

Al-Kimia

Preparasi Material Sensor Kreatinin dengan Metode *Molecularly Imprinted* Menggunakan Prekursor MBAA dan AMPSA
Karmanto, Ahmad Amjad Muzani

Synthesis of N-Benzenesulfonyl-*p*-Coumaramide from *p*-Coumaric Acid
Nasriadi Dali, Arniah Dali

Penurunan Konsentrasi BOD₅, COD dan Padatan Tersuspensi pada Air Limbah dengan Menggunakan Teknologi Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*)
Philipi de Rozari, Sherly M.F. Ledoh

Uji Aktivitas Antibakteri Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata x balbisiana*), Kulit Pisang Uli (*Musa Paradisiaca Sapientum*), dan Kulit Pisang Nangka (*Musa sp L*)
Andi Nursanti, Irma Herawati Suparto, Tetty Kemala

Analisis Flavonoid Total Akar Tabar Kedayan (*Aristolochia foveolata* Merr)
Siti Jubaidah, Henny Nurhasnawati

Analisis Komposisi Asam Lemak Dari Mikroalga Laut *Navicula salinicola*
Liska Ramdanawati, Dewi Kurnia, Vita Aji Kusumaning Tyas, Zeily Nurachman

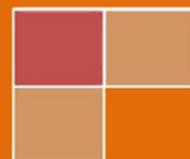
Deteksi Bakteri Patogen *Salmonella typhi* pada Sayuran Mentah Menggunakan Metode *nested Polymerase Chain Reaction*
Idar, Shinta Kusumawardhani, Mia Tria Novianti

Uric Acid Biosensor Based on Biofilm of *L. plantarum* using *Screen-Printed Carbon Electrode* Modified by Magnetite
Dian Siska RF, Deden Saprudin, Dyah Iswantini, Novik Nurhidayat

Kadar Fenolat dan Flavonoid Total serta Kapasitas Antioksidan Ekstrak Etanol dan Fraksi Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)
Dwi Koko Pratoko, Firdha Aprillia Wardhani, Nia Kristiningrum, Fifteen Aprilia Fajrin, Dian Agung Pangaribowo

Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Albacores*) Dengan Xrf, Ftir, Dan Xrd
Sitti Chadijah, Hardiyanti, Sappewali

Penentuan Sifat Fisikokimia Madu Hutan (*Apis dorsata*) Sulawesi Selatan
Sjamsiah*, Rismawati Sikanna, Azmalaeni Rifkah.A, Asri



Al-Kimia

EDITOR IN CHIEF

Sjamsiah

MANAGING EDITOR

Aisyah

REVIEWER

Ambara Rahmat Pradipta

Sarifah Fauziah

Suminar Setiati Achmadi

Muharram

Safri Ishmayana

Desi harneti Putri Huspa

Ajuk Sapar

Muhammad Qaddafi

St .Chadijah

Asri Saleh

Asriyani Ilyas

SECTION EDITOR

Rani Maharani

Ummi Zahra

Firnanelty Rasyid

A.Nurfitriani Abubakar

Chusnul Chatimah Asmad

Satriani

PUBLISHER

Department of Chemistry

Faculty of Science and Technology

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Jl. H. M. Yasin Limpo No. 36 Gowa South Sulawesi Indonesia

E -mail: al-kimia@uin-alauddin.ac.id

Al-Kimia

TABLE OF CONTENT

Preparasi Material Sensor Kreatinin dengan Metode <i>Molecularly Imprinted</i> Menggunakan Prekursor MBAA dan AMPSA Karmanto, Ahmad Amjad Muzani	97-112
Synthesis of N-Benzenesulfonyl- <i>p</i> -Coumaramide from <i>p</i> -Coumaric Acid Nasriadi Dali, Arniah Dali	113-119
Penurunan Konsentrasi BOD ₅ , COD dan Padatan Tersuspensi pada Air Limbah dengan Menggunakan Teknologi Lahan Basah Buatan (<i>Constructed Wetland</i>) Philiphi de Rozari, Sherly M.F. Ledoh	120-128
Uji Aktivitas Antibakteri Limbah Kulit Pisang Kepok (<i>Musa acuminata x balbisiana</i>), Kulit Pisang Uli (<i>Musa Paradisiaca Sapientum</i>), dan Kulit Pisang Nangka (<i>Musa sp L</i>) Andi Nursanti, Irma Herawati Suparto, Tetty Kemala	129-134
Analisis Flavonoid Total Akar Tabar Kedayan (<i>Aristolochia foveolata</i> Merr) Siti Jubaidah, Henny Nurhasnawati	135-140
Analisis Komposisi Asam Lemak Dari Mikroalga Laut <i>Navicula salinicola</i> Liska Ramdanawati, Dewi Kurnia, Vita Aji Kusumaning Tyas, Zeily Nurachman	141-149
Deteksi Bakteri Patogen <i>Salmonella typhi</i> pada Sayuran Mentah Menggunakan Metode <i>nested Polymerase Chain Reaction</i> Idar, Shinta Kusumawardhani, Mia Tria Novianti	150-159
Uric Acid Biosensor Based on Biofilm of <i>L. plantarum</i> using <i>Screen-Printed Carbon Electrode</i> Modified by Magnetite Dian Siska RF, Deden Saprudin, Dyah Iswantini, Novik Nurhidayat	160-170
Kadar Fenolat dan Flavonoid Total serta Kapasitas Antioksidan Ekstrak Etanol dan Fraksi Jahe Merah (<i>Zingiber officinale var. Rubrum</i>) Dwi Koko Pratoko, Firdha Aprillia Wardhani, Nia Kristiningrum, Fifteen Aprilia Fajrin, Dian Agung Pangaribowo	171-183
Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Tuna (<i>Thunnus Albacores</i>) Dengan Xrf, Ftir, Dan Xrd Sitti Chadijah, Hardiyanti, Sappewali	184-190
Penentuan Sifat Fisikokimia Madu Hutan (<i>Apis dorsata</i>) Sulawesi Selatan Sjamsiah, Rismawati Sikanna, Azmalaeni Rifkah.A, Asri Saleh	191-199

Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Albacores*) Dengan Xrf, Ftir, Dan Xrd

Sitti Chadijah*, Hardiyanti, Sappewali

Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar

*Email: chadijah19@yahoo.com

Received: August 7,2018/Accepted:December,26, 2018
doi:10.24252/al-kimia.v6i2.5067

Abstract: *Hydroxyapatite (Hap) were inorganic compounds with constituent of bones and teeth has the molecular formula $Ca_5(PO_4)_3OH$. Synthesis of hydroxyapatite can be done with hydrothermal method with calcium precursors tuna fish bone calcination process to obtain calcium compounds in the form of calcium oxide. Calcium wich has been obtained added phosphate precursor $NH_4H_2PO_4$ 0.547 M. On research conducted long stirring time variation and its effect on rendement and the resulting crystallites products. As for the variation of the long time of stirring used are 1, 2, 3, 4 and 5 hours. The optimum time of formation of hydroxyapatite obtained within 3 hours stirring from which content was 96.4156%. The material was analyzed by FTIR,XRF and XRD. Results showed their characterization by FTIR indicated the presence of OH groups, PO_4 and CO_3 . Based on the resulting diffraction of XRF and XRD analysis, crystallite size obtained each of 41,9753 within 2 hours of stirring structure was hexagonal.*

Keywords : *hydroxyapatite, tuna bone, hydrothermal method, FTIR,XRF,XRD.*

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman tingkat populasi penduduk Indonesia semakin tahun kian meningkat. Peningkatan ini berbanding lurus terhadap tingkat konsumsi ikan pertahunnya. Tahun 1998 tingkat konsumsi ikan per kapita penduduk baru mencapai 9,25 kg per tahun dan akan terus meningkat tiap tahunnya. Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2016 akan meningkat mencapai 250 juta jiwa dan dipastikan kebutuhan ikan akan mencapai 37,23 kg per tahun, yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan 60% protein atau 21,72 gram protein dari perikanan dan selebihnya dari peternakan (Amri dan Khairuman, 2008: 7-8).

Dengan meningkatnya kebutuhan ikan, produsen membuat produk olahan berbahan dasar daging ikan dari berbagai jenis, seperti pembuatan nugget ikan. Salah satu ikan yang menjadi primadona dalam produk olahan ini adalah ikan tuna khususnya tuna sirip kuning (*Thunnus albacores*).

Ikan tuna memiliki nilai ekonomis tinggi dan merupakan komoditas perikanan Indonesia pengembang devisa terbesar kedua setelah udang. Ikan tuna pada umumnya dimanfaatkan untuk produksi pengalengan dan pembekuan. Produk beku dalam bentuk ikan beku yang sebagian besar hanya memanfaatkan daging ikannya saja, sedangkan sisa-sisa pemanfaatan lain seperti kepala, sirip dan tulang belum dimanfaatkan secara maksimal (Nurilmala, dkk, 2006: 22), sehingga pengolahan ini akan berakhir dengan pembuangan limbah.

Tulang ikan memiliki kandungan kalsium terbanyak di antara bagian tubuh ikan yang lain karena unsur utama dari tulang ikan adalah kalsium, fosfor dan karbonat (Nabil, 2005: 13). Hasil samping limbah ini belum banyak digunakan sehingga hanya menjadi limbah yang mengganggu lingkungan, terutama dapat menimbulkan bau yang tidak sedap dan pencemaran air yang memiliki kandungan BOD (*Biochemical oxygen demand*), COD (*chemical oxygen demand*) dan TSS (*total suspended solids*) yang akan mengurangi angka baku kebutuhan air bersih (Aisyah, 2012: 134). Untuk mengurangi pencemaran lingkungan salah satu alternatif pemanfaatan limbah tulang ikan khususnya tulang ikan tuna dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan hidroksiapatit.

Hidroksiapatit (Hap) dengan rumus molekul $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ atau lebih dikenal dengan rumus $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ merupakan kalsium apatit biokeramik yang dapat ditemukan dalam gigi dan tulang manusia. Dalam dunia kedokteran modern material hidroksiapatit banyak digunakan sebagai pengganti tulang manusia yang rusak karena strukturnya yang sangat mirip dan sesuai dengan tulang manusia. Karena kesesuaiannya tersebut maka tulang retak, patah, atau rusak yang direkonstruksi dengan hidroksiapatit dapat dengan cepat membangun ikatan dengan tulang asli dalam tubuh manusia (Fitriawan, dkk, 2014: 2).

Seiring dengan perkembangan teknologi, sintesis hidroksiapatit dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti teknik pendekatan sol-gel, teknik hidrotermal, teknik biomimetik, teknik deposisi, teknik elektrodeposisi dan lain-lain (Nayak, 2010: 903). Namun reaksi hidrotermal saat ini menjadi sebuah teknik yang populer untuk memperoleh hidroksiapatit dalam bentuk partikel murni atau nano partikel (Suchanek dan Richard, 2006: 184).

Sintesis hidrotermal pada prosesnya memanfaatkan reaksi fase tunggal pada suhu tinggi ($T > 25^\circ\text{C}$) dan tekanan ($P > 100 \text{ kPa}$). Sintesis hidrotermal adalah sebuah teknik yang populer sebab dapat menghasilkan partikel dengan kristalinitas yang baik dan tidak mengalami aglomerasi, serta menghasilkan bentuk dan komposisi yang seragam (Suchanek dan Richard, 2006: 184).

Berdasarkan uraian diatas sehingga dilakukan penelitian ini untuk sintesis hidroksiapatit dari tulang ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacores*) dengan metode hidrotermal. Hasil kristal hidroksiapatit yang diperoleh kemudian dianalisa dengan menggunakan alat instrumentasi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk menguji adanya gugus fungsi yang terdapat dalam senyawa hidroksiapatit yang dihasilkan dilanjutkan dengan XRF (*X-Ray Fluorescence*) dan XRD (*X-Ray Diffractometer*) untuk melihat unsur penyusun dan bentuk strukturnya.

2. METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Erlenmeyer 250 mL, gelas kimia 300 mL, gelas kimia 250 mL, gelas ukur 50 mL, corong, labu takar 1000 mL, batang pengaduk, spatula, pipet tetes, magnetik stirrer, oven, termometer 110°C , neraca analitik, deksikator, autoclave GEA, furnace Heraeus, statif dan klem, mortal dan lumpang, cawan krus dan tutupnya, seperangkat alat FTIR Shimadzu IR-Prestige 21, seperangkat alat XRF ARL QUANT'X EDXRF Analyzer dan seperangkat alat XRD Shimadzu XRD-7000 X-Ray Diffractometer.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tulang ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacores*), aseton ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) 98%, amonium dihidrogen fosfat ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), ammonium dihidrogen fosfat ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) 0,547 M, kertas saring whatman No. 42, dan aquades.

Prosedur Penelitian

Preparasi Sampel

Limbah tulang ikan dipotong menjadi bagian yang lebih kecil lalu direbus didalam air mendidih selama 30 menit. Tulang ikan yang telah direbus dicuci hingga bersih menggunakan air mengalir kemudian dilanjutkan dengan aquades lalu dikeringkan dibawah sinar matahari langsung.

Kemudian tulang ikan tersebut direndam dengan larutan aseton selama 3 X 24 jam dengan larutan aseton yang berbeda tiap harinya, dan dilanjutkan dengan mengeringkan tulang ikan pada suhu kamar hingga aseton benar-benar menguap (Juraida, dkk 2011) tulang ikan kemudian di oven selama 30 menit menggunakan suhu 115°C selanjutnya dikalsinasi ke dalam tanur pada suhu 1000°C selama 5 jam.



(P.Hui, dkk, 2010: 685).

Setelah dikalsinasi tulang ikan kemudian digerus menggunakan mortal dan lumpang hingga menjadi parikel yang lebih kecil dan untuk menyeragamkan ukuran partikel kemudian di ayak dengan menggunakan ayakan berukuran 125 mesh.

Sintesis Hidroksiapatit

Tahap sintesis Hidroksiapatit mengacu pada prosedur Asep Sofwan Faturohman Alqap (2009) yang dimodifikasi dengan prosedur R. AJ. Mahardhika Safanti Prabanintyas (2015). Serbuk CaO ditimbang sebanyak 5,117 gram kemudian dilarutkan dengan 100 mL aquades dalam Erlenmeyer 250 mL. Campuran tersebut kemudian ditambahkan larutan ammonium dihidrogen fosfat (NH₄H₂PO₄) 100 mL dengan konsentrasi 0,547 M. Larutan campuran kemudian dihomogenkan dengan menggunakan magnetik stirrer dengan kecepatan 300 rpm dengan suhu 90°C selama 1 jam. Setelah dimagnetik stirrer larutan kemudian disterilisasi dengan menggunakan *autoclave* selama 2 jam dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm, proses ini dimanakan proses hidrotermal. Setelah melalui proses sterilisasi larutan kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring whatman No. 42 lalu endapan yang terdapat didalam kertas saring dicuci dengan menggunakan aquades sebanyak 3 kali untuk menghilangkan sisa-sisa ammonium nya.



Endapan yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam cawan krus yang telah diketahui bobot kosongnya. Endapan dipanaskan pada suhu 105°C selama 30 menit untuk menghilangkan sisa airnya, setelah dipanaskan dilanjutkan untuk proses kalsinasi dengan menggunakan *furnace* pada suhu 900°C selama 5 jam. Mengulang prosedur yang sama untuk 4 sampel lain dengan lama waktu pengadukan (2 jam, 3 jam, 4 jam, dan 5 jam) dan hitung rendemen yang diperoleh setelah proses sintesis dengan menggunakan rumus berikut,

$$\text{Rendamen} = \frac{\text{Bobot akhir sampel}}{\text{Bobot awal sampel}} 100\%$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan senyawa kimia yang terdapat pada serbuk tulang ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacores*) setelah melalui proses *kalsinasi* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis komposisi serbuk tulang ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacores*) dengan menggunakan XRF

Komponen	Kandungan (% Berat)
CaO	62,31
P ₂ O ₅	37,46
SrO	0,186
Nb ₂ O ₅	0.0162
MoO ₃	0.0098
Sb ₂ O ₃	0,0061
In ₂ O ₃	0,0061
SnO ₂	0,0059

Sampel tulang yang digunakan pada penelitian yaitu tulang ikan tuna sirip kuning. Tulang ikan tuna dibersihkan dengan air mengalir kemudian direbus di dalam air mendidih pada suhu 100°C selama 30 menit. Setelah proses perebusan, tulang kemudian dibersihkan kembali dari sisa daging yang masih melekat dengan menggunakan air mengalir lalu dilanjutkan dengan aquades, tulang ikan yang sudah bersih kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari langsung untuk mengurangi kandungan air.

Setelah dikeringkan, tulang ikan tuna kemudian direndam dengan menggunakan larutan aseton. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa kolagen, lemak dan kotorannya lainnya. Dan dilanjutkan dengan mengeringkan tulang ikan pada suhu ruang untuk menghilangkan sisa aseton dalam tulang ikan. Sebelum di kalsinasi tulang ikan terlebih dahulu dioven menggunakan suhu 115°C selama 30 menit untuk membuka pori-pori dari permukaan tulang ikan sehingga lebih mudah pada saat proses kalsinasi berlangsung di dalam tanur. Proses kalsinasi berlangsung selama 5 jam dengan menggunakan suhu 900°C. Dalam penelitian ini kalsinasi diartikan sebagai proses dekomposisi atau perombakan kalsium karbonat (CaCO₃) yang terdapat dalam tulang ikan tuna menjadi kalsium oksida (CaO) dan karbon dioksida (CO₂), karena ikatan Ca dengan satu atom oksigen lebih kuat dan tidak bisa terurai dengan pemanasan biasa (suhu < 1200°C).

Merujuk pada penelitian Jayachandran (2010) yang menyatakan bahwa suhu kalsinasi berpengaruh terhadap rendamen yang dihasilkan serta kristalinitas dari hidroksiapatit yang diperoleh. Dalam penelitiannya diperoleh hasil bahwa suhu optimum untuk sintesis senyawa Hidroksiapatit adalah 900°C dalam waktu 5 jam.

Selama proses kalsinasi, terjadi penyusutan massa dan perubahan warna yang disebabkan adanya pelepasan unsur pengisi yang terdapat dalam tulang ikan dan adanya perubahan komposisi unsur pada saat proses kalsinasi berlangsung. Ini ditandai dengan perubahan warna tulang ikan yang awalnya agak kuning, menjadi lebih putih.

Setelah proses kalsinasi, tulang ikan kemudian digerus dengan menggunakan lumpang dan mortal kemudian diayak dengan ukuran 125 mesh. Serbuk CaO yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan menggunakan XRF.

Berdasarkan hasil analisis XRF diperoleh kadar kalsium oksida (CaO) hasil kalsinasi sebesar 62,31%. Pengaruh lamanya waktu pengadukan terhadap rendamen hidroksiapatit yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rendamen Hasil Sintesis Tulang Ikan Tuna (*Thunnus albacores*) dari Variasi Waktu Pengadukan

Variasi Waktu Pengadukan (Jam)	Rendamen (% Berat)
1	92.8960
2	94.4732
3	96.4156
4	94.6652
5	94.5187

Berdasarkan tabel 2.dapat disimpulkan bahwa terjadi kenaikan kadar persentase (rendamen) pada waktu pengadukan 1 sampai dengan 3 jam. Namun berbeda pada waktu pengadukan 4 jam terjadi penurunan kadar persentase menjadi 94,6652%, demikian pula pada waktu pengadukan 5 jam kadar persentase menjadi 94,5187%. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa ada batas waktu pengadukan yang dibutuhkan agar prekursor kalsium dan fosfat tepat habis bereaksi. Namun berbeda pada waktu 3 jam yang memiliki nilai kadar persentase (rendamen) tertinggi yaitu sebesar 96,4156 %, ini disebabkan karena tidak sesuainya lama waktu reaksi yang tersedia sehingga membuat fasa-fasa tidak homogen dan tidak bereaksi secara keseluruhan. Adapun waktu optimum yang diperlukan untuk menghasilkan rendamen terbanyak adalah pada waktu 3 jam.

Hasil Analisis Menggunakan FTIR

Untuk mengetahui jenis ion atau gugus fungsi dari produk hidroksiapatit yang diperoleh, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis menggunakan FTIR

Jenis Ion	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)				
	1 Jam	2 Jam	3 Jam	4 Jam	5 Jam
Karbonat (CO ₃ ²⁻)	2360,87	2360,87	2358,94	2358,94	2360,87
	1992,47	1460,11	1456,26	1460,11	1460,11
Fosfat (PO ₄ ³⁻)	1043,49	1043,49	1043,49	1041,56	1043,49
	601,79	603,72	603,72	603,72	603,72
	570,93	569,00	569,00	567,07	567,07
Hidroksil (OH)	3568,31	3588,31	3566,38	3568,31	3568,31
		3543,23			

Berdasarkan data kuantitatif yang diperoleh dari hasil XRD sehingga diperoleh ukuran kristalit untuk setiap lama pengadukan, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Ukuran Kristalit

Waktu Pengadukan (Jam)	Ukuran Kristalit (nm)
1	100,7379
2	41,9753
3	44,5532
4	71,061
5	70,8862

Dari data XRD juga dapat diketahui ukuran kristalit dari setiap senyawa yang terbentuk, ini dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan Scherer,

$$\tau = \frac{k\lambda}{\beta \cos\theta}$$

Sehingga diperoleh data pada Tabel 4 Berdasarkan data tersebut pengaruh lama pengadukan terhadap ukuran kristal terjadi perubahan yang tajam dan fluktuasi. Jika dikaitkan dengan data FTIR yang menyatakan bahwa sampel yang memiliki tingkat kemurnian yang lebih baik jika dibandingkan dengan 4 sampel lainnya terjadi pada lama waktu pengadukan 2 jam, ini juga didukung dengan ukuran kristalit yang diperoleh yaitu 41,9753 nm. Sesuai dalam penelitian yang dilakukan Suryadi (2011) bahwa kristalit dari hidroksiapatit terbentuk dengan rata-rata ukuran kristalnya berada pada rentang 15-50 nm.

Dapat disimpulkan bahwa banyaknya rendamen yang diperoleh ternyata tidak berpengaruh terhadap produk dan tingkat kristalinitas hidroksiapatit yang dihasilkan. Rendamen terbanyak diperoleh dengan lama waktu pengadukan 3 jam namun senyawa yang dihasilkan bukanlah hidroksiapatit murni melainkan hidroksiapatit dental dengan bentuk formula $\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_2\text{OH.MgNa}$. Jika dikaitkan dengan hasil FTIR ternyata masih terdapat banyak pengotor, dan untuk hasil data XRD diperoleh ukuran kristalit yaitu 44,5532 nm.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rendamen yang dihasilkan dari sintesis hidroksiapatit dengan waktu pengadukan optimum yaitu pada waktu 3 jam dengan nilai rendamen tertinggi yaitu 96,4156%. Berdasarkan dari hasil spektrum yang dihasilkan dapat disimpulkan ion karbonat (CO_3^{2-}) muncul pada bilangan gelombang (1400-2400) cm^{-1} , ion fosfat (PO_4^{3-}) muncul pada bilangan gelombang (500-1050) cm^{-1} dan ion hidroksil (OH^-) muncul pada bilangan gelombang 3500 cm^{-1} . Berdasarkan dari data XRD diperoleh ukuran kristalin untuk setiap variasi waktu pengadukan (1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam) berturut-turut adalah 100,7379 nm, 41,9753 nm, 44,5532 nm, 71,061 nm dan 70,8862 nm dengan bentuk struktur hexagonal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada DRPM Kemenristekdikti yang telah memberikan pendanaan berupa hibah Penelitian Produk Terapan (PPT) dan Fakultas Farmasi Universitas Jember atas sarana dan prasarana yang telah disediakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah & Dara. (2012). Program Pemanfaatan Sisa Tulang Ikan Untuk Produk Hidroksiapatit: Kajian Di Pabrik Pngolahan Kerupuk Lekor Kuala Trengganu-Malaysia. *Jurnal Sositoteknologi Edisi 26* : 129-141.
- Alqap, Sofwan Faturohman dan Iis Sopyan. (2009). Low Temperature Hydrothermal Synthesis of Calcium Phosphate Ceramics: Effect of excess Ca precursor on phase behavior. *Indian Journal of Chemistry* , 4 (A): 142-150.
- Amri, Said & Khairuman Suminar. (2008) .*Jendela IPTEK*. Jakarta: PT Balai Pustaka.
- Fitriawan & Margi. (2014). Sintesis Hidroksiapatit Berbahan Dasar Tulang Sapi Dengan Metode Pretipitasi Sebagai Kandidat Pengganti Graft. *Prosiding SNMF* : 1-5.
- Hui. P. (2010) Synthesis of Hydroxyapatite Bio-Ceramic Powder by Hydrothermal Method. *Journal of minerals and materials characterization & engineering*, 9 (8) : 683-692.
- Nabil, M. (2005). *Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan tuna (Thunus sp.) Sebagai Sumber Kalsium Dengan Metode Hidrolisis Protein*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Nayak & Amit Kumar. (2010). Hydroxyapatite Synthesis Methodologies: An Overview. *International Journal Of Chemtech Reasearch*, 2(2) : 903-907.
- Nurilmala, M., Wahyuni, M., & Wiratmaja, H. (2006). Perbaikan Nilai Tambah Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Sp*) Menjadi Gelatin Serta Analisis Fisika-Kimia. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan. Alumni Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, FPIK, IPB*. 9(2):22-33.
- Suchanek, Wojciech, L & Richard, E. (2006) Hydrothermal Synthesisf Advanced Ceramic Powders. *Advances in Science and Technology*, 45 : 184-193.