

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MAGNETIK NANOPARTIKEL  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$   
MENGUNAKAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA (*Hylocereus polyrhizus*)**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Salah Satu Persyaratan guna Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains (S.Si)*



**Oleh:**

**SRIFU RAHMAWITA**

**16036036/2016**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2020**





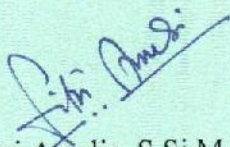
## PERSETUJUAN SKRIPSI

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI MAGNETIK NANOPARTIKEL $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ MENGGUNAKAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA (*Hylocereus polyrhizus*)

Nama : Srifu Rahmawita  
NIM : 16036036  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, November 2020

Mengetahui :  
Ketua Jurusan Kimia



Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D  
NIP. 19800819 200912 2 002

Disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing



Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D  
NIP. 197009021998011002



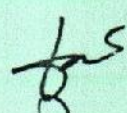
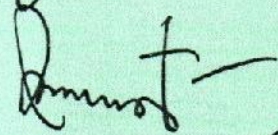
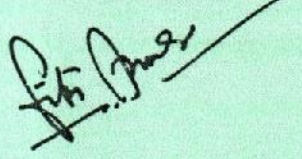
## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Srifu Rahmawita  
TM/NIM : 2016/16036036  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI MAGNETIK NANOPARTIKEL $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ MENGGUNAKAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA (*Hylocereus polyrhizus*)

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, November 2020

No.	Jabatan	Tim Penguji Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	: Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D	1 
2	Anggota	: Dr. Indang Dewata, M.Si	2 
3	Anggota	: Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D	3 



## SURAT PERNYATAAN

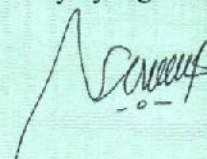
Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Srifu Rahmawita  
NIM/BP : 16036036/2016  
Tempat/Tanggal Lahir : Koto Tuo/ 22 Januari 1998  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Alamat : Laman Surau Jorong Koto Tinggi, Koto Tuo, IV  
Koto,Kabupaten Agam, Sumatera Barat.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Sintesis Dan Karakterisasi Magnetik Nanopartikel  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus Polyrhizus*)”** adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum negara yang berlaku, baik di Universitas Negeri Padang maupun masyarakat dan negara. Demikianlah Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, November 2020

Saya yang menyatakan,



**Srifu Rahmawita**  
**Nim.16036036**



**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MAGNETIK NANOPARTIKEL  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$   
MENGUNAKAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA (*Hylocereus polyrhizus*)  
ABSTRAKS**

Beberapa tahun kebelakang telah dilakukan penelitian intensif mengenai magnetik nanopartikel salah satunya yaitu nanopartikel ferit. Nanopartikel ferit ini mempunyai rumus umum  $\text{MFe}_2\text{O}_4$  (dimana M= Mn, Co, Zn, Cu, dan Ni). Nanopartikel ini menarik karena memiliki sifat magnet serta kemampuan yang lebih efisien dibanding nanopartikel ferit lainnya dalam pengaplikasiannya. Penelitian ini dilakukan untuk mensintesis nanopartikel  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  dengan metode hydrothermal yang berbasis *green chemistry* dengan memanfaatkan ekstrak kulit buah naga sebagai agen untuk menstabilkan. Nanopartikel  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  dikarakterisasi dengan Gauss meter untuk mengukur kekuatan magnetnya, FTIR, XRD dan SEM digunakan untuk menentukan gugus fungsi, ukuran partikel, dan morfologi permukaan nanopartikel. Kekuatan magnet dari nanopartikel magnetik yang terbesar adalah sebesar 0.19 mT dengan komposisi ekstrak kulit buah naga 25 mL,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  2 mol dan  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  1 mol. Uji FTIR menunjukkan adanya puncak serapan gugus O-H pada panjang gelombang  $3359.93\text{ cm}^{-1}$ , gugus C=C muncul pada panjang gelombang  $1631.03\text{ cm}^{-1}$  dan gugus C-O di panjang gelombang  $1360.20\text{ cm}^{-1}$ , yang mengindikasikan bahwa nanopartikel  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  dilindungi oleh senyawa organik (flavonoid). Karakterisasi nanopartikel magnetik menggunakan XRD menunjukkan bentuk dari nanopartikel yang dihasilkan berupa spinel kubik dengan besar partikelnya adalah sebesar 71.52 nm, sedangkan karakterisasi SEM menunjukkan bentuk permukaan seperti butiran-butiran halus yang tidak beraturan.

Kata kunci: *Magnetik Nanopartikel, Hidrothermal, FTIR, SEM, XRD*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi penelitian ini dengan judul **“Sintesis dan Karakterisasi Magnetik Nanopartikel  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*)”**. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir 2 di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Seluruh pendanaan dalam penelitian ini yang akan dibiayai melalui dana penelitian pembimbing.

Dalam kesempatan ini, penulis juga menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing sekaligus Penasehat Akademik penulis.
2. Ibu Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang dan Sekaligus sebagai Dosen Pembahas.
3. Bapak Umar Kalmar Nizar, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang .
4. Bapak Dr. Indang Dewata M.Si selaku Dosen Pembahas.
5. Seluruh dosen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang yang telah memberikan pengajaran selama penulis menempuh pendidikan.
6. Kedua orang tua Bapak Amirudin dan Ibu Erita dan seluruh keluarga yang selalu memberikan kasih sayang, do'a dan dukungan kepada penulis.
7. Teman – teman yang selalu bekerjasama dengan baik dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

8. Teman – teman kimia angkatan 2016 yang selalu ada dalam suka dan duka.
9. Abang, kakak serta adik-adik jurusan kimia yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan skripsi penelitian ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak, aamiin.

Padang, Oktober 2020

Penulis,

Srifu Rahmawita



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
A. Definisi Nanomaterial .....	6
B. Nanoteknologi .....	7
C. Nanopartikel Magnetik Ferit .....	8
E. Tanaman Buah Naga ( <i>Hylocereus polyrhizus</i> ).....	12
F. Intrument .....	15
1. X-ray diffraction (XRD) .....	15
2. SEM ( <i>Scannig Electron Microscopy</i> ).....	17
3. FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> ) .....	18
BAB III Metodologi Penelitian.....	19
A. Jenis Penelitian Waktu dan Tempat .....	19
B. Objek Penelitian .....	19
C. Variabel Penelitian .....	19
D. Alat .....	19
E. Bahan.....	20
F. Prosedur Kerja.....	20
G. Desain penelitian .....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	24
A. Sintesis Magnetik Nanopartikel $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ + Ekstrak Kulit Buah Naga .....	24
B. Pengaruh Variasi volume Ekstrak Kulit Buah Naga terhadap kekuatan magnet $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ .....	24
C. Pengaruh Perbandingan jumlah $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ : $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ terhadap kekuatan magnet Nanopartikel $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ .....	26
D. Sintesis Nanopartikel $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ Sebagai Pembanding .....	27
E. Karakterisasi menggunakan FT-IR .....	28

F.	Karakterisasi Menggunakan XRD .....	30
G.	Karakterisasi menggunakan SEM .....	32
BAB V PENUTUP .....		34
A.	Kesimpulan.....	34
B.	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA .....		36
LAMPIRAN.....		39



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur <i>Close Pack</i> Spinel Ferit.....	8
Gambar 2. Struktur Spinel Ferit dalam Unit Sel.....	9
Gambar 3. inverse Nickel Ferrit $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ (Sanghoon, Lee, 2012) .....	9
Gambar 4 Buah Naga.....	12
Gambar 5. Mekanisme reaksi pembentukan nanopartikel magnetik $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ dengan ekstrak tanaman sebagai agen penstabil. ....	15
Gambar 6. Diagram X-Ray Difraktometer .....	16
Gambar 7. Grafik Variasi Volume Ekstrak buah Naga .....	25
Gambar 8. Grafik kekuatan magnet $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ dengan berbagai perbandingan $\text{Ni}^{2+}$ dan $\text{Fe}^{3+}$ ..	27
Gambar 9(a) Bubuk nanopartikel yang menggunakan ekstrak kulit buah naga, (b) tanpa ekstrak kulit buah naga (c) yang menggunakan NaOH .....	28
Gambar 10. Spektra FTIR nanopartikel magnetik $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ (a) tanpa ekstrak kulit buah naga, (b) menggunakan ekstrak kulit buah naga .....	29
Gambar 11. Pola Difraksi XRD .....	30
Gambar 12. (a) Hasil uji SEM pada perbesaran 5000 x, (b) nanopartikel $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ .....	32

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Buah Naga .....	12
Tabel 2. Tabel Fitokimia Buah Naga .....	13
Tabel 3. Penentuan volume optimum ekstrak kulit buah Naga .....	21
Tabel 4. Penentuan jumlah $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ : $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ .....	22
Tabel 5. Hasil Variasi Volume Ekstrak Kulit Buah Naga .....	24
Tabel 6. Hasil variasi perbandingan jumlah massa $\text{Ni}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ : $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ terhadap kekuatan magnet nanopartikel magnetik $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ .....	26
Tabel 7. Data kekuatan magnet nanopartikel pembanding .....	28
Tabel 8. Tabel interpretasi difraksi XRD .....	30



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Anggaran dan Jadwal Penelitian .....	39
Lampiran 2. Skema preparasi ekstrak kulit buah naga .....	40
Lampiran 3. Skema Sintesis nanopartikel $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ + ekstrak kulit buah Naga .....	40
Lampiran 4. Skema Sintesis nanopartikel $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ + ekstrak kulit buah Naga + NaOH .....	41
Lampiran 5. Skema Sintesis nanopartikel $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ + $\text{H}_2\text{O}$ Sebagai pembanding .....	42
Lampiran 6. Dasar-dasar perhitungan .....	42
Lampiran 7 . Karakterisasi Nanopartikel Magnetik Nanopartikel Magnetik $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ .....	43
Lampiran 8. Spektra FTIR Nanopartikel $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ .....	43
Lampiran 9. Data hasil XRD dan perhitungan ukuran partikel $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ .....	44
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian .....	45

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Penelitian mengenai nanopartikel ferit dilakukan secara intensif beberapa tahun kebelakang, hal ini dikarenakan aplikasi dan penggunaan yang luas diantaranya pada bidang biomedis, pengolahan air limbah, katalis, dan perangkat elektronik serta sebagai sensor. Ini dikarenakan upaya untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia dengan mempertimbangkan ekologis dan sumber daya alam (Christoper, dkk, 2017). Paradigma ini relevan untuk semua area termasuk produksi bahan kimia untuk diperdagangkan, digunakan, diproses dalam pembuatan produk kemudian digunakan kembali dalam proses daur ulang hingga dilepaskan kembali ke lingkungan. Rumus umum dari senyawa ferit adalah  $MFe_2O_4$  (dimana  $M = Mn, Fe, Co, Ni, Cu$  dan  $Zn$ ), dan kebanyakan menunjukkan sifat superparamagnetik pada diameter dibawah 20 nm (Rashmi & Bhojya, 2017)

Telah dikembangkan beberapa metode sintesis nanopartikel magnetik ferit sebagai upaya dalam meningkatkan kualitas produk yang sesuai terhadap sifat fisik, kimia, serta aplikasi tertentu diantaranya sintesis  $CuFe_2O_4$  dengan metode sonochemical (Kebede K, dkk, 2017), sintesis  $ZnFe_2O_4$  dengan metode solvothermal (Rachna, dkk, 2018), sintesis  $MnFe_2O_4$  dengan metode reverse microemulsion (Mohd, dkk, 2015), sintesis  $Mn_xFe_xFe_2O_4$  dengan metode co-precipitation (Doaga, dkk, 2013). Metode ini memiliki beberapa kekurangan yaitu pelarut yang digunakan tidak ekonomis, menggunakan temperature dan tekanan tinggi serta kurang ramah terhadap lingkungan. Dan juga hasil dari metode



sintesis ini masih ada pengotor, belum stabil dan homogen (Fetchete Loana , dkk, 2012)

Metode green synthesis adalah sebuah metode sintesis yang digunakan dalam pembuatan material anorganik menggunakan bahan yang tidak berbahaya. Metode green synthesis ini lebih ramah lingkungan karena menggunakan bahan alam seperti bakteri, jamur, alga dan ekstrak tumbuhan sehingga mengurangi polutan dan tidak menimbulkan efek bahaya bagi lingkungan dan peneliti yang menggunakannya. Beberapa penelitian sintesis material anorganik dengan metode green synthesis telah dilaporkan berhasil dengan memiliki ukuran partikel yang kecil, struktur yang halus, tidak ada pengotor, stabil, dan homogen (Santi Phumying, 2013). Bahan alam yang telah digunakan dalam green synthesis antara lain kulit rambutan (Yuvakkumar, dkk, 2014), daun parsley dan bawang putih (Stan, 2015).

$\text{MFe}_2\text{O}_4$  menarik perhatian karena memiliki sifat magnet serta kemampuan sebagai katalis yang efisien dibandingkan dengan nanopartikel ferit lainnya. Penelitian sebelumnya telah dilakukan sintesis  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  dengan metode co-precipitation, namun metode ini memiliki kelemahan yaitu metode ini kurang tepat untuk material yang tingkat kemurniannya tinggi karena pada metode ini pencucian harus dilakukan berulang ulang kali dan juga metode ini tidak berjalan dengan baik bila kelarutan reaktannya berbeda. Nanopartikel yang dihasilkan dari metode sintesis ini kurang murni dan juga kurang homogen (Muflihatun, 2015)

Penelitian ini dilakukan sintesis material magnetik  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  dengan metode hidrothermal yang merupakan salah satu metode untuk mensintesis

magnetik material yang menggunakan bahan alam sebagai agen penstabil. Bahan alam yang di gunakan pada penelitian ini adalah ekstrak dari kulit Buah Naga (*Hylocereuspolyrhizus*). Pemilihan bahan alam berupa kulit buah Naga ini di karenakan tanaman ini memiliki zat aktif yang biasa didapatkan pada kulit buah Naga yaitu berupa saponin,tanin, fenol hidrokuion dan juga kandungan flavonoid. Berdasarkan penelitian sebelumnya flavonoid memiliki efek antioksidan yang kuat. Sehingga, kulit buah Naga berpotensi untuk digunakan sebagai agen penstabil dalam pembentukan nanomaterial. Selain itu, kulit buah naga adalah bahan yang tidak terpakai (sampah), sehingga daya gunanya dapat ditingkatkan dengan memanfaatkannya sebagai agen penstabil dalam pembentukan nanopartikel  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ . Nanopartikel ferit yang dihasilkan selanjutnya dianalisis struktur dan ukuran kristal, morfologi,dan sifat magnet, masing-masing menggunakan peralatan Gauss meter, FTIR, XRD, dan SEM.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang dibahas pada latar belakang diatas maka beberapa rumusan masalah yang akan diteliti adalah:

1. Apakah sintesis nanopartikel magnetik  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  dapat dilakukan dengan metode hidrothermal menggunakan ekstrak kulit buah naga sebagai agen penstabil?
2. Bagaimanakah morfologi, sifat magnet, dari nanopartikel magnetik  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  yang menggunakan ekstrak kulit buah naga sebagai agen penstabil?

## **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Melakukan sintesis nanopartikel magnetik  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  yang dilakukan dengan metode hidrothermal menggunakan ekstrak kulit buah naga sebagai agen penstabil.
2. Mengetahui morfologi, sifat magnet, dari nanopartikel magnetik  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  yang menggunakan ekstrak kulit buah naga sebagai agen penstabil melalui beberapa teknik karakterisasi yaitu FTIR, XRD, dan SEM.

## **D. Manfaat Penelitian**

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi dalam pemanfaatan ekstrak kulit buah naga untuk pembentukan material nanopartikel magnetik dengan menggunakan proses yang sederhana dan analisis karakterisasinya. Dapat menghasilkan produk material nanopartikel magnetik yang dapat bermanfaat.



#### **E. Batasan Masalah**

Penelitian ini penulis membatasi masalah sampai penentuan morfologi, sifat magnet, dari nanopartikel magnetik  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  yang menggunakan ekstrak kulit buah naga sebagai agen penstabil.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Definisi Nanomaterial**

Nanomaterial merupakan suatu pondasi nanosains dan nanoteknologi yang memiliki potensi untuk merevolusi cara di mana bahan dan produk yang berdampak komersial yang signifikan dimasa mendatang dalam dunia teknologi seperti elektronik, kedokteran dan bidang lainnya.

Pengembangan metoda sintesis nanopartikel merupakan salah satu bidang yang menarik minat peneliti dalam pembuatan nanopartikel dengan ukuran yang kurang dari 100 nm yang memiliki sifat kimia dan fisika yang lebih baik dibandingkan dengan material sejenis yang memiliki ukuran lebih besar.

Material yang dapat menghasilkan berstruktur nano merupakan partikel-partikel penyusunnya harus diatur sedemikian rupa sehingga partikel-partikel tersebut bergabung menjadi material yang berukuran besar dan sifat materialnya dapat dipertahankan. Sifat material berstruktur nano sangat bergantung pada ukuran maupun distribusi ukuran, komponen kimiawi unsur-unsur penyusun material tersebut, keadaan dipermukaan dan interaksi antar atom penyusun material nanostruktur. Keterkaitan sifat parameter-parameter memungkinkan sifat material memiliki sifat stabilitas termal yang sangat tinggi (Santi Phumying, 2013)

Umumnya, preparasi nanopartikel dilakukan dengan cara fotokimia, sonokimia, dan cara lainnya, Akan tetapi cara yang sangat populer karena alasan faktor kemudahan, biaya yang relatif lebih murah serta kemungkinan untuk

diproduksi dalam skala besar adalah dengan cara reduksi kimia. Prinsip biosintesis dengan metode reduksi dalam preparasi nanopartikel ialah memanfaatkan tumbuhan sebagai agen pereduksi.

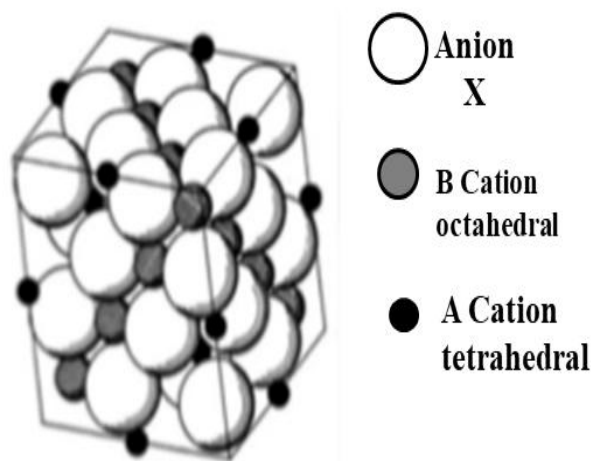
Metode ini menjadi alternatif produksi nanopartikel yang ramah lingkungan karena mampu meminimalisir penggunaan bahan-bahan yang berbahaya. Penggunaan tumbuhan dalam proses sintesis ialah dengan memanfaatkan senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam makhluk hidup. Terutama kandungan senyawa metabolit sekunder seperti terpenoid flavonoid dan tanin yang memiliki aktivitas antioksidan. Jenis tumbuhan yang mengandung bahan reduktor ini cukup melimpah dan mudah didapatkan di wilayah Indonesia.

## **B. Nanoteknologi**

Nanoteknologi merupakan suatu kemampuan untuk mengukur, melihat, memanipulasi serta memproduksi benda pada skala atom atau molekular , biasanya berukuran antara 1-100 nm. Produk dari nanoteknologi ini juga memiliki luas permukaan yang sangat besar untuk rasio volume, yang mana memiliki peran yang sangat penting dalam bidang mekanika, optik, elektronik, bioteknologi, mikrobiologi, perbaikan lingkungan, obat-obatan, serta berbagai bidang teknik dan ilmu material. Ukuran nano ini atom dan molekul melakukan kerja yang berbeda sehingga menimbulkan perbedaan sifat jika di bandingkan dengan material lainnya. Nanomaterial telah banyak di aplikasikan seperti sebagai katalis, material magnetik, nanokomposit, *nanodevices*, *chemical sensors*, degradasi zat beracun dan kebutuhan medis (Christian, dkk, 2008)

### C. Nanopartikel Magnetik Ferit

Ferit merupakan material suatu senyawa keramik ferrimagnetik non-konduktif yang berasal dari oksida – oksida besi seperti *hematite* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) atau magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dimana ada juga oksida dari logam lainnya. Ferit juga telah banyak digunakan sebagai induktor elektronik, transformer, dan juga electromagnet karena daya tahan nya yang sangat tinggi. Ferrit memiliki tiga jenis struktur yang berbeda yaitu garnet( $\text{M}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ ), heksagonal ( $\text{MO.6Fe}_2\text{O}_3$ ) dan kubik (R.A. McCurrie, 1993).



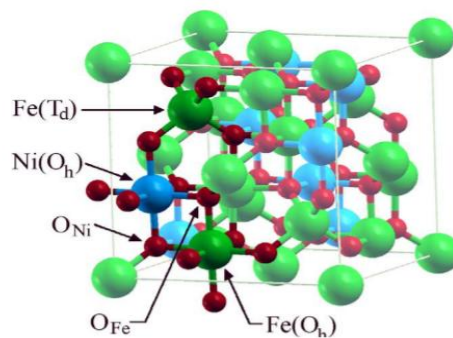
Gambar 1. Struktur *Close Pack Spinel* Ferit

(Sanghoon, Lee, 2012)

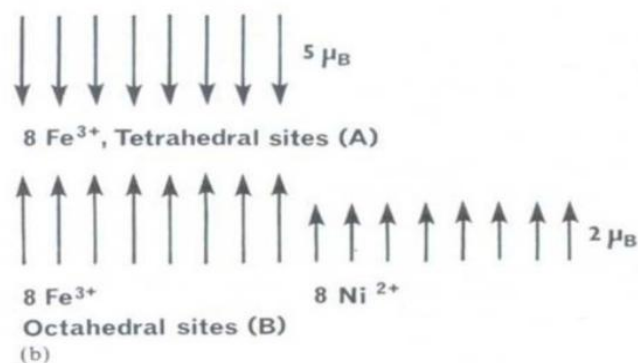
Salah satu jenis ferit adalah spinel ferit dengan rumus umum  $\text{MFe}_2\text{O}_4$  dimana M adalah salah satu ion logam divalent. M biasanya logam transisi seperti Mn, Co, Ni, Cu, Zn, dan Mg yang banyak untuk berbagai aplikasi. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  memiliki sifat ferimagnetik. Sifat tersebut berasal dari pasangan momen magnet anti-paralel antara momen magnet ion  $\text{Fe}^{3+}$  pada sisi tetrahedral dengan momen magnet ion  $\text{Ni}^{2+}$  dan ion



$\text{Fe}^{3+}$  pada sisi oktahedral.  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  memiliki struktur spinel inverse dimana semua ion  $\text{Ni}^{2+}$  berada di sisi oktahedral dan ion  $\text{Fe}^{3+}$  terdistribusi merata di sisi tetrahedral dan oktahedral (Sanghoon, Lee, 2012). Struktur dari spinel ditunjukkan pada gambar 1, ion oksigen yang relative besar(anion x) membentuk kisi FCC dimana terdapat 32 sisi oktahedral (yaitu sisi yang di kelilingi oleh 6 ion oksigen) dan 64 sisi tetrahedral (dikelilingi oleh 4 ion oksigen). Struktur spinel hanya 8 dari sisi tetrahedral dan 16 dari sisi oktahedral yang di tempati oleh ion logam. Sisi tetrahedral dan oktahedral ini disebut sebagai sisi A dan B masing – masing (R.A. McCurrie, 1993). Struktur  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  ditunjukkan pada gambar 2.



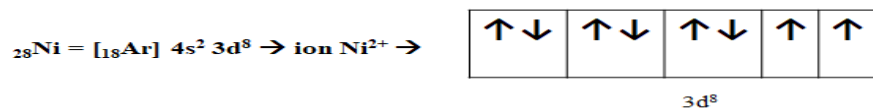
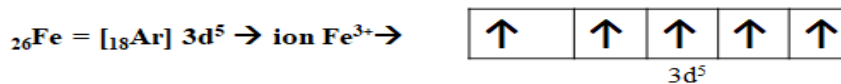
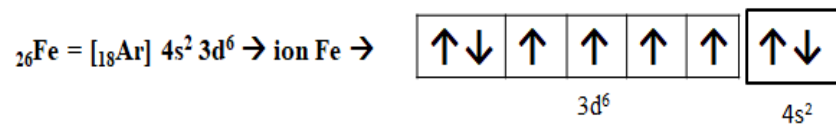
Gambar 2. Struktur Spinel Ferit dalam Unit Sel



Gambar 3. inverse Nickel Ferrit  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  (Sanghoon, Lee, 2012)

Dilihat berdasarkan nomor atomnya Fe memiliki nomor atom 26. Maka saat dibuatkan konfigurasi elektronnya akan berakhir pada kulit  $3d^6$  dan  $4s^2$ . Pada pengisian kulit s maka elektron akan penuh terisi (berpasangan), namun pada

pengisian kulit d terdapat beberapa elektron yang tidak berpasangan. Ketentuan ini juga berlaku untuk  $\text{Fe}^{3+}$  dimana pada pengisian kulit d nya terdapat 5 elektron yang tidak berpasangan. Unsur Ni tersebut memiliki nomor atom 28 maka jika di buatkan konfigurasi elektronnya akan berakhir di kulit  $3d^8$  dan  $4s^2$ . Pengisian kulit s maka elektron akan terisi penuh, namun saat pengisian kulit d akan ada elektron yang tidak berpasangan. Konfigurasi untuk  $\text{Ni}^{2+}$  dimana pada pengisian kulit d nya terdapat 2 elektron yang tidak berpasangan. Elektron yang tidak berpasangan ini lah yang menyebabkan adanya sifat magnet pada  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ .



## D. Metode Sintesis Magnetik Nanomaterial

### 1. Metode Hidrotermal

Sintesis material anorganik telah banyak dilakukan dengan menggunakan metode hidrotermal. Metode hidrotermal ini biasanya dilakukan dalam bejana bertekanan tinggi yang disebut autoklaf dengan lapisan teflon di bawah suhu atau tekanan terkontrol dengan reaksi dalam larutan berair. Suhu dapat di naikkan di atas titik didih air mencapai tekanan kejenuhan uap. Suhu dan jumlah larutan yang di tambahkan ke autoklaf sangat menentukan tekanan internal yang di hasilkan.

Ini adalah metode yang banyak di gunakan untuk produksi partikel kecil industry keramik (Malekshahi, 2013)

Metode Hidrotermal ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya :

1. Proses ini menggunakan bahan kimia yang relative murah seperti oksida, hidroksida, klorida, asetat dan nitrat daripada alkoksida yang mahal yang diperlukan untuk pemrosesan sol-gel.
2. Reaktan yang biasanya mudah menguap pada suhu reaksi yang di inginkan cenderung mengembun selama proses hidrotermal dan dengan demikian mempertahankan stoikiometri reaksi.
3. Sintesis hidrotermal adalah proses suhu rendah dengan banyak efek yang dapat di capai bahkan di bawah suhu 300°C. Suhu reaksi yang rendah juga menghindari masalah lain yang dihadapi dengan proses suhu tinggi, misalnya kontrol stoikiometri yang buruk karena penguapan komponen.
4. Pada proses ini memungkinkan untuk menghasilkan partikel larutan padat dengan distribusi ukuran terkontrol, bentuk dan komposisi kimia yang kompleks ( Shandilya,, 2016)

## **2. Metode Sol-Gel**

Beberapa metode proses sintesis nanotitania dengan metode sol-gel dilakukan karena ukuran dari partikel, ketebalan film dan porositas dapat dikontrol dengan menyesuaikan beberapa parameter seperti temperatur hidrotermal, kondisi sintering dan konsentrasi sol. Proses sol-gel memiliki keuntungan seperti sifat kemurnian, homogenitas, struktur mikro yang dapat dikontrol, proses pengolahan yang mudah, suhu rendah, dan kemampuan untuk

melapisi substrat. Biaya peralatan untuk proses sintesis dengan metode sol-gel relatif lebih murah dibanding teknik deposisi secara fisika.

### 3. Metoda copresipitasi

Metode ini merupakan salah satu metode sintesis senyawa anorganik yang didasarkan pada pengendapan lebih dari satu substansi secara bersama-sama ketika melewati titik jenuhnya. Kelebihan lain dari metode kopresipitasi yaitu menggunakan suhu kamar dan mudah mengontrol ukuran partikel sehingga waktu yang dibutuhkan relatif lebih singkat (Taib, 2014)

#### E. Tanaman Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*)



Gambar 4 Buah Naga

Tanaman buah naga merupakan salah satu tanaman yang sudah banyak di budidayakan di Indonesia. Tanaman ini juga merupakan tanaman yang kaya akan manfaatnya. Tanaman buah naga ini termasuk ke dalam jenis tanaman kaktus. Berikut ini adalah klasifikasi dari tanaman buah naga.

Tabel 1. Klasifikasi Buah Naga

Divisi	Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
--------	----------------------------------



Subdivisi	Angiospermae (biji tertutup)
Kelas	Dicotylonae (berkeping dua)
Ordo	Cactales
Famili	Cactaseae
Subfamili	Hyrocerenea
Genus	Hylocereus
Spesies	a. Hylocereus undatus (daging putih) b. Hylocereus polyrhizus (daging merah)

Sumber : (D, Kristanto, 2008)

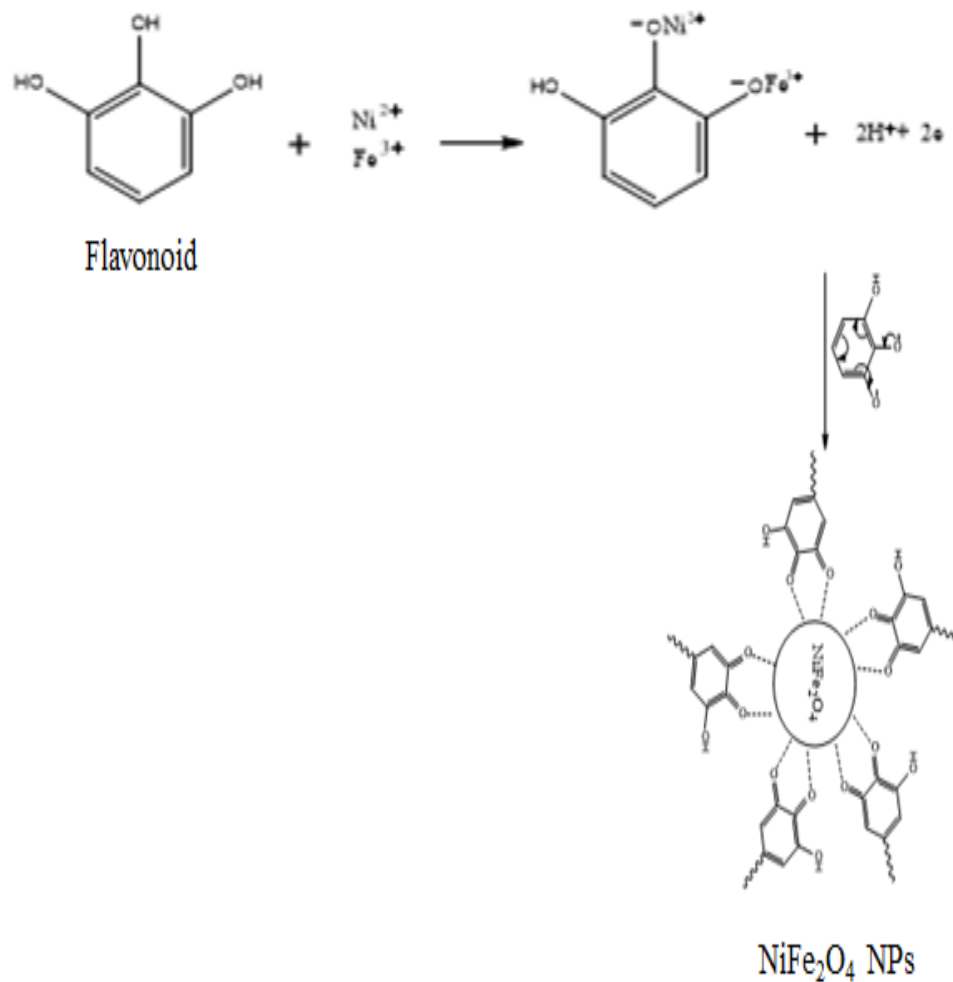
Penelitian ini bagian yang di manfaatkan dari tumbuhan buah naga ini adalah bagian kulitnya, karena bagian ini mengandung zat aktif yang berperan sebagai agent penyeimbang dan juga agent pereduksi dalam sintesis nanopartikel. Berikut adalah tabel fitokimia dari kulit buah naga.

Tabel 2. Tabel Fitokimia Buah Naga

Senyawa fitokimia	Hasil
Fenol hidrokuinon	++
Flavonoid	++
Triterpenoid	++
Steroid	++
Saponin	++
Tanin	++
Alkaloid	-

Sumber: (Manihuruk, 2016)

Zat aktif pada ekstrak kulit buah naga inilah yang berperan dalam pembentukan nanopartikel. Pada saat penambahan ekstrak kulit buah naga ini maka senyawa  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  akan bereaksi dengan salah satu gugus hidroksil yang terdapat pada senyawa zat aktif tanaman tersebut, hasil dari reaksi ini lah yang akan menimbulkan warna seperti coklat, coklat kemerahan dan hitam. Hasil menyebutkan bahwa keberadaan senyawa aktif terlarut dapat mempercepat reaksi pelarutan fotoreduktif oksida besi. Posisi gugus hidroksil yang mampu menangkap radikal bebas dengan cara mengkhelat Fe sekaligus menstabilkan Fe. Karena ia dapat mengkomplekskan ion logam berat/ ion  $\text{Fe}^{3+}$  (Johnly Alfreds Rorong, 2014). Gambar berikut menunjukkan mekanisme reaksi pembentukan nanopartikel  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  menggunakan ekstrak kulit buah naga (Alyne Rodrigues de Araujo, 2019).



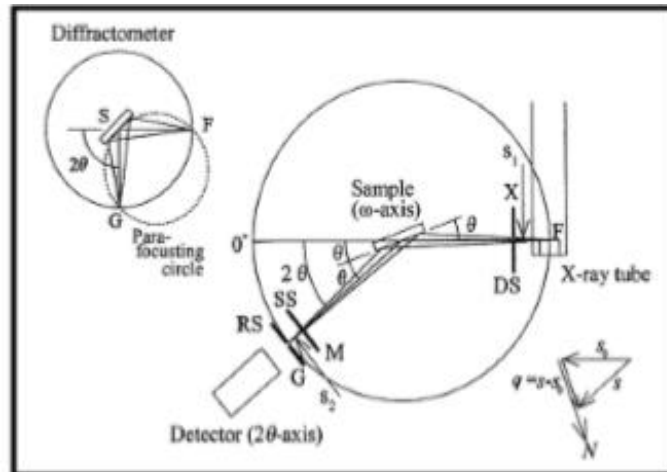
Gambar 5. Mekanisme reaksi pembentukan nanopartikel magnetik NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dengan ekstrak tanaman sebagai agen penstabil.

## F. Intrument

### 1. X-ray diffraction (XRD)

X-ray difraktometer adalah merupakan instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal dan fasa dalam suatu bahan dengan memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik sinar-X. XRD dilengkapi

beberapa komponen penting seperti: tabung sinar-X, monokromator, detektor, dan beberapa alat optik lain. Bagan XRD ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 3 menunjukkan sinar-X dihasilkan di suatu tabung sinar katode dengan pemanasan kawat pijar untuk menghasilkan elektron-elektron, kemudian elektron elektron tersebut dipercepat terhadap suatu target dengan memberikan suatu voltase, dan menembak target dengan elektron. Ketika elektron-elektron mempunyai energy yang cukup untuk mengeluarkan elektron-elektron dalam target, spectrum karakteristik sinar-X dihasilkan. Spektrum ini terdiri atas beberapa komponen-komponen, yang paling umum adalah  $K\alpha$  dan  $K\beta$ .  $K\alpha$  terdiri dari  $K\alpha_1$  dan  $K\alpha_2$ .  $K\alpha_1$  mempunyai panjang gelombang sedikit lebih pendek dari  $K\alpha_2$ . Panjang gelombang yang spesifik merupakan karakteristik dari bahan target (Cu, Fe, Mo, Cr). Kertas perak atau kristal monokromator akan menyaring dan menghasilkan sinar-X monokromatik yang diperlukan untuk difraksi. Tembaga adalah bahan sasaran yang paling umum untuk difraksi kristal tunggal, dengan radiasi  $CuK\alpha = 1,5406 \text{ \AA}$ . Saat sampel dan detektor diputar, intensitas Sinar-X pantul itu direkam. Ketika geometri dari peristiwa sinar-X tersebut memenuhi



persamaan Bragg, interferensi konstruktif terjadi dan suatu puncak di dalam intensitas terjadi. Detektor akan merekam sinyal penyinaran ini dan mengkonversi sinyal itu menjadi suatu arus yang akan dikeluarkan pada layar computer (Zheng, L, Wang, Yu., J, & Peng, 2014)

Hukum Bragg merupakan perumusan matematika tentang persyaratan yang harus dipenuhi agar berkas sinar-X yang dihamburkan tersebut merupakan berkas difraksi. Sinar-X dihasilkan dari tumbukan antara elektron kecepatan tinggi dengan objek target. Persamaan hukum Bragg ditulis:

$$\lambda = 2 d \sin \theta$$

dengan  $d$  adalah jarak antar bidang,  $\lambda$  adalah panjang gelombang sinar-X,  $\theta$  sudut hamburan difraksi. Berdasarkan persamaan tersebut, maka dapat diketahui ukuran unit sel dan distribusi atom yang terdapat pada unit sel tersebut (Melo R, P, F, E.,L.; Barros Neto, 2015)

## 2. SEM (*Scannig Electron Microscopy*)

SEM merupakan suatu instrumen yang menghasilkan seberkas elektron pada permukaan target untuk menggambar profil permukaan target. Prinsip kerja dari SEM ini adalah dengan menembakkan suatu berkas electron berenergi tinggi ke permukaan spesimen, kemudian permukaan benda yang dikenai oleh oleh berkas electron akan tersebut akan menghasilkan electron sekunder ke segala arah. Kemudian detektor SEM ini akan mendeteksi elektron atau sinyal yang dipantulkan. Interaksi yang terjadi antara berkas electron dan permukaan spesimen ini akan menghasilkan pola difraksi elektron yang dapat memberikan

informasi mengenai kristalografi, jenis unsur dan morfologi dari permukaan sampel (Wu, Zheng, Zheng, Wang, Yuan, & Jiang, 2007).

### 3. FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

FTIR merupakan suatu alat untuk mengetahui atau menunjukkan gugus fungsional dari suatu senyawa, khususnya senyawa organik dengan melihat puncak- puncak spesifik pada spektrum. Prinsip kerja dari instrument ini yaitu berdasarkan jumlah penyerapan sinar oleh suatu sampel. Apabila suatu sampel dilewati oleh radiasi inframerah, maka molekul-molekulnya akan mengabsorpsi energi dan terjadi transisi antara tingkat vibrasi dasar (*ground state*) dan tingkat vibrasi tereksitasi (*exite state*). Pada FTIR spektra yang terbentuk akan memberikan informasi mengenai gugus fungsional suatu molekul.

Pengukuran dengan FT-IR bergantung pada kemurnian sampel karena jika sampel mengandung pengotor (senyawa lain) maka puncak spektrum yang dihasilkan akan melebar yang disebabkan oleh gugus fungsi-gugus fungsi lain yang masih terkandung dalam beberapa senyawa tersebut(King, 2012).

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai sintesis dan karakterisasi magnetik nanopartikel  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  menggunakan ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) dapat disimpulkan bahwa :

1. Nanopartikel  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  berhasil disintesis menggunakan ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai agen penstabil.
2. Kekuatan magnet tertinggi yang diperoleh dari nanopartikel yang dihasilkan dalam penelitian ini yaitu pada komposisi perbandingan  $\text{Ni}^{2+}$  dengan  $\text{Fe}^{3+}$  (1 mol : 2 mol) dengan volume ekstrak kulit buah naga 25 mL yaitu sebesar 0.19 mT.
3. Karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi yang berperan sebagai agen pelindung (*capping agent*) dalam sintesis nanopartikel magnetik  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  yaitu berupa senyawa flavonoid.
4. Data XRD menunjukkan ukuran dari nanopartikel yang dihasilkan berdasarkan nilai FWHM dengan menggunakan persamaan scherrer adalah sebesar 71.52 nm
5. Hasil dari uji karakterisasi SEM didapatkan bentuk permukaan berupa butiran-butiran kecil yang tidak beraturan, karena senyawa dari ekstrak kulit buah naga yang digunakan dalam sintesis nanopartikel dapat mengendalikan pertumbuhan bentuk partikel.

## **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka yang dapat disarankan yaitu adanya penelitian lebih lanjut mengenai sintesis nanopartikel menggunakan ekstrak bahan alam lainnya sebagai agen penstabil, agen pelindung (*capping agent*), serta pengaplikasiannya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alyne Rodrigues de Araujo, J. R.-J. (2019). Identification of Eschweilenol C in derivative of *Terminalia fagifolia* Mart. and green synthesis of bioactive and biocompatible silver nanoparticles. *Industrial Corps & Product*, 52-65.
- Authorities, T. F. (2005). Dragon Fruit. <http://swarnabhuni.com> [1 november 2013].
- Casbeer, Erick.; Virender K, Sharma.; Xiang-Zhong Li. (2012). Synthesis and Photocatalytic Activity of Ferrites Under Visible Light: A Review. *Separation and Purification Technology*, 87, 1-14.
- Chen Li, X. Z. (2016). Synthesis of  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Superfine Powders with Steel Picking Waste Water and Duat Water in the Production of Bleaching Powder. *MATEC Web of Conferences*.
- Christian, P., Von der Kammer, F., Baalousha, M., & Hofmann, T. (2008). Nanoparticles: Structure, properties, preparation and behaviour in environmental media. *Ecotoxicology*, 17, 326–343.
- Christoper, Blum.; Dirk, Bunke.; Maximilian, Hungsberg. (2017). *The Concept of Sustainable Chemistry*. Umweltbundesamt, Dessau, Germany.: Key Drivers for The Transition Towards Sustainable Development. Sustainable Chemistry and Pharmacy.
- D, Kristanto. (2008). *Buah Naga di Pot dan di Kebun*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Doaga, A, A.M.; Cojocariu, W.; Amin. (2013). Synthesis and Characterization of Manganese Ferrites for Hyperthermia Applications. *Materials Chemistry and Physics*, 143, 305-310.
- Fetchete Loana, Ye Wang, Jacques, Vedrine C. (2012). The Past, Present and Future of Heterogeneous Catalysis. *Catalysis Today*, 189, 2-27.
- Heravi., Mohammad, M., Zari, A., Ali, M., Pouran, A., & Touran, A. (2014). Biosorption Of Direct Red 81 Dye From Aqueous Solution On Prepared Sonchus Fruit Plant, As A Low Cost Biosorbent. *Thermodynamic And Kinetic Study, Journal Of Applied Chemistry*, 17-22.
- Jayasekhar Babu Pinuri, P. S. (2012). Piper betle-mediated green synthesis of biocompatible gold nanopartikel. *internasional nano letters*, 2:18,1-9.
- Johnly Alfreds Rorong, E. S. (2014). Potensi Daun Cengkeh Sebagai Biosensitizer Untuk Fotoreduksi Besi Pada Lahan Pertanian Hortikultura. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptiomal*, 26-27.
- Kebede K, Kefeni.; Titus, A.M.; Msagati.; Bhieke, B.Mamba. (2017). Ferrite Nanoparticles: Systhesis, Characterisation and Applications in Electronic Device. *Materials Science and Engineering B*, 215, 37-55.