

**EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI BIAYA KOMBINASI KOAGULAN
POLY ALUMINIUM CHLORIDE (PAC) – TAWAS
PADA TAHAP KOAGULASI –FLOKULASI AIR BAKU
PT AIR MINUM TABALONG BERSINAR**

**M. ALI HASYMI
NIM. 22205253 1 0013**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

**EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI BIAYA KOMBINASI KOAGULAN
POLY ALUMINIUM CHLORIDE (PAC) – TAWAS
PADA TAHAP KOAGULASI –FLOKULASI AIR BAKU
PT AIR MINUM TABALONG BERSINAR**

**M. ALI HASYMI
NIM. 22205253 1 0013**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
MAGISTER LINGKUNGAN
pada Program Studi Magister (S2) PSDAL PPs ULM**

**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

Judul Tesis : Efektivitas dan Efisiensi Biaya Kombinasi Koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) – Tawas pada Tahap Koagulasi-Flokulasi Air Baku PT Air Minum Tabalong Bersinar

Nama : M. Ali Hasymi

NIM : 2220525310013

disetujui,
Komisi Pembimbing



Prof. Agung Nugroho, S.TP, M.Sc, Ph.D.
Ketua



Prof. Dr. Ir. Akhmad Rizali Saidy, S.P.,
M.Ag.Sc., Ph.D., IPM.
Anggota I



Dr. Ir. Eko Rini Indrayatie, M.P.
Anggota II

diketahui,

Koordinator Program Studi
Magister (S2) PSDAL



Dr. Dini Sofarini, S. Pi., M.Si.

Tanggal Lulus

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Sanggau Dan Tenong



Prof. Dr. Ir. Danang Biyatmoko, M. Si

Tanggal Wisuda:



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
PROGRAM PASCASARJANA

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

NOMOR : 204/UN8.4/DP/2026

Sertifikat ini diberikan kepada:

M. Ali Hasymi

Dengan Judul Tesis :

Efektivitas dan Efisiensi Biaya Kombinasi Koagulan *Poly Aluminium Chloride (PAC)* - Tawas Pada Tahap Koagulasi - Flokulasi Air Baku PT Air Minum Tabalong Bersinar

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi.

Banjarmasin, 30 Juli 2026
Direktur,



Prof. Dr. H. Danang Biyatmoko, M.Si.
Pascasarjana NIP. 196805071993031020

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Ali Hasymi
NIM : 2220525310013
Program Studi : S2 – Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan
Fakultas : Program Pascasarjana
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat
Judul Tesis : **“Efektivitas dan Efisiensi Biaya Kombinasi Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) – Tawas pada Tahap Koagulasi–Flokulasi Air Baku PT Air Minum Tabalong Bersinar”**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dalam naskah dengan disebutkan sumber kutipan/acuan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tesis ini hasil jiplakan, plagiat maupun manipulasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapa pun.

Banjarbaru, Juli 2026

M. Ali Hasymi

RINGKASAN

M. Ali Hasymi. 2026. Efektivitas dan Efisiensi Biaya Kombinasi Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) – Tawas pada Tahap Koagulasi–Flokulasi Air Baku PT Air Minum Tabalong Bersinar. Prof. Agung Nugroho, S.TP, M.Sc, Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Akhmad Rizali Saidy, S.P., M.Ag.Sc., Ph.D., IPM.; Dr. Ir. Eko Rini Indrayatie, M.P.

Air baku yang berasal dari sungai umumnya memiliki kualitas yang berfluktuasi akibat pengaruh perubahan musim serta berbagai aktivitas di daerah aliran sungai. Sungai Tabalong sebagai sumber air baku PT Air Minum Tabalong Bersinar mengalami penurunan kualitas yang ditandai dengan tingginya kekeruhan, warna, Total Suspended Solids (TSS), kandungan besi (Fe), mangan (Mn), dan *Escherichia coli*. Kondisi tersebut dapat menurunkan efektivitas proses pengolahan air dan meningkatkan biaya operasional, sehingga diperlukan pemilihan koagulan yang efektif dan efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik awal air baku Sungai Tabalong, menentukan dosis optimum koagulan Poli Aluminium Klorida (PAC) dan tawas menggunakan metode *jar test*, mengevaluasi efektivitas PAC, tawas, serta kombinasi keduanya dalam menurunkan pH, kekeruhan, warna, TSS, Fe, Mn, dan *Escherichia coli*, serta menganalisis efisiensi biaya penggunaan koagulan untuk memperoleh formulasi yang memberikan keseimbangan terbaik antara efektivitas teknis dan efisiensi biaya.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2026 menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif melalui *jar test* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sampel air baku diambil dari intake PT Air Minum Tabalong Bersinar yang memanfaatkan Sungai Tabalong sebagai sumber air baku, sedangkan pengujian laboratorium dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tabalong. Penelitian terdiri atas dua tahap, yaitu penentuan dosis optimum PAC dan tawas pada variasi dosis 0–25 mg/L dengan target kekeruhan ≤ 5 NTU, kemudian pengujian lima formulasi kombinasi PAC, yaitu 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0:100.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimum diperoleh pada 10 mg/L PAC dan 15 mg/L tawas. Formulasi kombinasi PAC 75:25 (7,50 mg/L PAC dan 3,75 mg/L tawas) memberikan kinerja terbaik dengan efisiensi penurunan kekeruhan sebesar 98,2%, warna 100%, TSS 90,3%, Fe 90,8%, Mn 88,9%, dan *Escherichia coli* $\geq 97,8\%$, serta mempertahankan pH sebesar 7,18. Kualitas air hasil pengolahan mencapai kekeruhan 2,27 NTU, warna 0 TCU, TSS 15,40 mg/L, Fe 0,06 mg/L, Mn 0,06 mg/L, dan *Escherichia coli* 22 MPN/100 mL dengan biaya penggunaan koagulan sebesar Rp144/m³. Formulasi tersebut memberikan keseimbangan terbaik antara efektivitas teknis dan efisiensi biaya, meskipun air hasil pengolahan masih memerlukan proses sedimentasi, filtrasi, dan disinfeksi sebelum memenuhi persyaratan sebagai air minum.

SUMMARY

M. Ali Hasymi. 2026. Evaluation of Effectiveness and Cost Efficiency of Poly Aluminium Chloride (PAC)–Alum Coagulant Combinations in Raw Water Coagulation–Flocculation at PT Air Minum Tabalong Bersinar. Advisors: Prof. Agung Nugroho, S.TP, M.Sc, Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Akhmad Rizali Saidy, S.P., M.Ag.Sc., Ph.D., IPM.; Dr. Ir. Eko Rini Indrayatie, M.P.

Raw water from rivers generally exhibits fluctuating quality due to seasonal variations and various human activities within the watershed. The Tabalong River, which serves as the primary raw water source for PT Air Minum Tabalong Bersinar, has experienced a decline in water quality, as indicated by elevated turbidity, color, Total Suspended Solids (TSS), iron (Fe), manganese (Mn), and Escherichia coli levels. These conditions reduce the effectiveness of the water treatment process and increase operational costs, highlighting the need for an effective and cost-efficient coagulant.

This study aims to analyze the initial characteristics of Tabalong River raw water, determine the optimum dosages of Poly Aluminium Chloride (PAC) and alum using the jar test method, evaluate the effectiveness of PAC, alum, and their combinations in reducing pH, turbidity, color, TSS, Fe, Mn, and Escherichia coli, and assess the cost efficiency of coagulant application to identify the formulation that provides the best balance between technical performance and economic efficiency.

The study was conducted from March to May 2026 using a laboratory experimental approach with a quantitative design through the jar test method based on a Completely Randomized Design (CRD). Raw water samples were collected from the intake of PT Air Minum Tabalong Bersinar, which utilizes the Tabalong River as its raw water source, while laboratory analyses were performed at the Environmental Laboratory of the Tabalong Regency Environmental Agency. The research consisted of two stages. The first stage determined the optimum dosages of PAC and alum using dosage variations of 0–25 mg/L with a target turbidity of ≤ 5 NTU. The second stage evaluated five PAC–alum formulations with ratios of 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100.

The results show that the optimum dosages are 10 mg/L for PAC and 15 mg/L for alum. The PAC–alum combination at a ratio of 75:25 (7.50 mg/L PAC and 3.75 mg/L alum) achieved the best performance, with removal efficiencies of 98.2% for turbidity, 100% for color, 90.3% for TSS, 90.8% for Fe, 88.9% for Mn, and $\geq 97.8\%$ for Escherichia coli, while maintaining a pH of 7.18. The treated water quality reaches 2.27 NTU turbidity, 0 TCU color, 15.40 mg/L TSS, 0.06 mg/L Fe, 0.06 mg/L Mn, and 22 MPN/100 mL Escherichia coli, with a coagulant cost of IDR 144/m³. This formulation provides the best balance between technical performance and cost efficiency. However, the treated water still requires sedimentation, filtration, and disinfection before meeting the final drinking water quality standards.

Banjarmasin, August 05, 2026

Approved by:

Head of Language Center



Dr. Hj. Noor Eka Chandra, M.Pd

NIP. 197710232001122003



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
UPA BAHASA ULM

Jalan Brigjen H. Hasan Basry Kotak Pos 70123 Banjarmasin
Telepon/Fax.: (0511) 3308140
Email: uptbahasa@ulm.ac.id

SURAT KETERANGAN

NO: 226/UN8.16/BS/2026

Bersama ini kami menerangkan bahwa Ringkasan bahasa Inggris dengan judul:

"Evaluation of Effectiveness and Cost Efficiency of Poly Aluminium Chloride (PAC)-Alum Coagulant Combinations in Raw Water Coagulation-Flocculation at PT Air Minum Tabalong Bersinar" yang disusun oleh:

Nama Mahasiswa : M. Ali Hasymi
Nim : 2220525310013
Jurusan/Fakultas : S2 PSDAL
Program : Pascasarjana

telah diverifikasi Bahasa Inggris yang digunakan sesuai dengan makna dari ringkasan yang ditulis oleh mahasiswa tersebut di atas. (Ringkasan terlampir)

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarmasin, August 05, 2026

Kepala



Dr. Hj. Noor Eka Chandra, M.Pd
NIP. 197710232001122003

RIWAYAT HIDUP PENULIS



M. Ali Hasyimi, S.T. lahir di Barabai pada 05 November 1986. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Zulkifli dan Ibu Aslamiah. Saat ini penulis berdomisili di Tabalong, pada tahun 2010, penulis menikah dengan Noveliany Rizky, S.P. putri dari Bapak Joni Turhansyah dan Ibu Supinah. Dari pernikahan tersebut, penulis dikaruniai Tiga orang putra, yaitu: Muhammad Rafka El Alizky, Muhammad Nizam El Alizky dan Muhammad Atqan El Alizky. Penulis memulai pendidikan formal di **SDN Barabai Darat 3** dan lulus pada tahun 1998. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan di **MTsN Barabai** dan lulus pada tahun 2001, kemudian melanjutkan ke **SMAN 1 Barabai** dan lulus pada tahun 2004. Pendidikan sarjana (S1) ditempuh pada **Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat**, dan diselesaikan pada tahun 2010. Pada tahun 2022, penulis melanjutkan pendidikan pada Program Magister (S2) pada **Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan (PSDAL), Program Pascasarjana, Universitas Lambung Mangkurat**. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar **M.Ling**, penulis menyelesaikan tesis berjudul **“EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI BIAYA KOMBINASI KOAGULAN *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC) – TAWAS PADA TAHAP KOAGULASI-FLOKULASI AIR BAKU PT AIR MINUM TABALONG BERSINAR”** di bawah bimbingan **Prof. Agung Nugroho, S.TP, M.Sc, Ph.D, Prof. Dr. Ir. Akhmad Rizali Saidy, S.P., M.Ag.Sc., Ph.D., IPM dan Dr. Ir. Eko Rini Indrayatie, M.P.** Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi PT Air Minum Tabalong Bersinar serta menjadi bahan pengembangan untuk penelitian selanjutnya.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **"Efektivitas dan Efisiensi Biaya Kombinasi Koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC)–Tawas pada Tahap Koagulasi–Flokulasi Air Baku PT Air Minum Tabalong Bersinar"**. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Lingkungan pada Program Studi **Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Lambung Mangkurat**.

Penyusunan tesis ini tentu tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada para dosen pembimbing dan para dosen penguji yang telah memberikan masukan, saran, dan kritik yang sangat konstruktif dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tesis ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang lingkungan.

Akhir kata, penulis berharap karya ini dapat berguna bagi pembaca dan pihak-pihak yang memerlukan.

Banjarbaru, Juli 2026



M Ali Hasymi

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SERTIFIKAT PLAGIASI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
SURAT VALIDASI RINGKASAN	vii
RIWAYAT PENULIS	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Penggolongan Air	8
2.2. Kualitas Air Sungai Tabalong.....	9
2.3. <i>Jar Tes</i>	11
2.4. Koagulasi	11
2.5. Koagulasi–Flokulasi Pengolahan Air Sungai	12
2.6. Koagulasi–Flokulasi dengan Poli Aluminium Klorida.....	13
2.7. Koagulasi–Flokulasi dengan Tawas	15
2.8. Koagulasi–Flokulasi dengan Kombinasi PAC dan Tawas	16
2.9. Hasil Penelitian yang Relevan terhadap Penelitian.....	18
III. METODE PENELITIAN.....	22

3.1. Jenis dan Rancangan Penelitian	22
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	24
3.3.1. Alat Penelitian.....	25
3.3.2. Bahan Penelitian.....	26
3.4. Variabel Penelitian.....	26
3.4.1. Variabel Bebas	26
3.4.2. Variabel Kontrol.....	27
3.4.3. Definisi Operasional.....	28
3.5. Prosedur Penelitian	28
3.5.1. Pengambilan Sampel Air.....	28
3.5.2. Preparasi Larutan Koagulan.....	30
3.5.3. Tahap I Penentuan Dosis Optimum Koagulan	31
3.5.4. Tahap II Pengujian Kombinasi Dosis Optimum Koagulan	33
3.6. Metode Pengujian	34
3.6.1. Pengukuran pH.....	35
3.6.2. Pengukuran Kekeruhan	35
3.6.3. Pengukuran Warna	35
3.6.4. Pengukuran TSS.....	35
3.6.5. Pengukuran Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Terlarut.....	36
3.6.6. Pengukuran <i>Escherichia coli</i>	36
3.7. Analisis Data.	37
3.7.1. Perhitungan Efisiensi Penyisihan.....	37
3.7.2. Teknik Analisis Data.....	38
3.7.3. Analisis Kinerja Tahap Koagulasi–Flokulasi	38
3.7.4. Analisis Biaya Penggunaan Koagulan	38
3.8. Diagram Alir Penelitian	39
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1. Karakteristik Air Sungai Tabalong	42
4.2. Optimalisasi Dosis Koagulan (PAC dan Tawas).....	45
4.3. Optimalisasi Dosis Kombinasi PAC dan Tawas.....	47
4.3.1. Pengaruh Kombinasi PAC-Tawas terhadap pH.....	50
4.3.2. Pengaruh Kombinasi PAC-Tawas terhadap Kekeruhan ...	52
4.3.3. Pengaruh Kombinasi PAC-Tawas terhadap Warna	54
4.3.4. Pengaruh Kombinasi PAC-Tawas terhadap TSS.....	57
4.3.5. Pengaruh Kombinasi PAC-Tawas terhadap Fe dan Mn Terlarut	60
4.3.6. Pengaruh Kombinasi PAC-Tawas terhadap <i>Escherichia coli</i>	63

4.4. Mekanisme Sinergis Kombinasi PAC dan Tawas pada Rasio 75:25	65
4.5. Analisis Efisiensi Biaya Penggunaan Koagulan pada Tahap Koagulasi Flokulasi	67
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Rerata Kecepatan Arus, Lebar Aliran, Kedalaman dan Debit Sungai Tabalong	9
2.2 Hasil Penelitian yang Relevan terhadap Penelitian	20
3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	24
3.2 Alat Penelitian	25
3.3 Bahan Penelitian	26
3.4 Variabel Kontrol	27
3.5 Volume Larutan Koagulan 2%	32
3.6 Metode Pengujian Parameter Penelitian	34
4.1 Karakteristik Awal Air Sungai Tabalong	42
4.2 Optimalisasi Koagulan PAC dan Tawas.....	46
4.3 Optimalisasi Dosis Kombinasi PAC dan Tawas.....	48
4.4 Pengaruh Larutan Koagulan terhadap pH.....	51
4.5 Pengaruh Larutan Koagulan terhadap Kekeruhan	53
4.6 Pengaruh Larutan Koagulan terhadap Warna	55
4.7 Pengaruh Larutan Koagulan terhadap TSS	58
4.8 Pengaruh Larutan Koagulan terhadap Fe dan Mn Terlarut	61
4.9 Pengaruh Larutan Koagulan terhadap <i>Escherichia coli</i>	64
4.10 Biaya penggunaan PAC, tawas, dan kombinasi PAC–tawas per meter kubik air baku	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1. Diagram Alir Penelitian	41
4.1. Interaksi Jembatan Antar Polimer	56
4.2. Destabilisasi Partikel Koloid	60
4.3. Koagulasi – Flokulasi PAC dan Tawas.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Pengambilan Sampel Air Sungai Tabalong	82
2. Kualitas Air Sungai Tabalong.....	83
3. Dosis Pembubuhan Koagulan dengan Konsentrasi 2%.....	84
4. Data Hasil Optimalisasi Koagulan PAC dan Tawas pada Tahap Satu berupa Kekeruhan	85
5. Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas pada Tahap Dua	86
6. Uji <i>One-Way ANOVA</i> pH.....	87
7. Uji <i>One-Way ANOVA</i> Kekeruhan.....	88
8. Uji <i>One-Way ANOVA</i> Warna.....	89
9. Uji <i>One-Way ANOVA</i> TSS.....	90
10. Uji <i>One-Way ANOVA</i> Fe Terlarut.....	91
11. Uji <i>One-Way ANOVA</i> Mn Terlarut	92
12. Uji <i>One-Way ANOVA</i> <i>E. coli</i>	93
13. Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (0 : 0) Pengulangan Satu pada Tahap Dua	94
14. Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (0 : 0) Pengulangan Dua pada Tahap Dua.....	95
15. Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (0 : 0) Pengulangan Tiga pada Tahap Dua	96
16. Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (0 : 0) Pengulangan Empat pada Tahap Dua	97
17. Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (100 : 0) Pengulangan Satu pada Tahap Dua	98
18. Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (100 : 0) Pengulangan Dua pada Tahap Dua	99
19. Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (100 : 0) Pengulangan Tiga pada Tahap Dua.....	100
20. Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (100 : 0) Pengulangan Empat pada Tahap Dua	101

21.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (75 : 25) Pengulangan Satu pada Tahap Dua	102
22.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (75 : 25) Pengulangan Dua pada Tahap Dua	103
23.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (75 : 25) Pengulangan Tiga pada Tahap Dua	104
24.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (75 : 25) Pengulangan Empat pada Tahap Dua	105
25.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (50 : 50) Pengulangan Satu pada Tahap Dua	106
26.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (50 : 50) Pengulangan Dua pada Tahap Dua	107
27.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (50 : 50) Pengulangan Tiga pada Tahap Dua	108
28.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (50 : 50) Pengulangan Empat pada Tahap Dua	109
29.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (25 : 75) Pengulangan Satu pada Tahap Dua	110
30.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (25 : 75) Pengulangan Dua pada Tahap Dua	111
31.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (25 : 75) Pengulangan Tiga pada Tahap Dua	112
32.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (25 : 75) Pengulangan Empat pada Tahap Dua	113
33.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (0 : 100) Pengulangan Satu pada Tahap Dua	114
34.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (0 : 100) Pengulangan Dua pada Tahap Dua	115
35.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (0 : 100) Pengulangan Satu pada Tahap Dua	116
36.	Data Hasil Optimalisasi Kombinasi PAC dan Tawas (0 : 100) Pengulangan Satu pada Tahap Dua	117
37.	Biaya Produksi Koagulan dengan Konsentarsi 2%	118
38.	Certificate of Analysis Poli Aluminium Klorida (PAC).....	119

39. Certificate of Analysis Tawas	120
40. Foto-Foto Kegiatan Penelitian	121