywords: Hydroxyapatite, HAp-chitosan, Red snapper fish bone, hardness, compressive strength.

Library : 62 (1989-2017)

RINGKASAN

SINTESIS DAN KARAKTERISASI HIDROKSIAPATIT DARI TULANG IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus* sp.) DAN PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP SIFAT MEKANIK HIDROKSIAPATIT

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, April 2018

xii + 94 halaman, 8 tabel, 16 gambar, 27 lampiran

Aria Septry Handayani: Dibimbing oleh Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si dan Dr. Muhammad Said, M.T.

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Penelitian tentang sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit dari tulang ikan kakap merah (*Lutjanus* sp.) dan pengaruh penambahan kitosan terhadap sifat mekanik hidroksiapatit telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh temperatur dan lama kalsinasi pada sintesis hidroksiapatit dan menentukan pengaruh penambahan kitosan terhadap sifat mekanik hidroksiapatit. Sintesis hidroksiapatit dilakukan dengan prekursor $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ dan dikompositkan dengan kitosan. Endapan HAp yang dihasilkan dikalsinasi dengan variasi temperatur dan waktu kalsinasi. Karakterisasi struktur kristal HAp menggunakan XRD dan karakterisasi sifat mekanik untuk kekerasan menggunakan *vickers hardness* dan untuk kekuatan tekan menggunakan *autograph*. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan kondisi optimum sintesis HAp pada temperatur 500°C selama 2 jam. Hasil sifat mekanik menunjukkan komposit HAp-kitosan dengan bertambahnya konsentrasi kitosan mengalami peningkatan kekuatan tekan namun terjadi penurunan kekerasan.

Kata Kunci: Hidroksiapatit, HAp-kitosan, tulang ikan kakap merah, kekerasan, kekuatan tekan.

Kepustakaan : 62 (1989-2017)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY.....	ix
RINGKASAN.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus</i> sp.)	4
2.2. Senyawa Hidroksiapatit	5
2.3. Sintesis Hidroksiapatit	6
2.4. Sintesis Hidroksiapatit dengan Metode Basah.....	7
2.5. Kitosan.....	8
2.6. Komposit HAp-Kitosan.....	8
2.7. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	12
2.8. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	14
2.9. Metode Pengujian Sifat Mekanik	15

2.9.1. Uji Kekerasan Menggunakan <i>Vickers Hardness</i>	15
2.9.2. Uji Kekuatan Tekan Menggunakan <i>Autograph</i>	17

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat	18
3.2. Alat dan Bahan.....	18
3.2.1. Alat	18
3.2.2. Bahan.....	18
3.3. Prosedur Percobaan	18
3.3.1. Preparasi Tulang Ikan Kakap Merah	18
3.3.2. Penentuan Kadar Kalsium dari Serbuk CaO	19
3.3.3. Pembuatan Larutan Standar Kalsium	19
3.3.3.1 Pembuatan Larutan Induk Kalsium (1000 ppm)	19
3.3.3.2 Pembuatan Larutan Baku Kalsium (100 ppm).....	19
3.3.3.3 Pembuatan Larutan Baku Kalsium (50 ppm).....	20
3.3.3.4 Pembuatan Larutan Standar Kalsium 0 - 5 ppm.....	20
3.3.4. Pembuatan Kurva Kalibrasi	20
3.3.5. Sintesis Hidroksiapatit	21
3.3.6. Variasi Temperatur Kalsinasi.....	21
3.3.7. Variasi Waktu Kontak	21
3.3.8. Pembuatan Komposit HAp-Kitosan	21
3.4. Analisis Data	23

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakterisasi CaO Tulang Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus</i> sp.) menggunakan XRD	24
4.2. Kandungan Kalsium (Ca) pada Tulang Ikan Kakap Kakap Merah (<i>Lutjanus</i> sp.)	25
4.3. Sintesis Hidroksiapatit [Ca ₁₀ (PO ₄) ₆ (OH) ₂]	26
4.3.1. Pengaruh Temperatur.....	26

4.3.1.1. Rendemen Variasi Temperatur	26
4.3.1.2. Karakterisasi Hidroksiapatit menggunakan XRD Berdasarkan Variasi Temperatur.....	27
4.3.2. Pengaruh Lama Kalsinasi	30
4.3.2.1. Rendemen Variasi Kalsinasi.....	30
4.3.2.2. Karakterisasi Hidroksiapatit menggunakan XRD Berdasarkan Variasi Waktu kalsinasi	31
4.4. Sintesis Komposit HAp-Kitosan	33
4.5. Uji Sifat Mekanik Komposit HAp-kitosan	34
4.5.1. Hasil Uji Kekerasan (<i>Vickers Hardness</i>)	34
4.5.2. Hasil Uji Kekuatan Tekan (<i>Compressive Strength</i>).....	36
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	45
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	84

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Karakteristik Biomekanik Tulang Sehat.....	10
Tabel 2. Hasil Rendemen Hidroksipapatit yang Diperoleh dari Variasi Temperatur Kalsinasi	27
Tabel 3. Puncak-Puncak Tertinggi dari Hasil Uji XRD Sampel Hidroksipapatit dengan Variasi Temperatur	29
Tabel 4. Ukuran Kristal dari Hasil Uji XRD dengan Variasi Temperatur	30
Tabel 5. Hasil Rendemen Hidroksipapatit yang Diperoleh dari Variasi Waktu Kalsinasi.....	31
Tabel 6. Puncak-Puncak Tertinggi dari Hasil Uji XRD Sampel Hidroksipapatit dengan Variasi Waktu Kalsinasi.....	32
Tabel 7. Ukuran Kristal dari Hasil Uji XRD dengan Variasi Waktu Kalsinasi.....	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus</i> sp.)	4
Gambar 2. Struktur Kristal Hidroksiapatit	6
Gambar 3. Mekanisme Terjadinya Pori	9
Gambar 4. Diagram Skematik dari Spektrofotometer Serapan Atom	13
Gambar 5. Perangkat Difraktometer	15
Gambar 6. Skema Uji Kekerasan (<i>Vickers Hardness</i>)	16
Gambar 7. Skema Uji Kekuatan Tekan (<i>Compressive Strength</i>)	17
Gambar 8. Sebuk (a) Tulang Ikan Kakap Merah (b) CaO Tulang Ikan Kakap Merah	24
Gambar 9. Difraktogram Hasil Uji XRD Serbuk CaO Tulang Ikan Kakap Merah	25
Gambar 10. Serbuk Hidroksiapatit	26
Gambar 11. Difraktogram Hasil Uji XRD pada Temperatur Kalsinasi	28
Gambar 12. Difraktogram Hasil Uji XRD pada Waktu Kalsinasi	31
Gambar 13. Komposit HAp-Kitosan dengan Berbagai Perbandingan	34
Gambar 14. Grafik Uji Kekerasan Variasi Komposit HAp-kitosan	34
Gambar 15. Grafik Uji Kekuatan Tekan Variasi Komposit HAp-kitosan	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja Penelitian	45
Lampiran 2. JCPDS No. 37-1497 untuk Kalsium Oksida (CaO)	46
Lampiran 3. Karakterisasi CaO dari Tulang Ikan Kakap Merah.....	47
Lampiran 4. Kurva Kalibrasi	49
Lampiran 5. Data Perhitungan Kadar Kalsium pada Tulang Ikan Kakap Merah.....	50
Lampiran 6. Data Massa Sebelum dan Sesudah Sintesis Hidroksiapatit Terhadap Variasi Temperatur dan Waktu Kalsinasi	51
Lampiran 7. Data Perhitungan % Rendemen Terhadap Variasi Temperatur.....	52
Lampiran 8. Data Perhitungan % Rendemen Terhadap Variasi Waktu Kalsinasi	54
Lampiran 9. Data Perhitungan Ukuran Kristal Terhadap Variasi Temperatur.....	56
Lampiran 10. Data Perhitungan Ukuran Kristal Terhadap Variasi Waktu Kalsinasi	57
Lampiran 11. JCPDS No. 09-0432 untuk Senyawa Hidroksiapatit (HAp)....	58
Lampiran 12. Data Spektra XRD Hidroksiapatit (HAp) pada Temperatur 500°C.....	59
Lampiran 13. Data Spektra XRD Hidroksiapatit (HAp) pada Temperatur 600°C.....	61
Lampiran 14. Data Spektra XRD Hidroksiapatit (HAp) pada Temperatur 700°C.....	63
Lampiran 15. Data Spektra XRD Hidroksiapatit (HAp) pada Temperatur 800°C.....	65
Lampiran 16. Data Spektra XRD Hidroksiapatit (HAp) pada Temperatur 900°C.....	67
Lampiran 17. Data Spektra XRD Hidroksiapatit (HAp) pada Waktu Kalsinasi 1 Jam	69
Lampiran 18. Data Spektra XRD Hidroksiapatit (HAp) pada Waktu Kalsinasi 2 Jam	71

Lampiran 19. Data Spektra XRD Hidroksiapatit (HAp) pada Waktu Kalsinasi 3 Jam	73
Lampiran 20. Data Spektra XRD Hidroksiapatit (HAp) pada Waktu Kalsinasi 4 Jam	75
Lampiran 21. Sertifikat Untuk Senyawa Kitosan	77
Lampiran 22. Data Sifat Kekerasan Komposit HAp-Kitosan	78
Lampiran 23. Data Perhitungan Uji Kekerasan Variasi Komposit HAp-Kitosan.....	79
Lampiran 24. Data Perhitungan Modulus Young Variasi Komposit HAp-Kitosan.....	80
Lampiran 25. Data Perhitungan Uji Kekuatan Tekan Variasi Komposit HAp-Kitosan.....	81
Lampiran 26. Gambar Penelitian.....	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan kakap merah (*Lutjanus* sp.) merupakan salah satu ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Ikan kakap merah termasuk golongan ikan demersal (dasar) yang memiliki aktifitas gerak yang relatif rendah, membentuk gerombol yang relatif tidak terlalu besar, migrasi yang tidak terlalu jauh, dan mempunyai daur hidup yang stabil karena habitatnya di dasar laut (Sriati, 2011). Hasil tangkapan ikan kakap merah pada umumnya dikonsumsi segar, dan sebagian besar dieksport dalam bentuk *fillet*, sehingga dapat menghasilkan limbah tulang ikan, yang sampai saat ini belum dimanfaatkan dengan baik. Tulang secara alami terdiri dari 70% mineral anorganik, 20% bahan organik, dan 10% air. Bahan organik ini sebagian besar terbuat dari kolagen tipe I, sedangkan mineral anorganik terdiri dari hidroksiapatit berkarbonat (White and Best 2007; Toppe *et al.*, 2007). Ukuran dan orde kristal bioapatit tulang ikan dan mamalia umumnya sama, yang merupakan substitusi dari karbonat, biasanya fosfat dan hidroksil (Riyanto dkk, 2013).

Hidroksiapatit (HAp) merupakan senyawa dengan rumus molekul $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$ yang biasanya digunakan untuk materialimplan karena komposisi kimia dan hidroksiapatit ini bersifat sebagai biokompatibilitas yaitu kemampuannya yang dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya artinya dapat bereaksi dengan jaringan tubuh tanpa adanya reaksi balik atau penolakan oleh tubuh manusia, serta dapat ditanam (diimplantasi) dalam tubuh tanpa membahayakan tubuh itu sendiri. Hidroksiapatit juga dapat mengadsorpsi logam timbal, kobalt, nikel, tembaga, timah, cadmium, dan uranium dengan efisien (Corami *et al.*, 2006). Namun hidroksiapatit mempunyai kelemahan yaitu bersifat rapuh, tidak bersifat osteoinduktif, sifat mekanik rendah dan ketidakstabilan struktur pada saat bercampur dengan cairan tubuh atau darah pasien. Keterbatasan yang dimiliki oleh hidroksiapatit dapat diatasi dengan cara hidroksiapatit dibentuk menjadi komposit dengan senyawa yang bersifat elastis yang akan meningkatkan sifat mekanik hidroksiapatit (Darwis dan Warastuti, 2008) yaitu kitosan. Kitosan

bersifat biokompatibel, toksisitas rendah, dan antibakteri (Sugita *et al.*, 2009). Menurut penelitian Dianawati (2013) Komposit HAp-kitosan menghasilkan puncak intensitas kitosan yang sangat rendah karena struktur kitosan yang lebih amorf dibandingkan kristal HAp dan menunjukkan bahwa kitosan telah menyebar seragam pada sampel. Penambahan kitosan pada hidroksiapitit sudah menghasilkan komposit yang baik dan kitosan dapat mengurangi sifat getas HAp. Hidroksiapitit dapat disintesis dengan berbagai metode yaitu metode presipitasi, hidrotermal, sol-gel, dan lain sebagainya.

Sintesis hidroksiapitit memerlukan temperatur yang tinggi, tetapi dengan menggunakan temperatur yang sangat tinggi akan membuat struktur hidroksiapitit menjadi rusak (Piranika, 2017). Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap temperatur dan waktu kalsinasi pada sintesis hidroksiapitit. Hal ini dilakukan untuk memperoleh hidroksiapitit dengan kristalinitas terbaik. Melihat dari kandungan setiap bahan untuk membuat hidroksiapitit berbeda-beda sehingga temperatur optimumnya juga berbeda. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode presipitasi. Metode ini telah banyak diterapkan untuk mensintesis hidroksiapitit karena sederhana, ekonomis, serta mudah dilakukan (Yoruc and Koca, 2009).

Hasil sintesis hidroksiapitit dikarakterisasi dengan menggunakan Spektrometer XRD (*X-Ray Difraction*) untuk menentukan kristalinitas. Untuk mengetahui sifat mekanik digunakan uji kekerasan (*hardness*) dan uji kekuatan tekan (*compressive strength*). Variabel penelitian ini meliputi variasi temperatur, lama pemanasan, dan variasi HAp-kitosan.

1.2. Rumusan Masalah

Tulang ikan merupakan limbah perikanan dengan jumlah yang mencapai 15% dari berat tubuh ikan. Limbah tulang ikan kakap merah sampai saat ini belum dimanfaatkan dengan baik. Sintesis hidroksiapitit dapat dilakukan dengan metode presipitasi dan dilanjutkan dengan pemanasan pada temperatur yang tinggi. Struktur hidroksiapitit yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh temperatur dan waktu kalsinasi. Serta sifat mekanik dipengaruhi oleh penambahan kitosan dikarenakan hidroksiapitit memiliki sifat mekanik yang kurang baik. Oleh sebab

itu, perlu diteliti bagaimana pengaruh temperatur dan waktu kalsinasi terhadap struktur hidroksiapit serta bagaimana pengaruh penambahan kitosan terhadap sifat mekanik hidroksiapit berupa uji kekerasan (*Vickers Hardness*) dan kekuatan tekan (*Autograph*).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan kadar kalsium dari tulang ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*).
2. Menentukan pengaruh temperatur dan waktu kalsinasi pada sintesis hidroksiapit.
3. Menentukan pengaruh penambahan kitosan terhadap sifat mekanik berupa uji kekerasan dan uji kekuatan tekan dalam pembentukan komposit HAp-kitosan.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang pembuatan hidroksiapit, karena hidroksiapit dapat digunakan sebagai absorben limbah cair dan juga dapat digunakan dalam bidang biomedis/biokeramik untuk merekontruksi tulang atau penggantian tulang yang rusak dan sekaligus meningkatkan nilai ekonomis terhadap limbah tulang ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*).

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal dan Gunawarman. 2016. Analisa Struktur Mikro Material Substitusi Hidroksipapatit Cangkang Kerang Darah dan Resin Akrilik Bahan Pembuat Gigi untuk Aplikasi Gigi Tiruan. *Surya Teknika*. 1(4): 1-9.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. SNI 01-3158-1992. *Tepung Tulang Untuk Bahan Baku Makanan Ternak*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. SNI 06-6989.56-2005. *Cara Uji Kadar Kalsium (Ca) dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)*.
- Balgies., Setia, U. D dan Kiagus, D. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Hidroksipapatit Menggunakan Analisis X-Ray Diffraction. *Prosiding Seminar Nasional Hamburan Neutron dan Sinar-X Serpong*. IPB: BATAN.
- Cahyanto, A., Kosasih, E., Aripin, D and Hasratiningih, Z. 2016. Fabrication of Hydroxyapatite from Fish Bones Waste Using Reflux Method. *Material Science and Engineering*. 172(2017): 1-5.
- Cai, X., Tong, H., Shen, X., Chen, W., Yan, J and Hu, J. 2009. Preparation and Characterization of Homogeneous Chitosan-Polylactic Acid/Hydroxyapatite Nanocomposite for Bone Tissue Engineering and Evaluation of its Mechanical Properties. *Acta Biomaterialia*. 2693-2703
- Chow, L. C. 2009. Next Generation Calcium Phosphate-Based Biomaterials. *Dent Mater J*. 28(1):110.
- Corami, W., Forsyth, J. B., Paster, S and Effenberger, H. 2006. The Antiferromagnetic Structure of Triclinic Copper (II) Phosphate. *Journal of Physics*. 2(6): 10-30.
- Cullity, B. D and Stock, S. R. 2001. *Element of X-Ray Diffraction*. New Jersey: Prentice Hall.
- Cunniffe, G.M., Obrian, F.J., Partap, S., Levingstone, T.J., Stanton, K.T., and Dickson, G.R. 2010. The Synthesis and Characterization of Nanophase Hydroxyapatite Using A Novel Dispersant-Aided Precipitation Method. *J Biomed Mat Resch*. 95(4): 1142-1149.
- Darwis, D dan Wirastuti, Y. 2008. Sintesis dan Karakterisasi Komposit Hidroksipapatit (HA) Sebagai Graft Tulang Sintetik. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 4(2): 144-153.

- Dewi, S. U. 2009. *Pembuatan Komposit Kalsium Fosfat-Kitosan dengan Metode Sonikasi*. Tesis Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Dianawati, T. 2013. Sintesis Komposit Hidroksiapatit Dengan Variasi 10-50% Kitosan. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Dieter, J.R and George, E. 1961. *Mechanical Metallurgy*. America: McGraw-Hill Book Company.
- Feng, K. H., Charles, S., And Prashant, N. K. 2010. *Novel Synthesis Strategies for Natural Polymer and Composite Biomaterials as Potential Scaffold for Tissue Engineering*, Phil. Trans.
- Ficai, A., Andronescu, E., Voicu, G., and Ficai, D. 2011. *Advances in Composite Materials for Medicine and Nanotechnology*. Romania: Politehnica University of Bucharest Romania.
- Hidayat, N. N. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Sifat Makroskopik Nano-Komposit Hidroksiapatit/Kitosan (n-HAp/CS) Untuk Aplikasi Implan Tulang. *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga.
- Huang, Y. P., Hsiao, P. C and Chai, H. J. 2011. Hydroxyapatite Extracted from Fish Scale: Effect on Mg⁶³ Osteoblast-Like Cells. *Journal Ceramics International*. 37: 1825-1831.
- Istifarah. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Komposit Hidroksiapatit dari Tulang Sotong (*Sepia sp.*)-Kitosan Untuk Kandidat Aplikasi Bone Filler. *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga.
- Jamarun, N., Azharman, Z., Zilfa and Septiani, U. 2016. Effect of Firing for Synthesis of Hydroxiapatite by Precipitation Method. *Oriental Journal of Chemistry*. 32(4): 2095-2099.
- Kehoe, S. 2008. *Optimisation of Hydroxyapatite (HAp) for Orthopaedic Application via the Chemical Precipitation Technique [Thesis]* School of Mechanical and Manufacturing Engineering Dublin City University.
- Khopkar, S. M. 1990. *Basic Concepts of Analytical Chemistry*. Penerjemah A. Saptorahardjo. 2003. Konsep Dasar Kimia Analitik. Jakarta: UI Press.
- Kumar, M. N., Muzzarelli, R. A., Muzzareli, C., Sashiwa, H and Domb Aj. 2004. Chitosan Chemistry and Pharmaceutical Perspective. *Chem Kev*. 104(12): 6017-84.

- Kusrini, E and Sontang, M. 2012. *Characterization of X-Ray diffraction and Electron Spin Resonance*, dalam Pudjiastuti, AR. 2012. Preparasi hidroksiaptit Dari Tulang Sapi Dengan Metode Kombinasi Ultrasonik dan Spraydrying. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Lestari, A. 2009. Sintesis dan Karakterisasi Komposit Apatit-Kitosan dengan Metode *In-situ* dan *Ex-situ*. *Skripsi*. FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Li, Z., Yubao, L., Aiping, Y., Xuelin, W and Xiang, Z. 2005. Preparation and In Vitro Investigation of Chitosan/Nano-Hydroxyapatite Composite Used as Bone Substitute Materials. *Journal of Materials Science: Materials In Medicine*. 16(2005): 213-219.
- Manafi, S. A and Joughehdoust, S. 2009. Synthesis of Hydroxyapatite Nanostructure by Hydrothermal Condition for Biomedical Application. *Iran Journal Pharm Res*. 5(2): 89-94.
- Michael, D., Kai-Uwe., Hasirci, V., David, E., Altobelli and Donald. 2002. *Materials in Orthopedic*. New York: Marcell Dekker. INC.
- Muliati. 2016. Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiaptit Dari Tulang Ikan Tuna (*Thunus Sp*) Dengan Metode Sol-Gel. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Narsito. 1992. *Dasar-dasar Kimia Instrumental*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Nazar, J. 2008. Tulang: Tinjauan Dari Sudut Pandang Fisika. *Majalah Kedokteran Andalan*. 32(2): 127-134.
- Ningsih, R. P., Nelly, W dan Lia, D. 2014. Sintesis Hidroksiaptit Dari Cangkang Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Dengan Variasi Waktu Pengadukan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 3(1): 22-26.
- Nurlaela, A., Dewi, S.U., Dahlan, K dan Soejoko, D.S. 2014. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam dan Bebek Sebagai Sumber Kalsium untuk Sintesis Mineral Tulang. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 10(2014): 81-85.
- Ozawa, M and Suzuki, S. 2002. Microstructural Development of Natural Hydroxyapatite Originated from Fish-Bone Waste Through Heat Treatment. *Journal Am. Ceram. Soc.* 85 (5): 1315-1317.
- Pallela, R., Venkatesan, J and Kim, S. K. 2011. Polymer Assisted Isolation of Hydroxyapatite from Thunnus Obesus Bone. *Journal Ceramics International*. 37: 3489-3497.

- Perkin-Elmer Corporation. 1996. *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy*. USA: Perkin-Elmer.
- Piranika, S. 2017. Pengaruh Temperatur Dan Lama Pemanasan Pada Pembuatan Hidroksiapatit Dari Cangkang Keong Emas (*Pomacea Canaliculata L.*). *Skripsi*. Inderalaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
- Pramanik, S., Agarwal, A. K and Rai, K. N. 2005. Development of High Strength Hydroxyapatite for Hard Tissue Replacement, Trends Biomater. *Artif Organs*. 19(1): 46-51.
- Rachmania, A. P. 2012. Preparasi Hidroksiapatit dari Tulang Sapi dengan Metode Kombinasi Ultrasonik dan Spray Drying. *Tesis*. Fakultas Teknik Kimia. Depok.
- Rahmah, J., Hikmawati, D., dan Siswanto. 2013. *Pengaruh Variasi Lama Waktu Pengadukan Pada Komposit Gelatin-Hidroksiapatit Bergentamisin Sebagai Bahan Implan Tulang*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
- Ramli, R.A., Adnan, R., Bakar, M.A., and Masudi S.M. 2011. Synthesis and Characterisation of Pure Nanoporous Hydroxyapatite. *Journal of Physical Science*. 22(1): 25-37.
- Riyani, E., Maddu A dan Soejoko D. J. 2005. Karakterisasi Senyawa Kalsium Fosfat Karbonat Hasil Pengaruh Penambahan ion F⁻ dan Mg²⁺ . *Jurnal Biofisika*. 1:82-89.
- Riyanto, B., Akhiruddin, M dan Nurrahman. 2013. Material Biokeramik Berbasis Hidroksiapatit Tulang Ikan Tuna. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(2): 119-120.
- Rudyardjo, D.I. 2012. *Pengukuran Compressive Strength Benda Padat*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
- Saeri, M.R., Afshar, A., Ghorbani, M., Ehsani, N., and Sorrell, C.C. 2003. The Wet Precipitation Process of Hydroxyapatite. *Materials Letters*. 57(2003): 4064-4069.
- Saleha., Halik, M., Annisa, N., Sudirman dan Subaer. 2015. Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Nanopartikel Kalsium Oksida (CaO) Cangkang Telur Untuk Aplikasi Dental Implant. *Skripsi*. Universitas Negeri Makasar.

- Samsiah, R. 2009. Karakterisasi Biokomposit Apatit-Kitosan dengan XRD, FTIR, SEM dan Uji Mekanik. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Sastrohamidjojo, H. 2001. *Spektroskopi*. Liberti. Yogyakarta. Narsito. 1992. *Dasar-dasar Kimia Instrumental*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Sriati. 2011. Kajian Bio-ekonomi sumberdaya ikan kakap merah yang didaratkan di pantai selatan tasikmalaya, jawa barat. *Jurnal Akuatika*. 2(2): 79-90.
- Sugita, P., Wukirsari, T., Sjahriza, A dan Wahyono D. 2009. *Kitosan Sumber Biomaterial Masa Depan*. Bogor: IPB Press.
- Suryadi. 2011. Sintesis Dan Karakterisasi Biomaterial Hidroksiapatit Dengan Proses Pengendapan Kimia Basah. *Skripsi*. Depok: Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Szpak, P. 2011. Fish Bone Chemistry and Ultrastructure: Implications for Taphonomy and Stable Isotope Analysis. *Journal of Archaeological Science*. 38: 3358-3372.
- Thamaraiselvi, TV., Prabakaran, K and Rajeswari, S. 2006. Synthesis of Hydroxyapatite that Mimic Bone Mineralogy. *Trends Biomater Artif Organs*. 19(2): 81-83.
- Toppe, J., Albrektsen, S., Hope, B., and Aksnes, A. 2007. Chemical Composition, Mineral Content and Amino Acid and Lipid Profiles in Bones from Various Fish Species. *Journal Comparative Biochemistry and Physiology*. Part B 146: 395-401.
- Venkatesan, J and Kim, S. K. 2010. Effect of Temperature on Isolation and Characterization on Hydroxyapatite from Tuna (*Thunnus obesus*) Bone. *Journal Materials*. 3: 4761-4772.
- Vlack, V. 1995. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Vogel. 1989. *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis*. London: Longaman Group Limited.
- Wardani, N. S., Fadli, A., dan Irdoni. 2015. Sintesis Hidroksiapatit dari Cangkang Telur dengan Metode Presipitasi. *JOM FTEKNIK*. 2(1): 1-6.
- White, A. A and Best, S. M. 2007. Hydroxyapatite-Carbon Nanotube Composites for Biomedical Applications: A Review. *International Journal of Applied Ceramic Technology*. 4(1): 1-13.

- Winarno, F.G. 2010. *Nanoteknologi Bagi Industri Pangan dan Kemasan*. Ed ke-1. Bogor (ID): M-Brio Pr.
- Xu, C., He, D., Zeng, L., and Luo, S. 2009. A Study of Adsorption Behavior of Human Serum Albumin and Ovalbumin on Hydroxyapatite/Chitosan Composite. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 73: 360-364.
- Yoruc, A. B. H and Koca, Y. 2009. Double Step Stirring: A Novel Method For Precipitation of Nano-Sized Hydroxyapatite Powder. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*. 4(1): 73-81.