

DESAIN BANGUN pH TANAH DIGITAL BERBASIS ARDUINO UNO

Vera Fuspita Sari, Riska Ekawita, Elfi Yuliza *

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Jl. W.R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu, Indonesia

*e-mail: eyuliza@unib.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara agraris yang mayoritas dari penduduknya berprofesi sebagai petani. Faktor utama dalam bidang pertanian berkaitan dengan kualitas tanah. Kualitas dari tanaman dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter salah satunya pH (tingkat asam dan basa). Pada beberapa kasus, pengukuran pH tanah dilakukan dengan memanfaatkan kertas lakmus. Di sisi lain, sistem sensor dan instrumentasi telah berkembang sehingga memungkinkan dilakukan penelitian mengenai digitalisasi pengukuran pH tanah. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan desain bangun pH tanah digital berbasis mikrokontroler. Perancangan sistem elektronik menggunakan beberapa komponen yaitu LED, LCD, buzzer dan sensor pH. Komponen tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler sesuai perintah yang diinginkan. Ketika input masukan dari sensor terbaca maka LED, buzzer, dan LCD memberikan respon berupa cahaya, bunyi dan tampilan nilai output. Untuk mengetahui tingkat akurasi dari alat yang dibuat, dilakukan kalibrasi sensor pH tanah dengan membandingkan nilai keluaran pH meter terhadap nilai tegangan ADC (Analog to Digital Converter) pada sensor. Selanjutnya, dilakukan pengambilan data dengan sampel yang berbeda. Apabila tanah bersifat asam, LED 1 dan buzzer akan hidup serta berlaku sebaliknya. Hasil penelitian menunjukkan alat dapat mengukur pH pada range 3,5 -7 dengan error 2,40%, untuk pH >8 error yang dihasilkan cukup besar sehingga alat ini cocok mengukur pH tanah dengan range <8.

Kata Kunci: Sensor pH; Arduino Uno; Tanah; pH Digital.

ABSTRACT

[Title : Design of A Digital Soil pH Based On Arduino Uno] Indonesia is an agrarian country where the majority of the population works as farmers. The main factor in agriculture is related to the quality of the soil. The quality of the plant can be influenced by several parameters, including the pH (acidic and alkaline level). In some cases, soil pH measurements have been carried out using litmus paper. On the other hand, the development of sensor and instrumentation systems has allowed researchers to digitize soil pH measurements. According to this development, this research was designed a digital structure of soil pH based on a microcontroller. The design of the electronic system uses several components, namely LED, LCD, buzzer, and pH sensor. These components are connected to the microcontroller according to the desired command. When the sensor receives the input, the LED, buzzer, and LCD will display responses as light, sound and the output value. To determine the accuracy of the develop system, the soil pH sensor was calibrated by comparing the pH meter output value and the ADC (Analog to Digital Converter) voltage value on the sensor. Furthermore, the data collection was carried out with different samples. If the soil is acidic, LED 1 and the buzzer will light up and vice versa. The results show that the tool can measure pH in the range of 3.5-7 with 2.40% error, for pH > 8 the error is large enough for this tool to be suitable for measuring soil pH with a range of <8

Keywords: pH Sensor; Arduino Uno; Soil; Digital pH.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dengan luas wilayah pertanian sekitar 7.463.948 hektare dan sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani (Aryawati and Budhi, 2018). Secara umum, lahan pertanian di Indonesia digunakan untuk sawah, ladang, perkebunan dan lainnya. Penggunaan lahan untuk pengembangan suatu komoditas didasarkan pada sifat tumbuh dari tanaman dan karakteristik suatu lahan seperti fisiografi, tanah dan air (Singh,

2012). Komoditas tanaman yang biasa dilakukan di Indonesia yaitu sayuran, buah-buahan, bunga dan lainnya. Penggunaan tanah yang sesuai merupakan tindakan yang tepat untuk mendapatkan hasil tanaman yang optimal, salah satu parameternya adalah pH tanah (Meivaldi, 2018)

pH didefinisikan sebagai keasaman atau kebasaan relatif suatu bahan. Skala pH mencakup dari nilai 0 (nol) hingga 14. Nilai pH 7 dikatakan

netral, di bawah nilai pH 7 dikatakan asam sedangkan di atas nilai pH 7 dikatakan basa (Putra, 2017). Jika pH tanah kurang dari 4,5 maka keasaman tanah menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman, yang dalam beberapa kasus disebabkan oleh pengaruh toksik unsur aluminium (Al) bebas (Proklamasiningsih, 2012). Disamping itu, asam dan basa pada tanah dapat dipicu oleh beberapa faktor seperti curah hujan yang tinggi, adanya unsur Aluminium (Al), Besi (Fe), Tembaga (Cu), penggunaan pupuk secara berlebihan dan kekurangan unsur hara lainnya (Pulungan, 2013). Berdasarkan pada keadaan tanah, semakin lembab tekstur tanah maka pH tanahnya akan semakin kecil dan berlaku sebaliknya (Wardah *et al.*, 2019). Oleh karena itu, pengukuran tentang pH tanah sangat dibutuhkan untuk menjaga kualitas dari tanah.

Secara umum, berbagai metoda dapat dilakukan untuk mengukur pH dari tanah yaitu menggunakan kertas lakmus dan sensor pH cairan dengan penambahan air sebagai pelarut. Kedua metoda ini memiliki kekurangan pada tingkat akurasi pengukuran, hal tersebut bisa terjadi karena beberapa faktor internal maupun eksternal pada bahan atau alat yang digunakan. Berbagai penelitian tentang pH tanah sudah mulai berkembang salah satunya dilakukan oleh Wibowo (2020) mengenai alat pengukur warna pH tanah dengan menggunakan mikrokontroler dan sensor warna RGB (*red, green, blue*) sebagai pendeteksi warna tanah. Namun penelitian ini memiliki beberapa kelemahan salah satunya yaitu kurang akuratnya pembacaan sensor terhadap warna pada tanah yang diuji. Penelitian selanjutnya juga dilakukan oleh Yakin *et al* (2021) tentang rancang bangun alat pH tanah dengan memanfaatkan sensor pH meter, dimana pada penelitian ini, sangat dianjurkan menambahkan cairan untuk melarutkan tanah dengan perbandingan yang telah ditentukan. Hasil dari penelitian dikatakan cukup baik tetapi jika tidak menambahkan cairan maka dapat merusak sensor yang digunakan.

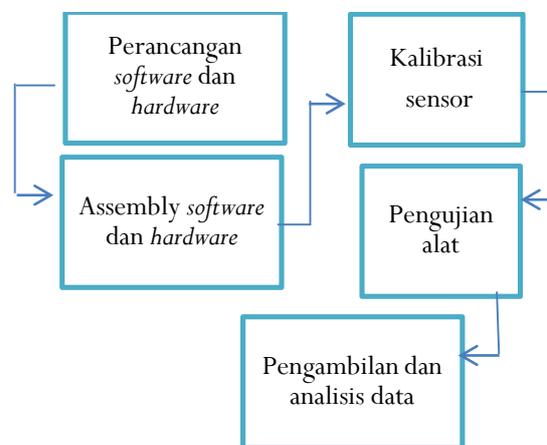
Berdasarkan uraian sebelumnya dapat dikatakan bahwa untuk menentukan nilai pH dari tanah sangat perlu dipertimbangkan agar mendapatkan hasil tanaman yang berkualitas. Selain itu, penggunaan pH meter digital dikatakan cukup mahal untuk melakukan uji tes laboratorium, walaupun ada cara lainnya yaitu dengan menggunakan kertas lakmus namun tidak menutup kemungkinan terjadi kesalahan fatal karena faktor percampuran warna pada kertas lakmus.

Oleh karena itu, penggunaan alat pH tanah digital dapat menjadi salah satu solusi untuk meringankan masyarakat umum dalam mengatasi

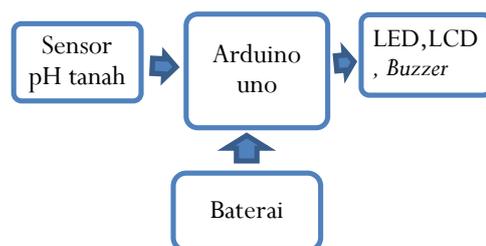
keterbatasan tersebut. Perkembangan sistem sensor dan instrumentasi juga menjadi salah satu faktor pendukung dalam perancangan sistem ini. Salah satu hal yang perlu dipertimbangkan dalam penelitian ini yaitu *range* dari sensor yang digunakan agar dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan. Berdasarkan potensi kegunaan pH tanah digital dan beberapa kelemahan pada penelitian yang telah berkembang, maka pada penelitian ini dilakukan desain bangun pH digital berbasis mikrokontroler.

METODE

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan dalam membuat desain bangun pH digital. Adapun tahapan dalam penelitian ini dimulai dari perancangan *software* dan *hardware*, dimana akan dirancang sistem elektronik dan desain secara keseluruhan. Setelah itu, dilakukan kalibrasi sensor pH tanah dengan membandingkan alat pH meter digital terhadap nilai ADC pada sensor, dilanjutkan dengan pengujian alat serta pengambilan dan analisis data. Adapun sensor pH tanah yang digunakan memiliki pembacaan *range* 3,5 – 8 dengan batas kedalaman pengukuran kurang lebih 6 cm serta dapat bekerja pada tegangan DC sebesar 5 volt. Gambar 1 merupakan tahapan penelitian dalam membuat alat yang diinginkan.



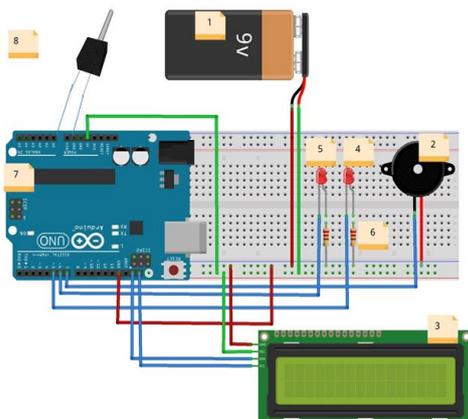
Gambar 1. Tahapan penelitian



Gambar 2. Diagram blok rangkaian.

Diagram blok rangkaian pada penelitian ini berfungsi untuk mengetahui komponen yang berperan sebagai *input*, *output* dan pengendali. Berdasarkan pada Gambar 2, arduino uno berperan mengendalikan beberapa komponen seperti sensor, LED (*Light Emiting Diode*), LCD (*Liquid Crystal Display*) dan lainnya (Yuliza *et al.*, 2021). Arduino uno memiliki 14 pin input dari output digital, 6 pin input analog serta 6 pin input sebagai output PWM, dimana pin pada arduino tersebut memiliki fungsi dan peran tertentu (Ekawita *et al.*, 2021).

Sensor pH tanah dan baterai berfungsi sebagai *input*. Sensor ini akan mendeteksi nilai dari pH tanah yang akan diuji sedangkan baterai berfungsi sebagai sumber tegangan untuk alat pH tanah digital yang dibuat. Adapun *output* pada penelitian ini yaitu LED, LCD, dan buzzer yang berperan sebagai alarm yang akan berbunyi secara otomatis sesuai dengan perintah yang diberikan. Setelah mengetahui fungsi dari masing- masing komponen, maka dilakukan perancangan elektronik yang dilanjutkan dengan desain alat secara keseluruhan.



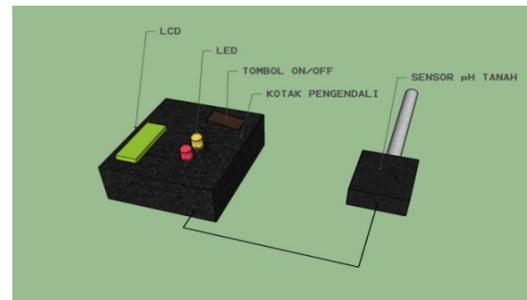
Gambar 3. Perancangan elektronik

Keterangan gambar :

1. Baterai
2. Buzzer
3. LCD
4. LED 1
5. LED 2
6. Resistor
7. Arduino uno
8. Sensor pH

Perancangan elektronik pada penelitian ini meliputi rangkaian dari sensor pH, arduino uno, LCD, LED, buzzer, dan resistor. Gambar 3 menunjukkan sensor pH tanah yang memiliki 2 kabel yang berwarna merah dan hitam. Kabel warna merah diletakkan pada *input analog* (A0) dan kabel warna hitam di letakkan pada *ground*, sedangkan

untuk buzzer, LED 1 dan LED 2 diletakkan pada kaki *input* 7, 6 dan 5. Penelitian ini juga menggunakan LCD sebagai tampilan *output* dari sensor pH. Apabila tanah yang diuji bersifat asam maka buzzer akan berbunyi dan LED 1 akan menyala dan apabila tanah bersifat basa maka buzzer akan mati dan LED 2 akan menyala.

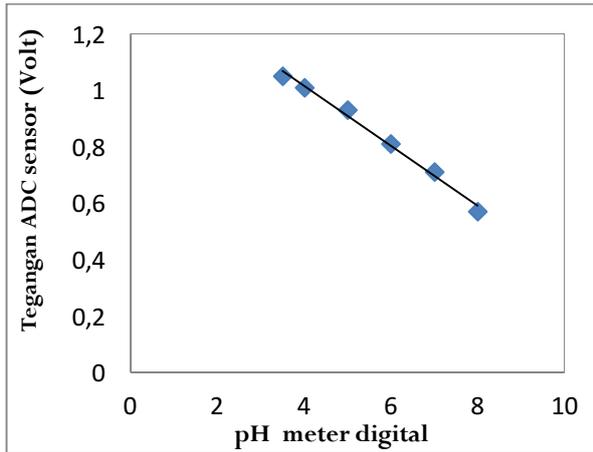


Gambar 4. Perancangan alat secara keseluruhan

Adapun cara kerja pada alat ini yaitu apabila *input* pada sensor pH tanah terbaca, maka indikator LED dan buzzer akan memberikan respon berupa bunyi dan cahaya. Selanjutnya LCD akan menampilkan nilai *output* yang dihasilkan berupa angka serta keterangan asam dan basa. Adapun probe pada sensor pH tanah dapat digunakan dengan kedalaman maksimum 5cm – 6cm, dimana sangat dianjurkan untuk membersihkan probe sebelum dan sesudah penggunaan alat. Perancangan alat secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan diawali dengan melakukan kalibrasi pada sensor pH tanah yang digunakan, dimana kalibrasi sensor pH tanah dilakukan dengan membandingkan nilai tegangan ADC dari sensor terhadap nilai *output* pada pH meter digital (alat ukur standar). Kalibrasi ini menggunakan 6 sampel dengan pH yang berbeda-beda. Adapun nilai pH dari sampel yang digunakan yaitu 3,5 - 8 dengan dilakukan 5 kali pengulangan. Hasil pengukuran untuk kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik kalibrasi sensor pH tanah

Berdasarkan perbandingan pH meter digital dan tegangan ADC pada sensor didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$y = -0,1058x + 1,4371 \quad (1)$$

dimana, x = nilai pH dan y = nilai tegangan ADC pada sensor pH tanah. Berdasarkan pada persamaan 1 dapat dilakukan perhitungan nilai pH seperti ditunjukkan pada persamaan 2.

$$pH = (\text{tegangan} - 1,4371) / -0,1058 \quad (2)$$

Nilai minus pada perhitungan nilai pH menunjukkan hubungan pH meter digital dan tegangan ADC pada sensor berbanding terbalik. Hasil penelitian lainnya yang dilakukan oleh Farid *et al* (2020) juga membuktikan bahwa nilai pH meter digital terhadap tegangan ADC sensor berbanding terbalik sehingga grafik yang dihasilkan berbentuk linear dan semakin menurun. Berdasarkan pada persamaan 2, maka didapatkan data uji konversi tegangan ADC sensor menjadi nilai pH. Hasil dari konversi tersebut akan digunakan untuk melihat *error* pada sensor. Adapun data uji rumus konversi tegangan ADC sensor menjadi pH dapat dilihat pada Tabel 1.

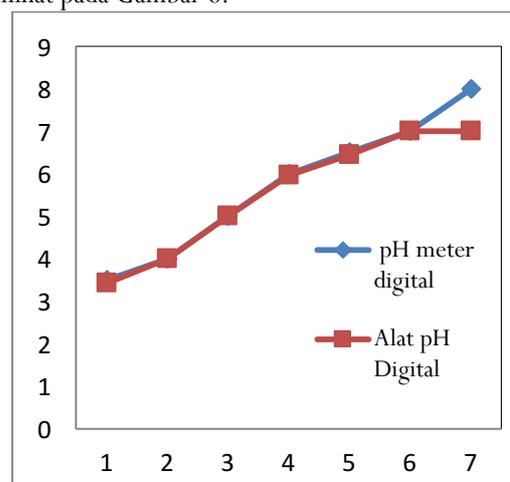
Tabel 1. Data uji rumus konversi tegangan ADC sensor menjadi nilai pH

No.	pH standar	Tegangan	Hasil rumus	Error (%)
1.	3,5	1,05	3,6	2,80
2.	4	1,01	4,03	0,75
3.	5	0,93	4,79	4,20

4.	6	0,81	5,9	1,60
5.	7	0,71	6,8	2,80
6.	8	0,57	8,19	2,30
<i>Error</i>				2,40
Keakuratan				97,60

Tabel 1 diperoleh berdasarkan data pada Gambar 5, dimana dilakukan 5 kali pengulangan dengan menghasilkan data yang sama disetiap pengulangannya. Nilai keakuratan yang didapatkan yaitu 97,60% dengan *error* sebesar 2,40% yang berarti pendekatan nilai keluaran sensor terhadap alat ukur pH meter digital dikatakan cukup baik. Adapun hasil penelitian mengenai *error* pada pH tanah juga dilakukan oleh Mawardah (2019) dimana pada penelitian tersebut membuktikan bahwa sensor pH tanah yang digunakan memiliki *error* sebesar 1,80%. Nilai *output* tersebut berbeda dengan hasil *error* pada penelitian ini, perbedaan ini besar kemungkinan terjadi karena alat rancangan yang dibuat oleh peneliti sebelumnya diletakkan pada posisi yang sama dengan waktu pengukuran nilai pH yang berbeda yaitu pagi, siang dan sore. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Gunawan *et al* (2019) membuktikan bahwa *error* yang terjadi pada sensor pH tanah < 3%, dimana pernyataan tersebut sama dengan hasil dari penelitian yang dilakukan .

Proses selanjutnya dilakukan pengambilan data sembarang, dimana grafik data yang dihasilkan oleh alat pH digital akan dibandingkan terhadap grafik pada pH meter digital. Adapun grafiknya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik perbandingan sampel pH meter digital dan alat pH digital

Berdasarkan pada Gambar 6 dilakukan pengujian menggunakan 7 sampel dengan nilai pH yang berbeda-beda yaitu 3,5 - 8. Pada sampel dengan nilai pH 7, alat yang dibuat dapat membaca dengan akurat, namun terjadi sedikit *error* pada sampel dengan nilai pH 3,5 sampai dengan 6,5. Selanjutnya, pada pengujian sampel dengan pH 8 *output* yang dihasilkan 7,01 dengan *error* mencapai 12,375 % yang mengakibatkan alat hanya dapat membaca nilai pH pada tanah dengan *range* 3,5 sampai dengan 7. Namun, pada penelitian lainnya *range* dari sensor pH tanah yang digunakan yaitu 0 sampai dengan 14. Perbedaan itu terjadi karena tipe dan spesifikasi pembuatan sensor pH tanah dari pabrik yang berbeda (Jupri *et al.*, 2017).

Kesalahan pada proses kalibrasi dan pengambilan data dapat mengakibatkan nilai *error* yang cukup besar. Hal tersebut bisa disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya yaitu sensor yang digunakan tidak dibersihkan dengan baik, sehingga *probe* pada sensor mengalami *error* dan data yang didapatkan kurang akurat. Selain itu, kesalahan pada alat ini juga dipengaruhi oleh spesifikasi dari sensor yang digunakan. Jika sensor tersebut memiliki spesifikasi *range* pembaca pH dari 3,5 – 8 tidak menutup kemungkinan akan terjadi *error* disetiap tingkatan nilai pH yang terukur. Hal tersebut terjadi karena sistem buatan pabrik dari sensor pH tanah yang digunakan berbeda. Alat dan pengujian pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Alat sensor pH tanah digital



Gambar 8. Pengujian alat sensor pH tanah digital

Pada data pengujian dengan pH 7 memiliki keadaan tanah cukup baik dengan warna yang cenderung hitam kecoklatan sedangkan untuk tanah yang bersifat asam berwarna merah kekuningan. Salah satu tanaman yang dapat tumbuh dengan baik pada pH 5,5 – 6,8 adalah Cabai merah, kedelai dan lainnya (Wicaksono *et al.*, 2017). Adapun salah satu cara untuk mendapatkan pH tanah yang baik yaitu dengan menambahkan pupuk alami seperti kotoran hewan yang dapat menaikkan pH untuk sebagian besar tanaman (Palupi, 2015). Selain itu, penambahan pupuk hayati juga sangat baik untuk pertumbuhan tanaman (Irwan and Nurmala, 2018).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini telah dibuat sensor pH tanah digital berbasis mikrokontroler arduino uno menggunakan beberapa indikator yaitu LED, LCD dan *buzzer*. Pada saat LED 1 hidup dan *buzzer* mati maka tanah tersebut bersifat asam sedangkan ketika LED 2 hidup dan *buzzer* hidup maka tanah tersebut bersifat basa. Berdasarkan data yang uji, alat ini memiliki keakuratan sebesar 97,60% dengan *error* 2,40 %. Adapun *range* pengukuran pH pada alat ini yaitu 3,5 sampai dengan 7, hal tersebut membuktikan bahwa alat dapat berjalan dengan cukup baik, namun pada saat mencapai pH > 8 sensor memiliki tingkat *error* yang cukup besar sehingga *output* yang dihasilkan berbeda jauh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Jurusan Fisika FMIPA Universitas Bengkulu untuk *support* pendanaan PKM tahun anggaran 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryawati. N. P. R. and Budhi. N. K. S. (2018) 'Pengaruh Produksi, Luas Lahan, Dan Pendidikan Terhadap Pendapatan Petani Dan Alih Fungsi Lahan Provinsi Bali', *Jurnal EP Unud*, 7(9), pp. 1918-1952.
- Ekawita. R., Supiyati. And Yuliza, E. (2021) 'Pembuatan Sistem *Less Hand Touch* Sebagai Upaya Mengurangi Penyebaran Covid-19', *Jurnal Warta LPM*, 24(3), pp 486- 495.
- Farid, F., Peslinof, N. and Fendriani, Y. (2020) 'Perancangan Alat Ukur Multi Sensor Yang Terintegrasi', *Journal Online of Physics*, 6(1), pp. 24 –31.
- Gunawan, R., Andhika, T., Sandi and Hibatulloh, F. (2019) 'Monitoring System for Soil Moisture, Temperature, pH and Automatic Watering of Tomato Plants Based on Internet of Things', *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi*,

- Kendali dan Elektronika Terapan, 7(1), pp. 66–78.
- Irwan, A. W. and Nurmala, T. (2018) 'Pengaruh Pupuk Hayati dan Pengapuran Terhadap Produktivitas Kedelai di Tanah Inceptisol Jatinangor', *Kultivasi*, 17(2), pp. 656–663.
- Jupri, A., Muid, A. and Muliadi, - (2017) 'Rancang Bangun Alat Ukur Suhu, Kelembaban, dan pH pada Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega328P', *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 3(2), pp. 76–81.
- Mawardah, M. (2019) 'Alat Pendeteksi Sensor pH Tanah Pada Mikrokontruller', Skripsi Jurusan D3 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univeristas Sumatera Utara, Medan.
- Meivaldi, R. (2018) 'Sistem Pengecekan pH Tanah Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis Android Dengan Algoritma Binary Search', Skripsi Program Studi S1 Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Palupi, N. P. (2015) 'Analisis Kemasaman Tanah Dan C Organik Tanah Bervegetasi Alang Alang Akibat Pemberian Pupuk Kandang Ayam Dan Pupuk Kandang Kambing', *Journal of Chemical Information and Modeling*, 8(2), pp. 1689–1699.
- Pulungan, A. (2013) 'Infeksi fungi mikoriza arbuskula pada akar tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L)', *Jurnal Biosains Unimed*, 1(1), pp. 43 - 46.
- Putra, C. A. (2017) 'Rancang Bangun Alat Pengukuran pH dan Suhu Tanah Berbasis Arduino', Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, 44, p. 44.
- Proklamangsih, E., Prijambada, I. D. and Sancayaningsih, R. P. 'Pengaruh Pemberian Garam Aluminium (Al) Terhadap Serapan Al Dan Pertumbuhan Akar Kedelai Pada Media Tanam Masam', *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*, 14(2), pp. 107 -144.
- Singh, S. (2012) 'Land Suitability evaluation and landuse Planning Using Remote Sensing Data and Geographic Information System Techniques', *International Journal of Geology, Earth and Environment Sciences*, 2(1).
- Wardah, R. Z., Arinie, F. and Waluyo. (2019) 'Deteksi Kadar Keasaman Media Tanah Untuk Penanaman', *Jurnal Jartel*, 9(4), pp. 488–493.
- Wibowo, R. S. (2020) 'Alat Pengukur Warna Dari Tabel Indikator Universal pH Yang Diperbesar Berbasis Mikrokontroler Arduino', *Jurnal Edukasi Elektro*, 3(2), pp. 99–109.
- Wicaksono, A. W., Widasari, E. R. and Utamingrum, F. (2017) 'Implementasi sistem kontrol dan monitoring pH pada tanaman kentang aeroponik secara wireless', *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya*, 1(5), pp. 386–398.
- Yakin, G., Wibawa, I. M. S. and Putra, I. K. (2021) 'Rancang Bangun Alat Pengukur pH Tanah Menggunakan Sensor pH Meter Modul V1.1 SEN0161 Berbasis Arduino Uno', *Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana*, 22(2), pp. 105–111.
- Yuliza, E., Ekawita, R., Vionita., Fauzi, M. K., Sari, V. F. and Rahmayanti, H. D. (2021) 'Physical Distancing Alarm System Based on Proximity Sensor and Microcontroller', *Indonesian Physical Review*, 4(2), pp 79 - 85.