

**PENGEMBANGAN *MICROFLUIDIC PAPER-BASED ANALYTICAL*
DEVICE UNTUK DETEKSI KONTAMINAN ETILENA
GLIKOL PADA MINYAK ASIRI**

HANIFAH QOULA SADIDA



**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- 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 University

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.



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek akhir dengan judul “Pengembangan *Microfluidic Paper-Based Analytical Device* untuk Deteksi Kontaminan Etilena Glikol pada Minyak Asiri” adalah karya saya dengan arahan dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal dari atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka pada bagian akhir laporan ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Hanifah Qoula Sadida
J0412221158



@Hak cipta milik IPB University

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

HANIFAH QOULA SADIDA. Pengembangan *Microfluidic Paper-Based Analytical Device* untuk Deteksi Kontaminan Etilena Glikol pada Minyak Asiri. Dibimbing oleh WULAN TRI WAHYUNI dan BUDI RIZA PUTRA.

Minyak asiri memiliki nilai ekonomi tinggi sehingga mutu dan kemurniannya harus terjamin, terutama dari kontaminan berbahaya seperti etilena glikol. Senyawa ini sering disalahgunakan sebagai bahan pengencer dan bersifat toksik sehingga diperlukan metode deteksi cepat etilena glikol yang mudah diterapkan di industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sensor kimia berbasis μ PAD sebagai metode deteksi etilena glikol pada minyak asiri. Metode yang digunakan meliputi pembuatan μ PAD, optimasi kondisi reaksi dan evaluasi kinerja analitik. Hasil dari kondisi reaksi optimum digunakan pada konsentrasi HIO₄ 0,20%, volume HIO₄ 0,5 mL, volume reagen Schiff 3 tetes, dan waktu reaksi 7 menit. Evaluasi kinerja analitik pada linieritas dipilih kanal merah dengan koefisien determinasi terbaik yaitu 0,9941, nilai LOD 0,02% v/v, dan LOQ 0,07% v/v yang masih berada di bawah batas maksimum cemaran etilena glikol menurut BPOM yaitu 0,10%. Uji akurasi dan presisi menghasilkan nilai *recovery* 98,80–101,47% dan %RSD 0,99%, sedangkan pengukuran sampel nyata memberikan *recovery* 94,0–120,0% yang masih memenuhi kriteria keberterimaan.

Kata kunci : etilena glikol, minyak asiri, reagen Schiff, sensor kimia, μ PAD

ABSTRACT

HANIFAH QOULA SADIDA. Development of a Microfluidic Paper-Based Analytical Device for Detection of Ethylene Glycol Contaminants in Essential Oils. Supervised by WULAN TRI WAHYUNI dan BUDI RIZA PUTRA.

Essential oils have high economic value, therefore their quality and purity must be ensured, particularly against hazardous contaminants such as ethylene glycol. This study aimed to develop a microfluidic paper-based analytical device (μ PAD) based chemical sensor for the rapid detection of EG in essential oils. The method included μ PAD fabrication, reaction optimization, and analytical performance evaluation. The optimum conditions were 0.20% periodic acid, 0.5 mL HIO₄, three drops of Schiff reagent, and a reaction time of 7 min. The red channel showed the best linearity $R^2 = 0.9941$, with an LOD of 0.02% v/v and an LOQ of 0.07% v/v, both below the BPOM maximum limit for EG contamination 0.10%. The method demonstrated satisfactory accuracy 98.80–101.47% recovery and precision %RSD = 0.99%, while recovery values for real samples ranged from 94.0% to 120.0%, meeting the acceptance criteria.

Keywords: chemical sensor, essential oil, ethylene glycol, Schiff reagent, μ PAD



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- 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.

PENGEMBANGAN *MICROFLUIDIC PAPER-BASED ANALYTICAL DEVICE* UNTUK DETEKSI KONTAMINAN ETILENA GLIKOL PADA MINYAK ASIRI

HANIFAH QOULA SADIDA

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Analisis Kimia

**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Dr. Rudi Heryanto, S.Si., M.Si.



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.



Judul Proyek Akhir : Pengembangan *Microfluidic Paper-Based Analytical Device*
untuk Deteksi Kontaminan Etilena Glikol pada Minyak Asiri
Nama : Hanifah Qoula Sadida
NIM : J0412221158

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

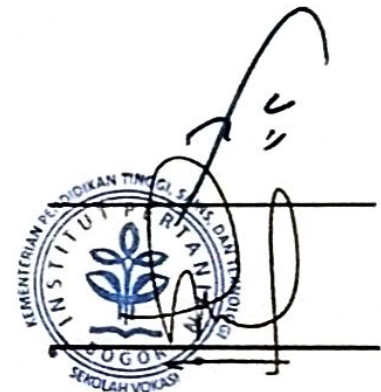
Pembimbing 1:
Dr. Wulan Tri Wahyuni S, S.Si, M.Si.

Pembimbing 2:
Budi Riza Putra, S.Si, M.Si., Ph.D.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.
NIP 197611032014092002

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



Tanggal Ujian:
7 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

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.



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 Januari 2026 sampai bulan April 2026 ini ialah sensor kimia, dengan judul “Pengembangan *Microfluidic Paper-Based Analytical Device* untuk Deteksi Kontaminan Etilena Glikol pada Minyak Asiri”.

Terima kasih saya ucapkan kepada dosen pembimbing, tentunya ialah Ibu Dr. Wulan Tri Wahyuni S, S.Si., M.Si. sebagai pembimbing pertama dan pak Budi Riza Putra, S.Si., M.Si., Ph.D. sebagai pembimbing kedua yang telah membimbing, memberikan arahan, saran, dan bantuan hibah dana untuk penyelesaian tugas akhir ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Departemen Kimia Analitik IPB University yang telah memberi izin tempat untuk penelitian, dan teman seperjuangan Analisis Kimia Sekolah Vokasi IPB Angkatan 59 yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu yang membantu saya memberikan saran dan dukungannya. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan doa, kasih sayang, dan dukungannya.

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

Bogor, Agustus 2026

Hanifah Qoula Sadida



@Hak cipta milik IPB University

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 ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
1.6 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Microfluidic Paper-Based Analytical Devices</i>	4
2.2 Etilena Glikol	5
2.3 Teknik Pembuatan <i>Microfluidic Paper-Based Analytical Devices</i>	7
2.4 Validasi Metode	7
III METODE	9
3.1 Lokasi dan Waktu	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Deteksi Etilena Glikol menggunakan <i>Microfluidic Paper-Based Analytical Device</i>	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Sudut Kontak (<i>Contact Angle</i>) Permukaan Hidrofobik μ PAD	18
4.2 Karakterisasi Morfologi μ PAD menggunakan SEM-SED	19
4.3 Reagen untuk Pereaksi Etilena Glikol dan Selektivitas	20
4.4 Konsentrasi dan Volume Asam Periodat Optimum untuk Deteksi EG	22
4.5 Volume Reagen Schiff untuk Deteksi Etilena Glikol	24
4.6 Waktu Reaksi untuk Deteksi Etilena Glikol	26
4.7 Linieritas	27
4.8 Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantifikasi (LOQ)	28
4.9 Akurasi	29
4.10 Presisi	30
4.11 Pengukuran Sampel Nyata	31
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	47

DAFTAR TABEL

4.1 Persamaan regresi linier serta nilai LOD dan LOQ pada tiga ulangan kurva linieritas RGB	28
4.2 Hasil pengukuran sampel nyata dengan μ PAD menggunakan metode adisi standar	32

DAFTAR GAMBAR

2.1 Struktur Etilena Glikol	5
2.2 Reaksi pembentukan formaldehida dari etilena glikol dan asam periodat	6
3.1 Ilustrasi pembuatan μ PAD	10
3.2 Zona reaksi dan zona sampel μ PAD	10
4.1 Hasil pengukuran sudut kontak (<i>contact angle</i>) pada zona hidrofobik μ PAD (Dokumentasi pribadi)	18
4.2 Hasil karakterisasi μ PAD menggunakan SEM. (A) Morfologi permukaan μ PAD (SEM-SED, $\times 500$, skala 50 μ m) zona hidrofilik. (B) Morfologi permukaan μ PAD (SEM-SED, $\times 500$, skala 50 μ m) zona hidrofobik	19
4.3 Reaksi yang terbentuk antara reagen Schiff dengan formaldehida	21
4.4 Persamaan reaksi antara KMnO_4 dan formaldehida	21
4.5 Data hasil pemilihan reagen untuk deteksi etilena glikol. (A) Pereaksi KMnO_4 0,1 N. (B) Pereaksi Schiff	22
4.6 Pengaruh konsentrasi HIO_4 terhadap respons intensitas warna pada berbagai konsentrasi etilena glikol	23
4.7 Pengaruh volume HIO_4 terhadap respons intensitas warna	24
4.8 Pengaruh jumlah tetes reagen Schiff terhadap respons intensitas warna	25
4.9 Hasil optimasi waktu terhadap intensitas warna pada μ PAD	26
4.10 Warna hasil optimasi waktu pada terhadap intensitas warna pada μ PAD	26
4.11 Kurva linieritas dari intensitas terhadap konsentrasi etilena glikol pada tiga ulangan pengukuran	27
4.12 Hasil uji akurasi (% <i>recovery</i>) pada tiga tingkat konsentrasi etilena glikol	30
4.13 Hasil uji presisi pada konsentrasi etilena glikol 0,10%	31



DAFTAR LAMPIRAN

1	Sketsa penelitian	39
2	Data hasil optimasi konsentrasi HIO ₄	40
3	Data hasil optimasi volume HIO ₄ 0,2%	40
4	Data hasil optimasi volume reagen Schiff	40
5	Data hasil optimasi waktu reaksi	40
6	Data hasil uji linieritas (nilai RGB dan intensitas)	41
7	Persamaan regresi linier dan hasil LOD/LOQ	41
8	Data hasil uji akurasi	42
9	Data hasil uji presisi	43
10	Data deteksi EG pada sampel nyata Minyak Asiri <i>Citronella</i>	43
11	Data hasil <i>contact angle</i>	46