

ABSTRAK

Kualitas air merupakan faktor penting dalam menjaga kesehatan masyarakat, khususnya terkait risiko kontaminasi mikrobiologis seperti bakteri Escherichia coli. Sistem deteksi konvensional umumnya bersifat stasioner dan memerlukan analisis laboratorium, sehingga kurang praktis untuk monitoring lapangan secara cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring kualitas air versi portabel berbasis sensor suhu, sensor pH BH-485-pH, dan sensor serat optik berbasis gelombang evanescent untuk estimasi indikatif konsentrasi bakteri Escherichia coli.

Pengembangan dilakukan melalui integrasi sistem catu daya berbasis baterai lithium-ion konfigurasi 3S2P (4800 mAh), modul Charger BMS 12,6 V, serta konverter step-down 5 V, dengan mikrokontroler LILYGO TTGO LoRa32 berbasis ESP32 sebagai unit akuisisi dan pengolahan data. Sensor serat optik dirancang dengan mengupas sebagian lapisan cladding sehingga medan evanescent dapat berinteraksi langsung dengan medium sampel. Perubahan intensitas cahaya yang diterima fotodiode dikonversi melalui ADC 12-bit dan dihitung berdasarkan sensitivitas 6,25 mV per CFU/mL untuk memperoleh estimasi konsentrasi bakteri. Sistem menampilkan hasil dalam bentuk parameter suhu, pH, serta status deteksi "Aman" atau "Indikasi" berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem catu daya mampu menyediakan tegangan stabil sebesar $\pm 5,04$ V pada keluaran step-down dan mampu beroperasi selama $\pm 12,7$ jam secara kontinu, dengan waktu pengisian baterai sekitar $\pm 3,25$ jam menggunakan arus 2 A. Sensor pH menunjukkan nilai MAPE sebesar 1,71% (air mineral) dan 1,76% (air waduk), sedangkan sensor suhu menunjukkan nilai MAPE sebesar 1,03% dan 1,34%. Pengujian sensor serat optik menunjukkan rata-rata estimasi sebesar 0,5 CFU/mL pada air mineral dan 6,5 CFU/mL pada air waduk. Jika dibandingkan dengan hasil uji laboratorium sebesar 900 CFU/100 mL (setara 9 CFU/mL), diperoleh nilai MAPE sebesar 27,78%. Meskipun belum setara secara kuantitatif dengan metode kultur, sistem mampu membedakan kondisi sampel secara konsisten dan memberikan indikasi keberadaan kontaminasi mikrobiologis.

Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dikembangkan mampu beroperasi secara mandiri dan menunjukkan potensi sebagai alat monitoring indikatif atau sistem peringatan dini terhadap perubahan kualitas mikrobiologis air di lapangan.

Kata kunci: *monitoring kualitas air, sensor serat optik, gelombang evanescent, Escherichia coli, sistem portabel, ESP32, early warning system.*