

## PENGEMBANGAN ALAT UKUR KEMATANGAN KOMPOS BERBASIS ARDUINO ATMEGA328

**Linda Handayani<sup>1\*</sup>, Jesi Pebralia<sup>1</sup>, Iful Amri<sup>2</sup>, Ardiyaningsih Puji Lestari<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan MIPA, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Jambi-Ma. Bulian KM 15, Kabupaten Muaro Jambi, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Politeknik Jambi, Jl. Lingkar Barat II Lr. Veteran RT. 04 Kel. Bagan Pete, Kec. Alam Barajo, Kota Jambi

<sup>3</sup>Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jl. Jambi-Ma. Bulian KM 15, Kabupaten Muaro Jambi, Indonesia

\*email: linda.fisika@unja.ac.id

### ABSTRAK

Kematangan kompos mengacu pada tingkat dekomposisi atau penguraian bahan organik dalam kompos. Kematangan kompos dapat dilihat dari parameter kelembaban, pH, dan suhu kompos. Pada penelitian ini dikembangkan alat ukur kematangan kompos berbasis arduino ATmega328 yang dilengkapi dengan sensor yang memungkinkan pengukuran parameter-parameter kritis seperti pH, suhu, dan kelembaban, yang sangat penting untuk menentukan tingkat kematangan kompos. Tahapan penelitian meliputi perencanaan desain perangkat keras, perancangan sistem perangkat lunak, perakitan alat, kalibrasi, dan analisis data. Pengujian dilakukan terhadap alat yaitu uji tingkat presisi. Uji presisi dilakukan dengan cara melakukan percobaan pengukuran parameter kompos secara berulang. Pada tahap kalibrasi, diperoleh persentase tingkat akurasi pengukuran suhu sebesar 97,42%, tingkat akurasi pengukuran pH sebesar 97,7%, dan tingkat akurasi pengukuran kelembaban sebesar 99,5%. Hasil pengujian akurasi alat dari masing-masing tiga parameter yaitu nilai suhu, pH, dan kelembaban, menunjukkan bahwa akurasi rata-rata alat berada pada angka 96,87%. Berdasarkan pengujian alat yang dilakukan terhadap sampel kompos dengan lima kali perulangan diperoleh standar deviasi pengukuran dari unsur C yaitu sebesar 1,56 dan nilai koefisien variasi yaitu sebesar 4,3%, deviasi pengukuran dari unsur N sebesar 0,07 dengan koefisien variasi yaitu sebesar 1,92%, standar deviasi dari unsur K yaitu 0,04 dan nilai koefisien variasi yaitu sebesar 0,81%. Rata-rata hasil pengujian nilai presisi enam parameter pada alat yang dikembangkan yaitu sebesar 91,24%. Berdasarkan nilai tersebut, maka alat yang dikembangkan mempunyai tingkat presisi yang sangat tinggi.

Kata Kunci: Arduino; Kematangan Kompos; Pupuk Organik; Sensor; Unsur Hara

### ABSTRACT

*[Title: Development of Compost Maturity Measuring Tool based Arduino Atmega328] Compost maturity refers to the degree of decomposition or decomposition of organic matter in the compost. Compost maturity can be seen from the parameters of humidity, pH, and compost temperature. In this research, an arduino ATmega328-based compost maturity meter was developed which is equipped with a sensor that allows measurement of critical parameters such as pH, temperature, and humidity, which are very important for determining the maturity level of compost. The stages of the research include hardware design planning, software system design, tool assembly, calibration, and data analysis. The test is carried out on the tool, namely the precision level test. The precision test was carried out by repeatedly measuring the parameters of the compost. At the calibration stage, the percentage accuracy for temperature measurement was 97.42%, the accuracy for pH measurement was 97.7%, and the accuracy for humidity measurement was 99.5%. The results of testing the accuracy of the tool for each of the three parameters, namely the value of temperature, pH, and humidity, show that the average accuracy of the tool is at 96.87%. Based on the tool test performed on the compost sample with five iterations, the standard deviation of measurement of element C is 1.56 and the coefficient of variation is 4.3%, the measurement deviation of element N is 0.07 with a coefficient of variation of 1.92%, the standard deviation of the K element is 0.04 and the coefficient of variation is 0.81%. The average precision value test results for the six parameters on the developed tool are 91.24%. Based on these values, the tool developed has a very high level of precision.*

Keywords: Arduino; Mature Compost; Organic Fertilizer; Sensors; Nutrient

### PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris dimana sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani (Zulfiyandi dkk., 2021). Indonesia memiliki potensi pertanian yang sangat besar dengan kekayaan sumber daya perkebunan seperti kelapa

sawit, kopi, kakao, teh, dan karet (Darmawan dkk., 2021). Namun, meskipun memiliki potensi yang besar, masih banyak tantangan yang dihadapi oleh sektor pertanian di Indonesia, salah satunya yaitu penurunan kualitas tanah. Hal ini disebabkan banyaknya penggunaan bahan kimia terutama pada

penggunaan pupuk anorganik (Hayati, 2010). Pupuk anorganik terbuat dari sumber non-hayati seperti gas alam, batu fosfat, atau bahan kimia lainnya. Pupuk anorganik mengandung nutrisi seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan unsur hara lainnya dalam bentuk senyawa kimia seperti urea, amonium nitrat, superfosfat, dan lain-lain. Misalnya pupuk urea berkadar N 45-46% artinya setiap 100% kg urea terdapat 45-46 kg hara nitrogen (Lingga, 2001).

Pupuk anorganik atau juga sering dikenal dengan pupuk kimia adalah pupuk yang dibuat oleh pabrik-pabrik dan dilakukan dengan meramu bahan-bahan kimia berkadar hara tinggi (Priambodo dkk., 2019). Definisi lainnya tentang pupuk anorganik adalah hasil rekayasa secara kimia, fisik, dan atau biologis dan merupakan hasil industri (Masluki dkk., 2017). Pupuk anorganik memang memiliki banyak keunggulan antara lain adalah menyuburkan tanah, mempercepat pertumbuhan tanaman, dan lebih efisien (Mansyur dkk., 2021). Di sisi lain penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang akan menyebabkan berbagai kerusakan pada lahan pertanian. Penggunaan yang tidak diimbangi dengan penggunaan pupuk organik akan menyebabkan produktivitas pertanian menurun dan juga menurunnya kualitas tanah (Priambodo, dkk. 2019).

Salah satu cara untuk mengimbangi penggunaan pupuk anorganik adalah beralih ke pupuk organik. Pupuk organik berasal dari bahan-bahan organik seperti sisa tanaman, kotoran hewan, dan limbah organik lainnya yang diuraikan oleh mikroorganisme menjadi unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Hadisuwito, 2012). Pupuk organik lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan kimia sintetis seperti pupuk anorganik, dan juga dapat meningkatkan kesuburan tanah dan kualitas tanaman (Roidah, 2013). Namun, pembuatan pupuk organik juga bukan tanpa masalah. Pembuatan pupuk organik membutuhkan keterampilan tersendiri. Keahlian dalam memahami berbagai karakter fisis kompos dan memahami batas nilai kematangan kompos menjadi suatu keterampilan yang harus dimiliki. Kompos yang dibuat dengan mengabaikan parameter kualitas kompos, justru akan membuat tanaman menjadi kuning dan tidak subur (Djuarnani, 2005). Oleh sebab itu penting untuk dibuat alat mengukur tingkat kematangan kompos.

Menurut SNI 19-7030-2004 kematangan kompos dapat dilihat berdasarkan pada beberapa parameter antara lain warna kompos coklat kehitaman, aroma kompos yang tidak menyengat tapi menyerupai bau tanah, dan apabila dikepal tidak menggumpal. Parameter lain yang menentukan

kematangan kompos adalah kadar air, pH, dan suhu. Kadar air optimal untuk kompos adalah 40%-60% (Widarti dkk., 2015). Menurut Indriani (2011), pH yang baik untuk pengomposan sekitar 6,5 – 7,5 (netral). Menurut SNI 19-7030-2004 mengenai spesifikasi kompos, suhu yang menjadi acuan adalah suhu yang menyerupai suhu air tanah, yaitu tidak melebihi 30°C.

Pada umumnya proses pengukuran kematangan kompos dilakukan secara manual, yaitu dengan memeriksa warna, bau dan tekstur kompos secara visual dan dipegang. Namun, metode ini seringkali memberikan hasil yang tidak akurat dan tidak dapat dipantau secara real-time. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang dapat membantu dalam mempermudah dan mempercepat proses pengukuran tingkat kematangan kompos.

Kompos merupakan salah satu bahan yang penting karena dapat meningkatkan produktivitas media tanam tanaman dengan meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologis tanah (Bachtiar dan Ahmad, 2019). Kompos dapat dibuat dengan mengkombinasikan limbah organik dan unsur-unsur penting lainnya seperti nitrogen, karbohidrat, dan bahan pengikat. Proses pematangan kompos sangat penting karena mempengaruhi kualitas dan nilai jual dari produk akhir. Namun, proses ini memerlukan waktu yang cukup lama dan seringkali membutuhkan tingkat keterampilan dan pemahaman yang tinggi untuk memastikan bahwa kompos yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan.

Pengembangan alat dengan menggunakan arduino, alat ukur kematangan kompos dapat dilengkapi dengan sensor yang memungkinkan pengukuran parameter kompos secara elektronik. Sensor ini dapat membaca parameter-parameter kritis seperti pH, suhu, dan kandungan nitrogen dan karbohidrat, yang sangat penting untuk menentukan tingkat kematangan kompos. Hasil pengukuran dapat diterjemahkan menjadi data digital dan ditampilkan pada layar atau disimpan untuk analisis lanjutan.

Pembuatan alat ukur kematangan kompos berbasis arduino memerlukan pemahaman yang baik tentang teknologi arduino dan sensor, serta pengetahuan tentang proses pematangan kompos. Hal ini penting untuk memastikan bahwa alat yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan dapat memenuhi standar yang ditetapkan. Dalam proses pembuatan, perlu dilakukan pengujian dan validasi untuk memastikan bahwa alat dapat beroperasi dengan baik dan memberikan hasil yang akurat.

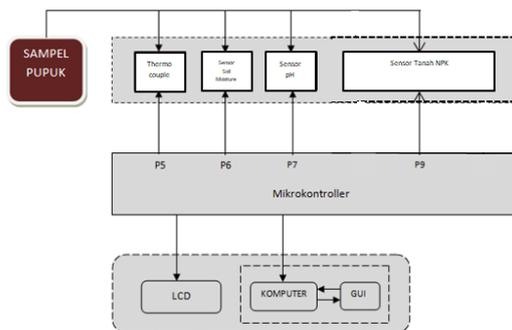
Dalam jangka panjang, pengembangan alat ukur kematangan kompos berbasis arduino dapat

membantu meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi kompos, serta memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang tinggi. Alat ini memiliki perbedaan mendasar dengan alat-alat lainnya, jika penelitian sebelumnya parameter yang dapat dilihat hanya 1-3 parameter (Sandi&Hartono, 2020), (Hardyanti & Utomo, 2019), (Ramadhan, dkk, 2022), namun dalam penelitian ini dapat dilihat 6 parameter yang dapat menjadi indikator kematangan kompos.

**METODE**

**A. Tahap perencanaan desain perangkat keras**

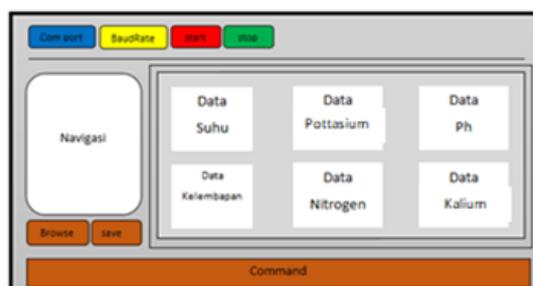
Alat ukur kematangan pupuk kompos ini didasarkan pada kriteria penting kematangan dari kompos yaitu pH, suhu, kelembapan, kadar nitrogen, Pottasium, dan juga kadar kalium. Oleh sebab itu tim mengintegrasikan beberapa sensor untuk membuat alat penentu kematangan kompos. Input yang berasal dari sensor kemudian diolah oleh mikrokontroller yang selanjutnya diproses dalam bentuk output yang akan ditampilkan pada interface. Skematik desain perangkat keras alat ukur kematangan kompos ditampilkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Desain Alat Ukur Kematangan Kompos

**B. Perancangan Sistem Perangkat Lunak**

Perancangan sistem perangkat lunak dilakukan menggunakan software Labview yang ditujukan untuk membuat graphic user interface (GUI). Layout GUI ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Layout GUI Sistem

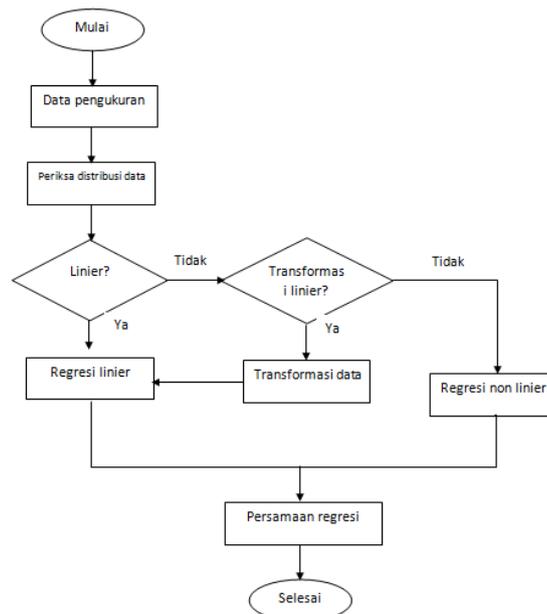
sistem instrumentasi ke mikrokontroller dan sistem perangkat lunak. Sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1, sensor Thermocouple dapat digunakan untuk mengidentifikasi suhu kompos. Selain itu, alat ini juga dirancang untuk dapat menghitung kadar kelembaban, keasaman (pH), kadar nitrogen, Pottasium, dan kalium yang masing-masing menggunakan perangkat sensor yang dihubungkan ke sistem pengontrolan mikrokontroller. Sensor yang digunakan untuk mengukur kelembaban adalah sensor Soil Moisture, sensor yang digunakan untuk mengukur pH adalah sensor pH tanah, dan sensor yang digunakan untuk mengukur kadar NPK adalah sensor tanah NPK jxct. Setelah semua komponen masukan tersambung, selanjutnya sistem dihubungkan ke perangkat komputer untuk dapat dijalankan menggunakan sistem pemrograman yang telah dirancang. Keluaran hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar LCD.

**C. Kalibrasi Alat**

Sebelum alat dapat diimplementasikan ke masyarakat, terlebih dahulu alat pengukur kesuburan kompos harus dikalibrasikan. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan alat dapat berfungsi dengan baik dan untuk mengetahui tingkat akurasi hasil pengukuran yang dilakukan oleh alat tersebut. Tahap kalibrasi terdiri atas enam jenis kalibrasi yaitu kalibrasi kandungan unsur hara, kalibrasi suhu, kalibrasi kadar kelembaban, dan kalibrasi kadar keasaman (pH). Proses kalibrasi warna, jumlah NPK dilakukan dengan cara membandingkan data hasil pengukuran yang ditunjukkan oleh alat yang dirancang dengan data hasil pengolahan di laboratorium. Kalibrasi suhu, kadar kelembaban, dan kadar pH dilakukan dengan cara membandingkan data hasil pengukuran oleh alat yang dirancang dengan data hasil pengukuran alat standar.

**D. Analisis Data**

Alat yang telah selesai melalui tahapan kalibrasi dapat diimplementasikan Desa Ibru. Data hasil pengukuran yang telah diperoleh selanjutnya akan dianalisa tingkat akurasi dan presisinya. Secara umum, alur peneleitian terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Alat pengukur kematangan kompos yang telah dikembangkan terdiri dari enam sensor yang berfungsi untuk mengukur nilai suhu, pH, kelembaban, konsentrasi unsur karbon (C), konsentrasi unsur nitrogen (N), dan konsentrasi unsur kalium (K). Pada artikel ini, pembahasan akan dibatasi pada hasil pengujian dari alat yang telah dikembangkan. Pengujian alat bertujuan untuk mengukur tingkat akurasi dan presisi dari alat yang telah dikembangkan.

**Pengujian Tingkat Akurasi Alat**

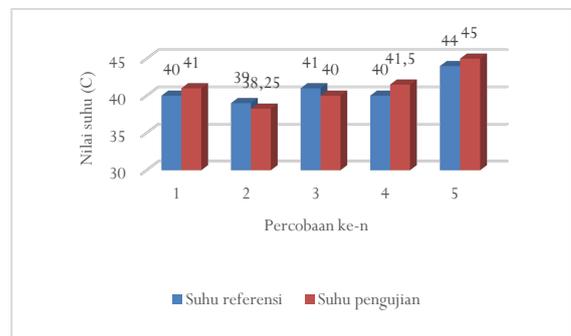
Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang diukur oleh alat yang telah dikembangkan terhadap nilai yang diukur oleh alat standar. Tingkat akurasi diperoleh melalui persamaan berikut,

$$Akurasi = 100\% - error \quad (1)$$

Nilai error diperoleh melalui persamaan berikut,

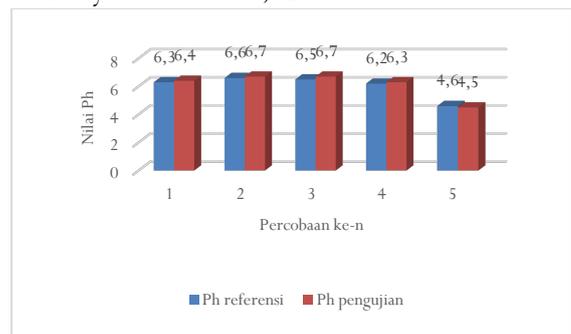
$$Error = \left| \frac{NS - NK}{NS} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Dimana NS merupakan nilai yang diukur oleh alat standar dan NK merupakan nilai yang diukur oleh alat yang dikembangkan. Adapun alat standar yang digunakan pada pengujian tingkat akurasi pembacaan suhu yaitu thermometer digital. Grafik hasil pengujian suhu kompos ditampilkan oleh gambar 4.



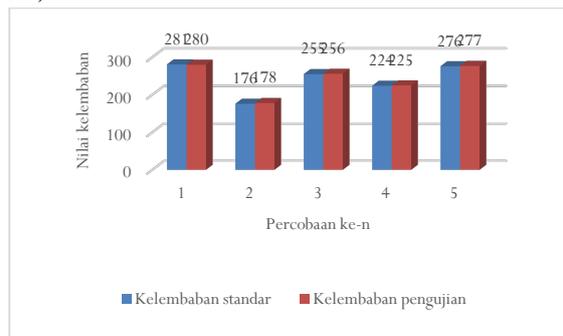
Gambar 4. Grafik akurasi pengujian sensor suhu pada kompos

Berdasarkan hasil pengujian alat yang dilakukan terhadap sampel kompos, suhu kompos rata-rata yaitu 41,04 °C, dimana suhu terendah yaitu 38,25°C dan suhu tertinggi yaitu 45°C. Berdasarkan perbandingan suhu referensi dan suhu yang diukur oleh alat, maka diperoleh persentase nilai error pembacaan suhu yaitu sebesar 2,58% dan tingkat akurasi yaitu sebesar 97,42%.



Gambar 5. Grafik akurasi pengujian sensor pH pada kompos

Gambar 5 menampilkan grafik nilai pH kompos yang diukur oleh alat dan nilai pH yang diukur oleh pH meter. pH referensi merupakan nilai pH yang diukur oleh alat standar yaitu pH meter, sedangkan pH pengujian merupakan nilai pH yang diukur oleh alat yang telah dikembangkan. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa pH rata-rata kompos yaitu sebesar 6,12. Nilai pH terendah yaitu berada pada angka 4,4 dan nilai pH tertinggi berada pada angka 6,7. Menggunakan persamaan (2), diperoleh nilai error pengukuran pH yaitu sebesar 2,3% dan tingkat akurasi yaitu sebesar 97,7%.



**Gambar 6.** Grafik akurasi pengujian sensor kelembaban pada kompos

Gambar 6 memperlihatkan perbandingan nilai kelembaban kompos dari hasil pengujian alat yang dikembangkan dengan nilai pengukuran kompos dari alat standar. Berdasarkan data tersebut, nilai kelembaban rata-rata kompos yaitu 243,3 dengan nilai kelembaban terendah yaitu 176 dan nilai kelembaban tertinggi yaitu 281. Nilai error dari hasil pengujian kelembaban yaitu sebesar 0,5% dan tingkat akurasi yaitu sebesar 99,5%.

Hasil pengujian akurasi alat dari masing-masing tiga parameter yaitu nilai suhu, pH, dan kelembaban, menunjukkan bahwa akurasi rata-rata alat berada pada angka 96,87%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat yang dikembangkan mempunyai akurasi yang sangat tinggi.

Pengujian selanjutnya yang dilakukan terhadap alat yaitu uji tingkat presisi. Uji presisi dilakukan dengan cara melakukan percobaan pengukuran parameter kompos secara berulang. Dalam penelitian ini, dilakukan sebanyak lima kali pengulangan pengujian terhadap parameter suhu, pH, kelembaban, kadar unsur karbon (C), kadar unsur nitrogen (N), dan kandungan kadar kalium (K) pada sampel kompos. Tingkat presisi alat dihitung menggunakan persamaan berikut,

$$Presisi = 100\% - KV \tag{3}$$

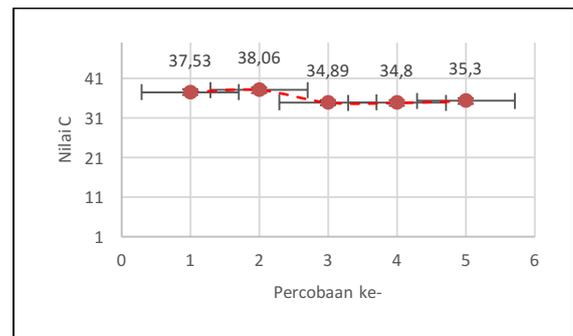
Dimana *KV* merupakan koefisien variasi yang diperoleh dari persamaan berikut,

$$KV(\%) = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% \tag{4}$$

*SD* merupakan standar deviasi dari perulangan pengukuran yang diperoleh dari persamaan berikut,

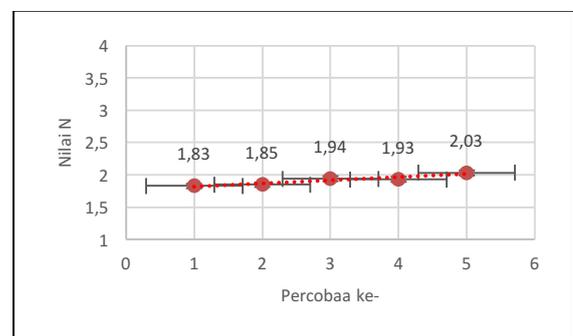
$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \tag{5}$$

Variable  $\bar{x}$  pada persamaan (5) menyatakan nilai rata-rata hasil pengukuran,  $x_i$  menyatakan data hasil pengukuran ke-*i*, dan *n* merupakan jumlah pengukuran yang dilakukan.



**Gambar 7.** Grafik tingkat presisi pengukuran unsur C pada kompos

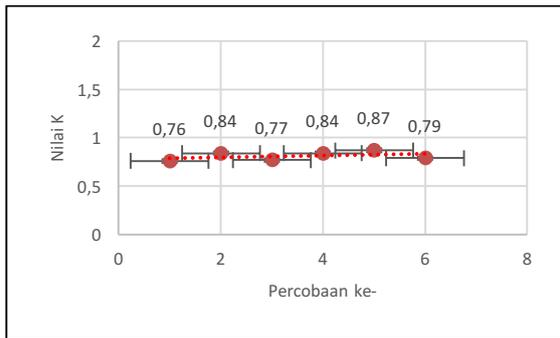
Berdasarkan pengujian alat yang dilakukan terhadap sampel kompos dengan lima kali pengulangan diperoleh nilai rata-rata dari pengukuran unsur C yaitu sebesar 36,16%. Nilai standar deviasi pengukuran dari unsur C yaitu sebesar 1,56 dan nilai koefisien variasi yaitu sebesar 4,3%. Sehingga tingkat presisi pembacaan unsur C yaitu sebesar 95,69%.



**Gambar 8.** Grafik tingkat presisi pengukuran unsur N pada kompos

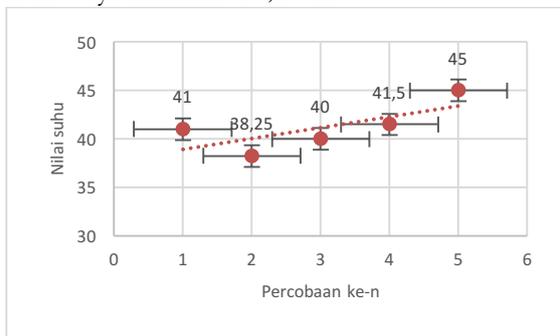
Gambar 8 menampilkan data hasil pengukuran unsur N pada kompos yang dilakukan sebanyak lima kali pengulangan. Berdasarkan data tersebut, nilai unsur N rata-rata dari kompos yaitu sebesar 1,92%. Selanjutnya, berdasarkan persamaan (5) diperoleh nilai standar deviasi dari unsur N yaitu 0,07 dan berdasarkan persamaan (4) nilai koefisien

variasi yaitu sebesar 1,92%. Sehingga tingkat presisi pembacaan unsur N yaitu sebesar 95,83%.

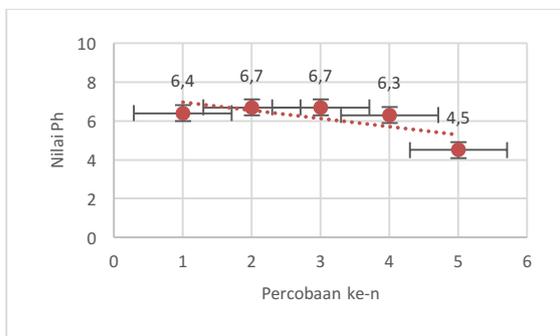


**Gambar 9.** Grafik tingkat presisi pengukuran unsur K pada kompos

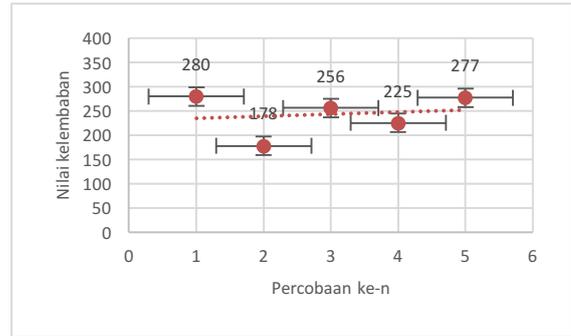
Nilai rata-rata pengukuran unsur K pada kompos yaitu sebesar 0,81%. Berdasarkan pengujian alat yang dilakukan diperoleh nilai standar deviasi dari unsur K yaitu 0,04 dan nilai koefisien variasi yaitu sebesar 0,81%. Sehingga tingkat presisi pembacaan unsur K yaitu sebesar 94,52%.



**Gambar 10.** Grafik tingkat presisi pengukuran suhu pada kompos



**Gambar 11.** Grafik tingkat presisi pengukuran pH pada kompos



**Gambar 11.** Grafik tingkat presisi pengukuran kelembaban pada kompos

Gambar 10 memperlihatkan sebaran nilai pengukuran suhu kompos untuk lima kali perulangan. Berdasarkan data tersebut nilai standar deviasi pengukuran yaitu 2,48 dan nilai koefisien variasi yaitu sebesar 6,04%. Sehingga tingkat presisi pembacaan suhu yaitu sebesar 93,96%. Selanjutnya, gambar 11 memperlihatkan sebaran nilai pengukuran pH pada lima kali perulangan. Berdasarkan data tersebut nilai standar deviasi pengukuran yaitu 0,92 dan nilai koefisien variasi yaitu sebesar 15,08%. Sehingga tingkat presisi pembacaan pH yaitu sebesar 84,91%. Sementara itu, gambar 12 menampilkan data pengukuran kelembaban kompos pada lima kali perulangan. Berdasarkan data tersebut nilai standar deviasi pengukuran yaitu 42,55 dan nilai koefisien variasi yaitu sebesar 17,49%. Sehingga tingkat presisi pembacaan kelembaban yaitu sebesar 82,5%.

Rata-rata hasil pengujian nilai presisi enam parameter pada alat yang dikembangkan yaitu sebesar 91,24%. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Sandi&Hartono, 2020), (Hardyanti & Utomo, 2019), (Ramadhan, dkk, 2021), tingkat presisi alat ini tidak kalah presisi. Berdasarkan nilai tersebut, maka alat yang dikembangkan mempunyai tingkat presisi yang sangat tinggi. Sehingga dapat digunakan untuk melakukan pengukuran kandungan hara yang terdiri dari unsur karbon, nitrogen, dan kalium dan pengukuran parameter fisis berupa suhu, pH, dan kelembaban dengan sangat baik.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan alat pengukur tingkat kematangan kompos yang memiliki tingkat akurasi dan presisi sangat baik. Berdasarkan uji coba terhadap sampel kompos terhadap parameter suhu, pH, dan kelembaban, diperoleh nilai akurasi rata-rata yaitu sebesar 96,87%. Sementara itu, tingkat presisi alat yang mengukur enam parameter yang terdiri dari tiga parameter unsur hara dan tiga parameter fisis

menunjukkan nilai presisi yang juga sangat tinggi yaitu sebesar 91,24%. Oleh sebab itu, berdasarkan karakteristik pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat yang dikembangkan dapat bekerja dengan baik dan dapat digunakan untuk melakukan pengukuran tingkat kematangan kompos.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, B., & Ahmad, A. H. (2019). Analisis kandungan hara kompos johar cassia siamea dengan penambahan aktivator promi. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 4(1), 68-76.
- Darmawan, D., Genua, V., Kristianto, S., & Hutubessy, J. I. (2021). Tanaman perkebunan prospektif Indonesia. Penerbit Qiara Media.
- Djuarnani, I. N. (2005). Cara cepat membuat kompos. *AgroMedia*.
- Hadisuwito, S. (2012). Membuat pupuk organik cair. *AgroMedia*.
- Hardyanti, Farida & Utomo, Pramudi. 2019. Perancangan Sistem Pemantauan Suhu Dan Kelembaban Pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos Berbasis Iot. *Jurnal Elinvo (Electronics, Informatics, And Vocational Education)*; 4(2): 193-201.
- Hayati, E. (2010). Pengaruh pupuk organik dan anorganik terhadap kandungan logam berat dalam tanah dan jaringan tanaman selada. *Jurnal Floratek*, 5(2), 113-123.
- Indriani, Y. H. (2011). Membuat kompos secara kilat. Penebar Swadaya Grup.
- Lingga, P. (2001). Petunjuk penggunaan pupuk. Niaga Swadaya.
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murtilaksono, A. (2021). Pupuk dan pemupukan. Syiah Kuala University Press.
- Masluki, M., Naim, M., & Thamrin, N. T. (2017). Pengaruh Pertumbuhan Tanaman terhadap Rhizobacteria (PGPR) dan Pupuk Organik Cair pada Pertumbuhan Bayam (*Amaranthus spp*) dan Cabai (*Capsicum annum*) pada Fase Vegetatif. In *Prosiding Seminar Hasil Program Pengembangan Diri 2017 Bidang Pertanian* (pp. 28-219).
- Priambodo, S. R., Susila, K. D., & Soniari, N. N. (2019). Pengaruh pupuk hayati dan pupuk anorganik terhadap beberapa sifat kimia tanah serta hasil tanaman bayam cabut (*Amaranthus Tricolor*) di tanah inceptisol Desa Pedungan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Ramadhan, Fajar Dwi. Dkk. 2021. Perancangan Alat Pengukur Kadar Unsur Hara Npk Pupuk Kompos. JOP Vol. 8 No. 1.*
- Tropical Agroecotechnology), 8(1), 149-160.
- Roidah, I. S. (2013). Manfaat penggunaan pupuk organik untuk kesuburan tanah. *Jurnal Bonorowo*, 1(1), 30-43.
- Sandi & Hartono, Rodi. 2020. Sistem Kendali dan Monitoring Kelembapan, Suhu, dan pH Pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos Dengan Kendali Logika Fuzzy. *Jurnal Telekontran*, Vol. 8, No. 2.
- Widarti, B. N., Wardhini, W. K., & Sarwono, E. (2015). Pengaruh rasio C/N bahan baku pada pembuatan kompos dari kubis dan kulit pisang. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(2).
- Zulfiyandi, dkk. (2021). *Ketenagakerjaan Dalam Data Edisi 4 Tahun 2021*. Pusat Data dan Teknologi Informasi Ketenagakerjaan: Jakarta.