

## Rancang Bangun Alat Ukur Konsentrasi Mikroplastik dengan *Cladding* Gelatin Berbasis Sensor Serat Optik dan Mikrokontroler

Diah Sundari\*, Harmadi

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 27 Mei 2022  
Direvisi: 23 Juni 2022  
Diterima: 09 Juli 2022

#### Kata kunci:

evanescent  
konsentrasi  
mikroplastik  
resin akrilik  
serat optik

#### Keywords:

acrylic resin  
evanescent  
concentration  
microplastic  
fiber optic

#### Penulis Korespondensi:

Diah Sundari  
Email: [diahsundari2000@gmail.com](mailto:diahsundari2000@gmail.com)

### ABSTRAK

Telah dirancang alat ukur konsentrasi mikroplastik dengan *cladding* gelatin berbasis sensor serat optik evanescent. Mikropastik yang digunakan pada penelitian ini adalah resin akrilik dengan variasi konsentrasi sebesar 0 ml, 25 ml, 50 ml, 75 ml, dan 100 ml. *Cladding* serat optik dikupas dan diganti dengan menggunakan gelatin. Variasi pengupasan dilakukan sepanjang 1 cm, 2 cm, dan 3 cm. Laser dioda digunakan sebagai sumber cahaya, serat optik sebagai transmisi cahaya, fotodiode digunakan sebagai detektor cahaya. Mikrokontroler Arduino Uno R3 digunakan sebagai pengolah sinyal dan LCD digunakan sebagai penampil hasil pengukuran konsentrasi. Konsentrasi diukur berdasarkan tegangan fotodiode. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa pengupasan 1 cm merupakan pengupasan yang paling optimum untuk pengukuran konsentrasi mikroplastik pada larutan resin akrilik dengan koefisien determinasi sebesar  $R^2=0,9857$ . Persentase kesalahan rata-rata alat ukur konsentrasi mikroplastik yang dirancang sebesar 1,902 %.

*Microplastic concentration measurement has been designed with a gelatin cladding based on evanescent optical fiber sensor. The microplastic used in this study was acrylic resin with variation concentrations of 0 ml, 25 ml, 50 ml, 75 ml, and 100 ml. Fiber optic cladding was peeled and replaxed by using gelatin. The stripping variations were carried out for 1 cm, 2 cm, and 3 cm. Laser diode is used as a light source, optical fiber is used as light transmission, photodiode is used as light detector. Arduino Uno R3 microntroller is used as a signal processor and LCD is used as a display of concentration measurement results. Concentration is measured based on the photodiode voltage. The characterization results showed that 1 cm stripping for measuring the concentration of microplastics in acrylic resin solution with a determination coefficient of  $R^2 = 0.9857$ . The average error percentage of the designed microplastic concentration measuring was 1.902 %.*

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Plastik merupakan produk serbaguna yang sering digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Plastik menjadi alternatif dalam kehidupan, plastik sering digunakan untuk membawa makanan dan barang lainnya (Kershaw, 2015). Namun plastik di sini juga memiliki dampak buruk baik bagi kesehatan dan lingkungan yang mana plastik yang dibuang kesembarang tempat akan mengotori lingkungan baik di darat dan perairan (Priliantini, et al., 2020). Ketika keadaan ini dibiarkan terus menerus sampah plastik akan menumpuk bahkan akan terdegradasi membentuk senyawa mikroplastik. Mikroplastik merupakan partikel plastik yang memiliki ukuran  $\leq 5$  mm (Lippiatt, et al., 2013). Mikroplastik tidak hanya berasal dari kantong plastik, tetapi mikroplastik juga bersumber dari pakaian yang dikenal dengan istilah polyester, hasil penelitian di Kanada, Amerika Utara menyatakan bahwa setiap satu kali mencuci pakaian maka 18 gram mikroplastik akan terlepas. Mikroplastik juga berasal dari manufaktur kecantikan salah satunya adalah resin akrilik yang digunakan dalam pembuatan protesa gigi dan tubuh. Karena mikroplastik memiliki ukuran yang sangat kecil maka mikroplastik akan dengan mudah termakan oleh biota perairan seperti ikan, kerang dan biota lainnya (Widianarko & Hantoro, 2018). Pada akhirnya biota ini akan sampai ke rantai makanan kemudian, akan masuk ke tubuh manusia dan akan berdampak buruk pada kesehatan manusia (Wright, et al., 2013).

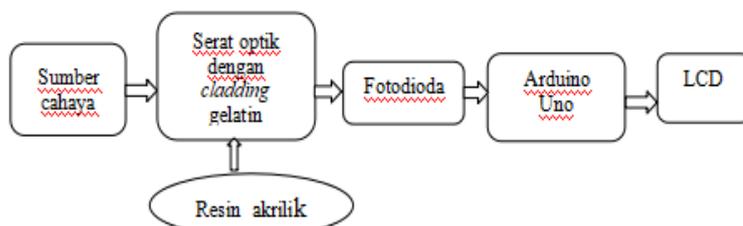
Mikroplastik yang tertelan oleh tubuh akan melapisi permukaan saluran pencernaan mengalir keseluruh tubuh melalui darah dan memicu sel kanker (Fachrul, 2018). Penelitian tentang mikroplastik telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Wang & Wang, 2018) dan (Kniggendorf, et al., 2019). Penelitian ini menggunakan metode raman spectroscopy untuk mendeteksi adanya mikroplastik pada suatu objek dan hasil dari penelitian ini ditemukan adanya mikroplastik pada perairan yang berbeda dan adanya partikel dengan ukuran 0,1 mm pada air kran. Namun penelitian ini memiliki kelemahan yaitu membutuhkan biaya yang sangat mahal untuk alatnya. Penelitian menggunakan laser, fotodiode dan CCD camera untuk mendeteksi adanya mikroplastik dan hasil penelitian prototipe ini dapat mendeteksi transulans plastik (Asamoah, et al., 2019). Penelitian menggunakan CCDTSL1401CL untuk mendeteksi adanya mikroplastik pada larutan resin akrilik, sampel dari beberapa perairan. Hasil yang didapatkan alat yang dirancang memiliki persentase kesalahan sebesar 2,49% (Sandy & Harmadi, 2021).

Dari penelitian sebelumnya dikembangkanlah sebuah alat pengukur konsentrasi mikroplastik pada larutan resin akrilik dengan *cladding* gelatin berbasis sensor serat optik dan mikrokontroler. Gelatin merupakan produk hidrolisis tulang, protein, daging dan kulit hewan. Gelatin mampu menyerap larutan mikroplastik sehingga akan mempengaruhi daya absorptivitasnya dan mempengaruhi hasil keluaran yang ditampilkan pada LCD (Irawan & Harmadi, 2018).

## II. METODE

### 2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Prinsip kerja dari sistem pengukuran konsentrasi mikroplastik, diawali dengan serat optik disinari sumber cahaya yang berasal dari laser dioda. Cahaya yang dipancarkan dideteksi oleh fotodiode sehingga menghasilkan tegangan keluaran. Tegangan keluaran dikirim ke arduino untuk diubah kedalam bentuk decimal oleh analog to digital converter (ADC). Data di proses oleh arduino dan hasil keluaran dalam konsentrasi g/ml ditampilkan pada LCD (*Liquid crystal display*). Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

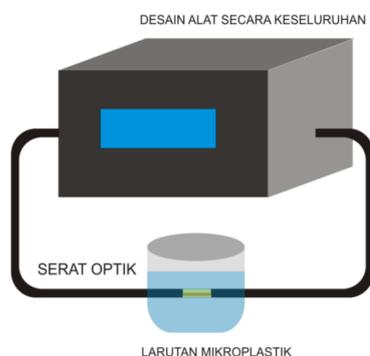


Gambar 1. Diagram blok sistem

## 2.2 Rancang Bangun Alat Ukur Konsentrasi Mikroplastik dengan *Cladding* Gelatin berbasis Sensor Serat Optik dan Mikrokontroler

Alat ukur konsentrasi mikroplastik pada larutan resin akrilik dirancang dengan serat optik dengan *cladding* gelatin yang diperoleh dari teknik *dip coating* (pencelupan), dengan pengupasan *cladding* sepanjang 1 cm, 2 cm dan 3 cm. Serat optik dengan pengupasan paling baik digunakan pada alat ukur konsentrasi mikroplastik. Nilai sensitifitas serat optik dilihat dari nilai fungsi transfer serat optik. Kabel serat optik yang digunakan adalah FD 620-10. Sumber cahaya berasal dari laser dioda (Khairunnisa & Harmadi, 2017). Sumber tegangan yang digunakan untuk fotodioda dan LCD memanfaatkan tegangan keluaran dari Arduino Uno.

Cahaya yang merambat ke dalam serat optik yang telah dilapisi gelatin yang peka terhadap mikroplastik, intensitas cahaya pada fotodioda akan menurunkan tegangan fotodioda. Tegangan yang terbaca sebagai sinyal analog akan dikonversi menjadi sinyal digital oleh ADC arduino uno. Perubahan tegangan keluaran pada fotodioda akan diproses oleh arduino uno dan nilai konsentrasi pada larutan resin akrilik terbaca di LCD dan serial monitor. Sampel yang digunakan adalah larutan mikroplastik yang terdiri dari pelarut dan zat terlarut. Pelarut yang digunakan adalah aquadest dan zat terlarut yaitu resin akrilik yang merupakan salah satu jenis mikroplastik. Alat yang dirancang terdiri dari box dan tempat kedudukan sampel. Box merupakan komponen utama alat ukur konsentrasi mikroplastik. Alat ukur konsentrasi mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Rancang Bangun Alat Ukur Konsentrasi Mikroplastik dengan *Cladding* Gelatin berbasis Sensor Serat Optik dan Mikrokontroler

## 2.3 Analisis Data

Sistem pengukuran konsentrasi mikroplastik pada larutan resin akrilik memerlukan teknik analisa data yang digunakan untuk mengetahui persen kesalahan dalam sistem pengukuran. Besarannya persentase kesalahan dalam pengujian suatu alat ukur dapat dilihat dengan Persamaan 1

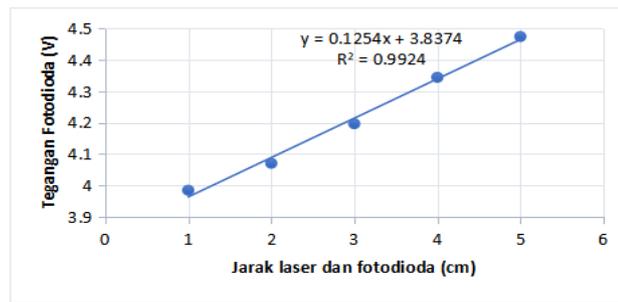
$$\% \text{ Error} = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$Y_n$  merupakan nilai konsentrasi yang terukur pada alat ukur, sedangkan  $X_n$  nilai konsentrasi yang diperoleh dengan metode gravimetri. Metode gravimetri dilakukan untuk membandingkan seberapa akurat alat yang dirancang.

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Hasil Karakterisasi Sensor Fotodioda

Karakterisasi fotodioda dilakukan untuk mengetahui apakah fotodioda yang digunakan dapat bekerja dengan baik. Hasil pengujian karakterisasi fotodioda dapat dilihat pada Gambar 3.

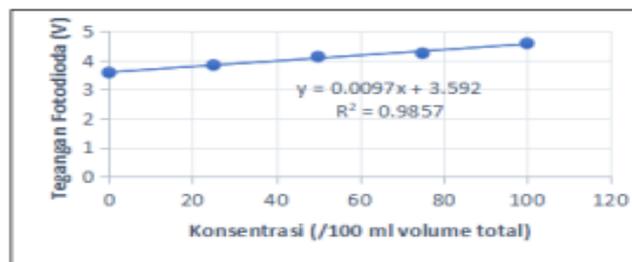


**Gambar 3** Grafik hubungan tegangan keluaran fotodioda dengan jarak laser dan fotodioda

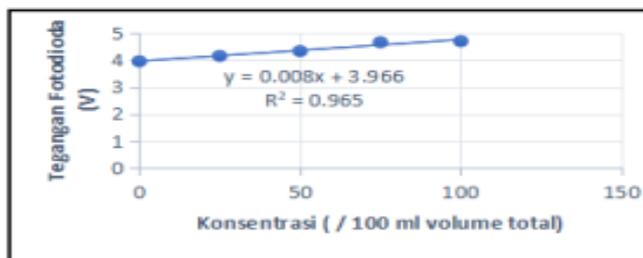
Berdasarkan Fungsi transfer pada Gambar 3 memiliki sensitivitas sensor sebesar 0,1254 volt, dengan nilai regresi yang baik yaitu  $R^2 = 0,9924$  (Sumanto, 2012). Gambar 3 menunjukkan hubungan antara tegangan keluaran fotodioda dengan jarak laser dioda ke fotodioda berbanding lurus. Semakin jauh jarak laser dioda ke fotodioda maka nilai tegangan keluaran yang dihasilkan semakin besar.

### 3.2 Hasil Karakterisasi Sensor Serat Optik

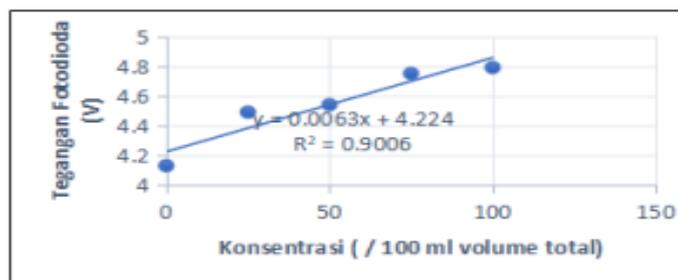
Hasil karakterisasi sensor serat optik dilakukan dengan membandingkan tegangan keluaran sebelum dan sesudah dilapisi gelatin dengan panjang pengupasan 1 cm, 2 cm, dan 3 cm. Melihat sensitifitas sensor yang didapatkan dari angka yang ditunjukkan oleh fungsi transfer. Sensor serat optik yang paling baik digunakan pada alat ukur. Data hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



(a)



(b)



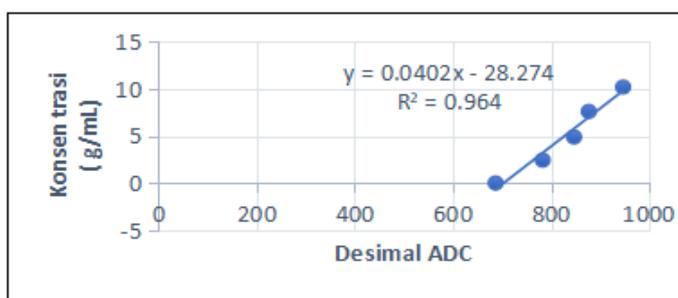
(c)

**Gambar 4** Grafik hubungan konsentrasi terhadap tegangan fotodioda pada sensor serat optik dengan panjang pengupasan (a) 1 cm, (b) 2 cm, dan (c) 3 cm

Berdasarkan Gambar 4 memperlihatkan hubungan konsentrasi (/100 ml volume total) terhadap tegangan fotodiode. Sensor serat optik memiliki regresi linier yang paling akurat dan baik pada pengupasan 1 cm yaitu  $R^2=0,9857$ . Semakin tinggi konsentrasi (/100 ml volume total) maka tegangan keluaran semakin besar. Hal ini disebabkan oleh kenaikan konsentrasi membuat indeks bias *cladding* semakin kecil maka kedalaman penetrasi gelombang evanescent semakin besar sehingga cahaya masuk lebih banyak ke dalam *cladding* dan intensitas cahaya merambat semakin kecil (Zhang, et al., 2008).

### 3.3 Hasil Karakterisasi Fungsi Transfer Desimal ADC Arduino Uno

Fungsi transfer ini ditulis dengan IDE yang ditanamkan pada Arduino Uno untuk mendapatkan hasil pengukuran konsentrasi mikroplastik yang ditampilkan pada LCD. Grafik hasil karakterisasi konsentrasi mikroplastik terhadap desimal ADC Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5** Grafik hubungan konsentrasi (g/ml) dengan desimal ADC Arduino Uno.

Berdasarkan Gambar 5 hubungan konsentrasi (g/ml) dengan desimal ADC Arduino Uno diperoleh persamaan  $y= 0,0402x - 28,274$ , dimana  $x$  merupakan tegangan masukan ADC dari keluaran fotodiode dan  $y$  merupakan keluaran ADC yang merupakan konsentrasi yang terukur. Angka 0,0402 merupakan besarnya faktor konversi desimal ADC dan -28,274 merupakan besarnya nilai offset dari ADC Arduino. Koefisien determinasi atau  $R^2$  yang diperoleh sebesar 0,964.

### 3.4 Pengujian Akhir Alat Ukur Konsentrasi Mikroplastik pada Larutan Resin Akrilik

Hasil pengujian akhir alat ukur konsentrasi mikroplastik dilakukan dengan melihat seberapa akuratnya tingkat ketelitian dari alat ukur yang akan dibandingkan dengan metode gravimetri. Hasil pengujian akhir alat ukur konsentrasi mikroplastik yang ditampilkan pada LCD serta pengujian dan perhitungan konsentrasi mikroplastik dengan metode gravimetri dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Hasil Pengujian akhir alat ukur konsentrasi mikroplastik

No	Konsentrasi pelarut / aquadest ( ml)	Konsentrasi larutan / resin akrilik ( ml)	Konsentrasi yang terbaca di LCD ( g/ml)	Konsentrasi dari metode gravimetri ( g/ml)	Kesalahan %
1	100	0	0	0	0
2	75	25	2,28	2,425	5,9
3	50	50	4,76	4,879	2,44
4	25	75	7,62	7,582	0,5
5	0	100	10,24	10,172	0,67
Rata-rata kesalahan					1,902

Berdasarkan Tabel 1 hasil pengujian akhir alat ukur konsentrasi mikroplastik yang menampilkan nilai konsentrasi yang terbaca pada LCD dengan konsentrasi yang terukur dengan menggunakan metode gravimetri. Hasil pengujian akhir alat ukur konsentrasi mikroplastik memiliki rata-rata kesalahan sebesar 1,902% dengan keakuratan lebih dari 95% bahkan bisa dikatakan data

yang didapatkan akurat karena nilai konsentrasi pada sampel resin akrilik dan metode dari perhitungan metode gravimetri tidak jauh berbeda.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa alat ukur konsentrasi mikroplastik, maka dapat diambil kesimpulan, yaitu antara lain: Dihasilkan rancang bangun alat ukur konsentrasi mikroplastik pada larutan resin akrilik dengan variasi konsentrasi variasi konsentrasi 0 ml, 25 ml, 50 ml, 75 ml, dan 100 ml. Serat optik dapat digunakan sebagai sensor konsentrasi mikroplastik pada larutan resin akrilik dengan variasi konsentrasi 0 ml, 25 ml, 50 ml, 75 ml, dan 100 ml. Hasil karakterisasi sensor serat optik yang optimum digunakan untuk pengukuran konsentrasi mikroplastik pada larutan resin akrilik pada pengupasan 1 cm dengan koefisien determinasi sebesar  $R^2 = 0,9857$ . Nilai rata-rata kesalahan yang didapatkan sebesar 1,902%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asamoah, B. O., Kanyathare, B. & Roussey, M., 2019. A Prototye of A Portable Optical Sensor for The Detective of Transparent Microplastics in Freshwater. *Chemosphere*, Vol. 231, pp. 161-167.
- Fachrul, M. F., 2018. Bioremediasi Pencemar Mikroplastik di Ekosistem Perairan Menggunakan Bakteri Indigenous. Banjarmasin, Indonesia
- Irawan , T. & Harmadi, 2018. Rancang Bangun Alat Ukur Kelembaban Udara Berbasis Sensor Serat Optik Evanescent dengan Cladding Gelatin Tulang Sapi Menggunakan Transmisi Ethernet Shield. *Jurnal Fisika Unand*.
- Kershaw, P., 2015. Sources, Fate and Effects of Microplastics In The Marine Environment : A Global Assessment. *International Maritime Organization*, Vol. 90, p. 96.
- Khairunnisa, F. & Harmadi, 2017. Rancang Bangun Alat Ukur Kelembaban Udara Berbasis Mikrokontroler ATMega328 dengan Sensor Serat Optik 47 Evanescent Menggunakan Film Gelatin. *Jurnal Fisika Unand*, Vol.6, p. 3.
- Kniggendorf, A. K., Wetzal, C. & Roth , B., 2019. Microplastics Detection In Streaming Tap Water With Raman Spectroscopy. *Sensors*, Vol. 19, p. 8.
- Lippiatt, S., Opper, S. & Arthur , C., 2013. Marine Debris Monitoring and Assessment : Recommendations for Monitoring Debris Trends In The Marine Environment. p. 77.
- Priyantini, A., Krisyanti & Situmeang, I. V., 2020. Pengaruh Kampanye# PantangpPlastik Terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survei Pada Pengikut Instagram @GreenpeaceID). *Jurnal Komunika : Jurnal Komunikasi*, Vol. 9, pp. 40-51.
- Sandy, V. dan Harmadi, 2020. Rancang Bangun Alat Ukur Konsentrasi Microplastic Berbasis CCDTSL1401CL Linier Sensor Array, Skripsi, Padang
- Sumanto, D., 2012. Presisi dan Akurasi Hasil Penelitian Kuantitatif Berdasarkan Pengambilan Sampel Secara Acak. *Jurnal LITBANG*, Vol.2, p. 2.
- Wang, W. & Wang, J., 2018. Investigation of Microplastics In Aquatic Environments : An Overview Of The Methods Used, From Field Sampling To Laboratory Analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 108, pp. 195-202.
- Widianarko, Y. B. & Hantoro , I., 2018. Mikroplastik Dalam Seafood Dari Pantai Utara Jawa. *Jurnal Universitas Katolik Soegijapranata*.
- Wright , S. L., Thompson, R. C. & Galloway, T. S., 2013. The Physical Impacts Of Microplastics On Marine Organisms : A Review. *Environmental Pollution*, Vol.178, pp. 483-492.
- Zhang, L. , 2008. Fast Detection of Humidity With A Subwavelength-Diameter Fiber Taper Coated With Gelatin Film. *Optics Express*, Vol. 16(17), pp. 13349-13353.