



**PLASMA *POINT-TO-LIQUID* UNTUK MENDEGRADASI METILEN
BIRU**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi persyaratan
Dalam menyelesaikan Strata-1 Fisika**

**Oleh :
MUHAMMAD EIZI NUGROHO
2111014210013**

**PROGRAM STUDI S-1 FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PLASMA *POINT-TO-LIQUID* UNTUK MENDEGRADASI METILEN BIRU

Oleh :

Muhammad Eizi Nugroho

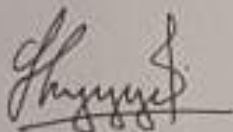
NIM. 2111014210013

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal :

Susunan DosenPenguji,

Pembimbing I

Dosen Penguji :



Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc.Tech.
NIP. 19730920 199803 1 009

Prof. Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S.

Dr. Totok Wianto, S.Si., M.Si. ()

Pembimbing II

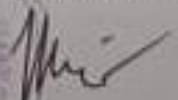


Rahmad Oktafiansyah, S.Si., M.Si.
NIP. 19951019 202406 1 002

Banjarbaru,

2026

Ketua Jurusan Fisika FMIPA ULM,



Ida Kurlina, S.Si., M.Sc

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PLASMA POINT-TO-LIQUID UNTUK MENDEGRADASI METILEN BIRU

Oleh:

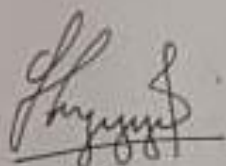
Muhammad Eizi Nugroho

NIM. 2111014210013

disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk melakukan penelitian dalam rangka penulisan proposal skripsi, pada tanggal:

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Survajaya, S.Si., M.Sc.Tech.

NIP. 19730920 199803 1 009



Rahmad Oktafiansyah, S.Si., M.Si.

NIP. 19951019 202406 1 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika FMIPA ULM,



Dr. Nurlina, S.Si., M.Sc.

NIP. 19760414 200312 2 001

PERSEMBAHAN

Penulis persembahkan karya sederhana ini untuk:

***Orangtua** tercinta dan tersayang Bapak Ipinu Priyanto, Bapak Kamarullah dan Ibu Nurul Apriana yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan penulis, dan **Kepada Keluarga Besar** yang memberikan dukungan, semangat, serta selalu mendo'akan agar selalu diberikan kelancaran dalam menjalani dunia perkuliahan, kepada **Diri Sendiri** karena telah bertanggung jawab dalam menyelesaikan kewajibannya sebagai mahasiswa.*

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis ataupun diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru,

Febuari 2026



Muhammad Eizi Nugroho

NIM. 2111014210013

ABSTRAK

PLASMA *POINT-TO-LIQUID* UNTUK MENDEGRADASI METILEN BIRU

(Oleh: Muhammad Eizi Nugroho; Pembimbing: Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc.Tech.; Rahmad Oktafiansyah, S.Si., M.Si., 2026; 77 halaman).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas plasma non-termal dengan konfigurasi plasma point-to-liquid dalam mendegradasi metilen biru serta mengkaji pengaruh tegangan, jarak elektroda, durasi kontak plasma, dan volume larutan terhadap efisiensi degradasi. Plasma dibangkitkan menggunakan rangkaian Zero Voltage Switching (ZVS) dan transformator flyback dengan variasi tegangan 12 V, 20 V, dan 28 V. Variasi jarak elektroda yang digunakan yaitu 0,5 cm dan 1 cm, sedangkan volume larutan metilen biru divariasikan sebesar 20 mL, 40 mL, 60 mL, 80 mL, dan 100 mL dengan waktu perlakuan 3-15 menit. Analisis degradasi dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 664 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi degradasi meningkat seiring bertambahnya tegangan dan durasi kontak plasma, namun menurun dengan bertambahnya volume larutan dan jarak elektroda. Kondisi optimum diperoleh pada tegangan 28 V, jarak elektroda 0,5 cm, volume larutan 20 mL, dan waktu perlakuan 15 menit dengan efisiensi degradasi mencapai hampir 100%. Analisis kinetika menunjukkan bahwa proses degradasi mengikuti model pseudo-first-order dengan nilai konstanta laju reaksi (k) yang meningkat pada tegangan tinggi dan volume larutan kecil. Penurunan efisiensi pada volume besar disebabkan oleh terbatasnya interaksi plasma pada permukaan larutan sehingga distribusi spesies reaktif ke seluruh larutan menjadi kurang optimal. Mekanisme degradasi berlangsung melalui pembentukan Reactive Oxygen Species (ROS) dan Reactive Nitrogen Species (RNS) seperti radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$), ozon (O_3), dan hidrogen peroksida (H_2O_2) yang mengoksidasi struktur molekul metilen biru hingga terdegradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem plasma point-to-liquid berpotensi sebagai metode pengolahan limbah cair berbasis zat warna yang efektif, cepat, dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Plasma non-termal, *Plasma point-to-liquid*, Metilen biru

ABSTRACT

POINT-TO-LIQUID PLASMA FOR METHYLENE BLUE DEGRADATION

(By: Muhammad Eizi Nugroho; Advisors: Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc.Tech.; Rahmad Oktafiansyah, S.Si., M.Si.; 2026; xx pages).

This study aimed to analyze the effectiveness of non-thermal plasma with a point-to-liquid configuration for methylene blue degradation and to investigate the effects of applied voltage, electrode distance, plasma contact duration, and solution volume on degradation efficiency. Plasma was generated using a Zero Voltage Switching (ZVS) circuit combined with a flyback transformer under voltage variations of 12 V, 20 V, and 28 V. The electrode distances were varied at 0.5 cm and 1 cm, while the methylene blue solution volumes were adjusted to 20 mL, 40 mL, 60 mL, 80 mL, and 100 mL with treatment durations ranging from 3 to 15 minutes. Degradation analysis was conducted using a UV-Vis spectrophotometer at the maximum wavelength of 664 nm. The results showed that degradation efficiency increased with increasing applied voltage and plasma contact duration, but decreased with increasing solution volume and electrode distance. The optimum condition was obtained at 28 V, 0.5 cm electrode distance, 20 mL solution volume, and 15 minutes treatment time, achieving nearly 100% degradation efficiency. Kinetic analysis indicated that the degradation process followed a pseudo-first-order model, where the reaction rate constant (k) increased at higher voltages and smaller solution volumes. The decrease in efficiency at larger volumes was attributed to the limited interaction of plasma at the liquid surface, resulting in less effective distribution of reactive species throughout the solution. The degradation mechanism involved the formation of Reactive Oxygen Species (ROS) and Reactive Nitrogen Species (RNS), such as hydroxyl radicals ($\bullet\text{OH}$), ozone (O_3), and hydrogen peroxide (H_2O_2), which oxidized the methylene blue molecular structure into simpler compounds. The findings demonstrate that the point-to-liquid plasma system has strong potential as an effective, rapid, and environmentally friendly method for dye-containing wastewater treatment.

Keywords: *Non-thermal plasma, Point-to-liquid Plasma, Methylene blue*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Plasma *Point-to-liquid* Untuk Mendegradasi Metilen Biru”**. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat, dan seluruh pengikut beliau hingga akhir zaman. Penulisan skripsi ini merupakan bagian dari kewajiban akademik di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Abdul Gafur, M.Si., M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
2. Ibu Dr. Nurlina, S.Si., M.Sc selaku Koordinator Program Studi S1-Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc.Tech., selaku dosen pembimbing pertama yang selalu sabar dan tulus dalam mendidik dan memberi arahan serta dukungan dalam perkembangan akademik sampai dengan penyusunan skripsi.
4. Bapak Rahmad Oktafiansyah, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan dan masukan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Ibu Prof. Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S. dan Bapak Dr. Totok Wianto, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji I dan II yang telah memberikan kritik dan masukan yang membangun, sehingga penelitian ini menjadi lebih baik.

6. Seluruh dosen FMIPA ULM, terkhususnya dosen Fisika yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalamannya.
7. Bapak Marjuni, S.Si., selaku teknisi laboratorium fisika yang telah banyak membantu penulis selama melakukan penelitian.
8. Kepada diri saya sendiri, karena berhasil menyelesaikan kewajiban sebagai mahasiswa.
9. Kepada Orangtua serta saudara, terimakasih atas dukungan dan do'a nya untuk saya, semoga ayah bisa melihat saya dari atas sana.
10. Kepada Salsabila Aulia, dan teman-teman saya yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang selalu membantu, mendukung selama menempuh perkuliahan dan dalam penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena penulis hanyalah manusia biasa dan tanpa bantuan dari pihak di atas tidaklah mudah penulis meraih keberhasilan dalam menyelesaikan laporan skripsi ini. Penulis hanya dapat berdoa semoga Allah SWT membalas kebaikan tersebut dan dilipatgandakan amal kebajikan mereka. Adanya kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan demi kesempurnaan laporan skripsi ini. Akhir kata, semoga laporan skripsi ini memberikan manfaat bagi kita semua, terutama bagi saya sendiri.

Banjarbaru, 2026
Penulis

Muhammad Eizi Nugroho

DAFTAR ISI

PROPOSAL SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Metilen Biru sebagai Polutan Model.....	5
2.2 Advanced Oxidation Processes (AOPs)	5
2.3 Plasma	6
2.4 Reaktor Plasma <i>Point-to-liquid</i>	7
2.5 Mekanisme Degradasi Metilen Biru Oleh Plasma	8
2.6 UV-Vis Spektrometer	9
BAB III METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Penelitian.....	11
3.3.1 Pembuatan Larutan Metilen Biru	12
3.3.2 Rangkaian dan Konfigurasi Sistem Plasma.....	13
3.3.3 Perlakuan Plasma Pada Larutan Metilen Biru	14
3.3.4 Pengukuran Absorbansi UV-Vis	15

3.3.5	Perhitungan Kinetika <i>Pseudo-First-Order</i>	15
3.3.6	Perhitungan Efisiensi Degradasi Metilen Biru	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		17
4.1	Efisiensi Degradasi terhadap Durasi Kontak Plasma	17
4.2	Kinetika Reaksi <i>Pseudo-First-Order</i>	22
4.3	Efisiensi Degradasi terhadap Volume Larutan.....	25
4.4	Konstanta Laju Reaksi (k) terhadap Volume Larutan.....	27
4.5	Pengaruh Jarak Elektroda terhadap Efisiensi Degradasi	30
BAB V PENUTUP		33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN.....		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur molekul metilen biru.....	5
Gambar 2.2 Konfigurasi plasma <i>point-to-liquid</i>	7
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian.....	12
Gambar 3.2 Rancangan reaktor plasma <i>point-to-liquid</i>	14
Gambar 4.2 Grafik Kinetika Reaksi <i>Pseudo-First-Order</i>	22
Gambar 4.3 Grafik Efisiensi Degradasi terhadap Volume Larutan pada.	25
Gambar 4.4 Grafik Konstanta Laju Reaksi (k) terhadap Volume Larutan.....	27
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Jarak Elektroda terhadap Efisiensi Degrada	31