

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT BEBAS PLAGIASI.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Batasan Masalah .....	6
1.4. Tujuan Penelitian .....	6
1.5. Manfaat Penelitian .....	6
1.6. Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>17</b>
3.1 Tulang .....	17
3.2 Ikan Patin ( <i>Pangasius Hypophthalmus</i> ).....	18
3.3 Hidroksiapatit.....	19
3.4 Karbonat hidroksiapatit.....	21
3.5 Metode presipitasi.....	22
3.6 <i>X-ray Diffraction</i> (XRD).....	23
3.7 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (Spektroskopi FTIR) .....	25
3.8 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	26
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>

4.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
4.2	Alat Penelitian.....	28
4.3	Bahan Penelitian .....	28
4.4	Prosedur Penelitian .....	29
4.4.1	Preparasi Tulang Ikan Patin.....	30
4.4.2	Sintesis Hidroksiapatit (HAp) .....	32
4.4.3	Sintesis Karbonat Hidroksiapatit (CHAp).....	34
4.4.4	Uji karakterisasi.....	36
4.4.4.1	Teknik Analisa data X-Ray Diffactometer (XRD).....	36
4.4.4.2	Teknik analisis data <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) .....	37
4.4.4.3	Teknik Analisa data SEM-EDX .....	38
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>39</b>
5.1	Hasil Kalsinasi Tulang Ikan Patin.....	39
5.2	Karakterisasi HAp Berbahan Dasar Tulang Ikan Patin .....	45
5.2.1	Hasil Karakterisasi FTIR.....	45
5.2.2	Hasil Karakterisasi XRD .....	47
5.2.3	Hasil Karakterisasi SEM-EDX.....	50
5.3	Karakterisasi CHAp Berbahan Dasar Tulang Ikan Patin.....	52
5.3.1	Hasil Karakterisasi FTIR.....	52
5.3.2	Hasil Karakterisasi XRD .....	54
5.3.3	Hasil Karakterisasi SEM EDX .....	57
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>59</b>
6.1	Kesimpulan .....	59
6.2	Saran .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>61</b>
<b>LAMPIRAN I .....</b>		<b>68</b>
<b>LAMPIRAN II.....</b>		<b>76</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Uji karakterisasi SEM tulang ikan patin (a) sebelum kalsinasi (CaCO <sub>3</sub> ) ; (b)SEM setelah kalsinasi (Farombi <i>et al.</i> , 2018). ....	9
Gambar 2. 2 Uji karakterisasi FTIR tulang ikan patin (a) sebelum kalsinasi (CaCO <sub>3</sub> ) ; (b)SEM HAp (Farombi <i>et al.</i> , 2018). ....	10
Gambar 2. 3 Pola EDX HAp tulang ikan patin dengan variasi suhu <i>sintering</i> (a) 800°C, (b) 900°C, (c) 1000°C, (d) 1100°C, (e) 1200°C (Hariani <i>et al.</i> , 2019). ....	11
Gambar 2. 4 uji karakteristik SEM (Morfologi)hidroksiapatit yang disinter pada suhu 1100°C selama 2 jam (Hariani <i>et al.</i> , 2019). ....	12
Gambar 2. 5 pola XRD CHAp dengan variasi suhu <i>sintering</i> (Safarzadeh, Chee, <i>et al.</i> , 2020). ....	13
Gambar 2. 6 Spektrum FTIR dari variasi suhu <i>sintering</i> (Safarzadeh, Chee, <i>et al.</i> , 2020). ....	15
Gambar 3. 1 (a) Ikan patin ( <i>pangasius hypophthalmus</i> ) (Ade Suhara., 2019), (b) tulang ikan patin (Arsip Penulis). ....	18
Gambar 3. 2 Stuktur heksagonal dari hidroksiapatit (Rujitanapanich <i>et al.</i> , 2014) .....	20
Gambar 3. 3 Struktur CHA: (a) CHA tipe-A; (b) CHA tipe-B (Yang <i>et al.</i> , 2013). ....	21
Gambar 3. 4 Diagram skematik sistem difraktometer pada XRD (Bunaciu <i>et al.</i> , 2015) .....	23
Gambar 3. 5 Instrumentasi pada FTIR (Sharma <i>et al.</i> , 2018) .....	25
Gambar 3. 6 Skema komponen SEM (Inkson, 2016) .....	27
Gambar 4. 1 Diagram alir penelitian. ....	29
Gambar 4. 2 Diagram alir proses preparasi sampel. ....	31
Gambar 4. 3 Diagram alir proses HAp.....	33
Gambar 4. 4 Diagram alir proses CHAp.....	35
Gambar 4. 5 Analisa EDX tulang ikan patin (Arsip Penulis). ....	38
Gambar 5. 1(a) CaCO <sub>3</sub> , (b) CaO putih dan (c) CaO putih kebirua .....	40
Gambar 5. 2 Grafik Hasil Analisis FTIR (a) CaCO <sub>3</sub> , (b) CaO Putih dan (c) CaO Putih Kebiruan .....	42

Gambar 5. 3 Grafik hasil analisis karakterisasi XRD pada sampel (a) $\text{CaCO}_3$ , (b) CaO putih dan (c) CaO Putih kebiruan .....	43
Gambar 5. 4 Spektum FTIR HAp dari variasi suhu <i>sintering</i> .....	45
Gambar 5. 5 Pola Difraksi HAp tulang ikan patin dengan variasi suhu <i>sintering</i> ...	47
Gambar 5. 6 Grafik (a) kistalinitas, (b) ukuran kristal, (c) <i>microstrain</i> dan (d) parameter kisi pada HAp Tulang ikan patin. ....	49
Gambar 5. 7 Hasil SEM HAp untuk (a) suhu <i>sintering</i> 1000°C (b) suhu <i>sintering</i> 800°C dan (c) suhu <i>sintering</i> 600°C. ....	50
Gambar 5. 8 Spektum FTIR CHAp dari variasi suhu <i>sintering</i> .....	52
Gambar 5. 9 Grafik Pola Difraksi CHAp tulang ikan patin dengan variasi suhu <i>sintering</i> .....	54
Gambar 5. 10 Grafik (a) kristalinitas, (b) ukuran kristal, (c) <i>microstrain</i> dan (d) parameter kisi pada CHApTulang ikan patin.....	56
Gambar 5. 11 Hasil SEM CHAp suhu <i>sintering</i> (a) 1000°C (b) 800°C, (c) 600°C. ....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Kalsinasi tulang ikan patin (Nam <i>et al.</i> , 2019) .....	9
Tabel 2. 2 Rata-rata ukuran kristal dan kristalinitas HAp tulang ikan patin (Hariani <i>et al.</i> , 2019) .....	11
Tabel 2. 3 Komposisi unsur HAp yang <i>disinterring</i> pada 1100°C selama 2 jam (Hariani <i>et al.</i> , 2019) .....	12
Tabel 2. 4 Ukuran kristalinitas, parameter kisi CHAp dari variasi suhu <i>sintering</i> 800 hingga 1000 °C (Safarzadeh, Chee, <i>et al.</i> , 2020) .....	14
Tabel 2. 5 Spektrum FTIR pada CHAp (Safarzadeh, Chee, <i>et al.</i> , 2020) .....	15
Tabel 3. 1 Kandungan elemen anorganik pada jaringan keras (Legeros, 1993) ....	17
Tabel 3. 2 Hasil XRF pada tulang ikan patin (Nam <i>et al.</i> , 2019) .....	18
Tabel 3. 3 Karakteristik konstanta kisi HAp dan tulang alami (Yang <i>et al.</i> , 2013) ..	19
Tabel 3. 4 Karakteristik konstanta kisi CHA dan tulang alami (Yang <i>et al.</i> , 2013) .....	22
Tabel 4. 1 Data puncak spektrum FTIR pada tulang ikan (Wei <i>et al.</i> , 2018) .....	37
Tabel 5. 1 Efisiensi massa hasil kalsinasi .....	39
Tabel 5. 2 Kadar Ca dari tulang patin sebelum dan setelah kalsinasi .....	41
Tabel 5. 3 Hasil Analisis XRD untuk sampel HAp .....	48
Tabel 5. 4 kandungan unsur dan Rasio Ca/P HAp dari tulang ikan patin .....	51
Tabel 5. 5 Hasil Analisis XRD untuk sampel CHAp .....	55
Tabel 5. 6 Rasio Ca/P CHAp dari tulang ikan patin .....	58