

**VARIASI MATERIAL ELEKTRODA DENGAN LUCUTAN
PLASMA KORONA UNTUK DEGRADASI METILEN BIRU**



Disusun Oleh :

**NAILA CHANAN
M0213061**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
OKTOBER 2017**

**VARIASI MATERIAL ELEKTRODA DENGAN LUCUTAN
PLASMA KORONA UNTUK DEGRADASI METILEN BIRU**



Disusun oleh :

**NAILA CHANAN
M0213061**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
Persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
OKTOBER 2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Variasi Material Elektroda dengan Lucutan Plasma Korona untuk Degradasi Metilen Biru

Yang ditulis oleh :

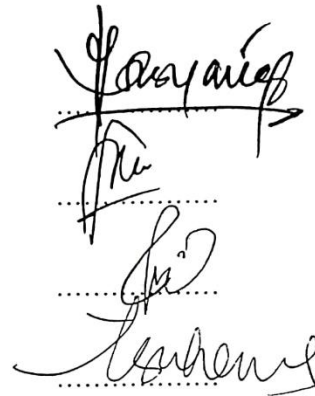
Nama : Naila Chanan
NIM : M0213061

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

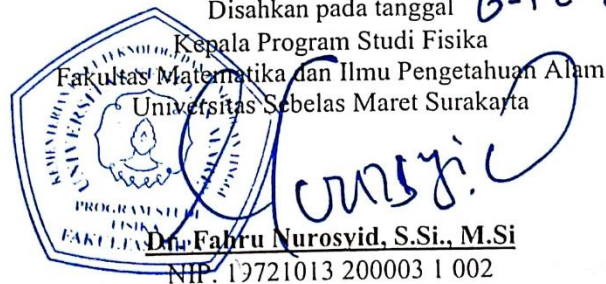
Hari : Kamis
Tanggal : 19 Oktober 2017

Dewan Penguji :

1. Ketua Penguji
Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si.
NIP 19710831 200003 1 005
2. Sekretaris Penguji
Dr. Fuad Anwar, S.Si., M.Si.
NIP 19700610 200003 1 001
3. Anggota penguji 1
Dr. Eng. Kusumandari, S.Si., M.Si.
NIP 19810518 200501 2 002
4. Anggota Penguji 2
Teguh Endah Saraswati, M.Sc., Ph.D.
NIP 19790326 200501 2 001



Disahkan pada tanggal 6-12-2017



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual Skripsi saya yang berjudul “VARIASI MATERIAL ELEKTRODA DENGAN LUCUTAN PLASMA KORONA UNTUK DEGRADASI METILEN BIRU” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, September 2017

NAILA CHANAN

MOTTO

“Bila kau tak tahan lelahnya belajar, maka kau harus tahan menanggung perihnya kebodohan”
(Imam Syafi’i)

Bahagia bukan milik dia yang hebat dalam segalanya, namun milik dia yang mampu menemukan hal sederhana dalam hidupnya dan tetap bersyukur.

Jangan selalu memilih jalan yang mudah, seperti air yang selalu mengalir ke tempat rendah, tiba-tiba kita sudah ada di tempat paling dasar.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, karyaku ini kupersembahkan untuk :

- Ayah dan ibuku tercinta, adik-adikku, dan seluruh keluargaku
atas segalanya yang telah diberikan kepadaku

- Serta untuk almamater kebanggaanku, Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Sebelas Maret

VARIASI MATERIAL ELEKTRODA DENGAN LUCUTAN PLASMA KORONA UNTUK DEGRADASI METILEN BIRU

NAILA CHANAN

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi bahan elektroda dan waktu kontak plasma terhadap efisiensi pengurangan absorbansi, pH, dan temperatur metilen biru dengan menggunakan lucutan plasma. Plasma akan menghasilkan spesies aktif yang akan menguraikan senyawa organik dalam air. Dalam penelitian ini, reaktor plasma terdiri dari dua elektroda jarum yang dihubungkan dengan tegangan AC sebesar 46,3 kV. Bahan elektroda yang digunakan adalah *stainless steel*, *tungsten*, aluminium, dan grafit. Elektroda dihubungkan secara paralel dengan jarak $2 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ mm}$ dan ditempatkan $2 \pm 0,5 \text{ mm}$ di atas larutan sampel yang ditempatkan di atas *magnetic stirrer* dengan kecepatan putar sebesar 6 rpm. Waktu kontak plasma yang digunakan adalah 2, 4, 6, 8, dan 10 menit. Larutan sampel yang digunakan adalah metilen biru. Absorbansi, temperatur, dan pH larutan diukur sebelum dan sesudah kontak plasma untuk mengetahui pengaruh dari bahan elektroda yang digunakan. Hasilnya, pada waktu kontak plasma 10 menit absorbansi larutan metilen biru menurun mulai 96,14% hingga 99,84%, pH larutan metilen biru juga menurun mulai 2,69 hingga 2,31 dengan pH sebelum uji adalah 6,75, sedangkan temperatur larutan naik mulai $57,1^\circ\text{C}$ hingga $63,5^\circ\text{C}$ di mana temperatur sebelum uji adalah $27,1^\circ\text{C}$. Hasil analisis dengan *anova single factor* material elektroda berpengaruh signifikan terhadap penurunan absorbansi metilen biru. Reaksi degradasi metilen biru merupakan reaksi orde 1 berdasarkan analisis kinetika reaksi, di mana konsentrasi metilen biru pangkat satu berpengaruh terhadap laju reaksi.

Kata kunci : plasma, pengolahan air, elektroda, korona, metilen biru

Variation of Electrode Materials with the Corona Plasma Discharge for Methylene Blue Degradation

NAILA CHANAN

Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sebelas Maret University

ABSTRACT

This research studied water treatment using plasma discharge. Plasma generated in this study produced active species that played a role in organic compound decomposition. The plasma reactor consisted of two needle electrodes made from stainless steel, tungsten, aluminum and graphite. It placed approximately 2 ± 0.5 mm above the solution and connected with high-AC voltage 46.3 kV. A solution of methylene blue used as an organic solution model. Plasma treatment times were 2, 4, 6, 8 and 10 min. The absorbance, temperature and pH of the solution were measured before and after treatment using various electrodes. As a result, in the plasma contact time range of 10 minutes of methylene blue solution was already clear for all four electrode materials with a decrease in absorbance range of 96.14% to 99.84%. For the pH the methylene blue solution decreased by the range of 2.69 to 2.31 wherein the initial pH was 6.75, while the temperature increased with a range of 63.5 to 57.1 at 10 min plasma contact time for all electrodes where the initial temperature of the solution was 27.1 °C. Based on analysis with single factor anova, electrode material variation significantly influenced the decrease of blue methylene absorbance. Based on kinetic analysis of reaction rate, from linear regression obtained can be concluded that the decrease of absorbance of methylene blue with variation of electrode material was the first order reaction, where the concentration of methylene blue first grade affected the reaction rate of methylene blue degradation.

Keywords : plasma, water-treatment, electrode, methylene blue, corona

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga bisa menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Tak lupa shalawat serta salam penulis haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai contoh bagi umat muslim. Penulis telah menyelesaikan skripsi yang berjudul VARIASI MATERIAL ELEKTRODA DENGAN LUCUTAN PLASMA KORONA UNTUK DEGRADASI METILEN BIRU sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains.

Dalam penyusunan skripsi ini tak lepas dari bantuan banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ahmad dan Ibu Fachria selaku orang tua penulis yang tak henti-hentinya memberikan do'a, nasihat, semangat, dan motivasi serta adik-adik Yasmin, Zidan, Haikal, dan Kiky atas semangat dan kebersamaannya.
2. Bapak Dr. Fahu Nurosyid, S.Si., M.Si selaku Kepala Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
3. Ibu Dr. Eng. Kusumandari, S.Si., M.Si dan Ibu Teguh Endah Saraswati ,S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah membimbing dari awal hingga akhir proses skripsi.
4. Ibu Prof. Dra. Soeparmi, M.A., Ph.D. selaku Pembimbing Akademik.
5. Bapak ibu dosen dan staff Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
6. Rekan-rekan 1 tim Mbak Hanifah, Mbak Nor, Rizky Ari, Fajrin dan teman-teman Tim Plasma Research and Technology 2013 yang membantu dalam pengambilan data.
7. Teman-teman Luluk, Sistha, Maya, Mbak Nor, Feni, Ni'mah, Ikrima. Terimakasih telah menjadi sahabat terbaik.
8. Teman-teman seperjuangan EMF 2013.

9. Keluarga SKI FMIPA UNS.

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga bantuan semua pihak dibalas oleh Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna dan banyak kekurangan. Namun semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Surakarta, Oktober 2017

Naila Chanan

PUBLIKASI

Sebagian Skripsi saya yang berjudul “Variasi Material Elektroda dengan Lucutan Plasma Korona untuk Degradasi Metilen Biru” telah dipublikasikan pada Seminar *International Conference on Advanced Material for Better Future 2017*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN ABSTRAK	vii
HALAMAN ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
HALAMAN PUBLIKASI	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2. Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3. Perumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4. Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5. Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1. Plasma.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.1. Jenis-Jenis Plasma.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.2. Reaksi Plasma dengan Mikroorganisme.....	Error! Bookmark not defined.
2.2. Pembentukan Plasma	Error! Bookmark not defined.
2.3. Prinsip Kerja Teknologi Plasma.....	Error! Bookmark not defined.
2.4. Reaksi Plasma di Udara.....	Error! Bookmark not defined.
2.5. Teknologi Plasma dalam Pengolahan Air	Error! Bookmark not defined.
2.6. Metilen Biru	Error! Bookmark not defined.
2.7. Spektrofotometer UV-Vis	Error! Bookmark not defined.
2.7.1. Hukum Lambert-Beer.....	Error! Bookmark not defined.
2.7.2. Warna Komplementer	Error! Bookmark not defined.
2.8. Karakterisasi	Error! Bookmark not defined.
2.8.1. Absorbansi	Error! Bookmark not defined.
2.8.2. Temperatur	Error! Bookmark not defined.
2.8.3. pH.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2. Alat dan Bahan	Error! Bookmark not defined.
3.2.1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.

3.2.2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3. Prosedur Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan	Error! Bookmark not defined.
3.3.2. Pembuatan Larutan Metilen Biru.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.3. Pengukuran Absorbansi, pH, dan Temperatur Sebelum Kontak Plasma	Error! Bookmark not defined.
3.3.4. Proses Pengolahan Metilen Biru dengan Metode Lucutan Plasma	Error! Bookmark not defined.
3.3.5. Pengukuran Absorbansi, pH, dan Temperatur Setelah Kontak plasma.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.6. Analisa Data	Error! Bookmark not defined.
3.4. Skema Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1. Degradasi Warna (Dekolorisasi) Metilen Biru dengan Lucutan Plasma.....	Error! Bookmark not defined.
4.2. Pengaruh Bahan Elektroda terhadap Absorbansi Metilen Biru	Error! Bookmark not defined.
4.3. Pengaruh Waktu terhadap Absorbansi Metilen Biru.....	Error! Bookmark not defined.
4.4. Pengaruh Waktu terhadap pH Metilen Biru.....	Error! Bookmark not defined.
4.5. Pengaruh Waktu terhadap Temperatur Metilen Biru.....	Error! Bookmark not defined.
4.6. Mekanisme Degradasi Metilen Biru dengan Lucutan Plasma.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
5.1. KESIMPULAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.2. SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
Daftar Pustaka	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1. Spektrum cahaya tampak dan warna-warna komplementer**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.1. Prosentase degradasi metilen biru **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2. Fungsi kerja material elektroda..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3. Kandungan elektroda *stainless steel* (wt%)**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Ilustrasi perbedaan materi antara fase gas dengan fase plasma untuk gas hidrogen (Nur, 2011).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2. Daerah ionisasi dan aliran pada lucutan pijar korona (Nur, 2011) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3. Desain reaktor plasma korona (Susan *et al.*, 2016)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4. Skema reaktor plasma DBD (Hazmi *et al.*, 2012) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5. Skema reaktor plasma ozon (Ryane *et al.*, 2014). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6. Skema reaktor plasma lucutan *arc* (Andhika *et al.*, 2014)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7. Struktur molekul kimia metilen biru (Palupi, 2006) ...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8. Skema instrument spektrofotometer UV-Vis (Mustikaningrum, 2015)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9. Proses disperse cahaya (Mustikaningrum, 2015). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2. (a) menimbang serbuk metilen biru dengan neraca digital, (b) proses pencampuran larutan metilen biru dengan *magnetic stirrer* **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3. (a) spektrofotometer UV-Vis, (b) tampilan program *UV Professional***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4. Multiparameter *water quality* monitor ...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5. Skema penelitian**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1. Plasma lucutan pijar korona**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2. Dekolorisasi metilen biru dengan lucutan plasma **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3. Grafik pengaruh waktu kontak plasma terhadap prosentase degradasi**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4. Grafik pengaruh waktu terhadap absorbansi metilen biru pada bahan elektroda (a) aluminium, (b) grafit, (c) *stainless steel*, dan (d) *tungsten***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5. Grafik pengaruh waktu terhadap absorbansi metilen biru pada waktu kontak plasma (a) 2 menit, (b) 4 menit, (c) 6 menit, (d) 8 menit, dan (e) 10 menit**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6. Grafik pengaruh waktu kontak plasma terhadap pH pada metilen biru
.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.7. Grafik pengaruh waktu kontak plasma terhadap temperatur metilen
biru.....**Error! Bookmark not defined.**