

PERANCANGAN ALAT PENGUKUR KADAR UNSUR HARA NPK PUPUK KOMPOS

**Rustan^{1*}, Fajar Dwi Ramadhan¹, M. Ficky Afrianto¹, Linda Handayani¹, Ardiyaningsih Puji
Lestari², Fahmida Manin³**

¹Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Muaro Jambi, 36361, Indonesia

²Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Muaro Jambi, 36361, Indonesia

³Program Studi Kesehatan Hewan, Fakultas Peternakan, Universitas Jambi, Muaro Jambi, 36361, Indonesia

*e-mail: rustan.rustan@unja.ac.id

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan perancangan alat pengukur kadar unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium pada kompos. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi arduino mega 2560, module RS-485, sensor tanah NPK jxct, lcd TFT, kabel jumper, dan baterai 12 volt. Sensor tanah NPK jxct memiliki elektroda sepanjang 7 cm yang dapat bekerja di suhu 5 sampai 45 derajat celsius dan bekerja di tegangan 9 volt sampai 12 volt. Module RS-485 digunakan sebagai komunikasi data antara sensor dan mikrokontroler. Module RS-485 dapat bekerja di tegangan 5 volt. Secara keseluruhan tahapan dalam penelitian ini adalah perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, kalibrasi dan uji sensor. Pengujian alat pengukur kadar unsur hara NPK dilakukan pada 9 sampel pupuk kompos. Dari hasil pengujian alat pengukur kadar unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium sensor tanah NPK dapat bekerja untuk mendeteksi kadar unsur hara yang ada pada pupuk organik atau kompos.

Kata Kunci: Kompos; Unsur Hara; Sensor; Mikrokontroler; Pupuk Organik

ABSTRACT

[Title: Design Of Measuring Equipment Of Npk Nutrient Levels Of Compost Fertilizer] In this research, a tool was designed to measure the levels of nitrogen, phosphorus and potassium nutrients in compost. The tools and materials used in this study included Arduino Mega 2560, RS-485 module, NPK jxct ground sensor, TFT LCD, jumper cables, and a 12 volt battery. The jxct NPK soil sensor has a 7 cm long electrode that can work at temperatures of 5 to 45 degrees Celsius and work at a voltage of 9 volts to 12 volts. The RS-485 module is used as data communication between the sensor and the microcontroller. The RS-485 module can work at 5 volts. Overall the stages in this research are hardware design, software design, sensor calibration and testing. Tests for measuring NPK nutrient levels were carried out on 9 samples of compost. From the results of the testing of nitrogen, phosphorus and potassium nutrient content measuring devices the NPK soil sensor can work to detect nutrient levels in organic fertilizers or compost.

Keywords: Compost; Nutrients; Sensors; Microcontrollers; Organic Fertilizer

PENDAHULUAN

Saat ini para petani di Indonesia banyak menggunakan pupuk anorganik (kimia) untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penggunaan pupuk anorganik bagus dalam meningkatkan produksi tanaman, namun penggunaan pupuk anorganik dalam jangka lama berakibat buruk terhadap keadaan tanah (Nengsih, 2015). Menurut Sulaeman dkk (2017), penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dapat memberikan efek negatif terhadap media tanam, seperti turunnya kandungan bahan organik dan aktivitas mikroorganisme pada

media tanam, media tanam menjadi padat dan terjadi polusi lingkungan.

Sebagai alternatif pupuk organik (alam) dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik (kimia). Pupuk organik dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dari media tanam dimana pupuk organik dapat memperbaiki sifat-sifat fisik tanah seperti permeabilitas tanah, porositas tanah, struktur tanah, daya menahan air dan kationation tanah (Roidah, 2013).

Salah satu jenis pupuk organik adalah pupuk kompos. Kompos merupakan bahan-bahan organik

(sampah organik) yang telah mengalami proses pelapukan karena adanya interaksi antara mikroorganisme (bakteri pembusuk) yang bekerja di dalamnya (Murbando, 2007). Pupuk kompos yang merupakan pupuk organik baik digunakan karena berbagai alasan seperti tidak merusak lingkungan, tidak memerlukan biaya yang banyak, proses pembuatan yang mudah dan bahan yang tidak sulit ditemukan. Bahan organik (kompos) merupakan salah satu unsur pembentuk kesuburan tanah dan untuk menghasilkan tanah yang subur, maka perlu ditambahkan bahan organik. Kompos yang dibuat menggunakan bahan organik mengandung unsur hara makro yang bagus untuk menunjang pertumbuhan tanaman. (Bachtiar dan Ahmad, 2019).

Menurut Munawar (2018), Unsur hara makro adalah unsur-unsur yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar (0,1% - 5%). unsur hara makro tersebut meliputi nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), kalsium (Ca), belerang atau sulfur (S) (Aidah, 2017). Unsur hara nitrogen (N) dalam pupuk kompos berfungsi untuk merangsang pertumbuhan tunas, batang, merangsang pembentukan zat hijau daun yang berperan dalam proses fotosintesis. Kemudian unsur hara Kalium (K) berfungsi untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit, daun, bunga, dan buah tanaman menjadi kuat sehingga tidak mudah gugur. Dan unsur hara fosfor (F) berfungsi sebagai penyusun banyak Protein, fosfolipida, koenzim dan substrat (Nisa, 2016).

NPK merupakan Unsur hara makro terpenting yang diperlukan oleh tanaman. Saat ini, kadar NPK yang terkandung dalam pupuk atau tanah dapat diketahui dengan cara analisis laboratorium. Namun, analisis laboratorium untuk mengetahui kadar NPK yang terkandung dalam pupuk atau tanah membutuhkan biaya yang relatif tinggi, waktu yang relatif lama, serta akses petani yang sulit pada laboratorium (Amri dan Sumiharto, 2019).

Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian untuk mendeteksi unsur hara dengan berbagai macam metode yang berbeda beda, diantaranya oleh Salsabila dkk (2021) menggunakan metode induksi medan magnet untuk mengetahui kadar unsur hara yang terdapat pada tanah dengan melihat respon tegangan dari penambahan variasi massa dan konsentrasi larutan pupuk nitrogen, fosfor, dan kalium. Pada metode induksi medan magnet untuk mendeteksi kadar unsur hara $\leq 20\%$ belum dapat terdeteksi dengan baik. Penelitian As,ari dkk (2022) merancang sistem monitoring unsur hara dan kelembapan tanah menggunakan raspberry pi, sensor YL-69 untuk mendeteksi

kelembapan dan sensor NPK analog untuk mendeteksi unsur hara NPK dengan tingkat hasil akurasi dari pembacaan unsur N, P dan K adalah diatas 80 %. Penelitian yang dilakukan oleh Devianti dkk (2019) menggunakan metode *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* untuk memprediksi simultan kadar unsur hara makro pada tanah pertanian. metode NIRS sebagai metode baru yang dapat digunakan untuk prediksi kadar unsur hara makro (N, P dan K) pada tanah lahan pertanian. Pada metode NIRS digunakan spektrum infrared. Spektrum tersebut kemudian dikoreksi dan diperbaiki dengan metode *smoothing*. Model prediksi kadar unsur hara dibangun dengan metode *principal component regression* (PCR) dan *partial least square regression* (PLSR).

Pada penelitian ini dilakukan perancangan alat pengukur kadar unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium pada kompos menggunakan sensor NPK digital dan mikrokontroler berupa arduino Mega 2560. Sensor NPK digunakan untuk pembacaan unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium dan hasil pembacaan akan ditampilkan pada *liquid crystal display* (LCD), sehingga kandungan unsur hara pada pupuk kompos dapat dilihat secara langsung oleh petani.

KOMPONEN ELEKTRONIKA

Perancangan alat pengukur kadar unsur hara NPK dilakukan dengan menyatukan beberapa komponen elektronika seperti mikrokontroler, sensor dan display yang digunakan untuk menampilkan data hasil pembacaan.

1. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil ("*special purpose computers*") di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program (Risal dkk., 2017). Mikrokontroler bekerja berdasarkan program (perangkat lunak) yang ditanamkan didalamnya, dan program tersebut dibuat sesuai dengan aplikasi yang diinginkan ((Dharmawan, 2017).

2. LCD

Liquid crystal display (LCD) merupakan perangkat (device) yang sering digunakan untuk menampilkan data selain menggunakan seven segment. Lcd berfungsi sebagai salah satu alat komunikasi dengan manusia dalam bentuk tulisan/gambar. Untuk menghubungkan microcontroller dengan lcd dibutuhkan konfigurasi antara pin-pin yang ada di lcd dengan Port yang ada di mikrokontroler (Ridarmin dkk., 2019).

3. Module RS-485

RS485 adalah teknik komunikasi data serial yang dapat berkomunikasi antara satu unit dengan unit lainnya pada jarak yang cukup jauh yaitu 1,2 Km. Selain dapat digunakan untuk jarak yang jauh teknik ini juga dapat digunakan untuk menghubungkan 32 unit beban sekaligus hanya dengan menggunakan dua buah kabel saja tanpa memerlukan referensi ground yang sama antara unit yang satu dengan unit lainnya. Beban yang terhubung ke jaringan bisa berupa komputer, mikrokontroler dan peralatan-peralatan lainnya (vitria, 2008).

4. Sensor tanah NPK

Sensor nitrogen, fosfor dan kalium tanah atau Sensor tanah NPK adalah sensor yang cocok untuk mendeteksi kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium dalam tanah, serta menilai kesuburan tanah dengan mendeteksi kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium dalam tanah, sehingga memudahkan penilaian kesuburan tanah secara sistematis. Probe baja tahan karat dari sensor npk tanah dapat dikubur di dalam tanah untuk waktu yang lama dan tahan terhadap elektrolisis jangka panjang, garam, dan korosi alkali. Ini dapat diterapkan untuk mendeteksi tanah alkalin, tanah asam, tanah substrat, tanah persemaian & tanah dedak kelapa (Pratama dkk, 2021).

METODE

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi arduino mega 2560, module RS-485, sensor tanah NPK jxct, lcd TFT, kabel jumper, dan baterai 12 volt. Sensor tanah NPK jxct memiliki elektroda sepanjang 7 cm yang dapat bekerja di suhu 5 sampai 45 derajat celsius dan bekerja di tegangan 9 volt sampai 12 volt. Module RS-485 digunakan sebagai komunikasi data antara sensor dan mikrokontroler. Module RS-485 dapat bekerja di tegangan 5 volt. Secara keseluruhan tahapan dalam penelitian ini adalah perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, kalibrasi dan uji sensor.

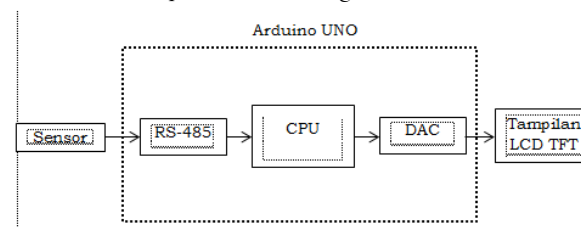
PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Perancangan perangkat lunak dilakukan untuk membuat program untuk mengatur pembacaan sensor tanah NPK. Pada penelitian ini program dibuat menggunakan software arduino IDE dengan bahasa C++. Program diawali dengan inisialisasi port arduino. Tujuan inisialisasi agar arduino dapat terhubung ke komputer/laptop. Pemrograman diawali dengan mengunggah program yang telah dibuat pada arduino IDE ke mikrokontroler berupa arduino mega 2560. Kemudian dilakukan deteksi kandungan unsur hara oleh sensor NPK sesuai dengan program yang telah

dimasukkan. Data yang berhasil dideteksi oleh sensor akan dikirim dan ditampilkan oleh lcd TFT.

PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

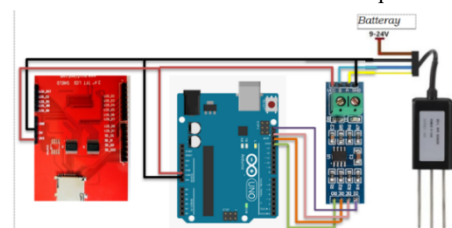
Perancangan perangkat keras dimulai dengan mendesain sistem diagram blok berdasarkan logika berpikir dengan struktur penalarannya terdiri atas masukan (input), proses (process) dan keluaran (output). Kemudian dilanjutkan perancangan desain alat dengan menggunakan sensor tanah NPK jxct, mikrokontroler, dan display berupa lcd TFT. Gambar 1 merupakan desain diagram blok.



Gambar 1. Diagram Blok

Pada sistem diagram dimulai dengan sensor sebagai sinyal masukan untuk memulai pembacaan kandungan nilai unsur hara, sensor yang digunakan adalah sensor tanah NPK jxct. Data dari pembacaan sensor NPK jxct akan dimasukkan ke mikrokontroler melalui module RS-485. Ketika mikrokontroler telah menerima data dari module RS-485, mikrokontroler akan memproses data tersebut sesuai dengan program yang sudah dimasukkan sebelumnya. Program tersebut akan mengambil tindakan untuk membaca data dan memberikan informasi saat sensor sedang digunakan. Ketika mikrokontroler sudah mengolah data yang diterima sesuai dengan program yang telah dibuat, sinyal keluaran dari mikrokontroler akan ditampilkan melalui display yang telah terhubung pada mikrokontroler.

Gambar 2 merupakan desain komponen alat pengukur kadar unsur hara NPK dimana sensor tanah NPK sebagai komponen utama yang berfungsi untuk mendeteksi kadar unsur hara pada kompos.



Gambar 2. Desain alat pengukur kadar unsur hara NPK

Pada desain alat pengukur kadar unsur hara NPK tersebut semua komponen saling terhubung satu sama lain. Selain sensor tanah NPK jxct terdapat mikrokontroler berupa arduino mega 2560 yang digunakan untuk mengoperasikan sensor tanah

NPK jxct dan juga menampilkan display hasil pembacaan sensor ke lcd TFT. Gambar 3 merupakan tampilan lcd TFT dimana lcd TFT dapat menampilkan hasil pembacaan sensor berupa kadar unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium dalam satuan mg/kg.

KALIBRASI DAN PENGUJIAN SENSOR

Kalibrasi dan pengujian sensor tanah NPK jxct dilakukan dengan melakukan pembacaan data pada beberapa sampel pupuk kompos yang telah di analisis laboratorium. Kalibrasi dan pengujian ini dilakukan dengan salah satu tujuan untuk melihat respon linieritas sensor terhadap pembacaan unsur hara NPK pada kompos. Pengujian ini dilakukan untuk melihat hasil pembacaan sensor terhadap beberapa sampel pupuk kompos yang terbuat dari limbah organik berupa feses ayam.

HASIL DAN PEMBAHASAN PERANCANGAN SISTEM ALAT

Perancangan sistem alat pengukur kadar unsur hara NPK dibuat dengan menggunakan sensor tanah NPK dan mikrokontroler sebagai komponen utama. Mikrokontroler yang digunakan berupa arduino mega 2560. Dimana pin sensor NPK akan dihubungkan ke module RS-485 terlebih dahulu. Fungsi module RS-485 untuk mentransfer data digital berupa biner ke mikrokontroler. Pin vcc dan gnd module RS-485 dihubungkan ke pin vcc dan gnd pada arduino mega 2560. Pin D1, DE, RE dan R0 pada module RS-485 dihubungkan ke pin D9, D10, D11 dan D12 pada arduino mega 2560. Untuk pin lcd TFT dihubungkan semua pin ke pin pada arduino mega 2560. Sedangkan pin pada sensor dan module RS-485 dihubungkan atau disolder ke pin arduino mega 2560. Gambar 3 merupakan hasil perancangan sistem alat.



Gambar 3. Perancangan sistem alat

HASIL PEMBACAAN DATA KOMPOS DAN KALIBRASI

Tabel 1 merupakan hasil data pengujian sensor tanah NPK. Pengujian dilakukan dengan melakukan pembacaan kadar nitrogen fosfor dan kalium pada 9 sampel kompos yang sudah jadi dan memiliki perlakuan yang berbeda.

Tabel 1. Data Pengujian Sensor Tanah NPK

Perlakuan	Unsur Hara		
	Nitrogen (mg/kg)	Fosfor (mg/kg)	Kalium (mg/kg)
P1U1	62	19	26
P1U2	62	19	26
P1U3	64	21	29
P2U1	95	30	40
P2U2	103	34	44
P2U3	72	33	30
P3U1	66	20	27
P3U2	65	20	28
P3U3	69	20	28

Tabel 2 merupakan hasil data analisis laboratorium unsur hara NPK pada 9 sampel pupuk kompos.

Tabel 2. Data Hasil Analisis Laboratorium

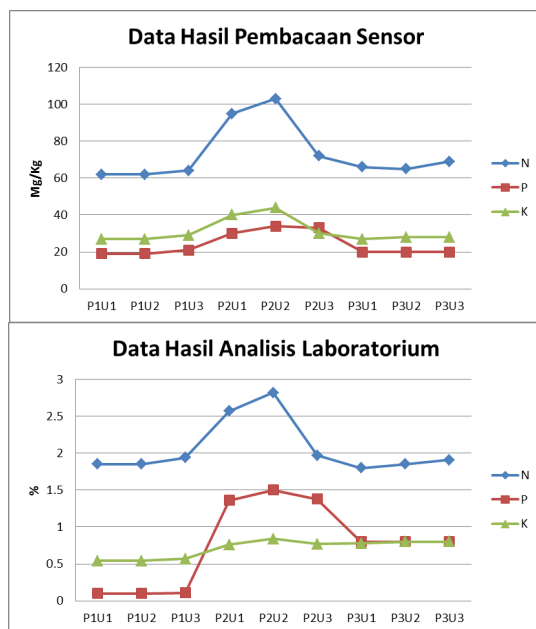
Perlakuan	Unsur Hara		
	Nitrogen (%)	Fosfor (%)	Kalium (%)
P1U1	1,85	0,10	0,54
P1U2	1,85	0,10	0,54
P1U3	1,94	0,11	0,57
P2U1	2,57	1,36	0,76
P2U2	2,82	1,50	0,84
P2U3	1,97	1,38	0,77
P3U1	1,80	0,8	0,78
P3U2	1,85	0,8	0,80
P3U3	1,91	0,8	0,80

Pada tabel 1 terlihat hasil pengukuran pada sampel kompos P1 dengan perulangan 3 kali. Dimana hasil nitrogen dan fosfor pada perulangan pertama dan kedua memiliki hasil yang sama. Dan pada perulangan ketiga hasil yang didapat memiliki perbedaan sedikit dengan perulangan pertama dan kedua. Pada tabel 2 hasil analisis laboratorium pada sampel kompos P1 pada pengulangan pertama dan kedua memiliki nilai yang sama namun pada pengulangan ketiga hasil kandungan unsur hara NPK sedikit berbeda dengan pengulangan pertama dan kedua.

Pada sampel kompos P2 hasil pembacaan nya berbeda beda, namun hasil pembacaan nitrogen pada perulangan ketiga memiliki hasil yang jauh dengan perlakuan pertama dan kedua. , hal itu dikarenakan pada proses pembuatan kompos P2 menggunakan bahan organik dengan komposisi yang sama namun pada proses pembuatan kompos, suhu, kelembapan

dan pH dapat mempengaruhi hasil kandungan unsur hara pada kompos. Dapat dilihat juga pada tabel 2 hasil analisis laboratorium, pada sampel kompos P2 memiliki hasil yang berbeda-beda.

Pada sampel kompos P3 hasil pembacaan fosfor dan kalium memiliki hasil yang sama, namun pada kadar nitrogen-nya memiliki perbedaan. Sama seperti hasil analisis laboratorium pada tabel 2, hasil analisis laboratorium kandungan unsur hara fosfor dan kalium memiliki nilai yang sama namun pada nitrogen memiliki perbedaan antara pengulangan pertama, kedua dan ketiga. Hasil kalibrasi sensor NPK dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Kalibrasi Sensor NPK

Kalibrasi alat ukur kandungan unsur hara (sensor) dilakukan dengan menggunakan data hasil analisis laboratorium. Hasil kalibrasi sensor NPK menunjukkan pada grafik nitrogen (N) memiliki hasil yang sama dengan grafik nitrogen (N) pada hasil analisis laboratorium. Pada grafik kalium (K) menunjukkan bentuk grafik yang sama antara hasil pembacaan sensor dengan hasil analisis laboratorium. Namun pada grafik fosfor (P) memiliki grafik yang berbeda, hal itu dikarenakan program atau perancangan perangkat lunak belum sempurna pada pembacaan fosfor (P).

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian, alat pengukur kadar unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium sensor tanah NPK dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi kadar unsur hara yang ada pada pupuk organik atau kompos. Data yang berhasil dideteksi oleh sensor dapat dilihat secara langsung melalui display berupa lcd TFT.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kegiatan/Riset/Proyek ini didukung oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan melalui Pendanaan Program Riset Keilmuan Tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidah, S.N. 2021. *Mengenal Macam-macam Nutrisi Tanaman*. Jogjakarta: Penerbit Kbm Indonesia.
- Amri, M.M dan R. Sumiharto. 2019. Sistem Pengukuran Nitrogen, Fosfor, Kalium Dengan Local Binary Pattern Dan Analisis Regresi. *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS)*. 9 (2).
- As'ari, C. H., D. N. Ramadan dan T. N. Damayanti. 2022. Perancangan Dan Realisasi Sistem Monitoring Unsur Hara Dan Kelembaban Tanah Menggunakan raspberry Pi. *e-Proceeding of Applied Science*. 8 (1).
- Bachtiar, B dan A. H. Ahmad. 2019. Analisis Kandungan Hara Kompos Johar Cassia siamea Dengan Penambahan Aktivator Promi. *Jurnal Biologi Makassar*. 4 (1).
- Devianti, D., Sufardi., Zulfahrizal dan A. A. Munawar. 2019. Near Infrared Reflectance Spectroscopy: Prediksi Cepat dan Simultan Kadar Unsur Hara Makro pada Tanah Pertanian. *Agritech*. 39 (1) : 12-19.
- Dharmawan, H. A. 2017. *Mikrokontroler Konsep Dasar dan Praktis*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Munawar, A. 2018. *Kesuburan tanah dan nutrisi tanaman*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Murbandono, H.S.L. 2007. *Membuat Kompos*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nengsih, Y. 2015. Pemberian Pupuk Organik Dan Pupuk Anorganik Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) Di Pembibitan Utama. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 15 (4).
- Nisa, K. 2016. *Memproduksi Kompos dan Mikro Organisme Lokal*. Pondok Kelapa: Bibit Publisher.
- Pratama, H., A. Yunan dan R. A. Candra. 2021. Design and Build a Soil Nutrient Measurement Tool for Citrus Plants Using NPK Soil Sensors Based on the Internet of Things. *Brilliance Research of Artificial Intelligence*. 1 (1).
- Risal, A., S. Suhaeb., Y. A. Djawad., H. Jaya., Ridwansyah dan Sabran. 2017.

- Mikrokontroler Dan Interface*. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Roidah, I.S. 2013. Manfaat Penggunaan Pupuk Organik Untuk Kesuburan Tanah. *Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO*. 1 (1).
- Salsabila, D., D. Darmawan dan A.Qurthobi. 2021. Studi Pendekatan Metode Induksi Medan Magnet Dalam Penentuan Kadar Unsur Hara Npk Pada Tanah Approach Study Of The Magnetic Field Induction Method In Determining Npk Nutritional Levels In Soil. *e-Proceeding of Engineering*. 8 (5).
- Sulaeman, Y., Maswar dan D. Erfandi. 2017. Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik Dan Anorganik Terhadap Sifat Kimia Tanah, Dan Hasil Tanaman Jagung Di Lahan Kering Masam. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 20 (1).
- Vitria, R. 2008. Komunikasi Data Serial Multipoint Menggunakan Teknik Rs485 Half Duplex. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*. 3 (2).