

**SINTESIS NANOPARTIKEL SILIKA DARI BAHAN ALAM  
KULIT TEBU TIBARAU (*Saccharum spontaneum Linn*)  
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DAN  
HYDROTHERMAL**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains (S.Si)*



**Oleh:**

**RINI RAMADHANI**

**18036020/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2022**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : **Sintesis Nanopartikel Silika Dari Bahan Alam Kulit Tebu  
Tibarau (*Saccharum spontaneum Linn*) Menggunakan  
Metode Sol-Gel dan Hydrothermal**

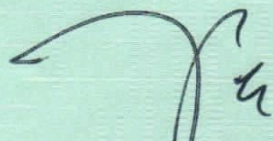
Nama : Rini Ramadhani  
NIM : 18036020  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 11 November 2022

Disetujui Oleh:

Kepala Departemen Kimia

Dosen Pembimbing



Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D  
NIP. 19721024 199803 1 001



Dra. Syamsi Aini, M.Si., Ph.D  
NIP. 19650727 199203 2 010

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

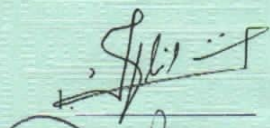
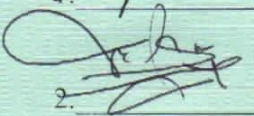
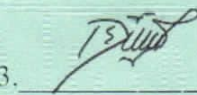
Nama : Rini Ramadhani  
TM/NIM : 2018/18036020  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### SINTESIS NANOPARTIKEL SILIKA DARI BAHAN ALAM KULIT TEBU TIBARAU (*Saccharum spontaneum Linn*) MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL DAN HYDROTHERMAL

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi  
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 11 November 2022

#### Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Dra. Syamsi Aini, M.Si., Ph.D	
2	Anggota	Miftahul Khair, S.Si. M.Sc., Ph.D	
3	Anggota	Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si	

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

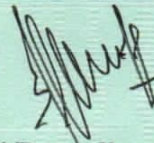
Nama : Rini Ramadhani  
NIM : 18036020  
Tempat/Tanggal Lahir : Ringan-ringin/15 Desember 1999  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul Skripsi : **Sintesis Nanopartikel Silika Dari Bahan Alam Kulit Tebu Tibarau (*Saccharum spontaneum Linn*) Menggunakan Metode Sol-Gel dan Hydrothermal**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 11 November 2022  
Yang Menyatakan



**Rini Ramadhani**  
NIM : 18036020

**SINTESIS NANOPARTIKEL SILIKA DARI BAHAN ALAM KULIT  
TEBU TIBARAU (*Saccharum spontaneum Linn*) MENGGUNAKAN  
METODE SOL-GEL DAN HYDROTHERMAL**

**Rini Ramadhani**

**ABSTRAK**

Beberapa bahan alam yang mengandung silika telah banyak digunakan untuk mensintesis silika nanopartikel seperti ampas tebu, sekam padi dapat berupa helaian yang kering serta tidak dapat dikonsumsi yang berfungsi sebagai pelindung bagian dalam berupa endospermium dan embrio. Kulit tebu tibarau menjadi perhatian karena banyak mengandung silika, sifatnya tidak dikonsumsi dan terabaikan di alam begitu saja. Maka dari itu kandungan silika dalam tebu ini banyak ditemukan karena kadar glukosanya yang dianggap rendah. Sintesis nanopartikel silika ( $\text{SiO}_2$ ) dari kulit tebu tibarau telah dilakukan menggunakan metode sol-gel dengan mereaksikan NaOH pada suhu  $60\text{-}80^\circ\text{C}$  dilanjutkan dengan penambahan HCl 2 M dan dilakukan aging. Variasi konsentrasi NaOH yaitu 5 M serta dilakukan refluk untuk memaksimalkan pembentukan gel yang dilanjutkan dengan pemanasan pada suhu  $120^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Hasil dari sintesis nanopartikel silika dikarakterisasi dengan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi mengandung gugus silanil dan siloksan dan XRD untuk mengetahui kristalinitas serta fasa yang terbentuk pada  $2\theta = 31,7$ . Nanopartikel silika dari kulit tebu tibarau berfasa kristal juga berfasa amorf.

**Kata Kunci:** Tebu Tibarau, Sintesis Nanopartikel Silika, Refluk, Metode Sol-Gel

**SYNTHESIS OF SILICA NANOPARTICLES FROM NATURAL  
MATERIALS TIBARAU SUGARCANE SKIN (*Saccharum spontaneum*  
*Linn*) USING SOL-GEL METHOD AND HYDROTHERMAL**

**Rini Ramadhani**

**ABSTARCT**

Several natural materials containing silica have been widely used to synthesize silica nanoparticles such as bagasse, rice husks, which can be in the form of dry and non-consumable strands that function as inner protectors in the form of endospermium and embryos. Sugarcane husk has suddenly become a concern because it contains a lot of silica, its nature is not consumed and is neglected in nature. Therefore, the silica content in sugarcane is widely found because its glucose levels are considered low. The synthesis of silica nanoparticles (SiO<sub>2</sub>) from sugarcane husks has been carried out using the sol-gel method by reacting NaOH at a temperature of 60-80°C followed by the addition of 2 M HCl and aging. The variation of NaOH concentration was 5 M and reflux was carried out to maximize gel formation followed by heating at 120°C for 24 hours. The results of the synthesis of silica nanoparticles were characterized by FTIR to determine the functional groups containing silane and siloxane groups and XRD to determine the crystallinity and the phase formed at  $2\theta = 31.7$ . Silica nanoparticles from sugarcane husk suddenly have a crystalline phase as well as an amorphous phase.

**Keywords:** Tibarau Sugarcane, Silica Nanoparticle Synthesis, Reflux, Sol-Gel Method

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya. Shalawat beserta salam dikirimkan kepada tauladan ummat Islam yakni Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah dengan nikmat dan hidayah-Nya, penulis telah dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **“SINTESIS NANOPARTIKEL SILIKA DARI BAHAN ALAM KULIT TEBU TIBARAU (*Saccharum spontaneum Linn*) MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL DAN HYDROTHERMAL”**.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih terutama kepada:

1. Ibu Dra. Syamsi Aini, M.Si., Ph.D selaku dosen pembimbing dan penasihat akademik yang telah memberikan bimbingan serta pengarahan hingga selesainya Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si dan Bapak Miftahul Khair, S. Si., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Kepala Departemen dan Ketua Prodi Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

4. Kedua orang tua Bapak Nurdin dan Ibu Aznawati dan seluruh keluarga yang selalu memberikan kasih sayang, do'a dan dukungan kepada penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis berpedoman kepada buku Panduan Penulisan Skripsi Non Kependidikan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Sebagai langkah penyempurnaan, penulis mengharapkan masukan, kritikan, dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan skripsi ini. Semoga masukan, kritikan, dan saran yang diberikan menjadi amal ibadah, aamiin. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di dunia Sains.

Padang, 19 Juli 2022

Rini Ramadhani



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Batasan Masalah .....	5
D. Tujuan Pnelitian .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	6
BAB II KERANGKA TEORITIS .....	7
A. Nanomaterial.....	7
B. Nanopartikel Silika.....	8
C. Silika.....	8
D. Metode Sol-Gel .....	10
E. Metode Hydrothermal .....	15
F. Tanaman Tebu Tibarau ( <i>Saccharum spontaneum Linn</i> ) .....	16
G. Kulit Tebu Tibarau .....	17
H. Instrument .....	19
1. XRD ( <i>X-Ray Diffraction</i> ).....	19
2. FTIR ( <i>Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red</i> ) .....	20
3. XRF ( <i>X-ray fluorescence</i> ).....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
B. Objek Penelitian.....	24
C. Variabel Penelitian .....	24
D. Alat dan Bahan.....	24
1. Alat .....	24
2. Bahan .....	24
3. Prosedur Penelitian .....	25

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	27
A. Sintesis Nanopartikel Silika Kulit Tebu Tibarau .....	27
B. Variasi PH.....	31
C. Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR.....	31
D. Analisis Kristalinitas dengan XRD .....	35
E. Analisis Komposisi Kimia Abu Tebu Tibarau dengan XRF .....	38
BAB V PENUTUP .....	40
A. KESIMPULAN .....	40
3. SARAN.....	40
DAFTAR PUSTAKA .....	41
LAMPIRAN .....	45

## DAFTAR TABEL

Table 1. Parameter pada Proses Sol-Gel .....	14
Table 2. Komposisi Kimia Tanaman Tebu Tibarau.....	17
Table 3. Optimasi Sintesis Silika Nanopartikel.....	25
Table 4. Persentase Berat SiO <sub>2</sub> .....	31
Table 5. Daerah Puncak Bilangan Gelombang pada Spektrum FTIR Nanopartikel Silik .....	33
Table 6. Ukuran Kristal masing-masing puncak .....	37
Table 7. Komposisi Kimia dari Abu Tebu Tibarau .....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Kristal dan Silika Amorf.....	4
Gambar 2. Susunan Tetrahedral Silika ( $\text{SiO}_4$ ) Kristalin .....	9
Gambar 3. Susunan Rangkaian (Tetrahedral) $\text{SiO}_4$ Silika Gel.....	10
Gambar 4. Skema Umum Proses Sol-Gel .....	14
Gambar 5. Tebu Tibarau .....	16
Gambar 6. Kulit Tebu Tibarau .....	19
Gambar 7. Diagram X-Ray Difraktometer.....	20
Gambar 8. Skema Spektrofotometer FTIR.....	21
Gambar 9. Instrument XRF dan bagian-nagiannya .....	23
Gambar 10. Diagram langkah kerja penelitian Metoda Sol-Gel temperature ruang .....	29
Gambar 11. Diagram langkah kerja penelitian Metoda Hydrothermal.....	30
Gambar 12. Pola FTIR pada $\text{SiO}_2$ dari kulit tebu tibarau dan $\text{SiO}_2$ 98% sebagai pembanding .....	32
Gambar 13. Mekanisme reaksi kondensasi gugus silanol ( $\equiv\text{Si-OH}$ ) .....	34
Gambar 14. Pola difraksi sinar-X untuk $\text{SiO}_2$ dari tebu tibarau .....	36
Gambar 15. Pola difraksi sinar-X untuk $\text{SiO}_2$ 98% sebagai pembanding dan $\text{SiO}_2$ dari kulit tebu tibarau .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan berat silika nanopartikel .....	45
Lampiran 2. Perhitungan penentuan ukuran partikel kristal SiO <sub>2</sub> dari kulit tebu tibarau menggunakan persamaan Scherrer .....	46
Lampiran 3. Perhitungan Pembuatan Larutan .....	47
Lampiran 4. Hasil sintesis nanopartikel silika dari kulit tebu tibarau menggunakan metode sol-gel.....	48
Lampiran 5. Skema Preparasi Kulit Tebu Tibarau .....	49
Lampiran 6. Skema Sintesis Silika Nanopartikel dan Optim asi dari Abu Kulit Tebu Tibarau dengan Metoda Sol-Gel.....	50
Lampiran 7. Skema Sintesis Silika Nanopartikel dan Optimasi dari Abu Kulit Tebu Tibarau dengan Metoda Hydrothermal .....	51
Lampiran 8. Difraktogram XRD Sintesis nanopartikel silika dari kulit tebu tibarau .....	52
Lampiran 9. Spektrum inframerah (FTIR) Sintesis nanopartikel silika dari kulit tebu tibarau .....	62
Lampiran 10. XRF Abu Tebu Tibarau.....	64
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian.....	65

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sebagian besar penduduk Indonesia menganggap gula salah satu kebutuhan sehari-hari. Tebu merupakan bahan baku utama dalam memproduksi gula. Produksi gula inilah yang akan menghasilkan bahan sisa berupa ampas. Dari beberapa kali dalam memproduksi, ampas tebu yang dihasilkan berkisar 32%. Ampas tebu yang dihasilkan industry mencapai 0,8 juta ton per tahunnya (Iqbal *et al.*, 2016).

Beberapa bahan alam yang mengandung silika telah banyak digunakan untuk mensintesis silika nanopartikel seperti tebu, sekam padi dapat berupa helaian yang kering serta tidak dapat dikonsumsi yang berfungsi sebagai pelindung bagian dalam berupa endospermium dan embrio (Le *et al.*, 2013), batu apung yang merupakan batuan vulkanik berpori mengandung sebagian besar silika dan alumina, serta memiliki kandungan besi yang rendah (Mourhly *et al.*, 2015), dan Fly ash merupakan material kompleks, dan produk sampingan dari pembakaran berbagai batubara dengan kandungan mineral yang tinggi (Miricioiu & Niculescu, 2020). Kulit tebu tibarau menjadi perhatian karena banyak mengandung silika, sifatnya tidak dikonsumsi dan terabaikan di alam begitu saja. Maka dari itu kandungan silika dalam tebu ini diperkirakan banyak ditemukan karena kadar glukosanya yang dianggap rendah.

Silika alami dinyatakan aman dalam penanganan dan didapatkan dari sumber daya yang murah. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk

mengoptimalkan pemanfaatan residu padat ini menjadi produk yang berharga. Salah satu elemen potensial yang ada didalam limbah padat ini adalah silika yang memiliki aplikasi industry yang luas (Prabha *et al.*, 2021). Salah satu ampas pertanian (kulit tebu) yang terdapat kandungan silika tertinggi. Jumlah kandungan silika dalam bagasse bervariasi tergantung pada lingkungan sekitarnya, kondisi tanah, periode panen dan proses perlakuannya. Silika merupakan sekelompok mineral terdiri dari silicon dan oksigen umumnya berstruktur kristal dan jarang sekali dalam keadaan amorf.

*Saccharum spontaneum L.* Atau tebu tibarau adalah rumput abadi yang terdiri dari tangkai, daun, dan system akar dimana tangkai mengandung air yang digunakan untuk membuat gula (Jorina, 2012). Setelah air diekstraksi limbah padat yang tersisa disebut dengan ampas tebu. (*Saccharum spontaneum L.*) merupakan tanaman abadi yang dapat tumbuh secara alami di habitat ekstrim dan lahan kosong. Spesies ini merupakan tanaman yang terabaikan dan kurang dimanfaatkan namun, untuk memanfaatkan berbagai fungsi dalam lingkungan ekosistem lahan terlantar dengan produksi biomassa. Hal ini merupakan menjadi aspek terpenting dalam pengelolaan lingkungan dan perubahan iklim. Merujuk pada penelitian sebelumnya bahwa tanaman ini memiliki karakteristik anatomi yang mirip dengan tebu (Ferdous *et al.*, 2020).

Nanosilika merupakan salah satu bahan nanomaterial yang memiliki beberapa kekhasan dalam pemanfaatannya yang sangat luas. Nanopartikel SiO<sub>2</sub> disintesis dengan metode sol-gel dari bahan alam kulit tebu tibarau yang dianggap memiliki sumber silika. Pengaruh proses sintesis serta penggunaan

metode pemurnian yang berbeda seperti pada perlakuan kimia, morfologi, struktur dan sifat kimia dari nanopartikel yang disintesis.

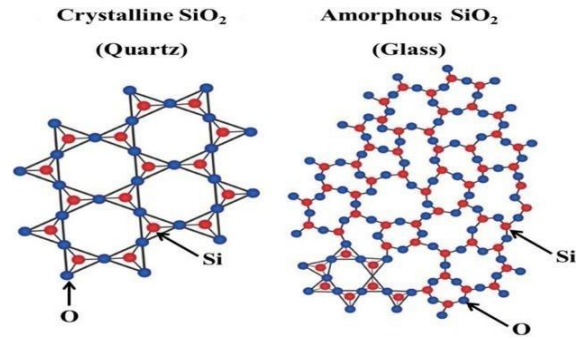
Hasil penelitian menunjukkan bahwa sintesis sol-gel merupakan salah satu metode untuk mendapatkan silika dari abu dengan kandungan pengotor yang tinggi seperti besi dan aluminium oksida. Nanopartikel SiO<sub>2</sub> amorf dengan ukuran rata-rata ~10 nm diperoleh dengan mengontrol variabel sintesis utama (pH, suhu, temperatur dan SiO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O rasio molar). Metode pemurnian yang diselidiki memungkinkan untuk mendapatkan nanosilika dengan tingkat kemurnian yang berbeda, lebih besar dari 96% (Falk *et al.*, 2019).

Metode sol-gel ini dianggap metode paling sederhana karena memiliki kemampuan dalam mengontrol ukuran partikel dan morfologi melalui aspek sistematis parameter reaksi (Azlina *et al.*, 2016). Beberapa cara yang digunakan untuk mensintesis partikel silika, yaitu kondensasi uap kimia, pelepasan busur, reaksi logam plasma hidrogen, dan pirolisis laser dalam fase uap, mikroemulsi, hidrotermal, serta sol-gel, dll (Tavakoli *et al.*, 2007).

Silika yang disintesis pada suhu tinggi akan menghasilkan ukuran partikel yang kecil dibandingkan dengan silika yang disintesis dengan suhu rendah karena, memiliki kemampuan adsorpsi yang baik dan luas permukaan yang dihasilkan tinggi. (Ratanathavorn & Phimthong-ngam, 2021).

Silika yang bersumber bahan alam telah meningkatkan minat para peneliti yang dapat diaplikasikan dalam bidang ilmu material dan biomedis, karena biayanya yang relative murah, ramah lingkungan, dan bioaktivitas yang baik.





Gambar 1. Struktur Kristal dan Silika Amorf (Prabha *et al.*, 2021).

Adapun kelebihan dari metode sol gel ini adalah kemurnian hasil yang didapatkan cukup tinggi, suhu relative rendah, serta tingkat stabilitas termal dan mekaniknya yang baik. Namun, metode sol-gel ini juga memiliki kekurangan yaitu mahalnya harga perkusor yang digunakan, waktu pengerjaan yang lama, dan zat sisa yang dihasilkan berupa karbon dan hidroksil.

Sebelumnya juga telah di lakukan sintesis (SiO<sub>2</sub>) silika dari abu ampas tebu dengan sintesis hydrothermal, metode dengan mengekstraks abu kulit tebu dengan NaOH larutan alkali karena, SiO<sub>2</sub> dapat larut dengan NaOH (larutan alkali).

Selanjutnya silika yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan instrument XRD (*X-Ray Diffraction*) guna mengetahui ukuran kristal, dan FTIR (*Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red*) untuk mengetahui gugus fungsi penyusun kerangka dari silika.

Berdasarkan penjabaran diatas maka dapat dilakukan penelitian mengenai **“SINTESIS NANOPARTIKEL SILIKA DARI BAHAN ALAM KULIT TEBU TIBARAU (*Saccharum spontaneum Linn*) MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL DAN HYDROTHERMAL”**.

Penelitian ini besar harapan dapat memberikan edukasi dan solusi tentang pemanfaatan kulit tebu tibarau sebagai silika.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang dibahas pada latar belakang didapatkan rumusan masalah yang akan dipecahkan adalah:

1. Apakah sintesis nanopartikel  $\text{SiO}_2$  dapat dilakukan dengan metode sol-gel dan hydrothermal dari bahan alam tebu tibarau?
2. Bagaimana ekstraksi  $\text{SiO}_2$  dari kulit tebu tibarau menggunakan metode sol-gel dan hydrothermal yang di karakterisasi dengan XRD, dan FTIR?

### **C. Batasan Masalah**

Untuk menganalisis masalah dalam penelitian ini, didapatkan Batasan masalah:

1. Sintesis nanopartikel silika dari bahan alam tebu tibarau dengan menggunakan metode sol gel dan hydrothermal.
2. Karakterisasi silika dilakukan dengan menggunakan instrument XRD, dan FTIR.

### **D. Tujuan Pnelitian**

Dari rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan sintesis nanopartikel  $\text{SiO}_2$  dengan metode sol gel menggunakan bahan alam tebu tibarau.
2. Mengetahui jenis silika pada tebu tibarau ada atau tidaknya di puncak difraktogram  $2\theta = 20-30$  serta gugus fungsi dari nanopartikel silika menggunakan bahan alam tebu tibarau melalui teknik karakterisasi yaitu XRD, dan FTIR.

### **E. Manfaat Penelitian**

Besar harapan penelitian ini dapat memberikan informasi dan edukasi dalam pemanfaatan ampas tebu untuk pembentukan material nanopartikel silika dengan menggunakan proses yang sederhana dan analisis karakterisasinya. Dapat menghasilkan produk material terbaru nanopartikel silika yang bermanfaat.