

# **SINTESIS KERTAS MEMBRAN BERBASIS SELULOSA ASETAT DENGAN METODE INVERSI FASA**

**ANGGA SAPUTRA**



**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Sintesis Kertas Membran Berbasis Selulosa Asetat dengan Metode Inversi Fasa.” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 12 Agustus 2025

Angga Saputra  
G7401211020



## ABSTRAK

ANGGA SAPUTRA Sintesis Kertas Membran Berbasis Selulosa Asetat dengan Metode Inversi Fasa. Dibimbing oleh SITI NIKMATIN dan HERIYANTO SYAFUTRA.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis kertas membran berbasis selulosa asetat dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menggunakan metode inversi fasa. TKKS dipilih karena mengandung selulosa tinggi, kadar lignin rendah, serta merupakan limbah biomassa yang melimpah dan biodegradable. Proses pembuatan terdiri atas tiga tahap utama, yaitu isolasi selulosa dari komponen lignoselulosa (lignin dan hemiselulosa), sintesis selulosa asetat melalui reaksi asetilasi menggunakan asam asetat dan anhidrida asetat, serta pembentukan kertas membran melalui pencampuran bahan polimer dengan pelarut dan aditif, kemudian dicetak menggunakan metode inversi fasa. Karakterisasi dilakukan terhadap struktur kimia, sifat mekanik, morfologi pori, sudut kontak, dan energi permukaan bebas. Hasil menunjukkan bahwa membran dengan konsentrasi selulosa asetat 15% (S2) memiliki performa terbaik, ditandai dengan struktur pori yang halus, energi permukaan tinggi, dan sifat mekanik yang seimbang. Penelitian ini menunjukkan bahwa TKKS memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif dalam pengembangan kertas membran yang ramah lingkungan sesuai standar ISO 7704.

Kata kunci: inversi fasa, kertas membran, selulosa asetat, TKKS.

## ABSTRACT

ANGGA SAPUTRA. Synthesis of Cellulose Acetate Based Membrane Paper by Phase Inversion Method. Supervised by SITI NIKMATIN and HERIYANTO SYAFUTRA.

This study aims to synthesize membrane paper based on cellulose acetate derived from oil palm empty fruit bunches (OPEFB) using the phase inversion method. OPEFB was selected due to its high cellulose content, low lignin content, and its abundance as a biodegradable biomass waste. The fabrication process consists of three main stages: cellulose isolation from lignocellulosic components (lignin and hemicellulose), cellulose acetate synthesis via acetylation reaction using acetic acid and acetic anhydride, and membrane paper formation through the mixing of polymer materials with solvent and additives, followed by casting using the phase inversion method. Characterizations were carried out on the chemical structure, mechanical properties, pore morphology, contact angle, and surface free energy. The results showed that the membrane with 15% cellulose acetate concentration (S2) exhibited the best performance, characterized by a smooth pore structure, high surface energy, and balanced mechanical properties. These findings indicate that OPEFB has strong potential as an alternative raw material in the development of environmentally friendly membrane paper in accordance with ISO 7704 standards.

Keywords: cellulose acetate, membrane paper, phase inversion, OPEFB.

# **SINTESIS KERTAS MEMBRAN BERBASIS SELULOSA ASETAT DENGAN METODE INVERSI FASA**

**ANGGA SAPUTRA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana pada  
Departemen Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**@Hak cipta milik IPB University**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**Tim Penguji pada Ujian Skripsi:**

- 1 Rima Fitria Adiati, S.T., M.T.**
- 2 Nur Aisyah Nuzulia, M.Si.**

Judul Skripsi : Sintesis Kertas Membran Berbasis Selulosa Asetat dengan Metode Inversi Fasa

Nama : Angga Saputra

NIM : G7401211020

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Siti Nikmatin, S.Si., M.Si.



Pembimbing 2:

Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si.

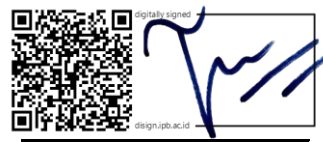


Diketahui oleh

Ketua Departemen Fisika:

Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya P, M.Si.

NIP. 197205191997021001



Tanggal Ujian: 16 Oktober 2025

Tanggal Lulus:



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2024 sampai bulan Juli 2025 ini ialah kertas membran berbasis selulosa asetat, dengan judul "Sintesis Kertas Membran Berbasis Selulosa Asetat dengan Metode Inversi Fasa"

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Siti Nikmatin S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing pertama dan Dr. Heriyanto Syafutra, M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing dan banyak memberikan saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing akademik Dr. Yessie Widya Sari, S.Si, M.Si, orang tua ayah dan ibu, serta bapak dan ibu dosen yang selalu memberi motivasi dan arahan, tak lupa kepada rekan laboratorium Atha Hadad Atsilah, Salsabila Yasmin Budi Putri, Naufal Luthfi Ahya dan Dea Syalwa Imelda yang telah membantu selama penelitian berlangsung dan di samping itu terima kasih juga untuk seluruh teman fisika Angkatan 58 dan sahabat-sahabat penulis yang telah memberikan dukungan, doa, dan arahnya. Penulis sadar bahwa penelitian ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan. Aamiin.

Bogor, 12 Agustus 2025

*Angga Saputra*

## DAFTAR ISI

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| DAFTAR TABEL                                                                   | ix |
| DAFTAR GAMBAR                                                                  | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN                                                                | ii |
| I PENDAHULUAN                                                                  | 1  |
| 1.1 Latar Belakang                                                             | 1  |
| 1.2 Rumusan Masalah                                                            | 2  |
| 1.3 Tujuan                                                                     | 2  |
| 1.4 Manfaat                                                                    | 2  |
| II TINJAUAN PUSTAKA                                                            | 3  |
| 2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit                                                 | 3  |
| 2.2 Selulosa                                                                   | 4  |
| 2.3 Membran                                                                    | 6  |
| 2.3.1 Mikrofiltrasi                                                            | 7  |
| 2.3.2 Ultrafiltrasi                                                            | 8  |
| 2.3.3 Nanofiltrasi                                                             | 8  |
| 2.3.4 Reverse Osmosis                                                          | 9  |
| III METODE                                                                     | 12 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian                                                | 12 |
| 3.2 Alat dan Bahan                                                             | 12 |
| 3.3 Prosedur Kerja                                                             | 12 |
| 3.3.1 Isolasi Selulosa                                                         | 12 |
| 3.3.2 Sintesis Selulosa Asetat                                                 | 12 |
| 3.3.3 Pembuatan Kertas Membran berbasis selulosa asetat                        | 13 |
| 3.4 Pengujian dan Karakterisasi                                                | 13 |
| 3.4.1 Uji Komposisi Kimia dan Densitas Bahan Baku                              | 13 |
| 3.4.2 Analisis Gugus Fungsi Pulp Selulosa Asetat                               | 14 |
| 3.4.3 Sudut Kontak dan <i>Surface Free Energy</i>                              | 14 |
| 3.4.4 Karakterisasi Morfologi Pori Menggunakan Citra MO                        | 15 |
| 3.4.5 <i>Tensile Properties</i>                                                | 15 |
| 3.4.6 Uji Gramatur                                                             | 17 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                                                        | 18 |
| 4.1 Analisis Bahan Baku                                                        | 18 |
| 4.1.1 Analisis Sudut Kontak dan <i>Surface Free Energy</i> TKKS                | 18 |
| 4.1.2 Analisis Sifat Fisis dan Kimia TKKS                                      | 19 |
| 4.1.3 Komposisi Kimia dan Densitas Pulp                                        | 20 |
| 4.1.4 Analisis gugus fungsi molekul selulosa asetat sawit pulp                 | 22 |
| 4.2 Analisis <i>tensile properties</i> kertas membran berbasis selulosa asetat | 24 |



|     |                                                                           |    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3 | Analisis Sudut Kontak dan <i>Surface Free Energy</i>                      | 26 |
| 4.4 | Analisis Parameter Fisik Komposit Kertas membran berbasis selulosa asetat | 28 |
| V   | SIMPULAN DAN SARAN                                                        | 32 |
| 5.1 | Simpulan                                                                  | 32 |
| 5.2 | Saran                                                                     | 32 |
|     | DAFTAR PUSTAKA                                                            | 33 |
|     | RIWAYAT HIDUP                                                             | 41 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Kandungan asetil dalam selulosa asetat dan kegunaannya                       | 6  |
| 2. Karakteristik proses pemisahan membran                                       | 7  |
| 3. Proses <i>bleaching</i>                                                      | 12 |
| 4. Variasi pulp selulosa asetat sawit sebagai bahan baku pada pembuatan membran | 13 |
| 5. Sudut kontak dan <i>surface free energy</i> bahan baku TKKS                  | 18 |
| 6. <i>Surface free energy</i> kertas membran berbasis selulosa asetat           | 18 |
| 7. Analisis sifat fisis dan kimia TKKS (spikelet)                               | 19 |
| 8. Komposisi kimia sampel pulp variasi <i>bleaching</i>                         | 21 |
| 9. Sifat mekanik sampel dengan variasi konsentrasi selulosa asetat              | 24 |
| 10. Sudut kontak kertas membran berbasis selulosa asetat                        | 26 |
| 11. <i>Surface free energy</i> kertas membran berbasis selulosa asetat          | 26 |
| 12. Parameter fisik sampel komposit kertas membran berbasis selulosa asetat     | 29 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Tandan kosong kelapa sawit                                                                         | 3  |
| 2. Struktur molekul selulosa ( $n$ = Derajat Polimerisasi)                                            | 4  |
| 3. Reaksi umum pembentukan selulosa asetat                                                            | 5  |
| 4. Mekanisme membran untuk memekatkan dan memisahkan air umpan (Li <i>et al.</i> 2021)                | 6  |
| 5. Prinsip-prinsip osmosis maju (FO) dan osmosis terbalik (RO)                                        | 9  |
| 6. Klasifikasi aplikasi berbagai proses pemisahan membran berdasarkan ukuran partikel atau molekulnya | 9  |
| 7. Representasi grafis dari teknik <i>sessile drop</i>                                                | 15 |
| 8. Uji <i>tensile properties</i> sampel variasi konsentrasi selulosa asetat                           | 16 |
| 9. Kurva tegangan regangan kertas                                                                     | 17 |
| 10. Sudut kontak cairan uji air (a) dan FFA (b) spikelet TKKS                                         | 18 |
| 11. (a) pulp 1, (b) pulp 2, (c) pulp 3                                                                | 20 |
| 12. Selulosa asetat sawit pulp                                                                        | 23 |
| 13. Gugus fungsi molekul selulosa asetat sawit <i>pulp</i> dengan FTIR                                | 23 |
| 14. Kurva <i>stress-strain</i> komposit kertas membran variasi selulosa asetat                        | 24 |
| 15. Sudut kontak cairan uji air, kontrol (a), S1 (b), S2 (c), S3 (d)                                  | 26 |
| 16. Sudut kontak cairan uji FFA, kontrol (a), S1 (b), S2 (c), S3 (d)                                  | 26 |
| 17. Sampel kontrol beserta distribusi pori                                                            | 28 |
| 18. Sampel S1 beserta distribusi pori                                                                 | 28 |
| 19. Sampel S2 beserta distribusi pori                                                                 | 28 |
| 20. Sampel S3 beserta distribusi pori                                                                 | 28 |



|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 21. Distribusi pori sampel komposit kertas membran berbasis selulosa<br>asetat | 29 |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 1. Data Sudut Kontak                                   | 38 |
| 2. komposit kertas membran                             | 39 |
| 3. Hasil uji tarik komposit kertas membran             | 39 |
| 4. Data distribusi pori sampel komposit kertas membran | 39 |
| 5. Diagram alir penelitian                             | 40 |