

## Pengukuran Nilai Kosntanta Dielektrik dan Kandungan Padatan Terlarut Air Danau Sentani

Benny A. Bungasalu<sup>1\*</sup>, Eva Papilaya<sup>1</sup>, Martina Bunga<sup>1</sup>, Kheriah Dahlan<sup>1</sup>, Hardi Hamzah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Cenderawasih

\*[bennybungasalu@gmail.com](mailto:bennybungasalu@gmail.com)

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian analisis kosntanta dilektik dan pengukuran total padatan atau partikel terlarut dalam air danau Sentani. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besar nilai dari konstanta dielektrik dan nilai padatan yang terlarut pada air danau sentani. Penelitian ini mengambil sample di sekitran kampung yoboi kabupaten Jayapura. Dimana dari penelitian ini didapatkan rata rata nilai padatan 112.8 ppm. Untuk penentuan konstanta dielektrik tiap konsentrasi larutan dilakukan pengukuran kapasitansi dengan variasi jarak antar plat. Sebelum pengukuran konstanta dielektrik larutan, dilakukan kalibrasi dahulu terhadap alat dengan mengukur konstanta dielektrik udara dan didapatkan nilai sebesar 1,05. Nilai ini berbeda dengan konstanta dielektrik udara referensi sebesar 1,00054 sehingga didapatkan eror sebesar 4,9 %. Nilai eror ini masih dalam tahap wajar sehingga alat dapat digunakan untuk mengukur konstanta dielektrik larutan. Pengukuran kapasitansi dilakukan dengan range frekuensi 100 – 2000 Hz dengan interval 50 Hz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode dielektrik dapat digunakan untuk mengukur nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik pada cabe air danau sentani. Nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik semakin menurun dengan bertambahnya frekuensi.

Kata Kunci: Konstanta Dielektik; Total Padatan; Danau Sentani.

### ABSTRACT

Total dissolved solids or particles in Lake Sentani water have been investigated, as well as dielectric constant analysis. The purpose of this research was to determine the dissolved solids and dielectric constant in Sentani Lake's water. Samples for this study were collected in the Jayapura district's Yoboi village. Using the data from this study, an average solid value of 112.8 ppm was obtained. Capacitance measurements were taken at various distances between the plates to determine the dielectric constant of each solution concentration. The equipment was calibrated by first measuring the dielectric constant of air, which yielded a result of 1.05, before measuring the solution's dielectric constant. This value differs from the reference air dielectric constant of 1.00054, resulting in a 4.9% error. This error value is still within acceptable limits, allowing the tool to be used to determine the dielectric constant of the solution. Capacitance measurements were performed with a frequency range of 100 - 2000 Hz and a 50 Hz interval. The results demonstrated that the dielectric method can be used to determine the capacitance and dielectric constant values in Sentani Lake water samples. With increasing frequency, the value of capacitance and dielectric constant decreases.

Keywords: Dielectric Constant; Total Solids; Lake Sentani

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



### 1. Pendahuluan

Danau adalah badan air alami berukuran besar yang dikelilingi oleh daratan dan tidak berhubungan dengan laut, kecuali melalui sungai. Danau bisa berupa cekungan yang terjadi karena peristiwa alam yang kemudian menampung dan menyimpan air yang berasal dari hujan, mata air, rembesan, dan air sungai [1]. Danau merupakan sumber daya air tawar yang berada di daratan yang

berpotensi sangat besar serta dapat dikembangkan dan didayagunakan bagi pemenuhan berbagai kepentingan [2]. Salah satu sumber daya alam yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat diantaranya adalah ikan. Tidak kurang dari 7.000 spesies ikan terdapat di perairan Indonesia dan sekitar 2.000 spesies diantaranya merupakan jenis air tawar [3].

Konstanta dielektrik, juga dikenal sebagai konstanta dielektrik listrik, adalah konstanta yang menunjukkan kerapatan garis gaya elektrostatik dalam

suatu material ketika potensial listrik diterapkan melintasi material. Molekul bahan yang pada dasarnya bersifat polar memiliki nilai konstanta dielektrik yang tinggi. Sebaliknya, molekul bahan nonpolar memiliki nilai konstanta dielektrik yang rendah.

Setiap bahan biologis memiliki sifat kelistrikan yang dipengaruhi oleh metabolisme yang terjadi dalam bahan biologis tersebut. Sifat kelistrikan ini biasa disebut sebagai Biolistrik. Secara umum produk-produk hasil pertanian bersifat perishable (mudah rusak). Penyebab kerusakan ini bisa berasal dari eksternal yaitu makhluk hidup seperti hama atau serangga atau dari cuaca misalnya suhu, kelembaban, dan kerusakan yang disebabkan dari bahan itu sendiri (internal) misalnya komposisi kimia, kadar air dari bahan tersebut. Untuk mengukur kualitas produk-produk hasil pertanian umumnya dilakukan secara kimiawi atau pengujian laboratorium yang bersifat destruktif. Karakteristik biolistrik bahan pangan, banyak digunakan sebagai acuan menilai kualitas dan kemurnian bahan secara cepat, non destruktif dan lebih efisien.

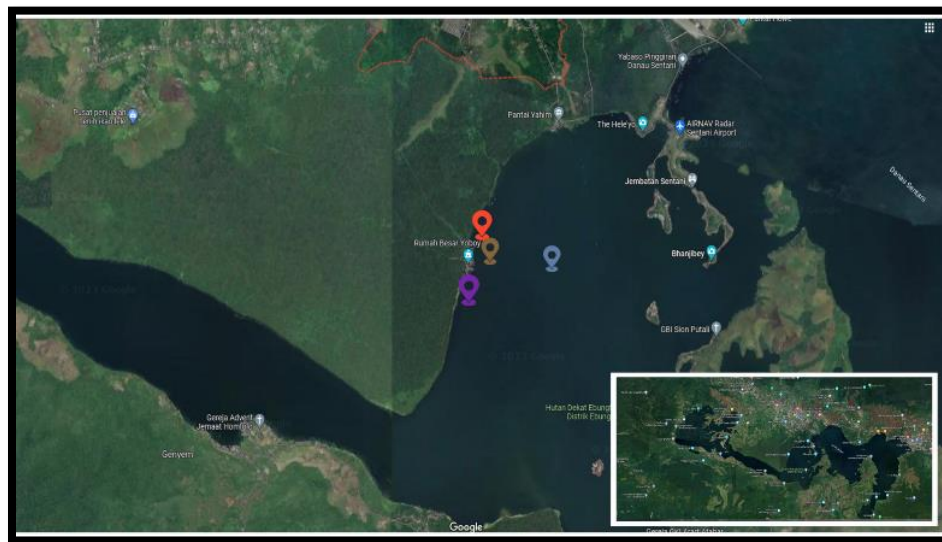
Penurunan kualitas air ditandai dengan perubahan warna air dan bau [4]. Faktor penting untuk

menentukan kelayakan air untuk konsumsi manusia adalah konsentrasi TDS (Total Dissolved Solids) di dalam air. TDS adalah jumlah padatan terlarut dalam air berupa ion organik, senyawa dan koloid [5]. Konsentrasi TDS terionisasi dalam cairan mempengaruhi konduktivitas listrik cairan. Semakin tinggi konsentrasi TDS terionisasi dalam air, semakin tinggi konduktivitas listrik larutan. Walaupun temperatur juga mempengaruhi konsentrasi TDS [6]. Konsentrasi TDS dalam air minum melebihi batas yang diperbolehkan, yang dapat membahayakan kesehatan karena dapat terjadi gangguan pada ginjal. Menurut WHO (Organisasi Kesehatan Dunia), air minum yang layak konsumsi memiliki nilai TDS < 300 ppm (bagian per juta). Sementara itu, standar TDS maksimum yang diizinkan berdasarkan Peraturan No. 492 Tahun 2010 Permenkes RI adalah 500 mg/L atau 500 ppm.

## 2. Metode Penelitian

### a. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian berada di kampung Yoboi Distrik Sentani Kabupaten Jayapura.



Gambar 1. Lokasi Sampling di Kampung Yoboi, Distrik Sentani, Kabupaten Jayapura

### b. Metode Pengukuran Padatan

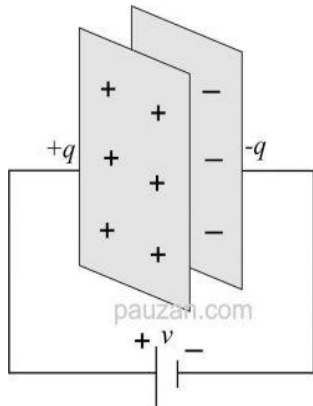
Pengukuran padatan terlarut atau Total Dissolved Solid (TDS) dilakukan dengan menggunakan TDS meter (Lutron YK 22CT, Taiwan). Pertama, perangkat dihidupkan dengan menekan tombol power. Setelah itu, alat dicelupkan ke dalam air sampai ke tepi elektroda dan kemudian tombol CAL/MEAS ditekan untuk memulai pengukuran. Kemudian tunggu angka stabil dari meteran TDS dan

catat nilai TDS yang ditunjukkan. Pengukuran TDS diulang hingga tiga kali hingga sampel terakhir.

### c. Metode pengukuran konstanta dielektrik

Penelitian ini terdiri dari beberapa langkah meliputi perancangan sistem instrumen, kalibrasi instrumen, pengumpulan data, pengolahan data dan interpretasi. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur nilai kapasitansi dan indeks bias sampel madu. Kapasitansi adalah nilai yang menyatakan

kemampuan suatu bahan untuk menyimpan muatan listrik. Pada penelitian ini, pengukuran nilai kapasitansi dilakukan dengan menggunakan model kapasitor pelat sejajar, yang terdiri dari dua pelat konduktif yang dipisahkan dengan jarak tertentu. Kapasitor pelat sejajar merupakan salah satu metode untuk menentukan sifat kelistrikan suatu bahan. Kapasitor pelat paralel adalah kapasitor yang terdiri dari dua pelat logam yang disusun secara paralel dan dipisahkan oleh jarak  $d$  [7]. Kedua pelat logam tersebut biasanya dipisahkan oleh udara atau bahan penyekat lainnya [8]. Kapasitor pelat paralel ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Kapasitor pelat sejajar [9]

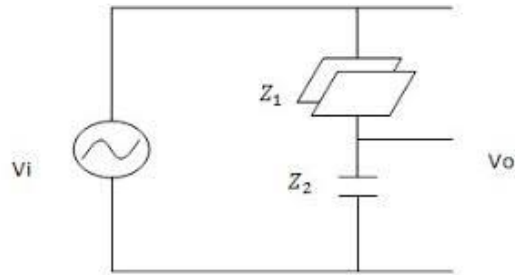
Gambar 2 menunjukkan suatu kapasitor pelat sejajar yang mempunyai luas pelat ( $A$ ) dan mempunyai jarak antar pelat ( $d$ ). Ketika setiap pelat dihubungkan dengan sumber tegangan maka muatan  $+Q$  dengan sendirinya akan muncul pada salah satu pelat dan  $-Q$  pada pelat lainnya. Apabila nilai  $d$  jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensi pelat, maka medan listrik ( $E$ ) diantara kedua pelat tersebut akan seragam. Hal ini berarti bahwa garis-garis gaya akan sejajar dan berjarak sama satu dengan lainnya [10]. Besar nilai kapasitansi dari pelat sejajar dinyatakan dengan Persamaan (1).

$$C = \frac{A\epsilon_0}{d} \quad (1)$$

dengan  $C$  sebagai Kapasitansi kapasitor (F),  $A$  luas penampang pelat ( $m^2$ ),  $\epsilon_0$  permitivitas ruang hampa ( $8,85 \times 10^{-12}$  F/m), dan  $d$  sebagai jarak antar pelat (m) (Tobing, 1996). Ketika di antara kedua pelat konduktor diberi penambahan bahan dielektrik maka besar kapasitansinya dapat dinyatakan menurut Persamaan (2).

$$C = K \frac{A\epsilon_0}{d} \quad (2)$$

$k$  merupakan konstanta dielektrik bahan [8]. Pada aplikasinya dalam pengukuran, sensor kapasitif bekerja pada proses menyimpan energi listrik dalam bentuk muatan-muatan listrik. Nilai kapasitansi pada kapasitor dipengaruhi oleh luas penampang, jarak dan bahan dielektrikum [11]. Rangkaian sensor kapasitor pada penelitian ini berupa kapasitor pelat sejajar dihubungkan secara seri dengan komponen kapasitor dalam suatu rangkaian AC yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian sensor kapasitor [12]

Berdasarkan Gambar 3 besar tegangan yang terukur setelah melewati kapasitor dihitung berdasarkan Persamaan (3)

$$\frac{V_O}{V_I} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad (3)$$

$$Z = \frac{1}{2\pi f C} \quad (4)$$

maka diperoleh persamaan kapasitansi dengan tegangan seperti pada Persamaan (5).

$$C_1 = \left( \frac{C_2}{\frac{V_{in}}{V_{OUT}} - 1} \right) \quad (5)$$

dimana  $V_{in}$  adalah sumber tegangan arus AC,  $Z_1$  adalah impedansi dari kapasitor pelat sejajar,  $Z_2$  adalah impedansi dari kapaitor dan  $V_{out}$  adalah nilai tegangan keluaran dari rangkaian. Impedansi merupakan kemampuan suatu rangkaian untuk menghambat arus listrik [13].

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### a. Padatan Terlarut (TDS)

Kandungan padatan terlarut di sekitaran kampong Yoboi memiliki nilai yang bervariasi. Kandungan padatan terlarut memiliki nilai rata-rata sebesar 112.8 ppm. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/Menkes/Per/IV/2010, kadar TDS pada air mineral yang boleh beredar maksimum 500 mg/L. Sementara menurut Organisasi Kesehatan

Dunia (WHO), batasan kandungan TDS yang dianjurkan berada di atas 100 ppm atau 100 mg/L. Sehingga air danau yang berada di sekitaran kampung Yoboi masih dapat di pgunakan oleh masyarakat kampung karena memenuhi peraturan Kementrian Kesehatan dan juga WHO. Berikut ini nilai padatan terlarut (TDS) dari beberapa titik pengambilan sample:

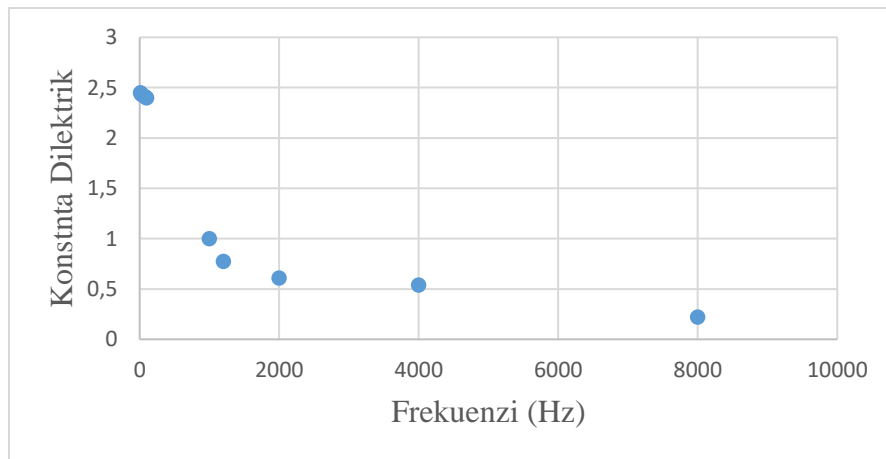
Tabel 1. Padatan Terlarut dari beberapa titik Sampel

	TDS (PPM)	Suhu (°C)	pH
Sample 1	112.4	29.45	7.3

Sample 2	112.8	30.21	7.19
Sample 3	113.02	29.67	7.15
Sample 4	112.98	30.33	7.06

b. Konstanta Dielektrik

Sebelum dilakukan pengukuran konstanta dielektrik air danau sentani, maka terlebih dahulu harus dilakukan kalibrasi terhadap alat yang digunakan. Dalam hal ini dilakukan terlebih dahulu penentuan konstanta dielektrik udara. Pengukuran nilai konstanta dielektrik udara digunakan sebagai acuan dari pengujian alat yang digunakan.

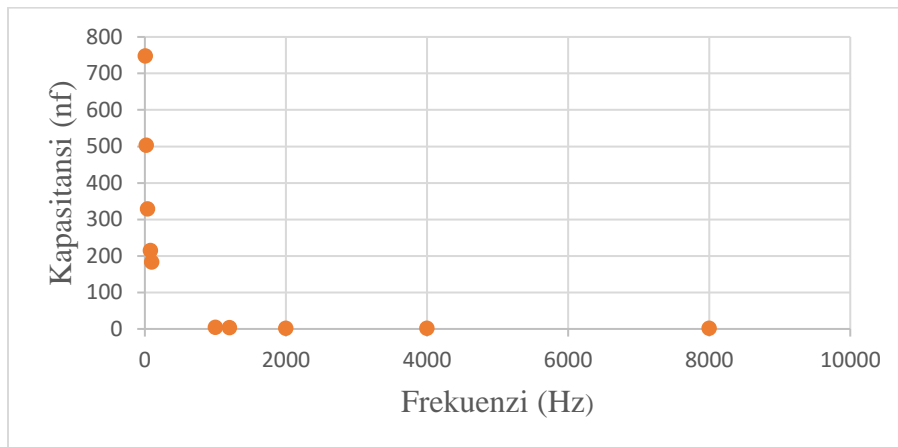


Gambar 4. Grafik Hubungan Konstanta Dielektrik Udara Terhadap Frekuensi

Pada Gambar 4. menunjukkan hubungan nilai konstanta dielektrik udara dengan penambahan frekuensi pada pengukuran.

Kapasitansi merupakan kemampuan kapasitor untuk menyimpan energi dalam medan listrik. Dengan naiknya frekuensi yang diberikan maka semakin banyak gelombang yang ditransmisikan tiap

detiknya. Sebelum kapasitor terisi penuh oleh muatan, arah arus listrik sudah berbalik sehingga terjadi pengosongan muatan pada plat elektroda kapasitor dengan cepat, yang mengakibatkan muatan dalam kapasitor semakin berkurang dan kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan semakin kecil.

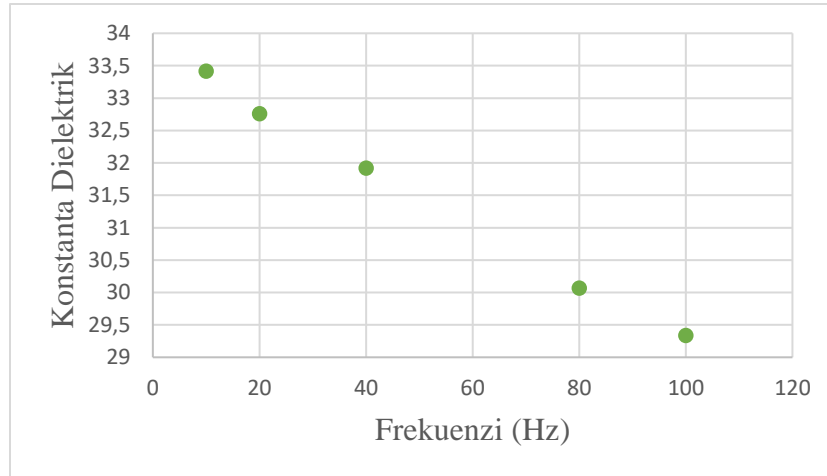


Gambar 5. Grafik hubungan kapasitansi dengan frekuensi pada air danau sentani

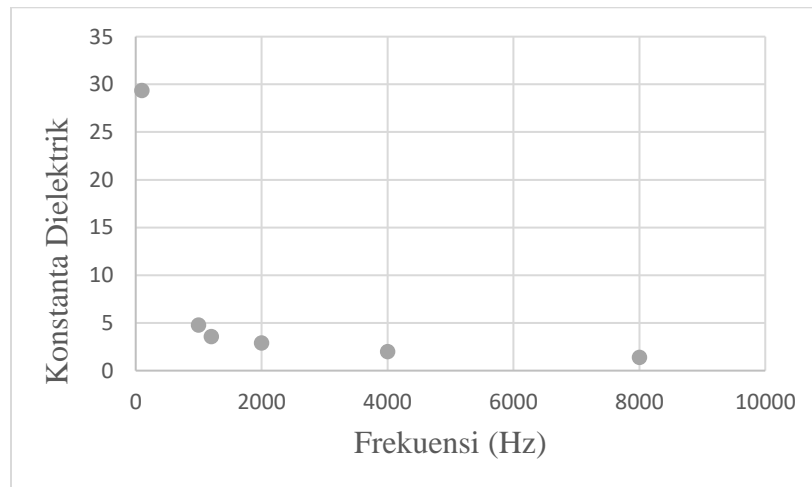
Pada gambar 5, pengaruh penambahan frekuensi terhadap kapasitansi air danau sentani, menunjukkan bahwa nilai kapasitansi yang didapat menurun secara eksponensial negatif seiring dengan penambahan frekuensi pengukuran yang diberikan.

Nilai konstanta dielektrik diperoleh dari perhitungan nilai kapasitansi dengan menggunakan Persamaan 2. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada

Gambar 6 dan Gambar 7. Grafik yang ditunjukkan identik dengan grafik kapasitansi namun hanya berbeda pada nilainya saja, karena nilai konstanta dielektrik berbanding lurus dengan nilai kapasitansinya. Nilai konstanta dielektrik merupakan karakteristik kelistrikan bahan akibat pengaruh dari medan luar.



Gambar 6. Grafik hubungan konstanta dielektrik dengan frekuensi pada air danau sentani  $\leq 100$  Hz



Gambar 7. Grafik hubungan konstanta dielektrik dengan frekuensi pada air danau sentani  $\geq 1000$  Hz

Medan listrik dalam dielektrik merupakan jumlah vektor dari medan listrik awal ( $E_0$ ) dan medan listrik internal ( $E_{ind}$ ) yang arahnya berlawanan dengan  $E_0$  namun nilainya lebih kecil dan arah dari vektor medan. Jadi semakin besar medan listrik internal maka nilai kapasitansinya akan semakin besar pula, sehingga nilai konstanta dielektriknya akan semakin besar. Pada saat medan listrik diberikan pada bahan, muatan-muatan listrik dalam bahan cenderung terpisah, muatan positif akan bergerak ke arah elektrode negatif (katoda) dan muatan negatif akan

bergerak ke arah elektrode positif (anoda). Berbeda dengan bahan konduktor, apabila diberikan suatu medan listrik akan terjadi arus listrik yang disebabkan oleh adanya perpindahan elektron bebas dari kutub negatif ke kutub positif. Sedangkan material dielektrik tidak memiliki elektron bebas yang dapat bergerak dengan mudah di dalam material, elektron dalam dielektrik merupakan elektron terikat. Di bawah pengaruh medan listrik, pada suhu kamar, pergerakan elektron hampir tidak terdeteksi. Namun pada temperatur tinggi aliran arus bisa terdeteksi jika

diberikan medan listrik pada dielektrik. Arus ini bukan saja ditimbulkan oleh elektron yang bergerak tetapi juga oleh pergerakan ion dan pergerakan molekul yang membentuk dipol. Peristiwa pergerakan elektron, ion dan molekul – molekul polar di dalam dielektrik yang diakibatkan oleh adanya medan listrik disebut sebagai peristiwa polarisasi.

#### 4. Kesimpulan

Nilai kandungan padatan terlarut air danau sentani memiliki nilai rata-rata sebesar 112.8 ppm. Nilai rata-rata konstanta dielektrik air danau sentani dibawah 100 Hz adalah 31.50 dan nilai rata-rata konstanta dielektrik air danau sentani diatas 1000 Hz adalah 2.94. Hasil kapasitansi dan konstanta dielektrik yang diperoleh semakin menurun dengan bertambahnya frekuensi yang diberikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Republik Indonesia. (2001). Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta, Indonesia: Pemerintah Republik Indonesia.
- [2] Irianto W, Triweko. 2011. Eutrofikasi Waduk dan Danau: Permasalahan, Pemodelan dan Upaya Pengendalian. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Air.
- [3] Subani, W. 1989. Alat dan Cara Penangkapan Ikan di Indonesia. Badan Penelitian Perikanan Laut: Jakarta.
- [4] Hamzah, H., Nurkhalis Agriawan, M., & Saldi, M. (2021). Uji Kelayakan Konsumsi Air Sungai Mandar Menggunakan Sensor pH Berbasis Arduino Uno. *SAINTIFIK*, 7(2), 167-171. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v7i2.339>
- [5] Lufiana, T. (2016). Analisis Beban Pencemar Dan Indeks Kualitas Air Sungai Silandak dan Sungai Siangker Semarang. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 5(3), 127-134.
- [6] Edelson, J.V., Duthie, J. and Roberts, W. 2003. Watermelon Growth, Fruit Yield and Plant Survival as Affected by Squash Bug (Hemiptera: Coreidae) Feeding. *J. Econ. Entomol.*, 96(1): 64-70.
- [7] Millaty, D., Muslim., & Prihatiningsih, W. R. (2015). Studi Sebaran Material Padatan Tersuspensi di Perairan Sebelah Barat Teluk Jakarta. *Jurnal Oseanografi*, 4(4), 771-776
- [8] Mohsenin, N.N. 1970. *Physicl Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers. London.
- [9] Zemansky, M. W., & Sears, F. W. (1962). *Fisika untuk Universitas 2: Listrik Magnet*. Bandung: Bina Cipta
- [10] Halliday, D dan Resnick, R. 1978. *Physics*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- [11] Millaty, D., Muslim., & Prihatiningsih, W. R. (2015). Studi Sebaran Material Padatan Tersuspensi di Perairan Sebelah Barat Teluk Jakarta. *Jurnal Oseanografi*, 4(4), 771-776
- [12] Soltani, M., Alimardani, R., & Omid, M. (2010). Prediction of banana quality during ripening stage using capacitance sensing system. *Australian Journal of Crop Science*, 4(6), 443-447.
- [13] Pradana, H. A., Wahyuningsih, S., Novita, E., Humayro, A., & Purnomo, B. H. (2019). Identifikasi Kualitas Air dan Beban Pencemaran Sungai Bedadung di Intake Instalasi Pengelolaan Air PDAM Kabupaten Jember. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(2), 135-143.