

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**SINTESIS *POLY ALUMINIUM CHLORIDE (PAC)* DARI LIMBAH KABEL  
ALUMINIUM DENGAN PROSES POLIMERISASI**



**DISUSUN OLEH :**

**SURYA GEMILANG**

**20031010071**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2024**

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**SINTESIS *POLY ALUMINIUM CHLORIDE (PAC)* DARI LIMBAH KABEL  
ALUMINIUM DENGAN PROSES POLIMERISASI**



**DISUSUN OLEH :**

**SURYA GEMILANG**

**20031010071**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**

**JAWA TIMUR**

**SURABAYA**

**2024**



LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Sintesis *Poly Aluminium Chloride (PAC)* dari Limbah Kabel Aluminium dengan Proses Polimerisasi"

LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN HASIL PENELITIAN

"SINTESIS *POLY ALUMINIUM CHLORIDE (PAC)* DARI LIMBAH  
KABEL ALUMINIUM DENGAN PROSES POLIMERISASI"

DISUSUN OLEH :

SURYA GEMILANG (20031010071)

Telah dipertahankan, dihadapkan, dan diterima oleh dosen pembimbing dan penguji

Pada Tanggal : 07 Juni 2024

Tim Penguji :

1.

Ir. Kindriari Nurma Wahvusi, MT  
NIP. 19690228 198503 2 001

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT  
NIP. 19650731 199203 2 001

2.

Ir. Nural Widji Triana, MT  
NIP. 19610301 198903 2 001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP  
NIP. 19650403 199103 2 001



KETERANGAN REVISI SEMINAR IIASIL

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama: 1. Surya Gemilang NPM. 20031010071  
2. Akmal Athobarani NPM. 20031010082

Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi/tidak-ada-revisi\*) Proposal/ Skripsi/ Kerja-Praktek, dengan

Judul:

**"Sintesis *Poly Aluminium Chloride (PAC)* dari Limbah Kabel Aluminium dengan Proses Polimerisasi"**

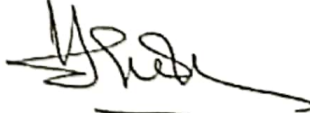
Surabaya, 07 Juni 2024

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Ir. Kindriari Nurma W, MT  
NIP. 19600228 198803 2 001
2. Ir. Nurul Widji Triana, MT  
NIP. 19610301 198903 2 001

(  
(

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing



(Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT)  
NIP. 19650731 199203 2 001

\*) Coret yang tidak perlu

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Surya Gemilang

NPM : 20031010071

Progdi / Fakultas : Progdi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas  
Pembangunan Nasional "VETERAN" Jawa Timur.

dengan ini menyatakan bahwa judul Skripsi :

"Sintesis Poly Aluminium Chloride (PAC) dari Limbah Kabel Aluminium dengan Proses  
Polimerisasi"

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, maka saya bersedia  
menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 07 Juni 2024

Yang membuat pernyataan,



Surya Gemilang



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis *Poly Aluminium Chloride (PAC)* dari Limbah Kabel Aluminium dengan Proses Polimerisasi”

---

### KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun ucapkan kepada Tuhan yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penyusun dapat melalui proses penyusunan dan dapat menyelesaikan Laporan Hasil Penelitian dengan judul “Sintesis *Poly Aluminium Chloride (PAC)* dari Limbah Kabel Aluminium dengan Proses Polimerisasi”

Laporan hasil penelitian ini tidak dapat tersusun sedemikian rupa tanpa bantuan baik sarana, prasarana, pemikiran, kritik dan saran dalam menyelesaikan proposal penelitian ini. Oleh karena itu, tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT selaku koordinator program studi teknik kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT Selaku dosen pembimbing penelitian ini
4. Ibu Ir. Kindriari Nurma W, MT Selaku dosen penguji dalam penelitian ini
5. Ibu Ir. Nurul Widji Triana, MT Selaku dosen penguji dalam penelitian ini

Penyusun sangat menyadari bahwa dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran guna menyempurnakan laporan hasil penelitian ini.

Surabaya, 20 April 2024

Penyusun



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis *Poly Aluminium Chloride (PAC)* dari Limbah Kabel Aluminium dengan Proses Polimerisasi”

---

### DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
INTISARI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Tujuan Penelitian .....	2
I.3 Manfaat Penelitian .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
II.1 Teori Umum.....	3
II.1.1 Limbah Kabel.....	3
II.1.2 Aluminium Klorida ( $AlCl_3$ ) .....	3
II.1.3 <i>Poly Aluminium Chloride (PAC)</i> .....	4
II.1.4 Hidrolisis .....	5
II.1.5 Polimerisasi .....	6
II.1.6 Spektrofotometer FTIR (Fourier Transform Infrared).....	7
II.2 Landasan Teori .....	8
II.2.1 Proses Hidrolisis PAC.....	8
II.2.2 Proses Polimerisasi PAC.....	8
II.2.3 Faktor Yang Mempengaruhi .....	9
II.2.4 Hipotesis.....	10
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN .....	11



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

### “Sintesis *Poly Aluminium Chloride (PAC)* dari Limbah Kabel Aluminium dengan Proses Polimerisasi”

---

III.1 Pelaksanaan Penelitian .....	11
III.2 Bahan Penelitian.....	11
III.3 Rangkaian Alat .....	11
III.3.1 Rangkaian Alat Penelitian .....	11
III.3.2 Rangkaian Alat Polimerisasi.....	12
III.4 Kondisi dan Variabel Penelitian.....	12
III.4.1 Proses Hidrolisis .....	12
III.4.2 Proses Polimerisasi .....	12
III.5 Diagram Alir.....	13
III.6 Prosedur Penelitian.....	14
III.6.1 Uraian Proses .....	14
III.6.2 Pengujian dengan Spektrofotometer FTIR .....	14
III.6.3 Pengujian Kekeruhan.....	15
III.6.4 Pengujian pH.....	15
III.7 Pengolahan Data (RSM).....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	21
IV.1 Hasil Penelitian .....	21
IV.1.1 Uji Turbiditas.....	21
IV.1.2 Uji pH.....	24
IV.2 Karakterisasi PAC sintesis menggunakan FTIR .....	26
IV.3 Optimasi Data Kekeruhan dengan Respond Surface Metodology (RSM) 27	
IV.3.1 Optimasi Kondisi Proses Pengolahan Hasil Analisis dengan RSM ...	27
IV.3.2 Analisis Respon Kekeruhan (NTU).....	29
IV.3.3 Hasil Optimasi <i>Response</i> Kekeruhan dengan RSM .....	32
IV.3.4 Verifikasi Hasil Kondisi Optimum.....	33





## LAPORAN HASIL PENELITIAN

### “Sintesis *Poly Aluminium Chloride (PAC)* dari Limbah Kabel Aluminium dengan Proses Polimerisasi”

---

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
V.1 Kesimpulan.....	36
V.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA .....	38
LAMPIRAN A.....	42
LAMPIRAN B .....	43



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis *Poly Aluminium Chloride (PAC)* dari Limbah Kabel Aluminium dengan Proses Polimerisasi”

---

### DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Struktur molekul PAC .....	4
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Penelitian.....	11
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Polimerisasi.....	12
Gambar III. 3 Diagram Alir Pembuatan Poly Aluminium Chloride (PAC) .....	13
Gambar IV. 1 Hubungan Antara Volume Monomer $AlCl_3$ Dengan Nilai Turbiditas Pada Berbagai Konsentrasi Inisiator $Na_2CO_3$ .....	23
Gambar IV. 2 Hubungan Antara Volume Monomer $AlCl_3$ Dengan Nilai pH Pada Berbagai Konsentrasi Inisiator $Na_2CO_3$ .....	25
Gambar IV. 3 Spektrum FTIR pada PAC hasil sintesis.....	26
Gambar IV. 4 Grafik perbandingan response kekeruhan dalam bentuk Predicted Vs Actual.....	30
Gambar IV. 5 Grafik contour plot volume monomer $AlCl_3$ terhadap konsentrasi inisiator $Na_2CO_3$ terhadap kekeruhan Air Limbah Setelah Penambahan PAC.....	31
Gambar IV. 6 Grafik 3D surface volume monomer $AlCl_3$ terhadap konsentrasi inisiator $Na_2CO_3$ terhadap kekeruhan Air Limbah Setelah Penambahan PAC.....	31



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis *Poly Aluminium Chloride (PAC)* dari Limbah Kabel Aluminium dengan Proses Polimerisasi”

---

### DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Syarat dan Mutu PAC sesuai SNI .....	5
Tabel IV. 1 Hasil Uji Turbiditas Pada Berbagai Konsentrasi $\text{Na}_2\text{CO}_3$ dan Volume Monomer $\text{AlCl}_3$ .....	21
Tabel IV. 2 Hasil Optimasi Turbiditas Pada Berbagai Konsentrasi $\text{Na}_2\text{CO}_3$ dan Volume Monomer $\text{AlCl}_3$ .....	22
Tabel IV. 3 Hasil Uji pH Pada Berbagai Konsentrasi $\text{Na}_2\text{CO}_3$ dan Volume Monomer $\text{AlCl}_3$ .....	24
Tabel IV. 4 Interpretasi Hasil Analisis Spektrum FTIR pada PAC hasil sintesis	27
Tabel IV. 5 Data Faktor dan Response untuk analisa dengan RSM .....	28
Tabel IV. 6 Hasil Optimasi RSM dari data menggunakan metode ANOVA .....	28
Tabel IV. 7 Perbandingan Model Persamaan yang disarankan oleh software .....	29
Tabel IV. 8 Batasan Faktor dan Response untuk Optimasi .....	32
Tabel IV. 9 Hasil Optimalisasi Response kekeruhan.....	33
Tabel IV. 10 Hasil verifikasi Confidence Interval .....	34
Tabel IV. 11 Hasil verifikasi Prediction Interval .....	34



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

### “Sintesis *Poly Aluminium Chloride (PAC)* dari Limbah Kabel Aluminium dengan Proses Polimerisasi”

---

#### INTISARI

Limbah kabel aluminium memiliki sifat koagulan yang baik jika dapat disintesis menjadi *Poly Aluminium Chloride (PAC)* karena gugus aluminat yang aktif dapat mengumpulkan material tersuspensi dalam air menjadi flock-flock pada proses penjernihan air. Pada penelitian ini PAC dibuat dengan melakukan proses hidrolisis sampel aluminium dengan larutan HCl 33%. Sampel kemudian dibiarkan selama 1 hari untuk menyempurnakan proses hidrolisis. Setelah terbentuk larutan  $AlCl_3$  dilakukan proses polimerisasi dengan variasi monomer sebesar 10 ; 15 ; 20 ; 25 ; 30 (ml), dan penambahan larutan  $Na_2CO_3$  sebagai inisiator dengan variasi konsentrasi sebesar 3 ; 4; 5; 6; 7 (N). data yang diperoleh kemudian dilakukan optimasi dengan *Response Surface Methodology (RSM)* untuk mengetahui variasi faktor untuk mendapatkan hasil yang optimal.

PAC yang dihasilkan kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kemampuannya untuk menurunkan kekeruhan dari air limbah. Diperoleh hasil terbaik setelah optimasi dengan penurunan kekeruhan limbah sintesis dari 4400 NTU menjadi 2,6085 NTU, yaitu pada kombinasi variabel volume  $AlCl_3$  sebesar 25,992 ml dan konsentrasi inisiator  $Na_2CO_3$  sebesar 5,248 N. Nilai tersebut sudah memenuhi PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu kekeruhan minimum air bersih yaitu 4 NTU. PAC yang disintesis juga dilakukan karakterisasi terhadap gugus fungsi yang dimiliki menggunakan spektrofotometer FTIR. Didapatkan puncak panjang gelombang yang terbentuk pada FTIR berada pada titik  $3346,28\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus fungsi *stretching vibration* dari -OH, pada puncak panjang gelombang  $1628,82\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan *bending vibration* dari molekul  $H_2O$  dan pada puncak panjang gelombang  $583,10\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus aluminat.

**Kata kunci :** koagulasi ; limbah kabel aluminium ; polimerisasi ; *poly aluminium chloride* ; *response surface methodology*