

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PESTISIDA MENGUNAKAN *ADVANCED OXIDATION PROCESS* UNTUK REDUKSI *CHEMICAL OXYGEN DEMAND*

INDIRA NATHAYA MAULANI ARIEF



**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Pengolahan Limbah Cair Industri Pestisida menggunakan *Advanced Oxidation Process* untuk Reduksi *Chemical Oxygen Demand*” 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 laporan akhir ini.

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

Bogor, Juli 2026

Indira Nathaya Maulani Arief
J0413221117

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.

ABSTRAK

INDIRA NATHAYA MAULANI ARIEF. Pengolahan Limbah Cair Industri Pestisida menggunakan *Advanced Oxidation Process* untuk Reduksi *Chemical Oxygen Demand*. Dibimbing oleh Beata Ratnawati

Limbah Cair Industri Pestisida memiliki karakteristik awal kadar COD dalam rentang 100.000 – 200.000 mg/l. Tujuannya mengidentifikasi karakteristik limbah cair industri pestisida, menentukan efektifitas metode *Advanced Oxidation Process* dan menghitung total biaya AOP skala industri. Uji AOP Photo Fenton dan Fenton limbah cair industri pestisida sebanyak 250 ml dicampurkan dengan FeSO_4 dan H_2O_2 dengan variasi rasio 1:2 dan 2:1 serta variasi waktu 30, 60 dan 90 menit kemudian uji parameter COD dan warna. Analisis data variasi dihitung secara kuantitatif, statistik dan ekonomi. Hasil penelitian menunjukkan karakteristik awal COD 118.000 mg/L, warna 16.000 Pt-Co, pH 9,2 dan suhu 28,7°C. Efisiensi penyisihan terbaik sebesar 40,7%. Total biaya keseluruhan berdasarkan analisis *life cycle cost* terbaik adalah Fenton sebesar Rp.12.306.330.000. Berdasarkan hasil penelitian secara mekanisme perlakuan Photo Fenton paling baik dalam mereduksi kadar COD dan warna dalam limbah cair industri pestisida.

Kata kunci: ekonomi, fenton, karakteristik, photo fenton, reduksi.

ABSTRACT

INDIRA NATHAYA MAULANI ARIEF. Pesticide Industry Liquid Waste Treatment using *Advanced Oxidation Process* to Reduce *Chemical Oxygen Demand*. Supervised by Beata Ratnawati

Pesticide Industrial Liquid Waste has initial characteristics of COD levels in the range of 100,000 – 200,000 mg/l. This study aims to identify the characteristics of pesticide industrial liquid waste, determine the effectiveness of the *Advanced Oxidation Process* method and calculate the total cost of industrial-scale AOP. Photo Fenton and Fenton AOP tests of 250 ml of pesticide industrial liquid waste were mixed with FeSO_4 and H_2O_2 with ratio variations of 1:2 and 2:1 and time variations of 30, 60 and 90 minutes then COD and color parameter tests. Analysis of variation data was calculated quantitatively, statistically and economically. The results showed the initial characteristics of COD 118,000 mg/L, color 16,000 Pt-Co, pH 9.2 and temperature 28.7°C. The best removal efficiency was 40.7%. The total cost based on the best life cycle cost analysis was Fenton amounting to Rp. 12,306,330,000. Based on the research results, the Photo-Fenton treatment mechanism is the best at reducing COD and dye levels in pesticide industrial wastewater.

Keywords: economics, fenton, characteristics, photo fenton, reduction.



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, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PESTISIDA MENGUNAKAN *ADVANCED OXIDATION PROCESS* UNTUK REDUKSI *CHEMICAL OXYGEN DEMAND*

INDIRA NATHAYA MAULANI ARIEF

Laporan Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan

**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Luvy Dellarossa, S.T., M.T

Perpustakaan IPB University

Judul Laporan : Pengolahan Limbah Cair Industri Pestisida Menggunakan
Advanced Oxidation Process untuk Reduksi *Chemical Oxygen Demand*

Nama : Indira Nathaya Maulani Arief
NIM : J0413221117

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Beata Ratnawati S.T., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Beata Ratnawati S.T., M.Si
NPI. 201811198806252001

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T
NIP. 196607171992031003




Tanggal Ujian: 25 Mei 2026

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 Desember 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah Pengolahan Limbah Cair, dengan judul “Pengolahan Limbah Cair Industri Pestisida menggunakan *Advanced Oxidation Process* untuk Reduksi *Chemical Oxygen Demand*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Ibu Dr. Ir. Beata Ratnawati S.T M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik Ibu Miesriany Hidy STP., M.Si. , moderator seminar Ibu Wiranda Intan Suri, S.T., M.T. dan pengujian akhir Ibu Luvy Dellarosa, S.T., M.T. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Ayah, Ibu, Kakak Shinta, Kakak Anjani serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa dan kasih sayangnya. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Maria, Brevinka, Nismara, Risti, Revalya, Delia, Imelinda dan Nafisah atas bantuannya dalam membantu penulis selama pengumpulan data, teman - teman LNK 59 serta teman - teman semasa sekolah menengah atas (SMA) yang sudah kebersamaian dalam penyusunan tugas akhir penulis sampai selesai.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Indira Nathaya Maulani Arief

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Limbah Cair Industri Pestisida	4
2.2 Teknologi Pengolahan Limbah Cair	5
2.3 <i>Advanced Oxidation Process (AOP)</i>	6
2.4 Fenton	6
2.5 Photo Fenton	7
2.6 Sinar Ultraviolet (UV)	7
2.7 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	8
2.8 Warna	8
2.9 pH	9
2.10 Suhu	9
2.11 Penelitian Terdahulu	9
III METODE	
3.1 Lokasi dan Waktu	12
3.2 Prosedur Kerja	12
3.3 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	15
3.4 Output Penelitian	18
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Pestisida	19
4.2 Pengolahan <i>Advanced Oxidation Process</i>	21
4.3 <i>Life Cycle Cost Advanced Oxidation Process</i>	34
V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	42
RIWAYAT HIDUP	55

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.



DAFTAR TABEL

1 Penelitian terdahulu	10
2 Parameter, metode pengujian dan standar limbah cair industri pestisida	14
3 Keterkaitan antara tujuan, metode, data dan output selama penelitian	15
4 Kriteria efektivitas penyisihan air limbah	17
5 Karakteristik awal limbah cair industri pestisida	19
6 Persentase efisiensi penyisihan kadar COD Photo Fenton dan Fenton	27
7 Hasil analisis anova tiga jalur parameter COD	30
8 Persentase efisiensi penyisihan warna Photo Fenton dan Fenton	32
9 Hasil analisis anova tiga jalur parameter warna	33
10 Spesifikasi reaktor AOP Photo Fenton	34
11 Total <i>Life cycle cost</i> AOP Photo Fenton	34
12 Spesifikasi reaktor AOP Fenton	35
13 Total <i>Life cycle cost</i> AOP Fenton	36

DAFTAR GAMBAR

1 Skema proses produksi pestisida	4
2 Diagram alir prosedur kerja penelitian	12
3 Rancangan box reaktor UV/Fenton skala laboratorium	13
4 Karakteristik fisik limbah cair industri pestisida	19
5 Skema pengolahan <i>Advanced Oxidation Process</i>	21
6 Box reaktor UV	22
7 Grafik penyisihan pH Photo Fenton dan Fenton	23
8 Grafik perubahan suhu pengolahan AOP	25
9 Grafik penyisihan kadar COD perlakuan Photo Fenton	26
10 Jalur mineralisasi methomyl oleh radikal hidroksil	28
11 Grafik penyisihan warna Photo Fenton dan Fenton	31

DAFTAR LAMPIRAN

1 Hasil pengukuran dan pengujian Photo Fenton	43
2 Hasil pengukuran dan pengujian Fenton	44
3 Dokumentasi hasil pengujian Photo Fenton dan Fenton	45
4 Prosedur pengujian parameter	53