

*SKRIPSI*

**KARAKTERISASI STUKTUR DAN OPTIK**

**AGED-NANOPOWDER Fe-TiO<sub>2</sub>**

**ABDUL MAUN AMAS**

**H21111279**



**DEPARTEMEN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2018**

**KARAKTERISASI STRUKTUR DAN OPTIK**

**AGED-NANOPOWDER Fe-TiO<sub>2</sub>**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains*

*pada Program Studi Fisika Departemen Fisika*

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*

*Universitas Hasanuddin*

**ABDUL MAUN AMAS**

**H21111279**

**DEPARTEMEN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Abdul Maun Amas

Nim : H21111279

Program Studi : Fisika

Judul Skripsi : Karakterisasi Struktur dan Optik

Aged-Nanopowder Fe-TiO<sub>2</sub>.



Makassar, 13 agustus 2018

Disahkan oleh:

Pembimbing Utama:

Paulus Lobo Gareso, M.Sc, Ph.D.

NIP. 19630111 199002 1 001

Pembimbing Pertama:

Prof. Dahlang Tahir, M.Si.

NIP. 19750907 200003 1 006

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya orisinal saya dan sepanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipublikasi atau telah ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk suatu gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau di lembaga pendidikan lainnya dimanapun, kecuali bagian yang telah dikutip berdasarkan kaidah ilmiah yang berlaku. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil kerja saya sendiri dan dalam batas tertentu dibantu oleh pihak pembimbing.

Penulis



Abdul Maun Amas



## SARI BACAAN

Karakterisasi nanopartikel  $\text{TiO}_2$  yang di *doping* dengan Fe pada berbagai konsentrasi *doping* dengan menggunakan metode kopresipitasi telah diteliti. Durasi waktu pengadukan 16 jam selama proses sintesis dengan variasi konsentrasi dopan 1%, 2%, 3%, dan 4%. Hasil sintesis dikeringkan selama 5 jam menggunakan *furnace* hingga membentuk bubuk. Karakterisasi dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) dilakukan untuk menentukan struktur kristal, sedangkan penentuan ukuran kristal digunakan persamaan Scherrer dan Williamson-Hall *Uniform Deformation Model* (UDM). Gugus fungsi nanopartikel Fe- $\text{TiO}_2$  ditentukan dengan menggunakan *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) memperlihatkan adanya ikatan O-Ti-O ( $663.51 \text{ cm}^{-1}$ ), ikatan O-H ( $3415.93 \text{ cm}^{-1}$ ), ikatan C-H ( $2358.94 \text{ cm}^{-1}$ ), dan ikatan C-C ( $1631.78 \text{ cm}^{-1}$ ).

**Katak kunci:** nanopartikel, Fe- $\text{TiO}_2$ , kopresipitasi, XRD, FTIR.

## ABSTRACT

Characterization of TiO<sub>2</sub> nanoparticles doped Fe at various concentrations of doping by using coprecipitation method has been investigated. The time duration of 16 hours of stirring during the synthesis process with a dopant concentration variation 1%, 2%, 3%, and 4%. The result of the synthesis was dried for 5 hours using furnace to form a powder. Characterization by X-Ray Diffraction (XRD) was conducted to determine the crystal structure, while the determination of the size of the crystals used Scherrer and Williamson-Hall Uniform Deformation Model (UDM) equation. TiO<sub>2</sub> nanoparticles functional group Fe is determined using Fourier Transform Infra Red (FTIR) showed bond O-Ti-O (663.51 cm<sup>-1</sup>), O-H (3415.93 cm<sup>-1</sup>), C-H (2358.94 cm<sup>-1</sup>), and C-C (1631.78 cm<sup>-1</sup>)

**Keywords:** nanoparticles, Fe-TiO<sub>2</sub>, coprecipitation, XRD, FTIR.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Karakterisasi Struktur dan Optik Aged-Nanopowder Fe-TiO<sub>2</sub>” yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Dalam penyelesaian skripsi, penulis mengalami berbagai hambatan dan menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Hal ini dikarenakan keterbatasan yang dimiliki penulis sebagai manusia. Penulis bersyukur hambatan dapat teratasi tak lepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak serta kewajiban penulis dengan segala kerendahan hati untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orangtua tercinta , adik-adik, serta keluarga yang selalu mendoakan kemudahan dan kelancaran bagi penulis, memberikan dukungan dan semangat kepada penulis, semoga senantiasa dalam lindungan Allah SWT.
2. Bapak Dr. Arifin, M.T. selaku ketua Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Paulus Lobo Gareso, M.Sc, Ph.D. selaku pembimbing utama dan Prof. Dr. Dahlang Tahir, M.Si selaku pembimbing pertama penulis yang telah banyak memberikan waktunya untung membimbing, mendukung dan dan saran selama proses penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Nurlaela Rauf, M.Sc., ibu Dr. Sri Suryani, DEA., dan bapak Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc., selaku tim penguji dalam pelaksanaan seminar proposal, seminar hasil, dan ujian sidang skripsi fisika..
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin yang telah membagi ilmu dan pengetahuannya kepada penulis.

6. Kepada Bapak Syukur Polantu, S.T, Bapak Ali, Kak Tanto, Sultan, dan teman-teman yang telah memberikan support, semangat dan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh staf akademik Departemen Fisika, Fakultas MIPA yang dengan senang hati membatu penulis dalam menyelesaikan urusan akademik.
8. Teman-teman angkatan 2011, kakak-kakak, dan adik- adik angkatan.
9. Teman-teman KKN gelombang 93 Kecamatan Kulo, Kabupaten Sidrap, terkhusus teman-teman posko Desa Kulo. Semoga Ukhuwah dapat tetap terjaga.
10. Seluruh Bapak, Ibu, dan teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan namanya.

Penulis menyadari skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangatlah diharapkan. Akhir kata penulis berharap semoga penelitian ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pihak yang membutuhkan.

Makassar, 13 Agustus 2018

Abdul Maun Amas  
H211 11 279

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b>	
<b>JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>SARI BACAAN</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1. Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2. Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3. Tujuan Penelitian</b> .....	2
<b>BAB II</b> .....	3
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
<b>II.1. Nanopartikel</b> .....	3
<b>II.2. Titanium Oksida</b> .....	3
<b>II.3. Besi</b> .....	5
<b>II.4. Metode Kopresipitasi</b> .....	5
<b>BAB III</b> .....	7
<b>METODE PENELITIAN</b> .....	7
<b>III.1. Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	7
<b>III.2. Alat dan Bahan</b> .....	7
<b>III.2.1. Alat</b> .....	7
<b>III.2.2. Bahan</b> .....	7
<b>III.3. Prosedur Penelitian</b> .....	7
<b>III.3.1. Proses Sintesis</b> .....	7
<b>III.3.2. Karakterisasi</b> .....	8
<b>III.4. Bagan Alir Penelitian</b> .....	9
<b>BAB IV</b> .....	10

<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	10
<b>IV.1. Karakterisasi dengan XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)</b> .....	10
<b>IV.2. Karakterisasi <i>Fourier Transform InfraRed</i> (FTIR)</b> .....	15
<b>BAB V</b> .....	16
<b>PENUTUP</b> .....	16
<b>V.1. Kesimpulan</b> .....	16
<b>V.2. Saran</b> .....	17
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	18

**DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar 2.1.</b> Bentuk kristal TiO <sub>2</sub> fasa <i>rutile</i> (kanan) dan fasa <i>anatase</i> (kiri).....	4
<b>Gambar 3.4.</b> Bagan Alir Penelitian.....	9
<b>Gambar 4.1.</b> Spektrum Difraksi SinarX.....	10
<b>Gambar 4.2.</b> Grafik Puncak Sebaran dengan Metode UDM.....	12
<b>Gambar 4.3.</b> Karakterisasi FTIR.....	15

**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 4.1.</b> Analisis Ukuran Kristal dengan Metode Scherrer dan UDM.....	13
---	----

**DAFTAR LAMPIRAN**

1. Alat.....	20
2. Hasil Perhitungan Ukuran Butir Sampel Fe TiO <sub>2</sub> .....	22
3. Hasil Karakterisasi Fe-TiO <sub>2</sub> .....	34

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam beberapa tahun terakhir semakin pesat, tak terkecuali dalam bidang nanoteknologi. Salah satu penelitian di bidang nanoteknologi adalah nanopartikel. Pengembangan metoda sintesis nanopartikel merupakan salah satu bidang yang menarik minat banyak peneliti. Nanopartikel dapat terjadi secara alamiah ataupun melalui proses sintesis oleh manusia. Nanopartikel merupakan suatu jenis partikel dengan ukuran kurang dari 100 nm. Ukuran partikel nano ini berpengaruh terhadap sifat dan fungsi dari suatu material<sup>[1]</sup>.

Salah satu material nanopartikel yang sudah luas diaplikasikan sebagai material alternatif dalam berbagai aspek adalah Titanium Oksida ( $\text{TiO}_2$ ). Titanium oksida merupakan material semikonduktor yang mempunyai ukuran partikel antara 10-50 nanometer.  $\text{TiO}_2$  berperan penting dalam pemanfaatan fotoenergi, murah, mudah didapat, dan tidak beracun<sup>[2]</sup>. Akhir-akhir ini penelitian tentang  $\text{TiO}_2$  semakin berkembang, karena titania yang digunakan tidak hanya merupakan senyawa murninya saja tapi juga dimodifikasi dengan penyisipan logam lain (*doping*)<sup>[3]</sup>.

Modifikasi struktur  $\text{TiO}_2$  dapat dilakukan dengan cara mendoping kristal  $\text{TiO}_2$  dengan logam transisi, salah satunya adalah logam Fe.  $\text{TiO}_2$  yang di doping dengan unsur logam transisi seperti Fe akan memiliki sifat magnetik, yang telah banyak diaplikasikan dalam *Diluted Magnetic Semiconductor* (DMS), juga dapat memperbaiki ukuran dan struktur kristal<sup>[4]</sup>. Pada penelitian ini,  $\text{TiO}_2$  di doping dengan Fe pada berbagai suhu pemanasan dengan menggunakan metode kopresipitasi. Metode kopresipitasi merupakan salah satu metode sintesis senyawa anorganik yang didasarkan pada pengendapan lebih dari satu substansi secara bersama-sama<sup>[1]</sup>. Metode ini dipilih karena relatif sederhana, murah, dan memerlukan waktu yang cukup singkat.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang , dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apa pengaruh konsentrasi doping Fe pada kristal TiO<sub>2</sub>. terhadap karakteristik strukturnya
2. Bagaimana karakter nanopartikel Fe-TiO<sub>2</sub> menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Fourier Transform InfraRed* (FTIR).

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan sifat struktur dan ukuran nanopartikel Fe-TiO<sub>2</sub> terhadap konsentrasi dopan Fe menggunakan XRD.
2. Mengidentifikasi gugus fungsi Fe-TiO<sub>2</sub> menggunakan FTIR.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1. Nanopartikel

Nanopartikel merupakan ilmu yang mempelajari partikel dalam rentang ukuran 1-100 nanometer. Melalui nanoteknologi, para ilmuan, ahli kimia, dan dokter dapat bekerja di tingkat molekuler dan sel untuk menghasilkan kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan kesehatan<sup>[5]</sup>

Penggunaan bahan nanopartikel menawarkan keuntungan besar karena ukurannya yang unik dan sifat fisikokimia. Nanopartikel dapat terdiri atas bahan konstituen tunggal atau menjadi gabungan dari beberapa bahan. Nanopartikel di alam sering ditemukan dengan bahan aglomerasi dengan berbagai komposisi, sedangkan komposisi bahan murni tunggal dapat dengan mudah disintesis dengan berbagai metode<sup>[6]</sup>

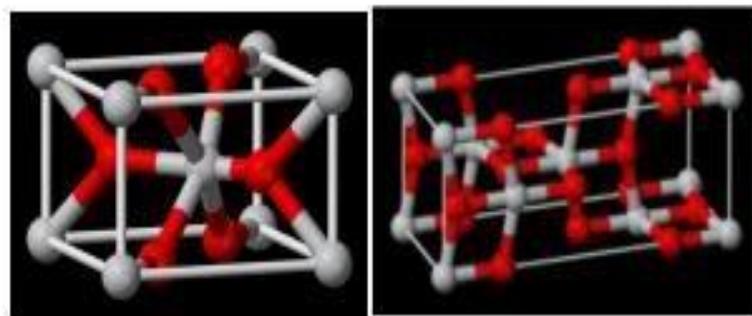
Berdasarkan sifat kimianya, nanopartikel dapat tersebar seperti aerosol, suspensi/koloid, atau dalam keadaan menggumpal. Sebagai contoh, nanopartikel magnetik cenderung mengelompok membentuk sebuah aglomerat, kecuali permukaan mereka dilapisi dengan bahan non-magnetik, dan dalam keadaan menggumpal, nanopartikel dapat berperilaku sebagai partikel yang lebih besar, tergantung pada ukuran aglomerat tersebut<sup>[6]</sup>

#### II.2. Titanium Oksida

TiO<sub>2</sub> atau titania merupakan material nanopartikel yang sudah luas diaplikasikan sebagai material alternatif dalam berbagai aspek. TiO<sub>2</sub> pertama kali diproduksi secara komersial pada tahun 1923<sup>[7]</sup>. Karakter fisik dan kimia dari TiO<sub>2</sub> dapat dikontrol dari ukuran partikel, morfologi dan fase kristal. Material ini diketahui terdiri atas tiga bentuk struktur kristal, yaitu anatase, rutil, dan brokrite. TiO<sub>2</sub> secara komersial telah digunakan untuk proses fotokatalis karena mempunyai aktifitas fotokatalis yang tinggi. TiO<sub>2</sub> menyerap UV-dekat dimana energi tersebut sangat tepat digunakan untuk proses fotogenerasi. TiO<sub>2</sub> pada fase anatase umumnya

stabil pada ukuran partikel kurang dari 11 nanometer, fase *brookite* stabil pada ukuran 11-35 nanometer, dan fasa *rutile* stabil pada ukuran diatas 35nm<sup>[2]</sup>.

Nanopartikel TiO<sub>2</sub> merupakan material semikonduktor yang mempunyai ukuran partikel 10-50 nanoeter. TiO<sub>2</sub> berperan pentig dalam pemanfaatan fotoenergi karena memiliki daya oksidatif dan stabilitas yang tinggi terhadap fotokorosi, murah, mudah didapat dan tidak beracun. TiO<sub>2</sub> mempunyai kemampuan untuk menyerap warna lebih banyak karena didalamnya terdapat rongga dan ukurannya dalam nano, maka disebut nanoporous. Struktur TiO<sub>2</sub> memiliki tiga bentuk struktur yaitu *rutile* dan *anatase* yang cukup stabil serta *brookite* yang sulit ditemukan, bisanya terdapat dalam mineral dan sulit dimurnikan. Struktur *anatase* dan *rutile* dapat dilihat pada gambar di bawah:



**Gambar 2.1.** Bentuk kristal TiO<sub>2</sub> fasa *rutile* (kanan) dan fasa *anatase* (kiri)<sup>[2]</sup>

Perbedaan antara *anatase* dan *rutile* terdapat pada distorsi oktahedral dan pola susunan oktahedralnya. Masing-masing ion Ti<sup>4+</sup> dikelilingi oleh enam ion O<sub>2</sub>. Oktahedral pada struktur *rutile* mengalami sedikit distorsi ortorombik, sedangkan pada *anatase* distorsi ortorombiknya cukup besar. Jarak antara Ti-Ti *anatase* lebih besar dibandingkan dengan *rutile* (3,79 dan 3,04 Å dengan 3,57 dan 3,96 Å) sedangkan jarak Ti-O *anatase* lebih kecil dibanding dengan *rutile* (1,934 dan 1,980 Å dengan 1,949 dan 1,980 Å). Setiap oktahedron pada struktur *rutile* dikelilingi oleh 10 oktahedron tetangga, sedangkan pada struktur *anatase* setiap oktahedron hanya dikelilingi oleh delapan oktahedron tetangga. Distorsi ortorombik

menyebabkan terjadinya perbedaan luasan aktif, anatase memiliki sietri geometris yang lebih mendukung untuk mengabsorbsi cahaya karena luasan aktifnya lebih besar daripada *rutile*<sup>[2]</sup>

### II.3. Besi

Besi adalah logam yang berasal dari biji besi (tambang), yang banyak digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari dari yang bermanfaat sampai yang dapat merusak. Besi adalah logam yang paling banyak dan paling beragam penggunaannya serta memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Salah satu kelemahan besi adalah mudah korosi yang dapat menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur pakai barang atau bangunan yang menggunakan besi. Korosi dapat dicegah dengan mengubah besi menjadi baja anti karat (*stainless steel*), akan tetapi proses ini terlalu mahal<sup>[8]</sup>

Besi (Fe) merupakan logam transisi yang memiliki nomor atom 26. Bilangan oksidasi Fe adalah +3 dan +2. Fe memiliki berat atom 55,845 g/mol, titik leleh 1538°C, titik didih 2861°C. Fe menempati urutan sepuluh besar sebagai unsur di bumi. Logam Fe ditemukan di dalam inti bumi berupa hematit, dan hampir tidak ditemukan dalam unsur bebas. Fe diperoleh dalam bentuk tidak murni sehingga harus melalui reaksi reduksi untuk mendapatkan Fe murni. Fe ditemukan terutama sebagai mineral hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetik ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), mineral lain yang merupakan sumber Fe adalah limonit ( $\text{FeO}(\text{OH})_n\text{H}_2\text{O}$ ), siderit ( $\text{FeCO}_3$ ), dan yang mengandung alloy (Fe-Ni)<sup>[9]</sup>

### II.4. Metode Kopresipitasi

Metode kopresipitasi merupakan bagian dari metode reaksi kua basah yang merupakan pengembangan dari metode presipitasi dimana masing-masing material dasar diendapkan dengan suatu reaktan. Hasil pengendapan tersebut kemudian digabungkan untuk pembentukan senyawa yang diharapkan, secara stoikiometris.

Endapan disaring untuk meningkatkan kemurnian, dilarutkan dan diendapkan berulang-ulang, sehingga ion pengotor muncul dalam konsentrasi yang kecil.

Pada suhu tertentu, kelarutan zat dalam pelarut akan melewati masa larutan dimana konsentrasi zat terlarut lebih besar dibandingkan keadaan kesetimbangan sistem yang akan menghasilkan pembentukan inti kristal. Agar kesetimbangan sistem tetap terkendali, maka harus diperhatikan keadaan optimum untuk pengendapan antara lain<sup>[1]</sup>

1. Pengendapan harus dilakukan dalam arutan encer yang bertujuan untuk memperkecil kesalahan akibat kopresipitasi.
2. Pereaksi dicampurkan perlahan-lahan dan teratur dengan pengadukan yang tetap, berguna untuk pertumbuhan kristal yang teratur. Pereaksi harus berlebih serta urutan pencampuran harus teratur untuk memperoleh kesempurnaan reaksi.
3. Pengendapan harus dilakukan pada larutan panas, sebab kelarutan akan meningkat dengan bertambahnya suhu.
4. Endapan kristal terbentuk dalam waktu yang lama.
5. Endapan harus dicuci dengan larutan encer dan berulang-ulang agar pengotor hilang.

Kopresipitasi secara efisien dapat mengontrol morfologi dan komposisi kimia bahan<sup>[1]</sup>.