



**KARAKTERISASI FTIR MEMBRAN KOMPOSIT
NILON-ARANG BERBAHAN DASAR LIMBAH
JARING BENANG NILON DAN AMPAS TEBU**

SKRIPSI

Oleh

**Muhamad Subhan Aprianto
NIM 131810201011**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**KARAKTERISASI FTIR MEMBRAN KOMPOSIT
NILON-ARANG BERBAHAN DASAR LIMBAH
JARING BENANG NILON DAN AMPAS TEBU**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Fisika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

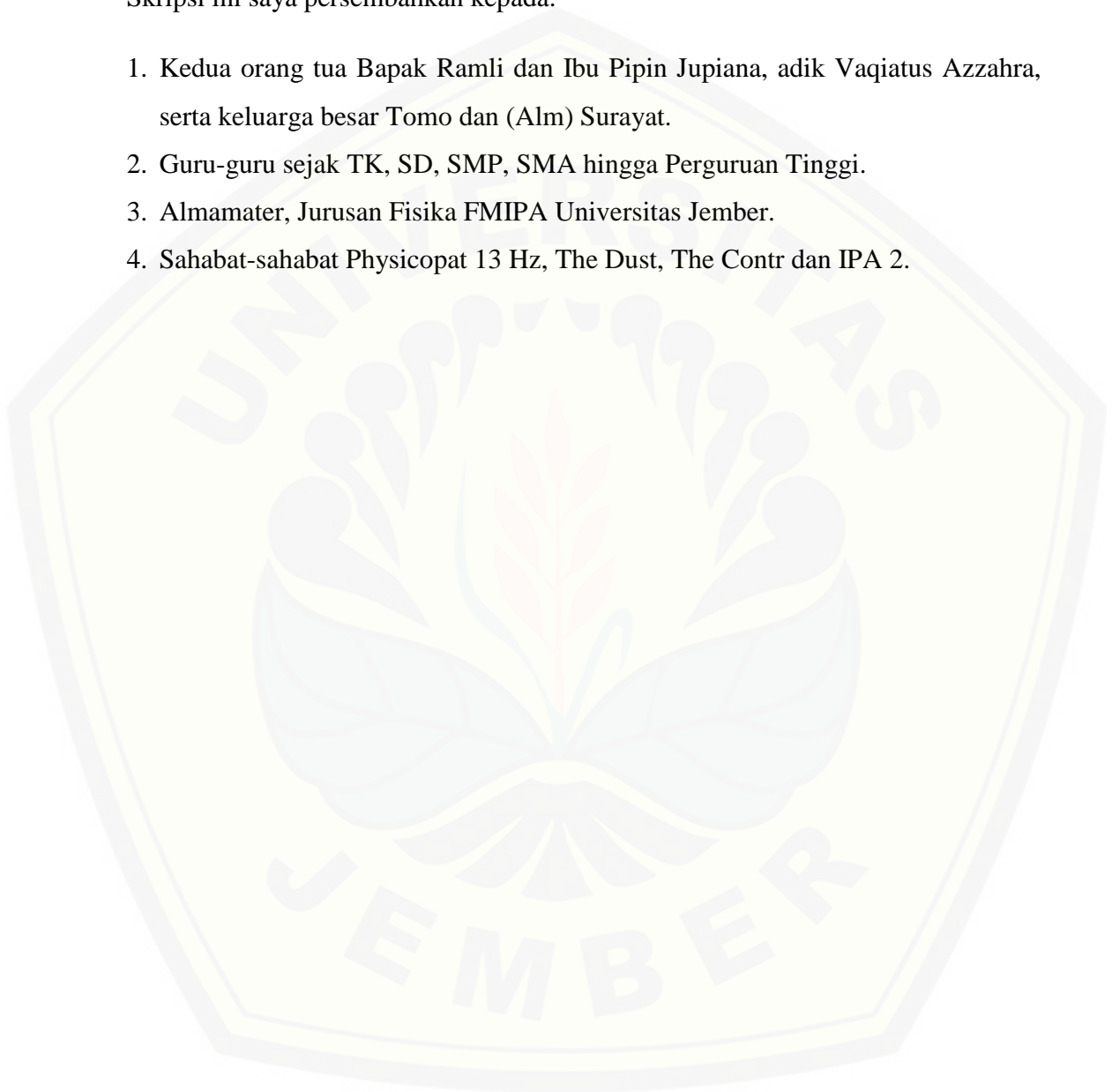
Muhamad Subhan Aprianto
NIM 131810201011

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

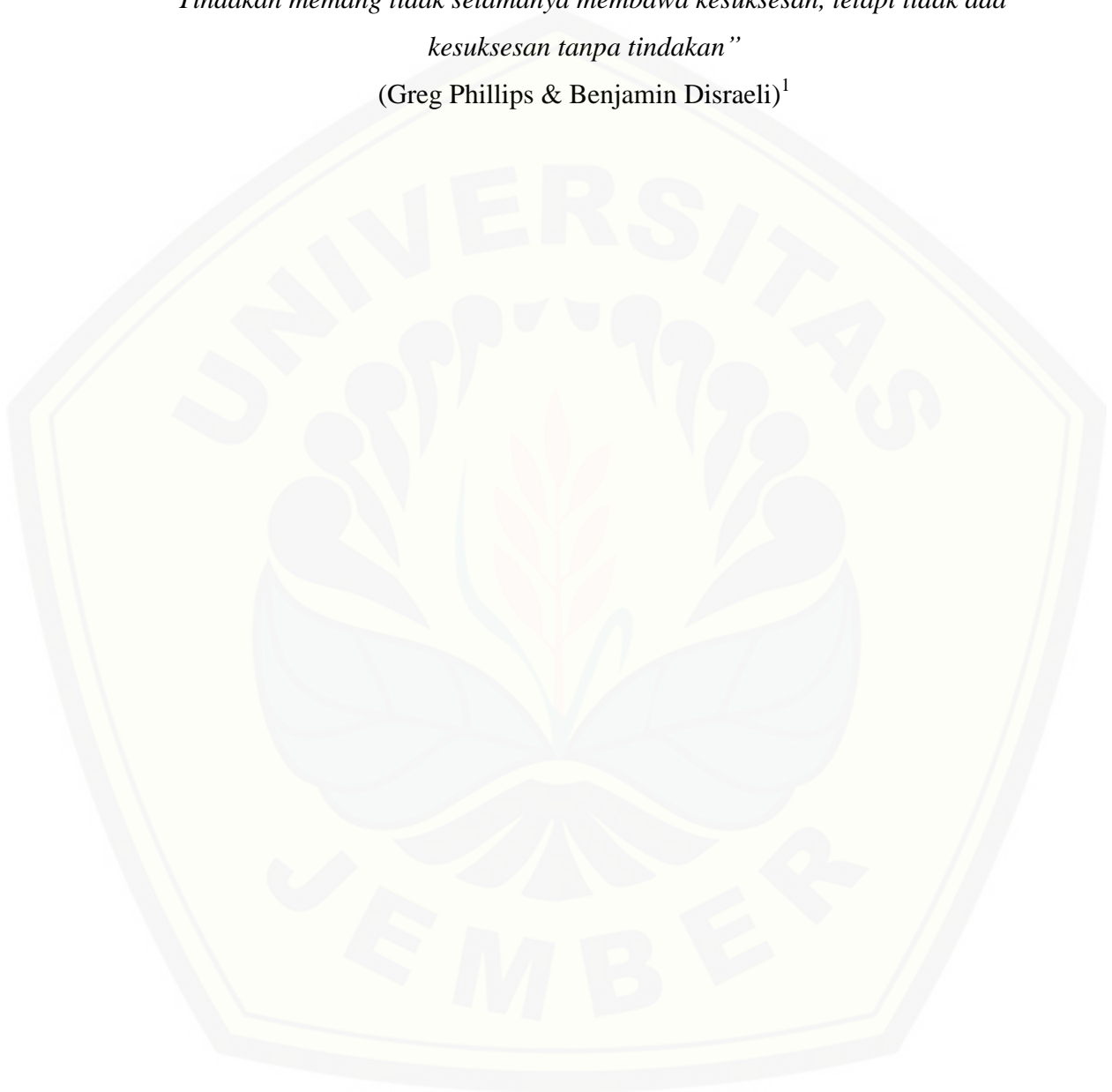
1. Kedua orang tua Bapak Ramli dan Ibu Pipin Jupiana, adik Vaqiatu Azzahra, serta keluarga besar Tomo dan (Alm) Surayat.
2. Guru-guru sejak TK, SD, SMP, SMA hingga Perguruan Tinggi.
3. Almamater, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.
4. Sahabat-sahabat Physicopat 13 Hz, The Dust, The Contr dan IPA 2.



MOTO

*“Tindakan memang tidak selamanya membawa kesuksesan, tetapi tidak ada
kesuksesan tanpa tindakan”*

(Greg Phillips & Benjamin Disraeli)¹



¹ Kandani, H. The Achiever. (Jakarta: PT.Elex Media Komputindo, 2015), hlm. 22.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Subhan Aprianto

NIM : 131810201011

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Karakterisasi FTIR Membran Komposit Nilon-Arang Berbahan Dasar Limbah Jaring Benang Nilon dan Ampas Tebu” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa sehingga hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Jember, 30 Januari 2018

Yang menyatakan,

(Muhamad Subhan Aprianto)

NIM 131810201011

SKRIPSI

**KARAKTERISASI FTIR MEMBRAN KOMPOSIT
NILON-ARANG BERBAHAN DASAR LIMBAH
JARING BENANG NILON DAN AMPAS TEBU**

Oleh

Muhamad Subhan Aprianto
NIM 131810201040

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Wenny Maulina, S.Si., M.Si.
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakterisasi FTIR Membran Komposit Nilon-Arang Berbahan Dasar Limbah Jaring Benang Nilon dan Ampas Tebu” karya Muhamad Subhan Aprianto telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat :

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Wenny Maulina, S.Si., M.Si.
NIP 198711042014042000

Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si.
NIP 196712151998021000

Anggota II,

Anggota III,

Drs. Yuda Cahyoargo H, M.Sc., Ph.D.
NIP 196203111987021001

Endhah Purwandari, S.Si., M.Si.
NIP 198111112005012001

Mengesahkan
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Karakterisasi FTIR Membran Komposit Nilon-Arang Berbahan Dasar Limbah Jaringan Benang Nilon dan Ampas Tebu; Muhamad Subhan Aprianto, 131810201011; 2018: 59 halaman; Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Membran merupakan suatu selaput semipermeabel berupa lapisan tipis yang berada diantara dua fasa dengan karakter berbeda. Salah satu kendala pengembangan teknologi membran adalah bahan baku utama dalam fabrikasi membran. Pemilihan limbah jaringan benang nilon sebagai bahan baku pembuatan membrane, karena bahan ini mudah diperoleh khususnya di kawasan pesisir Pantai Puger, Kabupaten Jember. Nilon memiliki stabilitas termal dan kekuatan mekanik yang baik jika berinteraksi dengan unsur karbon dibandingkan dengan polimer lainnya. Unsur karbon pada arang dapat dibuat dari bahan baku ampas tebu yang merupakan limbah pertanian organik dari hasil pengolahan gula tebu di Pabrik Gula Semboro, Kabupaten Jember. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis membran komposit nilon-arang menggunakan bahan dari limbah jaringan benang nilon dan ampas tebu, sehingga diharapkan menjadi solusi untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

Sintesis membran komposit nilon-arang yang dihasilkan, kemudian dilakukan karakterisasi *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah jaringan benang nilon dan ampas tebu pada sintesis membran komposit nilon-arang terhadap spektrum gugus fungsi yang dihasilkan menggunakan karakterisasi FTIR. Kegiatan penelitian dilakukan melalui tiga tahap, yaitu: tahap pembuatan arang aktif, tahap sintesis membran, dan tahap karakterisasi membran. Secara umum tahap pembuatan arang aktif ampas tebu terdiri dari proses karbonisasi dan proses aktivasi. Tahap sintesis membran dilakukan dengan variasi fraksi massa arang aktif ampas tebu terhadap limbah jaringan benang nilon sebesar 7% (Sampel B1), 8% (Sampel B2), 10% (Sampel B3) dan 11% (Sampel B4) serta membran nilon sebagai kontrol (Sampel A). Sedangkan tahap karakterisasi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) digunakan untuk mengetahui spektrum gugus fungsi.

Berdasarkan hasil karakterisasi FTIR, penambahan karbon dari arang aktif ampas tebu menyebabkan pergeseran bilangan gelombang dan perubahan puncak intensitas serapan dibandingkan dengan polimer aslinya (membran nilon Sampel A). Intensitas serapan paling besar terjadi pada gugus fungsi *primary amide C=O stretching* dari limbah jaringan benang nilon, karena adanya tumpang tindih (*overlap*) dengan gugus fungsi *primary amide C=C stretching* dari arang aktif ampas tebu pada bilangan gelombang sekitar 1600 cm^{-1} . Secara keseluruhan, membran komposit nilon-arang dengan fraksi massa 7% memiliki intensitas serapan yang paling besar dibandingkan dengan membran komposit nilon-arang lainnya. Intensitas serapan yang paling besar menunjukkan bahwa membran

komposit nilon-arang dengan fraksi massa 7% merupakan fraksi massa terbaik yang dihasilkan dari penelitian ini.

Berdasarkan Tabel 4.2, terdapat tiga gugus fungsi yang memiliki nilai absorbansi yang besar diantaranya *secondary amide N-H bending*, *primary amide C=O stretching* dan *secondary amide N-H stretching*. Nilai absorbansi yang besar menunjukkan bahwa gugus fungsi tersebut memiliki ikatan molekul yang kuat sehingga membutuhkan energi besar supaya molekul tersebut dapat bervibrasi. Sedangkan gugus fungsi yang memiliki nilai absorbansi yang kecil diantaranya *tertiary amide (crystalline band)*, *CH₂ symmetric stretching*, dan *CH₂ asymmetric stretching*. Nilai absorbansi yang kecil menunjukkan bahwa gugus fungsi tersebut memiliki ikatan molekul yang lemah sehingga hanya membutuhkan sedikit energi supaya molekul tersebut dapat bervibrasi.

Gugus fungsi *tertiary amide (crystalline band)*, *secondary amide N-H bending*, *primary amide C=O stretching*, *CH₂ symmetric stretching*, *CH₂ asymmetric stretching*, dan *secondary amide N-H stretching* merupakan gugus dari amida. Sedangkan gugus fungsi *C=C stretching* merupakan gugus dari alkenes. Keberadaan gugus amida dan gugus alkena menunjukkan bahwa membran komposit nilon-arang yang dihasilkan masih memiliki unsur penyusun limbah jaring benang nilon dan ampas tebu. Senyawa organik merupakan senyawa kimia dimana satu atau lebih atom karbon berikatan kovalen dengan atom unsur lain seperti hidrogen, oksigen dan nitrogen. Menurut Stuart (2004), gugus amida merupakan bagian dari senyawa yang mengandung N (nitrogen), sedangkan gugus alkena merupakan bagian dari senyawa hidrokarbon. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa membran komposit nilon-arang yang dihasilkan merupakan senyawa organik.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi FTIR Membran Komposit Nilon-Arang Berbahan Dasar Limbah Jaring Benang Nilon dan Ampas Tebu”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Wenny Maulina, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam membantu penulisan skripsi ini;
2. Drs. Yuda Cahyoargo H, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji Utama sekaligus Dosen Pembimbing Akademik, dan Endhah Purwandari, S.Si., M.S.i., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini;
3. Kedua orang tua, Bapak Ramli dan Ibu Pipin Jupiana sekeluarga yang telah memberikan dukungan dan doa demi terselesaikannya skripsi ini;
4. Tim TA Biofisika serta teman-teman (Fida, Septi, Ririn, Ismi, Amalia, Zilmi, Nurmania, Imama, Putri, dan Tutus) yang membantu penulis dalam penelitian;
5. Sahabat-sahabat (Jamaludin, Yubi, Fauzi, Aprizal, Ary, Lukman, Alvin, Vino dan Taufik) serta keluarga Physicopat 13 Hz yang memberikan dukungan semangat dan motivasi;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Jember, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUT.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Membran Nilon	5
2.2 Ampas Tebu	6
2.3 Arang Aktif	8
2.4 <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	9
BAB 3. METODE PENELITIAN	13
3.1 Rancangan Kegiatan Penelitian	13
3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian	14
3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukurannya..	14

3.4 Kerangka Pemecahan Masalah	15
3.4.1 Tahap Pembuatan Arang Aktif.....	15
3.4.2 Tahap Sintesis Membran.....	16
3.4.3 Tahap Karakterisasi Membran	17
3.5 Metode Analisis Data	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Karakterisasi FTIR pada Membran Nilon (Kontrol)	20
4.2 Karakterisasi FTIR pada Membran Komposit Nilon-Arang dengan Fraksi Massa 7%	22
4.3 Karakterisasi FTIR pada Membran Komposit Nilon-Arang dengan Fraksi Massa 8%	23
4.4 Karakterisasi FTIR pada Membran Komposit Nilon-Arang dengan Fraksi Massa 10%	25
4.5 Karakterisasi FTIR pada Membran Komposit Nilon-Arang dengan Fraksi Massa 11%	27
4.6 Perbandingan Karakterisasi FTIR pada Membran Nilon dan Membran Komposit Nilon-Arang	28
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

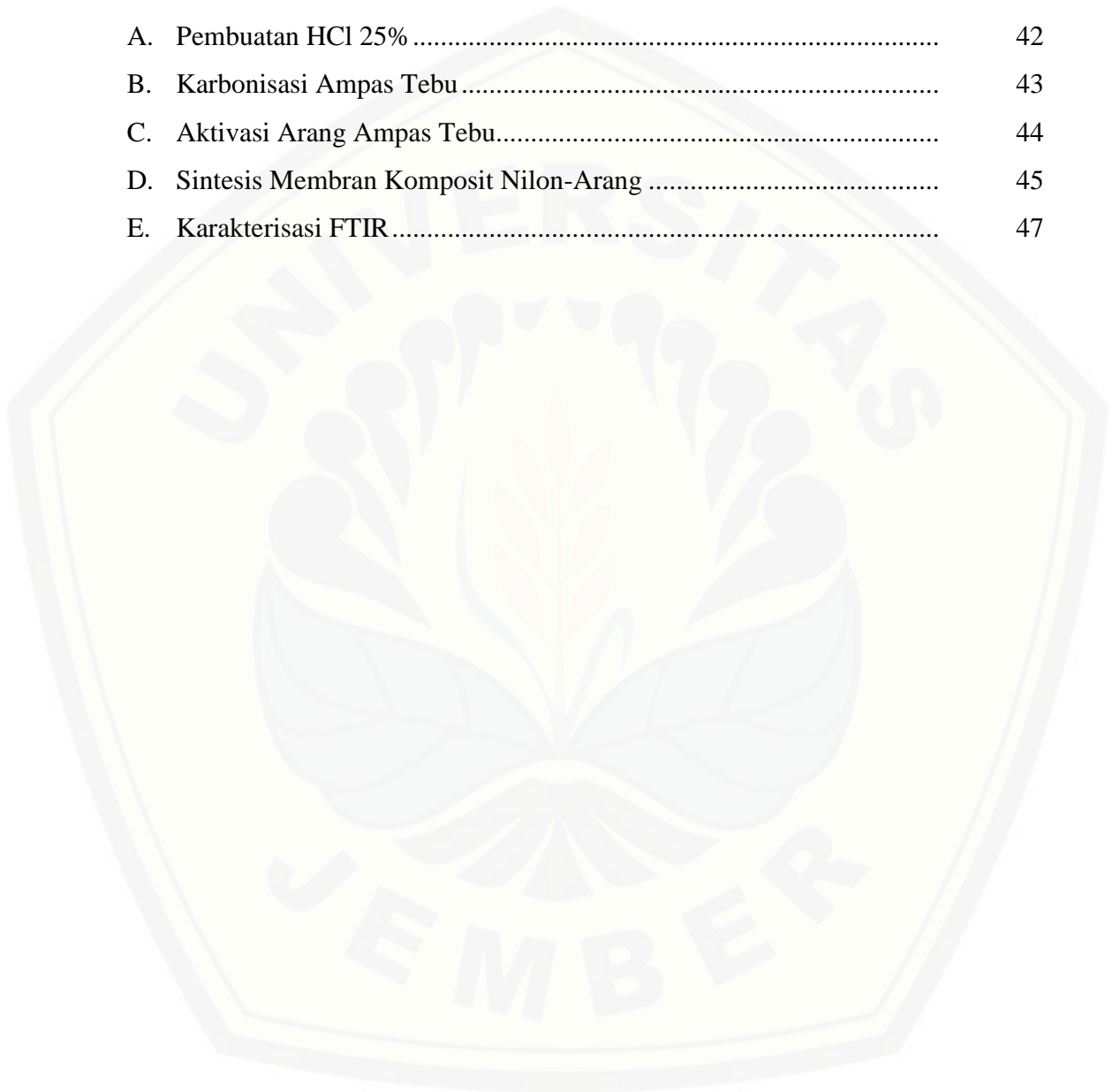
	Halaman
2.1 Pembagian panjang gelombang pada radiasi inframerah.....	10
3.1 Karakterisasi FTIR berdasarkan bilangan gelombang dan gugus fungsi..	18
4.1 Gugus fungsi hasil karakterisasi FTIR membran nilon dan membran komposit nilon-arang	31
4.4 Nilai absorbansi setiap sampel membran nilon dan membran komposit nilon-arang	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Limbah pertanian ampas tebu	7
2.2 Prinsip kerja FTIR	11
2.3 Sistem optik spektrofotometer FTIR	11
3.1 Diagram alir kerangka pemecahan masalah	15
4.1 Spektrum gugus fungsi membran nilon Sampel A (kontrol).....	20
4.2 Spektrum gugus fungsi membran komposit nilon-arang dengan fraksi massa 7%	24
4.3 Spektrum gugus fungsi membran komposit nilon-arang dengan fraksi massa 8%	26
4.4 Spektrum gugus fungsi membran komposit nilon-arang dengan fraksi massa 10%	28
4.5 Spektrum gugus fungsi membran komposit nilon-arang dengan fraksi massa 11%	30
4.6 Perbandingan spektrum gugus fungsi membran nilon dan membran komposit nilon-arang	33

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Pembuatan HCl 25%	42
B. Karbonisasi Ampas Tebu	43
C. Aktivasi Arang Ampas Tebu.....	44
D. Sintesis Membran Komposit Nilon-Arang	45
E. Karakterisasi FTIR.....	47



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi membran pada beberapa tahun terakhir telah dikembangkan secara pesat, baik dalam skala laboratorium maupun skala komersial. Pada tahun 2003 total penjualan membran di seluruh dunia mencapai sekitar US\$ 20 juta (Baker, 2004). Teknologi membran memberikan solusi yang menjanjikan bagi permasalahan yang dihadapi oleh industri dan dapat memenuhi tujuan intensifikasi proses karena memiliki potensi untuk menggantikan teknologi konvensional, memfasilitasi transfer komponen spesifik secara selektif dan efisien serta meningkatkan kinerja proses reaksi (Drioli *et al.*, 2017). Pengembangan teknologi membran tersebut meliputi pembuatan dan fabrikasi membran, pemisahan gas, desalinasi air laut, proses membran distilasi dan kristalisasi, aplikasi medis dan rekayasa jaringan serta pengembangan proses-proses berbasis membran lainnya. Oleh karena itu, pengembangan teknologi membran diharapkan memberikan manfaat bagi pertumbuhan pembangunan industri secara berkelanjutan (Wenten, 2016).

Salah satu kendala pengembangan teknologi membran adalah bahan baku utama dalam fabrikasi membran. Membran banyak dibuat dari bahan polimer dan keramik. Namun bahan membran keramik sangat mahal, mudah rapuh dan sulit untuk diproduksi. Sedangkan membran polimer harganya lebih murah, mudah dibentuk, mudah dilenturkan dan banyak digunakan dalam industri (Lai *et al.*, 2014). Beberapa jenis polimer yang sering digunakan dalam pembuatan membran diantaranya selulosa asetat, polisulfon dan poliamida (Suhendi, 2007). Nilon merupakan salah satu polimer termoplastik yang paling serbaguna dan digunakan dalam berbagai aplikasi. Nilon merupakan salah satu senyawa poliamida (Bak *et al.*, 2010). Nilon banyak dipilih sebagai matriks polimer karena relatif murah, tahan terhadap korosi, membentuk campuran yang homogen ketika digabungkan dengan pelarut yang cocok, memiliki kestabilan sifat listrik dan mekanik yang baik jika berinteraksi dengan karbon (Chen dan Kuo, 2006).

Pada penelitian ini bahan baku nilon untuk pembuatan membran digunakan limbah jaring benang nilon. Pemilihan limbah sebagai bahan baku pembuatan membran karena jaring benang nilon ini mudah diperoleh khususnya di kawasan pesisir pantai. Pantai Puger merupakan salah satu daerah di Kabupaten Jember dengan mayoritas penduduknya bermata pencaharian sebagai nelayan. Hal ini ditandai dengan adanya Tempat Pelelangan Ikan (TPI) di Puger yang menjadi tempat pelelangan ikan terbesar di Kabupaten Jember. Nelayan menggunakan jaring ikan ataupun alat pancing saat mencari ikan. Limbah benang nilon dari jaring ikan yang rusak, biasanya dibuang ditempat sampah atau dibiarkan berserakan disekitar pantai. Nilon termasuk material yang sulit diuraikan secara alami, sehingga pemanfaatan limbah jaring benang nilon dibutuhkan dalam upaya kelestarian alam dikawasan pesisir pantai.

Nilon memiliki stabilitas termal dan kekuatan mekanik yang baik jika berinteraksi dengan unsur karbon dibandingkan dengan polimer lainnya. Unsur karbon pada arang dapat dibuat dari berbagai bahan baku seperti ampas tebu, sekam padi, tempurung kelapa, batu bara dan lain-lain. Ampas tebu merupakan limbah pertanian organik yang dihasilkan dari pengolahan gula tebu. Badan Pusat Statistik Jember pada tahun 2008 mencatat bahwa terdapat 491 hektar lahan budidaya tebu di Kecamatan Semboro. Di kawasan tersebut juga terdapat Pabrik Gula (PG) Semboro yang mengolah tebu menjadi gula pasir dalam skala besar dengan kemampuan giling mencapai 70.000 kwintal atau 7000 ton setiap hari (Sholikhah dan Sholahuddin, 2014). Setiap satu batang tebu yang diolah menghasilkan sekitar 90% ampas tebu, sedangkan hanya sebagian dari ampas tebu tersebut telah dimanfaatkan diantaranya sebagai sumber bahan bakar, namun selebihnya masih menjadi limbah yang perlu penanganan lebih serius untuk diolah kembali (Li-An'Amie dan Nugraha, 2014). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis membran komposit nilon-arang dengan menggunakan bahan dari limbah jaring benang nilon dan ampas tebu. Penggunaan limbah sebagai bahan baku pembuatan membran diharapkan menjadi solusi untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

Penelitian tentang sintesis membran komposit nilon-arang telah berhasil dilakukan oleh Maulina (2016), dimana 6,0 g benang nilon yang ditambahkan dengan 0,75 g arang ampas tebu merupakan komposisi terbaik pada membran komposit nilon-arang yang dibuat dengan ukuran pori membran yang dihasilkan sebesar $4,75\mu\text{m}$. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka pada penelitian ini dilakukan optimalisasi proses sintesis membran komposit nilon-arang dengan membandingkan hasil sintesis dari limbah jaring benang nilon sebagai kontrol dengan limbah jaring benang nilon yang ditambahkan arang aktif dari limbah pertanian ampas tebu. Fraksi massa arang aktif yang ditambahkan pada nilon, kemudian divariasikan sehingga dapat memberikan informasi terkait karakteristik membran komposit nilon-arang yang dihasilkan. Adapun karakterisasi yang diukur dalam penelitian ini adalah karakterisasi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi dari membran komposit nilon-arang yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh penambahan arang aktif ampas tebu terhadap karakteristik membran komposit nilon-arang menggunakan FTIR?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian pada rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan arang aktif ampas tebu terhadap karakteristik membran komposit nilon-arang menggunakan FTIR.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini diantaranya:

- a. Bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan alam dibidang fisika khususnya biofisika membran dalam pembuatan membran komposit nilon-arang yang bersumber dari limbah jaring benang nilon dan ampas tebu.

- b. Dihasilkannya membran komposit nilon-arang dengan biaya produksi yang lebih ekonomis dan diharapkan menjadi alternatif dalam mengurangi permasalahan limbah industri pertanian, khususnya limbah ampas tebu disekitar Pabrik Gula dan limbah jaring benang nilon dikawasan pantai.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Membran Nilon

Membran didefinisikan sebagai suatu selaput semipermeabel berupa lapisan tipis yang berada diantara dua fasa dengan karakter yang berbeda. Fasa pertama berupa larutan pengumpan (*feed*) yaitu larutan yang akan dipisahkan dari kotoran. Fasa kedua berupa larutan hasil penyaringannya yang disebut *permeate*. Membran berfungsi sebagai penghalang (*barrier*) diantara dua fasa yang dapat menahan molekul tertentu dan melewatkan molekul lainnya (Juansah *et al.*, 2012; Sihotang, 2014).

Menurut Baker (2004), klasifikasi membran berdasarkan ukuran porinya dibedakan menjadi:

- a. Konvensional filtrasi yaitu membran yang memiliki ukuran pori antara 10 μm sampai 100 μm .
- b. Mikrofiltrasi yaitu membran yang memiliki ukuran pori antara 0,1 μm sampai 10 μm .
- c. Ultrafiltrasi yaitu membran yang memiliki ukuran pori antara 0,001 μm sampai 0,1 μm .
- d. Reverse osmosis yaitu membran yang memiliki ukuran pori 0,0001 μm sampai 0,001 μm .

Teknologi membran merupakan salah satu teknik yang sering digunakan dalam proses pemisahan. Terdapat beberapa keuntungan pada proses pemisahan menggunakan teknologi membran diantaranya: dapat berlangsung pada suhu kamar dan dalam proses pemisahannya berlangsung secara sederhana. Selain itu saat dipisahkan secara fisis maupun kimia, sifat zat yang dipisahkan tidak menimbulkan perubahan sifat (degradasi) dari zat itu sendiri (Pratomo, 2003). Berbagai penelitian telah dilakukan dalam upaya mengembangkan teknologi membran, salah satunya yaitu inovasi dalam penggunaan polimer sebagai bahan baku pembuatan membran. Beberapa jenis polimer yang sering digunakan dalam

pembuatan membran saat ini diantaranya selulosa asetat, polisulfon dan poliamida (Suhendi, 2007). Jenis polimer yang digunakan pada penelitian ini yaitu poliamida.

Nilon merupakan jenis poliamida yang mudah dijumpai, terutama dalam bentuk benang karena benang nilon banyak digunakan dalam industri. Menurut Stevens (2007), dari total produksi serat hampir 25% diantaranya merupakan produksi nilon. Nilon merupakan membran hidrofilik yang terbentuk dari unit ulangan ikatan amida sehingga disebut juga poliamida. Nilon memiliki sifat fisik, kimia, dan mekanik yang sangat baik, antara lain memiliki ketahanan terhadap pH tinggi, suhu tinggi, dan memiliki distribusi ukuran pori yang kecil (Narang *et al.*, 2011). Nilon dapat digolongkan menjadi nilon aromatik dan linear. Nilon aromatik adalah nilon yang memiliki gugus aromatik pada unit ulangannya, contoh: nilon-6,6. Pada nilon linear, unit ulangannya tersusun dari rantai lurus, misalnya nilon-6. Nilon-6 merupakan kelas komersial dari nilon yang dicetak. Nilon-6 banyak digunakan sebagai polimer di bidang teknik untuk pembuatan serat dan film (Gunavathi *et al.*, 2012).

2.2 Ampas Tebu

Tanaman tebu merupakan jenis tanaman yang tergolong tanaman perdu. Tanaman tebu dapat tumbuh secara ideal di daerah dengan suhu antara 24⁰C sampai dengan 34⁰C, sehingga tebu dapat tumbuh di daerah tropika dan subtropika pada 19⁰ LU – 35⁰ LS. Batang tebu memiliki diameter 3.10⁻²m – 5.10⁻²m dan tinggi batang 2 m – 5 m. Klasifikasi tanaman tebu sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledone
Ordo : Graminales
Famili : Graminae
Genus : Saccharum
Species : *Saccharum officinarum*

Adapun lahan yang sesuai untuk tanaman tebu yaitu pada ketinggian kurang dari 500 m di atas permukaan laut, sedangkan pertumbuhan tanaman tebu kurang maksimal pada ketinggian lebih dari 1200 m di atas permukaan laut (Indrawanto *et al.*, 2010).

Sebagian besar wilayah di Kabupaten Jember berada pada ketinggian antara 0 m – 500 m dengan suhu berkisar antara 23⁰C sampai 31⁰C, sehingga tanaman tebu merupakan salah satu komoditas unggulan di Kabupaten Jember karena kondisi tersebut memungkinkan tanaman tebu mengalami pertumbuhan yang maksimal. Hal ini juga ditandai dengan adanya Pabrik Gula (PG) Semboro di Kecamatan Semboro Kabupaten Jember yang mengolah tanaman tebu menjadi gula. Selain menghasilkan nira tebu, proses penggilingan tanaman tebu juga menghasilkan limbah industri pertanian yang disebut ampas tebu.

Baggase atau ampas tebu merupakan limbah organik yang mudah ditemukan disekitar pabrik pengolahan gula berbahan dasar tebu yang berada diseluruh Indonesia. Pada dasarnya ampas tebu memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi jika diolah menjadi sesuatu yang bermanfaat, misalnya diolah menjadi arang aktif. Selain mudah didapatkan, *baggase* juga bersifat biodegradabel artinya material tersebut mudah terdegradasi secara alami (Yudo dan Jatmiko, 2008). Ampas tebu dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Limbah pertanian ampas tebu (Sumber: Chandel *et al.*, 2011)

Selama ini hampir disetiap pabrik gula biasanya memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar pemasakan nira tebu. Ampas tebu juga dimanfaatkan oleh pabrik kertas sebagai *pulp* yang merupakan bahan campuran dalam pembuatan kertas. Masyarakat disekitar pabrik gula biasanya memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan dasar dalam pembuatan arang briket. Namun pemanfaatannya masih belum maksimal sehingga dibutuhkan tempat penyimpanan ampas tebu yang luas. Dampak negatif dari penumpukan ampas tebu dapat mengakibatkan kebakaran, dikarenakan kandungan gula, serat, air dan mikroba dalam ampas tebu akan terfermentasi kemudian melepaskan panas. Pada beberapa pabrik gula sering terjadi kebakaran yang diakibatkan dari penumpukan ampas tebu (Nugraha, 2013). Berdasarkan permasalahan tersebut, diharapkan pemanfaatan ampas tebu sebagai sintesis membran komposit nilon-arang dapat menjadi alternatif dalam mengurangi permasalahan limbah industri pertanian, khususnya limbah ampas tebu disekitar pabrik gula.

2.3 Arang Aktif

Arang aktif merupakan suatu jenis karbon yang memiliki daya serap yang baik terhadap molekul senyawa organik dan senyawa anorganik. Kemampuan daya serap tersebut dikarenakan bahan yang digunakan mengandung banyak karbon dan struktur morfologinya berpori. Terdapat beberapa bahan yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan arang diantaranya serbuk kayu, sekam padi, tempurung kelapa, tulang binatang, dan *baggase* (ampas tebu). Arang dari bahan-bahan tersebut dapat dijadikan arang aktif setelah melalui proses aktivasi (Lempang, 2014).

Proses pembuatan arang aktif dibagi menjadi dua tahap, yaitu proses karbonisasi dan proses aktivasi (Maulinda *et al.*, 2015). Proses karbonisasi merupakan proses pengeluaran senyawa non karbon sehingga selulosa organik dapat diuraikan menjadi unsur karbon. Tahap aktivasi pada pembuatan arang aktif dibagi menjadi tahap aktivasi secara kimia dan tahap aktivasi secara fisika. Prinsip dari aktivasi secara kimia yaitu dilakukan perendaman arang ke dalam senyawa kimia sebelum arang tersebut dipanaskan menggunakan oven. Prinsip dari aktivasi

secara fisika yaitu mengalir uap air, gas CO₂, N₂, dan O₂ ke dalam *retort* (tungku pembakar) yang berisi arang dan dipanaskan pada suhu sekitar 800⁰C sampai 1000⁰C. Secara umum proses aktivasi merupakan suatu proses pembentukan dan penyusunan karbon sehingga pori-porinya dapat membesar (Lempang, 2014).

Kandungan karbon pada arang aktif mencapai 85% – 95%. Hal ini disebabkan bahan-bahan yang mengandung karbon mengalami pemanasan pada suhu tinggi sehingga pori-pori pada bahan tersebut dapat terbuka. Arang aktif memiliki kemampuan daya serap yang dipengaruhi oleh ukuran pori-pori karbon aktif tersebut (Maulinda *et al.*, 2015). Berdasarkan bentuknya, arang aktif dibedakan menjadi arang aktif berbentuk granular (butiran) dan arang aktif berbentuk serbuk (powder). Arang aktif granular memiliki ukuran partikel 0,8 mm – 1,2 mm, sedangkan arang aktif serbuk memiliki ukuran 5 μm – 10 μm (Shofa, 2012).

Adapun sifat dari arang aktif diantaranya berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan memiliki kemampuan daya serap yang lebih tinggi dibandingkan arang yang masih belum melalui proses aktivasi (Maulinda *et al.*, 2015). Arang aktif juga bersifat higroskopis yaitu memiliki kemampuan untuk menyerap molekul air. Jika ditinjau dari gugus fungsinya, arang aktif memiliki gugus fungsi karbonil, karboksil, fenol dan gugus eter. Gugus fungsi tersebut tergantung dari bahan baku yang digunakan dan proses aktivasi yang dilakukan (Lempang, 2014).

2.4 Fourier Transform Infrared (FTIR)

Spektroskopi merupakan suatu teknik eksperimental yang relatif mudah untuk mendapatkan spektrum dari sampel dalam bentuk cairan, padat ataupun gas yang akan di uji (Stuart, 2004). Pada penelitian ini akan dilakukan karakterisasi menggunakan jenis spektroskopi inframerah (IR) yang memiliki panjang gelombang (λ) berkisar 0,78 μm sampai 1000 μm. Spektroskopi IR memiliki dua variasi diantaranya metode dispersif dan metode Fourier Transform (FT). Metode dispersif merupakan metode yang lebih awal dibandingkan metode FT. Prisma atau kisi yang dipakai pada metode dispersif digunakan untuk mendispersikan radiasi inframerah. Sementara pada metode FT menggunakan prinsip dari

interferometer. Metode FT memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode dispersif diantaranya dapat mencakup sampel yang berukuran kecil, pada peralatan ini dilengkapi dengan komputer dengan kemampuan menyimpan dan memanipulasi spektrum (Stevens, 2007).

FTIR merupakan salah satu teknik spektroskopi optik yang secara efektif dapat memberikan informasi tentang komposisi kimia bahan pada tingkat molekular. FTIR digunakan untuk menentukan gugus fungsi kimia dari senyawa organik dan anorganik (Bunaciu *et al.*, 2015). Hampir semua senyawa menunjukkan karakteristik penyerapan atau emisi di daerah spektrum IR. Dengan demikian, FTIR dapat digunakan untuk menganalisis senyawa baik secara kuantitatif maupun kualitatif (Simonescu, 2012).

Salah satu alat yang digunakan dalam karakterisasi spektroskopi IR yaitu spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Sampel yang akan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR akan diperoleh data berupa bilangan gelombang (cm^{-1}) dan transmitansi (%) (Miftahatul, 2013). Menurut Joni (2007), bilangan gelombang (cm^{-1}) merupakan jumlah panjang gelombang per cm sehingga dapat dinyatakan bahwa bilangan gelombang berbanding terbalik dengan panjang gelombang yang diserap detektor. Hal ini dapat ditunjukkan pada persamaan (1):

$$\nu = \frac{1}{\lambda} \quad (1)$$

Keterangan:

ν = bilangan gelombang (cm^{-1})

λ = panjang gelombang (μm)

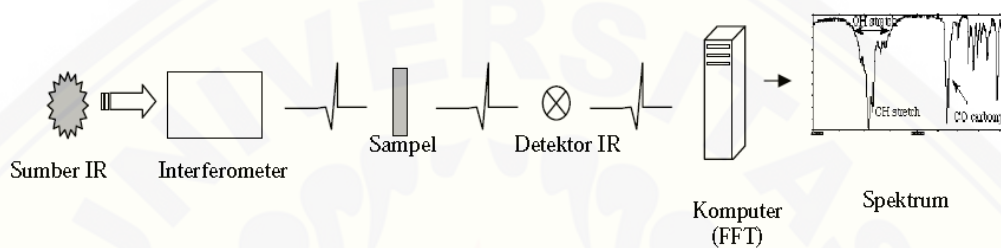
Sementara panjang gelombang pada radiasi inframerah dibagi menjadi tiga bagian, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pembagian panjang gelombang pada radiasi inframerah

Daerah	Panjang Gelombang (μm)	Bilangan-Gelombang (cm^{-1})
<i>near</i> (dekat)	0,78 – 2,5	12800 – 4000
<i>middle</i> (menengah)	2,5 – 50	4000 – 200
<i>far</i> (jauh)	50 – 1000	200 - 10

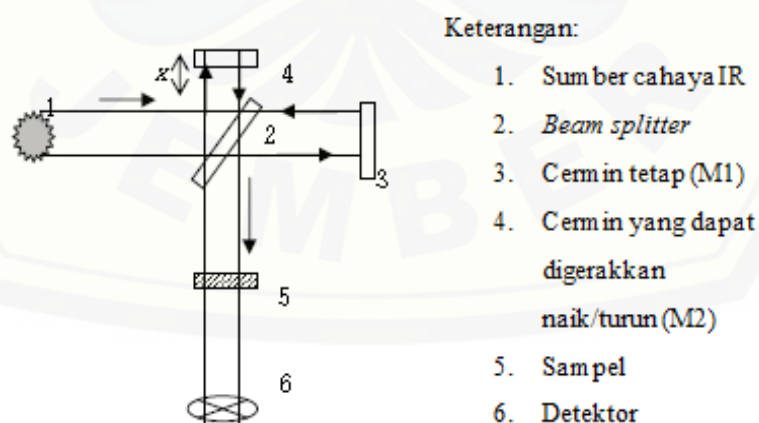
(Sumber: Joni, 2007)

Prinsip kerja FTIR secara umum dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2. Interferometer dapat mengubah cahaya IR yang polikromatik menghasilkan beberapa berkas cahaya membentuk sinyal interferogram. Gelombang tersebut dilewatkan pada sampel dan ditangkap oleh detektor yang terhubung ke komputer sehingga dihasilkan gambaran spektrum sampel yang di uji. Spektrum tersebut menunjukkan hubungan antara intensitas serapan sampel dan bilangan gelombang (Sabrina, 2011; Suseno dan Firdausi, 2008).



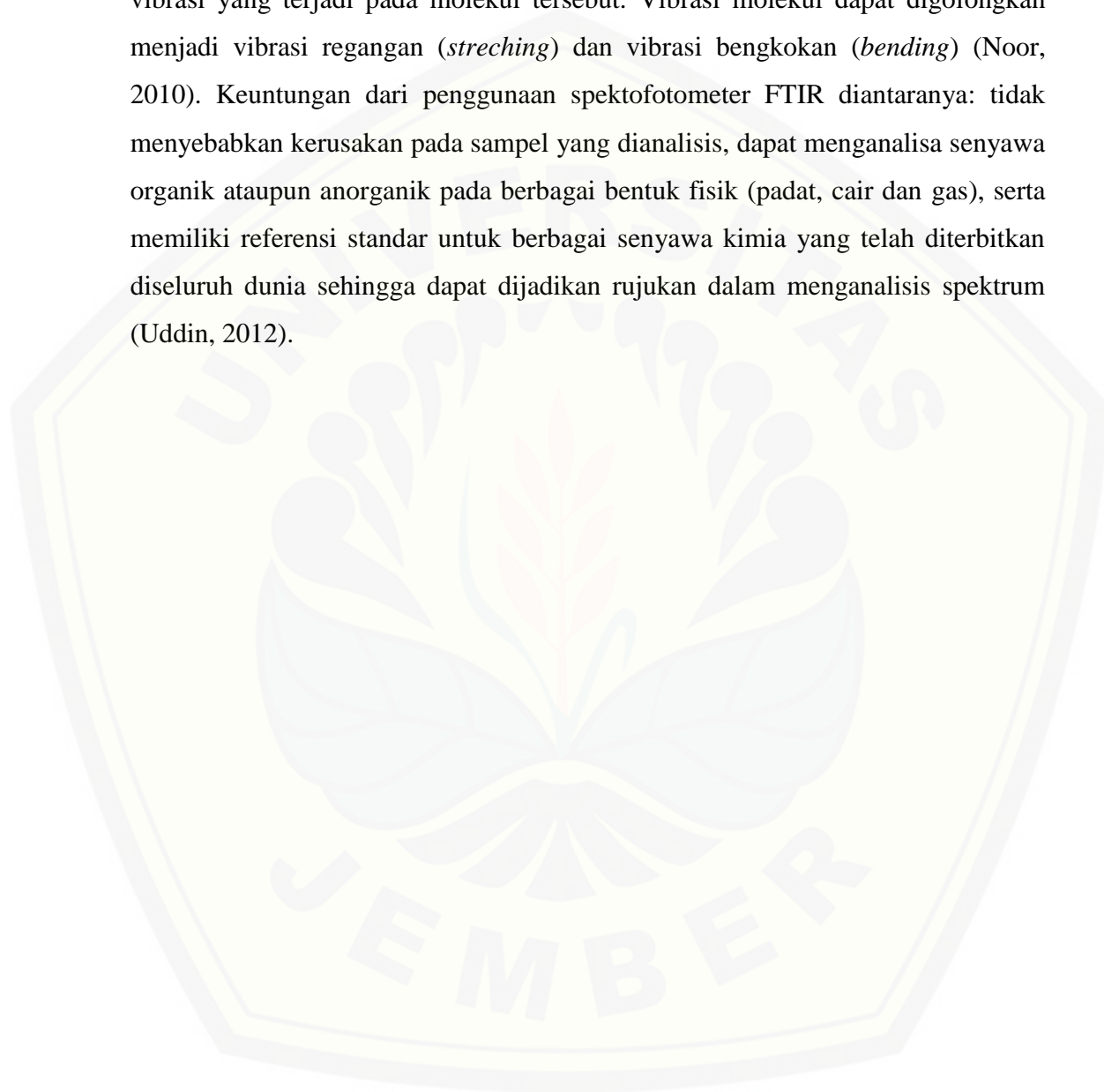
Gambar 2.2 Prinsip kerja FTIR (Sumber: Suseno dan Firdausi, 2008)

Sistem optik spektrofotometer FTIR yaitu menggunakan prinsip kerja interferometer seperti yang terlihat pada Gambar 2.3. Cahaya yang jatuh pada pemisah berkas (*beam splitter*) akan ditransmisikan sebagian gelombang menuju cermin tetap M1 dan sebagian lagi dipantulkan menuju cermin M2. Kedua berkas bergabung kembali di *beam splitter* kemudian dipancarkan ke sampel dan diterima oleh detektor (Sabrina, 2011).



Gambar 2.3 Sistem optik spektrofotometer FTIR (Sumber: Suseno dan Firdausi, 2008)

Setiap sampel yang diuji memiliki senyawa yang menyerap energi dari cahaya inframerah sehingga molekul tersebut akan tereksitasi ke tingkatan energi yang lebih tinggi. Penyerapan energi tersebut mengakibatkan perubahan energi vibrasi yang terjadi pada molekul tersebut. Vibrasi molekul dapat digolongkan menjadi vibrasi regangan (*stretching*) dan vibrasi bengkokan (*bending*) (Noor, 2010). Keuntungan dari penggunaan spektrofotometer FTIR diantaranya: tidak menyebabkan kerusakan pada sampel yang dianalisis, dapat menganalisa senyawa organik ataupun anorganik pada berbagai bentuk fisik (padat, cair dan gas), serta memiliki referensi standar untuk berbagai senyawa kimia yang telah diterbitkan diseluruh dunia sehingga dapat dijadikan rujukan dalam menganalisis spektrum (Uddin, 2012).



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan memanfaatkan limbah jaring benang nilon dan ampas tebu sebagai bahan baku sintesis membran komposit nilon-arang. Karakterisasi membran komposit nilon-arang dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui spektrum gugus fungsi dari membran komposit nilon-arang yang dihasilkan.

Kegiatan penelitian yang dilakukan terdiri dari tiga tahap, yaitu: tahap pembuatan arang aktif, tahap sintesis membran, dan tahap karakterisasi membran. Proses pembuatan arang dilakukan di Laboratorium Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Proses sintesis membran komposit nilon-arang dilakukan di Laboratorium Biofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Sedangkan karakterisasi membran dibagi menjadi dua, yaitu karakterisasi FTIR dilakukan di Laboratorium Komputasi, Jurusan Fisika, Institut Teknologi Bandung.

Penelitian diawali dengan studi pustaka dari berbagai sumber yang merupakan langkah observasi terhadap topik kegiatan yang akan diteliti. Kemudian dilanjutkan dengan tahap persiapan alat dan bahan yang akan digunakan. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya neraca analitik, oven, *furnace 1400 Barnstead Thermolyne*, cawan petri, gelas ukur, gelas piala, sudip, *magnetic stirrer*, pipet tetes, pipet volumetrik, plat kaca, nampan, ayakan berukuran 200 mesh, kertas saring, *aluminium foil*, dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) *Routine spectrometers*. Sedangkan bahan yang digunakan diantaranya limbah jaring benang nilon, limbah pertanian ampas tebu, NaOH, HCl, aceton, dan aquades.

Tahap pembuatan arang aktif diawali dengan pengambilan limbah ampas tebu di pabrik gula Semboro. Sintesis arang aktif dibagi menjadi dua proses yaitu karbonisasi dan aktivasi. Setelah proses sintesis arang, dilanjutkan pada proses

sintesis membran yang dibuat dengan menggunakan metode inversi fasa yaitu perubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi fasa padatan. Membran komposit nilon-arang yang dihasilkan, kemudian dipotong dengan ukuran $(8 \times 4) \text{ cm}^2$ untuk dikarakterisasi spektrum gugus fungsi kimia menggunakan spektroskopi FTIR.

3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh langsung dari hasil eksperimen. Jenis data penelitian yang digunakan yaitu data kuantitatif berupa data bilangan gelombang dan absorbansi dari gugus fungsi membran komposit nilon-arang berdasarkan hasil karakterisasi FTIR. Data kuantitatif yang diperoleh tersebut akan direpresentasikan dalam bentuk grafik.

3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukurannya

Variabel pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

1) Variasi fraksi massa arang aktif

Fraksi massa arang aktif yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 7%, 8%, 10% dan 11% dari massa total. Massa total yang digunakan yaitu 6,45 g; 6,55 g; 6,65 g; 6,75 g dengan massa nilon 6 g untuk masing-masing fraksi massa.

2) Ukuran arang aktif

Serbuk arang aktif yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari arang ampas tebu dengan ukuran partikel 200 mesh.

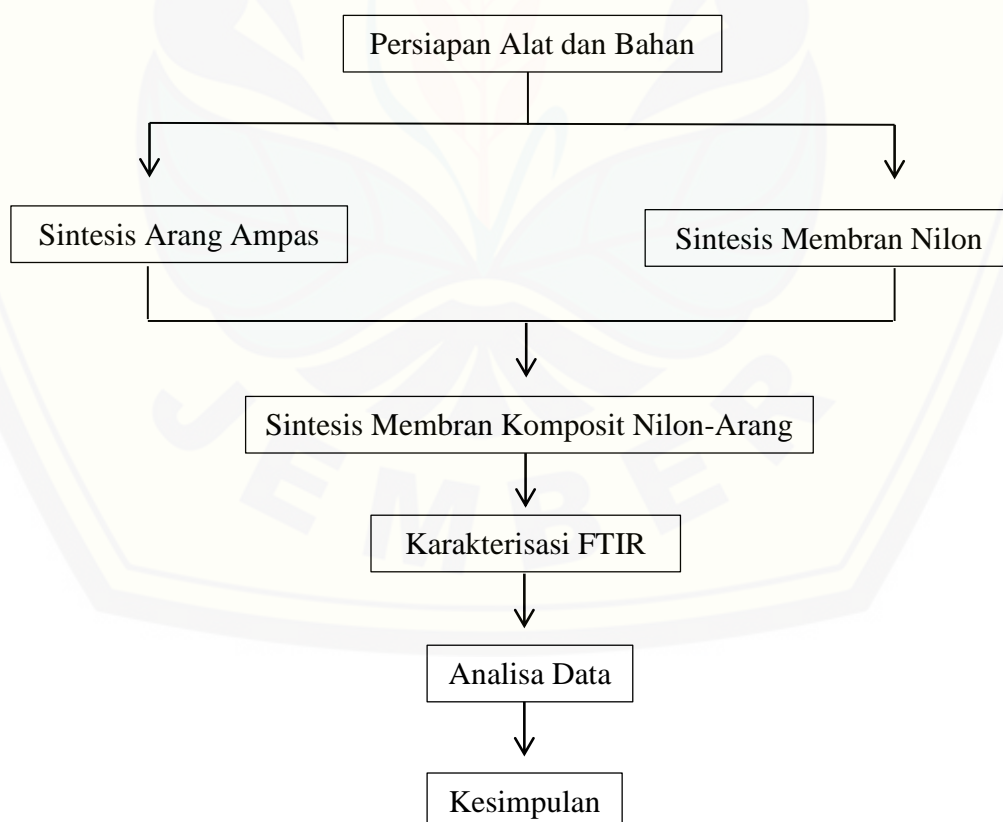
Skala pengukuran yang digunakan pada penelitian ini yaitu skala pengukuran rasio. Skala pengukuran rasio digunakan untuk menyatakan perbandingan hasil sintesis membran dari limbah jaring benang nilon yang ditambahkan arang aktif dari limbah ampas tebu. Perbandingan hasil tersebut dilihat dari hasil karakterisasi FTIR.

3.4 Kerangka Pemecahan Masalah

Kerangka pemecahan masalah dalam penelitian ini dijabarkan dalam beberapa tahapan kegiatan penelitian. Adapun tahapan penelitian yang telah dilakukan digambarkan melalui diagram alir penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1.

3.4.1 Tahap Pembuatan Arang Aktif

Tahap pembuatan arang aktif diawali dengan pengambilan limbah ampas tebu di PG Semboro. Limbah ampas tebu dibersihkan dengan air bersih untuk menghilangkan sisa kotoran, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Ampas tebu yang telah kering dipotong-potong menjadi berukuran ± 1 cm dan diblender. Selanjutnya dilakukan proses karbonisasi dengan dibakar di dalam furnace sampai menjadi arang pada suhu 275°C selama ± 2 jam. Arang ampas tebu yang terbentuk kemudian ditumbuk sampai halus dengan menggunakan mortar dan diayak dengan ayakan 200 mesh.



Gambar 3.1 Diagram alir kerangka pemecahan masalah

Tahapan selanjutnya dilakukan proses aktivasi arang dengan cara merendam arang ke dalam larutan NaOH 0,1 M yang ditutup dengan aluminium foil selama 24 jam. Setelah itu dipanaskan di atas *hotplate* pada suhu 100°C selama ± 1 jam. Campuran arang dan larutan NaOH kemudian disaring menggunakan kertas saring. Arang yang tertahan di kertas saring dicuci dengan HCl 0,1 M dan aquades, selanjutnya dikeringkan berulang kali pada suhu 100°C di dalam oven selama ± 2 jam hingga massanya konstan.

3.4.2 Tahap Sintesis Membran

Proses sintesis membran komposit nilon-arang dibuat menggunakan metode inversi fasa yaitu perubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi fasa padatan. Membran komposit nilon-arang dibuat dengan mencampurkan nilon dan arang aktif (arang ampas tebu). Proses sintesis membran menggunakan fraksi massa arang aktif sebesar 7%, 8%, 10% dan 11% dari massa total. Massa total yang digunakan yaitu 6,45 g; 6,55 g; 6,65 g; 6,75 g dengan massa nilon 6 g untuk masing-masing fraksi massa sehingga massa arang aktif ampas tebu yang digunakan yaitu 0,45 g; 0,55 g; 0,65 g; 0,75 g. Penggunaan massa nilon sebesar 6 g tersebut mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Maulina (2016) dimana pada massa nilon 6 g dihasilkan membran nilon yang paling baik.

Limbah jaring benang nilon dilarutkan ke dalam larutan HCl 25% sebanyak 20 ml dan aseton 2 ml. Kemudian arang aktif dimasukkan ke dalam larutan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 350 rpm selama ± 1 jam hingga larutan homogen. Larutan kemudian dicetak pada plat kaca dan diratakan menggunakan batang silinder spatula agar menjadi lapisan tipis. Membran yang sudah dicetak dimasukkan ke dalam nampan berisi aquades secara perlahan dan direndam selama 10 menit. Proses ini bertujuan untuk melepas membran dari plat kaca. Membran komposit nilon-arang yang terbentuk dikeringkan selama ± 12 jam untuk selanjutnya dilakukan proses karakterisasi.

3.4.3 Tahap Karakterisasi Membran

Karakterisasi FTIR dilakukan terhadap membran nilon dengan massa jaring benang nilon 6 g sebagai Sampel A (kontrol). Membran komposit nilon-arang dengan massa jaring benang nilon 6 g dan arang aktif ampas tebu 0,45 g (fraksi massa 7%) sebagai Sampel B1. Membran komposit nilon-arang dengan massa jaring benang nilon 6 g dan arang aktif ampas tebu 0,55 g (fraksi massa 8%) sebagai Sampel B2. Membran komposit nilon-arang dengan massa jaring benang nilon 6 g dan arang aktif ampas tebu 0,65 g (fraksi massa 9%) sebagai Sampel B3. Membran komposit nilon-arang dengan massa jaring benang nilon 6 g dan arang aktif ampas tebu 0,75 g (fraksi massa 7%) sebagai Sampel B4. Tahap karakterisasi membran menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui spektrum gugus fungsi dari membran komposit nilon-arang yang dihasilkan. Karakterisasi FTIR dilakukan dengan cara meletakkan sampel diantara beam splitter dan detektor. Sistem optik spektrofotometer FTIR yaitu menggunakan prinsip kerja interferometer. Cahaya yang jatuh pada pemisah berkas (*beam splitter*) akan mentransmisikan sebagian gelombang menuju cermin tetap M1 dan sebagian lagi dipantulkan menuju cermin M2. Kedua berkas digabungkan kembali di *beam splitter* kemudian dipancarkan ke sampel dan diterima oleh detektor (Sabrina, 2011). Detektor akan meneruskannya ke komputer sehingga menghasilkan tampilan spektrum sampel yang di uji.

3.5 Metode Analisis Data

Berdasarkan tahapan karakterisasi membran yang dilakukan, jenis data penelitian yang digunakan yaitu data kuantitatif. Data kuantitatif yang diperoleh berupa data bilangan gelombang (cm^{-1}) dan absorbansi dari gugus fungsi membran komposit nilon-arang dari hasil karakterisasi FTIR. Data kuantitatif yang diperoleh akan direpresentasikan dalam bentuk grafik. Spektrum yang ditampilkan dalam grafik selanjutnya dianalisis dengan cara dicocokkan sesuai dengan literatur untuk menentukan gugus fungsi dari membran komposit nilon-arang yang di karakterisasi. Data tersebut selanjutnya dianalisa untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah jaring benang nilon dan limbah ampas tebu pada

sintesis membran komposit nilon-arang terhadap interaksi antarmolekul yang ditunjukkan melalui spektrum gugus fungsi yang dihasilkan berdasarkan karakterisasi FTIR. Adapun acuan gugus fungsi dan bilangan gelombang yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Karakteristik FTIR berdasarkan bilangan gelombang dan gugus fungsi

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi	Gugus
3300 – 3250	<i>Secondary amide N–H stretching</i>	Amida
3190 – 3170	<i>Primary amide NH₂ symmetric stretching</i>	
3100 – 3060	<i>Secondary amide II overtone</i>	
~2950	<i>CH₂ asymmetric stretching</i>	
~2841	<i>CH₂ symmetric stretching</i>	
~1640	<i>Primary amide C=O stretching</i>	Hidrokarbon
1560 – 1530	<i>Secondary amide N–H bending,</i>	
~1202	<i>Amide III, crystalline band</i>	
1680 - 1600	<i>C=C stretching</i>	

(Sumber: Stuart, 2004 ; Pramanik *et al.*, 2015 ; Pardo *et al.*, 2013).

DAFTAR PUSTAKA

- Bak, H., S.Y Cho, Y.S Yun, H.J Jin. 2010. Electrically Conductive Transparent Films Based on Nylon 6 Membranes and Single-Walled Carbon Nanotubes. *Current Applied Physics*. 10: 468-472.
- Baker, R.W. 2004. *Membrane Technology and Applications. Second Edition*. California: Menlo Park.
- Bunaciu, A.A., V.D Hoang, H.Y.A Enein. 2015. Applications of FT-IR Spectrophotometry in Cancer Diagnostics. *Critical Reviews in Analytical Chemistry* 2(45): 156 – 165.
- Chen, C.K., J.K Kuo. 2006. Nylon 6/CB Polymeric Conductive Plastic Bipolar Plates for PEM Fuel Cells. *Journal of Applied Polymer Science*. 101: 3415-3421.
- Chandel, A.K., S.S Silva, W.Carvalho, Singh. 2011. Sugarcane Bagasse and Leaves: Foreseeable Biomass of Biofuel and Bio-products. *J Chem Technol Biotechnol*.
- Drioli, E., A. Ali, F. Macedonio. 2017. Membrane Operations for Process Intensification in Desalination. *Applied Sciences*. 7 (100): 1-14.
- Gunavathi, P., T. Ramachandran, K.P Chellamani. 2012. Characterization of Nanomembrane using nylon-6 and nylon-6/poly (ε-caprolactone) blend. *Indian Journal of Fibre & Textile Research* (37): 211 – 216.
- Indrawanto, C., Puwana., Siswanto., Syakir, M., Rumini, W. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. Jakarta: Eska Mandiri.
- Joni, I.M. 2007. *Pengantar Biospektroskopi*. Bandung: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran.

- Juansah, J., N. Cheriastiyana, K. Dahlan, Irmansyah. 2012. Sifat Listrik Membran Selulosa Asetat–Titanium Dioksida. *Jurnal Biofisika*. 8(1): 9-15.
- Lai, C.Y., A. Groth, S. Gray, M. Duke. 2014. Nanocomposites for improved Physical Durability of Porous PVDF Membranes. *Membranes*. 4: 55-78.
- Lempang, M. 2014. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Infi Teknis EBONI*. 11 (2): 65-80.
- Li-An'Amie, N.L., dan A. Nugraha. 2014. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Melalui Desain Produk Perlengkapan Rumah. *Jurnal Tingkat Sarjana Senirupa Dan Desain*. 1 (1): 1-7.
- Maulina, W. 2016. Kajian membran komposit nilon-arang melalui karakterisasi FTIR dan SEM. *JPFK (Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuaan)*. 2 (1): 56-60.
- Maulinda, L., ZA. Nasrul, DN. Sari. 2015. Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 4 (2): 11-19.
- Miftahatul, A.I., D. Hikmawati, Siswanto. 2013. Sintesis Membra Penyaring Logam Berat Timbal (Pb) di Udara Berbasis Selulosa Asetat dari Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Fisika dan Terapannya*. 1 (3): 1-13.
- Narang, J., N. Chauhan, A. Singh, C.S Pundir. 2011. A Nylon Membrane Based Amperometric Biosensor for Polyphenol Determination. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* 72: 276 – 281.
- Noor, I. 2010. Isolasi dan Karakterisasi β -Glukan dari Tubuh Buah Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan Metode Spektroskopi UV-Visibel dan FTIR. *Skripsi*. Jakarta: Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Negeri Syarif Hidayatullah.
- Nugraha, J.R. 2013. Karakteristik Termal Briket Arang Ampas Tebu dengan Variasi Bahan Perekat Lumpur Lapindo. *Skripsi*. Jember: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

- Pardo, F.N., G.M Barrera, A.L Hernandez, V.M Castano, J.L Armenta, F.M Rodriguez, C.V Santos. 2013. Effect on the Thermo-Mechanical and Crystallinity Properties of Nylon 6,6 Electrospun Fibres Reinforced with One Dimensional (1D) and Two Dimensional (2D) Carbon. *Materials*. 6: 3494-3513.
- Pramanik, N.K., M.S Alam, R.K Khandal. 2015. Electron Beam Irradiation of Nylon 66: Characterization by IR Spectroscopy and Viscosity Studies. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. 4(1) : 18547-18555.
- Pratomo, H. 2003. Pembuatan dan Karakterisasi Membran Komposit Polisulfon Selulosa Asetat untuk Proses Ultrafiltrasi. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*. 8 (3): 168-173.
- Sabrina, Q. 2011. Kajian Sifat Optis pada Glukosa Darah. *Skripsi*. Jakarta: Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Sihotang, T.Y. 2014. Kajian Membran Nilon pada Proses Filtrasi Bertahap Sistem *Cross-Flow* untuk Desalinasi Air Payau. *Skripsi*. Bogor: Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Simonescu, C.M. 2012. *Application of FTIR Spectroscopy in Environmental Studies*. Intech.
- Shofa. 2012. Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu dengan Aktivasi Kalium Hidroksida. *Skripsi*. Depok: Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Indonesia.
- Sholikhah, U., I. Sholahuddin. 2014. *IbM Kelompok Petani Tebu Rakyat di Kecamatan Semboro, Kabupaten Jember*. Jember: Universitas Jember.

Stevens, M.P. 2007. *Polymer Chemistry: An Introduction*. Oxford University Press, Inc. Terjemahan I. Sopyan. 2007. *Kimia Polimer*. Cetakan Kedua. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Stuart, B. 2004. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Suhendi, A. 2007. Pencirian membran Mikrofiltrasi Nilon-6. *Skripsi*. Bogor: Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.

Suseno, J.E. dan Firdausi K.S. 2008. Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi. *Berkala Fisika*. 11 (1) : 23 -28.

Uddin J. 2012. *Macro to Nano Spectroscopy*. Intech: Croatia.

Wenten, I.G. 2016. *Teknologi Membran: Prospek dan Tantangannya di Indonesia*. Bandung: Balai Pertemuan Ilmiah ITB.

Yudo, H. dan S. Jatmiko. 2008. Analisa teknis kekuatan mekanis material komposit berpenguat serat ampas tebu (*baggase*) ditinjau dari kekuatan tarik dan dampak. *Kapal*. 5 (2) : 95-101.